

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis y caracterización de las propiedades
mecánicas y físicas de los agregados de las tres
canteras para el diseño de mezcla de concreto $f_c =$
210 kg/cm² en la ciudad de Cusco, 2023**

Jaime Jose Chipana Soria

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Cusco, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : John Charlie Oscco Orccohuarancca
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 12 de Setiembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c=210$ Kg/cm² EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023

Autor:

JAIME JOSE CHIPANA SORIA – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 18 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas: 20 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

Asesor de trabajo de investigación

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Continental con sede en Cusco, la ciudad del imperial, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quien nos cobijó en los salones, a los ingenieros profesores, ellos nos han transmitido todo sus conocimientos y amplias prácticas para formarme profesionalmente, dar la oportunidad de trabajar y estudiar con su programa gente que trabaja (GQT).

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi ASESOR de tesis, al Magíster John Charlie Oscoco Orcohuaranca. Su experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron a mi experiencia en el complejo y gratificante camino de la investigación.

Quiero expresar mi agradecimiento a los dictaminastes de la tesis, por su confianza y valor, para el mejor desarrollo de esta tesis de investigación, a su vez ser los guías y, de esa manera me, transmitieron sus valores y sabiduría logrados durante su trayectoria de su vida profesional y personal.

Al personal que labora en la empresa ALLPA LABORATORIO “Laboratorio de Mecánica de Suelos, Geomecánica de Suelos y Concreto” por su ayuda y cooperación para la realización de las pruebas, y por sus importantes contribuciones al éxito de este trabajo.

Bach. Jaime Jose Chipana Soria.

DEDICATORIA

A mi madre Asencia por darme la vida y a mi padre que está en el cielo.

A mis grandes amores Rosario y mis hijos Sebastián y Valentina, que son la fortaleza de mi desarrollo personal y profesional, y ustedes, a lado mío, los que me dan fortaleza, estoy seguro de que lograré todo lo que me traza en mi camino y en la vida. ¡Los amo con todo mi ser!

A mi cuñado, el ingeniero Edwin Hilario Cervantes, por su confianza depositada en mí, y su apoyo en toda la etapa de mi carrera profesional y también en el futuro venidero.

A mi suegro, al señor Wenceslao Hilario Capcha, quien con su apoyo moral e incondicional supo entender sobre mis estudios.

A mi amigo, al ingeniero José Manuel Jordán Cuevas, por su apoyo en los momentos, cuando se necesitaba de un espacio en el trabajo, él me los brindó.

A todos mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo en los momentos de estrés y alegría durante este largo y retador camino, en especial para el compañero Miki.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iii
CONTENIDO DE TABLAS.....	vi
CONTENIDO DE FIGURAS.....	ix
CONTENIDO DE GRÁFICOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I.....	14
I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.	14
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	14
1.1.1 PROBLEMA GENERAL.....	14
1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 OBJETIVO GENERAL:	15
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	15
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	15
1.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	16
1.3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	16
1.3.3 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA.....	16
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	16
1.5 HIPÓTESIS.....	17
1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL:	17
1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:	17
1.6 VARIABLES.....	17
CAPÍTULO II.....	20
II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	20
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	22
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	24
2.2 BASES TEÓRICAS.....	26
2.2.1 CONCRETO.....	26
2.2.1.1 MATERIALES Y COMPONENTES DEL CONCRETO.....	26
2.2.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO.....	29
2.2.2.1 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	29
2.2.2.2 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO ENDURECIDO.....	38
2.2.3 DISEÑO DE MEZCLA BAJO EL MÉTODO ACI-211.....	41
2.2.3.1 SECUENCIA DE DISEÑO.....	41
2.2.4 UBICACIÓN DE CANTERAS PARA LA INVESTIGACIÓN.....	46
2.2.4.1 CANTERA HUAMBUTIO (TRES DE MAYO 95).....	46
2.2.4.2 CANTERA PISAC.....	47
2.2.4.3 CANTERA ZURITE.....	48

2.2.5	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	49
2.2.5.1	CONCRETO FRESCO.....	49
2.2.5.2	EL CONCRETO ENDURECIDO.....	50
2.2.5.3	LOS AGREGADOS.....	50
2.2.5.4	PROPIEDADES FÍSICAS.....	51
2.2.5.5	LA GRANULOMETRÍA.....	51
2.2.5.6	PROPIEDADES MECÁNICAS.....	51
2.2.5.7	CEMENTO.....	51
2.2.5.8	ADITIVOS.....	52
2.2.5.9	PESO ESPECÍFICO UNITARIO.....	52
2.2.5.10	AGREGADO FINO.....	52
2.2.5.11	AGREGADO GRUESO.....	52
2.2.5.12	PESO UNITARIO.....	53
2.2.5.13	PESO UNITARIO SUELTO (PUS).....	53
2.2.5.14	PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC).....	53
2.2.5.15	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	53
2.2.5.16	PORCENTAJE DE VACIOS (%).....	53
CAPÍTULO III.....		54
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		54
3.1	MÉTODOS, Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
3.1.1	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
3.2	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN:.....	54
3.2.1	RECOPIACIÓN DE DATOS:.....	54
3.2.2	ANÁLISIS.....	54
3.2.3	ANÁLISIS DE DATOS.....	54
3.2.4	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS:.....	55
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	55
3.4.1	POBLACIÓN:.....	55
3.4.2	MUESTRA:.....	55
3.5	INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS.....	56
3.5.1	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	56
3.5.2	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	57
CAPÍTULO IV.....		58
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		58
4.1	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	58
4.1.1	ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
4.1.1.1	AGREGADOS.....	58
4.1.1.2	CEMENTO.....	59
4.1.1.3	AGUA.....	60
4.1.1.4	AIRE.....	60
4.1.2	PRÁCTICA DE ENSAYO EN LABORATORIO.....	61
4.1.2.1	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	61
4.1.3	RESULTADOS.....	97
4.1.3.1	PRUEBAS A LOS AGREGADOS PÉTREOS.....	97
4.1.4	CANTERA HUAMBUTIO.....	97
4.1.4.1	DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	97
4.1.4.2	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.....	101
4.1.4.3	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECIFICO.....	102
4.1.4.4	DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN.....	103

4.1.4.5	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO.	105
4.1.4.6	DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE VACIOS.	108
4.1.4.7	RESUMEN DE RESULTADOS.	110
4.1.5	CANTERA PISAC.	111
4.1.5.1	DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.	111
4.1.5.2	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.	114
4.1.5.3	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO.	115
4.1.5.4	DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN.	117
4.1.5.5	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO.	118
4.1.5.6	DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE VACÍOS.	121
4.1.5.7	RESUMEN DE RESULTADOS.	124
4.1.6	CANTERA ZURITE.	124
4.1.6.1	DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.	124
4.1.6.2	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.	127
4.1.6.3	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO.	129
4.1.6.4	DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN.	130
4.1.6.5	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO.	132
4.1.6.6	DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE VACÍOS (%).	134
4.1.6.7	RESUMEN DE RESULTADOS.	137
4.1.7	PRUEBA DE ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES.	138
4.1.7.1	CANTERA HUAMBTIO.	138
4.1.7.2	CANTERA PISAC.	138
4.1.7.3	CANTERA ZURITE.	139
4.1.8	DISEÑO DE MEZCLA.	139
4.1.8.1	DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.	139
4.1.8.2	DETERMINACION DE LA DESVIACION ESTANDAR.	144
4.1.8.3	DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.	149
4.1.9	RESULTADOS DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN.	154
4.1.9.1	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 7 DÍAS DE EDAD.	156
4.1.9.2	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 14 DÍAS DE EDAD.	157
4.1.9.3	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS DE EDAD.	158
4.1.10	INTERPRETACIÓN DE LOGROS OBTENIDOS.	159
4.1.10.1	ANÁLISIS DE RESISTENCIA DEL HORMIGÓN.	159
4.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	161
	CAPÍTULO V.	166
	V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	166
5.1	CONCLUSIONES.	166
5.2	RECOMENDACIONES.	167
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	168
	ANEXOS.	172

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. <i>Análisis del diseño de mezcla.</i>	18
Tabla 2. <i>Caracterización del diseño de mezcla.</i>	18
Tabla 3. <i>Valores admisibles mínimos que debe cumplir el agua para la mezcla de concreto.</i>	28
Tabla 4. <i>Tipos de mezcla según su consistencia y revenimiento.</i>	34
Tabla 5. <i>Promedio de la resistencia a la compresión requerida.</i>	41
Tabla 6. <i>Parámetros de granulometría de los áridos gruesos.</i>	41
Tabla 7. <i>Elección de tipos de asentamiento.</i>	42
Tabla 8. <i>Elección del contenido de agua.</i>	42
Tabla 9. <i>Elección del porcentaje de aire naturalmente atrapado.</i>	43
Tabla 10.	43
Tabla 11. <i>Selección de la relación Agua/Cemento por resistencia ($f'c$)</i>	43
Tabla 12. <i>Peso del material pétreo grueso por unidad de volumen del concreto.</i>	44
Tabla 13. <i>Detalle de la recolección de muestras de las tres canteras para ensayos.</i>	55
Tabla 14. <i>Especificaciones técnicas del cemento multiuso tipo IP Yura.</i>	60
Tabla 15. <i>Gradación de las muestras de prueba.</i>	79
Tabla 16. <i>Elección de la carga de prueba.</i>	80
Tabla 17. <i>Numero de especímenes cilíndricas (100mm x 200mm) de concreto a elaborar.</i>	84
Tabla 18. <i>Cantidad de especímenes cilíndricos de concreto para ensayos de su compresión.</i>	96
Tabla 19. <i>Resultados del examen granulométrico del árido grueso de la cantera Huambutio.</i>	98
Tabla 20. <i>Resultados del examen granulométrico del árido fino de la cantera Huambutio.</i>	99
Tabla 21. <i>Cantidad de humedad que contiene el material grueso de la cantera Huambutio.</i>	101
Tabla 22. <i>Cantidad de humedad que contiene el material fino de la cantera Huambutio.</i>	101
Tabla 23. <i>Determinación de la gravedad específica del árido grueso de la cantera Huambutio.</i>	102
Tabla 24. <i>Cálculo del peso específico del árido fino de la cantera Huambutio.</i>	103
Tabla 25. <i>Absorción del material grueso de la cantera Huambutio.</i>	103
Tabla 26. <i>Porcentaje de absorción del árido fino de la cantera Huambutio.</i>	104
Tabla 27. <i>Cálculo del peso unitario suelto del árido grueso de la cantera Huambutio.</i>	105
Tabla 28. <i>Cálculo del peso unitario compactado del árido grueso de la cantera Huambutio.</i>	106
Tabla 29. <i>Desarrollo del peso unitario suelto del árido fino de la cantera Huambutio.</i>	106
Tabla 30. <i>Determinación del agregado fino, su peso unitario compactado de la cantera Huambutio.</i>	107
Tabla 31. <i>Determinación del porcentaje de huecos en el árido grueso suelto de la cantera Huambutio.</i>	108
Tabla 32. <i>Determinación del porcentaje de huecos en el árido grueso compactado de la cantera Huambutio.</i>	108
Tabla 33. <i>Determinación del porcentaje de huecos en el árido fino suelto de la cantera Huambutio.</i>	109
Tabla 34. <i>Determinación del porcentaje de huecos en el árido fino compactado de la cantera Huambutio.</i>	110
Tabla 35. <i>Resumen de resultados de la cantera Huambutio</i>	110
Tabla 36. <i>Resultados del examen granulométrico del árido grueso de la cantera Pisac.</i>	111

Tabla 37. Resultados del examen granulométrico del árido fino de la cantera Pisac.	113
Tabla 38. Cantidad de humedad que contiene el material grueso de la cantera Pisac.....	114
Tabla 39. Cantidad de humedad que contiene el material fino de la cantera Pisac.	115
Tabla 40. Peso específico del material pétreo grueso de la cantera Pisac.	115
Tabla 41. Peso específico del material petreo fino de la cantera Pisac.....	116
Tabla 42. Cálculo de la absorción del material pétreo fino de la cantera Pisac.	117
Tabla 43. Cálculo de la absorción del material petreo fino de la cantera Pisac.	117
Tabla 44. Cálculo del peso unitario suelto del material pétreo grueso de la cantera Pisac.....	118
Tabla 45. Cálculo del peso unitario compactado del material pétreo grueso de la cantera Pisac.....	119
Tabla 46. Peso unitario suelto del material pétreo fino de la cantera Pisac.	120
Tabla 47. Cálculo del Peso unitario compactado del material pétreo fino de la cantera Pisac.	120
Tabla 48. Desarrollo de la cantidad porcentual de vacíos del material pétreo grueso suelto de la cantera Pisac.....	121
Tabla 49. Desarrollo de la cantidad porcentual de vacíos del árido grueso compactado de la cantera Pisac.....	122
Tabla 50. Calculo porcentual de vacíos del material pétreo fino suelto de la cantera Pisac.	122
Tabla 51. Calculo porcentual de vacíos del material pétreo fino compactado de la cantera Pisac. ...	123
Tabla 52. Resumen de los resultados obtenidos de la cantera Pisac.	124
Tabla 52. Resultados del examen granulométrico del árido grueso de la cantera Zurite.....	125
Tabla 53. Resultados del examen granulométrico del árido fino de la cantera Zurite.	126
Tabla 54. Cálculo de la cantidad de humedad que contiene el material pétreo grueso de la cantera Zurite.	128
Tabla 55. Cálculo de la cantidad de humedad que contiene el material pétreo fino de la cantera Zurite.	128
Tabla 56. Cálculo del peso específico del material pétreo grueso de la cantera Zurite.	129
Tabla 57. Cálculo del peso específico del material pétreo fino de la cantera Zurite.....	130
Tabla 58. Cálculo de la absorción del material pétreo grueso de la cantera Zurite.....	130
Tabla 59. Cálculo de la absorción del material pétreo fino de la cantera Zurite.	131
Tabla 60. Cálculo del peso unitario suelto del material petreo grueso de la cantera Zurite.....	132
Tabla 61. Cálculo del peso unitario compactado del material pétreo grueso la cantera Zurite.....	132
Tabla 62. Cálculo del peso unitario suelto del material pétreo fino de la cantera Zurite.....	133
Tabla 63. Cálculo del peso unitario compactado del material pétreo grueso la cantera Zurite.....	134
Tabla 64. Cálculo de porcentaje de vacíos del material pétreo grueso suelto de la cantera Zurite. ...	135
Tabla 65. Cálculo porcentual de vacíos del material pétreo grueso compactado de la cantera Zurite.	135
Tabla 66. Cálculo porcentual de vacíos del material pétreo fino suelto de la cantera Zurite.	136
Tabla 67. Cálculo porcentual de vacíos del material pétreo fino compactado de la cantera Zurite. ..	137
Tabla 68. Resumen de resultados de la cantera Zurite.	137
Tabla 69. Resultados de las pruebas de desgaste por abrasión de los áridos en equipo de Los Ángeles.	138

Tabla 70. <i>Resultados de las pruebas de desgaste por abrasión de los áridos en equipo de Los Ángeles.</i>	138
Tabla 71. <i>Resultados de las pruebas de desgaste por abrasión de los áridos en equipo de Los Ángeles.</i>	139
Tabla 72. <i>Dosificación de concreto en peso.</i>	144
Tabla 73. <i>Dosificación de concreto en volumen.</i>	144
Tabla 74. <i>Dosificación de concreto en peso.</i>	149
Tabla 75. <i>Dosificación de concreto en volumen.</i>	149
Tabla 76. <i>Determinación del concreto en peso.</i>	154
Tabla 77. <i>Determinación del concreto en volumen.</i>	154
Tabla 78. <i>Prueba de resistencia a su compresión de las probetas de concreto a la edad de 28 días.</i>	155
Tabla 79. <i>Desviación estándar de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95).</i>	155
Tabla 80. <i>Desviación estándar de la cantera Pisac.</i>	155
Tabla 81. <i>Desviación estándar de la cantera Zurite.</i>	155
Tabla 82. <i>Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 07 días, cantera Huambutio.</i>	156
Tabla 83. <i>Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 07 días, cantera Pisac.</i>	156
Tabla 84. <i>Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 07 días, cantera Zurite.</i>	157
Tabla 85. <i>Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 14 días, cantera Huambutio.</i>	157
Tabla 86. <i>Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 14 días, cantera Pisac.</i>	157
Tabla 87. <i>Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 14 días, cantera Zurite.</i>	158
Tabla 88. <i>Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 28 días, cantera Huambutio.</i>	158
Tabla 89. <i>Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 28 días, cantera Pisac.</i>	159
Tabla 90. <i>Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a edad de 28 días, cantera Zurite.</i>	159
Tabla 91. <i>La evolución de la resistencia a su compresión del hormigón cantera Huambutio.</i>	159
Tabla 92. <i>La evolución de la resistencia a su compresión del hormigón cantera Pisac.</i>	160
Tabla 93. <i>La evolución de la resistencia a su compresión del hormigón cantera Zurite.</i>	161

CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> La consistencia es una característica que mide la humedad de una mezcla por su grado de fluidez.....	32
<i>Figura 2.</i> Medición de la consistencia por el ensayo del cono de Abrams.	33
<i>Figura 3.</i> Experimento del cono de Abrams para medir la consistencia.	34
<i>Figura 4.</i> Segregación es la separación de los ingredientes de la mezcla de hormigón.	36
<i>Figura 5.</i> Exudación. Característica que hace que una parte del agua de amasado suba a la superficie del hormigón tras separarse de la masa.	37
<i>Figura 6.</i> Retracción es el acortamiento que experimenta el concreto durante el proceso de endurecimiento y secado.	38
<i>Figura 7.</i> Ubicación de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95).	47
<i>Figura 8.</i> Ubicación de la cantera Pisac.	48
<i>Figura 9.</i> Ubicación de la cantera Zurite.....	49
<i>Figura 10.</i> Agregado grueso de las tres canteras Huambutio (Tres de mayo 95), Pisac y Zurite, lugares de donde fueron extraídas las muestras	59
<i>Figura 11.</i> Agredo fino de las tres canteras Huambutio (Tres de mayo 95), Pisac y Zurite, lugares de donde fueron extraídas las muestras.	59
<i>Figura 12.</i> Clasificación de las muestras representativas de agregados gruesos, mediante el método de cuarteo de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.	62
<i>Figura 13.</i> Clasificación mediante el tamizado de agregados gruesos, de las canteras Huambutio, Pisac y Zurite.....	63
<i>Figura 14.</i> Muestra granulometría del agregado grueso retenido en los tamices, de las canteras Huambutio, Pisac y Zurite.....	63
<i>Figura 15.</i> Clasificación de las muestras representativas del agregado fino por el modo de cuarteo de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.	64
<i>Figura 16.</i> Proceso de cribado del agregado fino, canteras Huambutio, Pisac y Zurite.	64
<i>Figura 17.</i> La granulometría del agregado grueso de cada una de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.....	65
<i>Figura 20.</i> Ensayo de molde cónico del agregado fino en horno durante 24 horas de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.....	69
<i>Figura 21.</i> Ensayo de pipeta (matraz) del árido fino de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite	69
<i>Figura 22.</i> Rellenado del molde con agregado grueso de las tres canteras Huambutio 3 de mayo 95, Pisac y Zurite.....	71
<i>Figura 23.</i> Enrasado del agregado grueso de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.....	72
<i>Figura 24.</i> Llenado del recipiente con material grueso de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite...	72
<i>Figura 25.</i> Llenado del recipiente con árido fino de tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.	73
<i>Figura 27.</i> Eliminación del exceso de material fino de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.....	73
<i>Figura 28.</i> Peso unitario suelto del árido grueso de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.	74
<i>Figura 29.</i> Peso unitario suelto del árido fino de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite	74

<i>Figura 30.</i> Rellenado y varillado del material grueso en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.....	75
<i>Figura 31.</i> Rellenado, enrasado del material grueso en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.....	75
<i>Figura 32.</i> Pesado del material grueso en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.....	76
<i>Figura 33.</i> Relleno y Varillado del material fino en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.....	76
<i>Figura 34.</i> Relleno y enrasado del agregado fino en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.....	77
<i>Figura 35.</i> Pesado del material fino con el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.....	77
<i>Figura 36.</i> Cribado del árido grueso de tres canteras: Huambutio Pisac y Zurite.....	79
<i>Figura 37.</i> Separación del material grueso de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.....	79
<i>Figura 38.</i> El agregado grueso lavado de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.....	80
<i>Figura 39.</i> Material o muestra para ensayo separados con serie Tipo B.....	81
<i>Figura 40.</i> Introducción de la carga y material de ensayo de gradación Tipo B de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.....	81
<i>Figura 41.</i> Retiro de la carga y el agregado ensayado de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite....	82
<i>Figura 42.</i> Separación del agregado ensayado de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.....	82
<i>Figura 43.</i> Pesado del material o agregado ensayado de la cantera Zurite.....	83
<i>Figura 44.</i> Pesado del material o agregado ensayado de la cantera Huambutio.....	83
<i>Figura 45.</i> Pesado del material o agregado ensayado de la cantera Pisac.....	83
<i>Figura 46.</i> Moldes plásticos cilíndricos para concreto.....	85
<i>Figura 47.</i> Los materiales o agregados son pesados por lotes, de acuerdo con su diseño de mezcla....	86
<i>Figura 49.</i> Ensayo sobre la consistencia del concreto.....	87
<i>Figura 50.</i> Toma de temperatura a la muestra del concreto fresco.....	88
<i>Figura 51.</i> Equipo de Tipo B.....	93
<i>Figura 52.</i> Colocado de concreto en los moldes cilíndricos.....	93
<i>Figura 53.</i> Almacenamiento de briquetas o especímenes llenas con hormigón.....	94
<i>Figura 54.</i> Desmolde de las briquetas del concreto.....	94
<i>Figura 55.</i> Codificación de las briquetas del concreto, el código de identificación de cada testigo se realiza con probeta N°, la fecha del día de vaciado y la cantera.....	95
<i>Figura 56.</i> Método de sumersión de especímenes de hormigón.....	95
<i>Figura 57.</i> Especímenes de concreto a la edad de 07 días.....	96
<i>Figura 58.</i> Muestras del hormigón en forma de cilindro procedentes de las tres canteras Zurite, Pisac y Huambutio.....	97
<i>Figura 59.</i> Rotura de la muestra de hormigón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	97

CONTENIDO DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Examen granulométrico de la curva generado por el árido grueso de la cantera Huambutio.	99
<i>Gráfico 2.</i> Examen granulométrico de la curva generado por el árido fino de la cantera Huambutio. .	100
<i>Gráfica 3.</i> Examen granulométrico de la curva generado por el árido grueso de la cantera Pisac.	112
<i>Gráfica 4.</i> Examen granulométrico de la curva generado por el árido fino de la cantera Pisac.	114
<i>Gráfica 5.</i> Examen granulométrico de la curva generado por el árido grueso de la cantera Zurite.	126
<i>Gráfico 6.</i> Examen granulométrico de la curva generado por el árido fino de la cantera Zurite.	127
<i>Gráfico 7.</i> Progreso de la madurez del hormigón con relación a la resistencia cantera Huambutio.	160
<i>Gráfico 8.</i> Progreso de la madurez del hormigón con relación a la resistencia cantera Pisac.	160
<i>Gráfico 9.</i> Progreso de la madurez del hormigón con relación a la resistencia cantera Zurite.	161

RESUMEN

Este trabajo de investigación presenta como objetivo principal analizar y caracterizar los agregados de las tres canteras para lograr un diseño de mezcla de hormigón con una resistencia a compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Cusco en el año 2023, para su uso en diversas obras civiles de concreto. Se pretende obtener datos de las canteras de Huambutio, Pisac y Zurite, incluyendo su consistencia y trabajabilidad, la proporción de material pétreo, diseño de mezclas de concreto y resistencias a la compresión. Las mencionadas canteras suministran agregados finos y gruesos a la ciudad de Cusco y se utilizaron en los diferentes diseños de mezclas, empleando el método ACI para estos diseños. Los datos obtenidos sobre la consistencia, trabajabilidad y el diseño de mezcla, resultado de esta investigación, serán aplicados en diversos proyectos de obras civiles realizados en Cusco. Con este trabajo de tesis, el investigador busca proporcionar a los constructores de Cusco diseños de mezcla de concreto y valores de resistencia a su compresión que les permitan elegir la cantera adecuada para el desarrollo de infraestructuras de obras civiles.

Palabras claves: Diseño de mezclas, tres canteras, concreto, proporciones y diseño de mezclas en peso y volumen.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el concreto es ampliamente empleado en la industria de la construcción moderna a nivel internacional, nacional y regional. Países como Japón, Estados Unidos y México, entre otros, realizan investigaciones constantes sobre los componentes del concreto. Esto se debe a la facilidad de acceso a sus ingredientes (cemento, grava, arena y agua) y al bajo costo de elaboración.

La finalidad fundamental de esta investigación es estudiar y caracterizar los agregados para obtener un diseño de mezcla de concreto con una resistencia a su compresión de 210 kg/cm², utilizando agregados de tres canteras: Huambutio, Pisac y Zurite. Esta investigación consiste en desarrollar diferentes formatos de mezclas de hormigón con los materiales de estas canteras. La hipótesis planteada es que las propiedades y características de los agregados pétreos varían significativamente entre las tres canteras de agregados de la ciudad de Cusco, afectando el rendimiento y la calidad del concreto producido. Para este estudio, se consideraron la consistencia, trabajabilidad y durabilidad del concreto. Los resultados obtenidos muestran que los agregados de las tres canteras cumplen con las normas y reglamentos de edificación en términos de trabajabilidad y consistencia. Sin embargo, la cantera de Huambutio no alcanzó el diseño esperado debido a la magnitud de material pétreo fino que pasa el tamiz N° 200. Los materiales de la cantera de Pisac mostraron buenos resultados, mientras que los de la cantera de Zurite se encontraron en un nivel intermedio. De acuerdo con el Instituto Americano del Concreto (ACI - Comité 211.1) y la norma ASTM, se determinó que la cantera de Pisac cumple con la resistencia esperada.

El desarrollo de la investigación se dividió en cinco capítulos:

- 1. Capítulo I:** Formulación de la investigación, que incluye la formulación del problema, objetivos, justificación e importancia, delimitaciones del proyecto, hipótesis y variables.
- 2. Capítulo II:** Marco teórico, que abarca antecedentes de la investigación, base teórica y definición de términos básicos.
- 3. Capítulo III:** Metodología, que comprende métodos y alcance de la investigación, análisis, verificación de hipótesis, diseño de la investigación, población y muestra.
- 4. Capítulo IV:** Resultados y discusión.
- 5. Capítulo V:** Conclusiones y recomendaciones.

Finalmente, se incluyen la bibliografía y los anexos.

CAPÍTULO I

I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

El concreto es un material indispensable para el desarrollo infraestructural en todo el mundo, su resistencia y durabilidad son vitales para la construcción de edificaciones seguras. Sin embargo, la formulación de la combinación de materiales para concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, es un tema que presenta desafíos en términos de su análisis y caracterización. A nivel mundial, la diversidad en normas de construcción, las características de los agregados y las condiciones climáticas varían enormemente, lo que puede generar dificultades en la estandarización de la calidad del concreto. La necesidad de resolver estas discrepancias es un desafío global.

(1). En el contexto peruano, esta problemática adquiere mayor relevancia. A pesar del crecimiento económico experimentado en las últimas décadas, aún existen brechas importantes en la calidad de las infraestructuras.

(2). La formulación de la combinación de materiales para concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es fundamental para garantizar construcciones seguras y duraderas. Sin embargo, en Perú, la caracterización y análisis sistemático de dichos diseños de mezcla de concreto aún no se realiza de manera óptima, lo que podría tener consecuencias significativas en términos de seguridad y durabilidad de las construcciones.

(3). Cusco, con su rica historia y patrimonio arquitectónico, presenta un desafío aún mayor. El análisis y la caracterización de la formulación de la combinación de materiales para concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ son vitales para las construcciones en la ciudad, especialmente debido a las características geológicas únicas de sus canteras de agregados.

(4). Desafortunadamente, en la actualidad, los procesos de análisis y caracterización no son suficientemente rigurosos ni estandarizados. Esto puede tener repercusiones negativas en la calidad de las construcciones y, por ende, en la seguridad de sus habitantes

(5). En suma, la necesidad de un análisis y caracterización eficientes en la elaboración de la fórmula del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es un problema que se generaliza en todas las regiones del mundo y en particular, desde Cusco hasta Perú y el mundo.

Es imperativo buscar soluciones a esta problemática para garantizar la resistencia, seguridad y durabilidad de nuestras construcciones. Por ello, se plantea la pregunta general de la investigación.

1.1.1 PROBLEMA GENERAL.

¿Cuáles son las propiedades analizadas y características de los agregados, para los diseños mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con los agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco, 2023?

1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

¿Cuáles son las proporciones de los agregados, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm², con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco, 2023?

¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto a las edades de 7, 14, 28 días del diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm², con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco, 2023?

¿Cuáles son las características de la consistencia del concreto en estado fresco, en el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm², con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco, 2023?

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

Analizar y caracterizar las propiedades mecánicas y físicas de los agregados, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm², con agregados provenientes de las tres canteras en la ciudad de Cusco, 2023.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Objetivo 1: Determinar las proporciones de los agregados, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm², con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco durante 2023.

Objetivo 2: Determinar la resistencia a la compresión del concreto a las edades de 7, 14 y 28 días del diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm², con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco durante 2023.

Objetivo 3: Evaluar las características de la consistencia del concreto en estado fresco, del diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm², con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco durante 2023.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

Para proporcionar una infraestructura segura y duradera, el hormigón es uno de los materiales más utilizados en los proyectos de construcción. Esta investigación es importante y apropiada por varias razones.

En primer lugar, las propiedades de los componentes del hormigón afectan directamente a su calidad. En este caso, el estudio se centra en los agregados de las tres principales canteras de Cusco, cuyas propiedades pueden variar significativamente. Estas diferencias son significativas porque tienen un impacto inmediato en la durabilidad y resistencia del hormigón. A través de este análisis, buscaremos comprender cómo estas diferencias impactan en la calidad del concreto y proponer ajustes en las mezclas de diseño para alcanzar una resistencia especificada de $f'_c = 210$ Kg/cm², siguiendo las prácticas recomendadas por el Método ACI.

Además, este estudio es crucial para el desarrollo seguro de infraestructuras en Cusco. Los conocimientos exhaustivos sobre cómo modificar las mezclas de hormigón en función de las características únicas de los materiales regionales pueden ofrecer recomendaciones cruciales para la construcción de nuevas infraestructuras, así como para la renovación y el mantenimiento de las existentes.

Finalmente, esta investigación puede servir como punto de partida para el desarrollo de mejores prácticas y normativas de construcción no solo en la región sino también a nivel nacional. Los hallazgos podrían impulsar mejoras significativas en los procesos de producción de concreto, resultando en infraestructuras más seguras y duraderas.

En resumen, este estudio no solo es fundamental para comprender las propiedades del concreto producido localmente, sino que también tiene el potencial de influir positivamente en la seguridad y la durabilidad de las infraestructuras en Cusco y más allá.

1.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.

En términos técnicos para esta investigación de tesis, es importante que, para garantizar una construcción de calidad, se tiene que realizar los diseños necesarios de mezcla de concreto, y que este plan se pueda realizar con diferentes métodos de diseño de mezcla de concreto, es por eso para esta investigación se hará uso del método de American Concrete Institute (A. C. I.), con sus siglas en inglés) y por lo tanto se adhieren a la resistencia a la compresión del hormigón, utilizando áridos procedentes de las tres canteras de Cusco.

1.3.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.

Este estudio de investigación contribuirá significativamente a la industria de la construcción de calidad y al bienestar de los habitantes de la ciudad del Cusco, de donde se tendrá un diseño de mezcla y una resistencia a la compresión de concreto, con los agregados provenientes de las tres canteras de la ciudad de Cusco.

1.3.3 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA.

A medida que avance esta investigación, podremos conocer mejor las características físicas y mecánicas de los áridos procedentes de las tres canteras de Cusco, así como la resistencia a la compresión del hormigón endurecido, una propiedad cuyos valores determinan la calidad del material. Con estos datos obtenidos tendremos una certeza de la calidad del concreto y del diseño de mezcla usado o empleado para un concreto con propiedad endurecido.

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.

En este proyecto de investigación de tesis analizaremos y caracterizaremos; las propiedades y caracterizar el desarrollo de la composición del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Además, se determinará la resistencia a la compresión del hormigón a las edades de madurez de 7, 14 y 28 días, para este estudio de investigación se tomará agregados tanto como grueso (grava) y fino

(confitillo), de las tres canteras de Huambutio (tres de mayo 95), Pisac y Zurite en la ciudad de Cusco del año 2023.

1.5 HIPÓTESIS.

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL:

El análisis y características de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para el desarrollo de la composición del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco, varían significativamente, impactando el rendimiento y la calidad del concreto producido en el 2023.

1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

1. Las proporciones de los agregados, para el diseño de la mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco difieren en sus propiedades y características, lo que conduce a variaciones en la calidad del concreto.
2. La resistencia a la compresión del concreto a las edades de 7, 14 y 28 días del diseño de la mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados provenientes de las tres canteras en la ciudad, Cusco, presentan diferencias significativas, influyendo en la durabilidad y resistencia del concreto.
3. Las características de la consistencia del concreto en estado fresco, del desarrollo de la composición del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados provenientes de las tres canteras en la ciudad de Cusco, influyen directamente en la manejabilidad y la facilidad de aplicación del concreto.

1.6 VARIABLES.

V1: DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO 210 Kg/cm².

Se denomina diseño de la mezcla al proceso de elegir los ingredientes adecuados y la combinación más práctica y económica, y consiste en determinar las proporciones de los constituyentes en una unidad cúbica de hormigón. El objetivo es obtener un producto que posea la trabajabilidad y consistencia necesarias en su estado fresco, y que cumpla con los requisitos especificados por el diseñador una vez que se haya endurecido, tal como se detalla en los planos y/o especificaciones del proyecto.

En la elección de las proporciones de la mezcla, el proyectista debe tener en cuenta que la composición de la mezcla de hormigón se decide por:

- a) Son las características que debe poseer el hormigón endurecido; éstas se especifican en los planos de construcción y/o en las especificaciones y son decididas por el ingeniero estructural.

- b) Las propiedades del hormigón no endurecido, que suelen ser determinadas por el ingeniero de construcción en función de la naturaleza y las especificaciones del proyecto, así como de los métodos que se emplearán en la colocación del hormigón.
- c) El costo de la unidad cúbica de concreto.

V2: CONCRETO.

Para producir hormigón se necesita una combinación de ingredientes: agua, áridos (arena y piedra), aglutinante (cemento) y aditivos opcionales.

Los áridos, a menudo arena y grava (piedra triturada), se unen mediante la pasta, que está hecha de cemento, cemento Portland y agua para formar un material parecido a la roca. La relación agua/cemento es crucial debido a la significativa influencia del agua en diversas propiedades del material final. Generalmente, al aumentar la cantidad de agua, se incrementa la fluidez de la mezcla, mejorando su trabajabilidad y plasticidad, lo cual beneficia a la mano de obra. Sin embargo, también reduce la resistencia del concreto debido a un mayor volumen de espacios vacíos creados por el agua libre.

➤ Análisis del Diseño de Mezcla.

Tabla 1. Análisis del diseño de mezcla.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Composición	Proporciones	Proporción de cemento	Porcentaje de cemento en la mezcla.
		Proporción de agregados	Porcentaje de agregados en la mezcla.
		Proporción de agua	Porcentaje de agua en la mezcla.
Resistencia	Resistencia a compresión	Resistencia característica	Valor de resistencia especificada.
		Resistencia a diferentes edades	Resistencia a 7, 14 y 28 días.

➤ Caracterización del Diseño de Mezcla

Tabla 2. Caracterización del diseño de mezcla.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Trabajabilidad	Consistencia	Asentamiento del cono	Medición del asentamiento del cono
		Flujo del cono	Medición del flujo del cono
		Contenido de aire	Porcentaje de aire atrapado en la mezcla
Durabilidad	Permeabilidad	Índice de permeabilidad	Medición de la permeabilidad del concreto
		Resistencia al ataque químico	Evaluación de la resistencia química

		Resistencia a la carbonatación	Evaluación de la resistencia a la carbonatación
Costos	Costo de materiales	Costo total de los materiales	Suma de los costos de los materiales utilizados
		Costo por unidad de volumen	Costo de la mezcla por unidad de volumen
		Eficiencia en el uso de materiales	Evaluación de la optimización de los materiales utilizados

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO.

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

Andrade (2022) (1) en su proyecto, tuvo como objetivo comparar la resistencia a la rotura de un diseño de hormigón empleando cementos tipo “HE” que se encuentran en el mercado nacional ecuatoriano, y agregados de la cantera Megarok (Portoviejo - Manabí). La metodología de investigación utilizada en este estudio fue cuantitativa. Se halló que en este capítulo se presentan los resultados obtenidos para el diseño de hormigón utilizando los agregados gruesos y finos de la cantera Megarok S.A. Se realizaron procedimientos de obtención de muestras y reducción de la muestra mediante el método del cuarteo. También se determinó el valor de degradación del árido grueso utilizando la máquina de los Ángeles. Los resultados se registraron en tablas que indican la masa por tamaños y la graduación de los agregados. Se concluyó que los agregados de la cantera Megarok cumplen con las propiedades físicas y mecánicas establecidas en las normas. Aunque el agregado fino no cumple con los límites granulométricos, se puede utilizar siempre que cumpla con los criterios de resistencia deseados. La mezcla de hormigón propuesta, utilizando diferentes marcas de cemento HE, superó la resistencia objetivo de 350 Kg/cm² a los 28 días. El uso de un aditivo plastificante permitió ganar un mayor porcentaje de resistencia. La comparación entre los cementos HE mostró que el cemento "Chimborazo" proporcionó una mayor resistencia que su contraparte.

Bohorquez y Rodriguez (2022) (2) en su tesis, tuvo como objetivo determinar la disminución en la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos en concreto, al utilizar agregados pétreos de peña como reemplazo total de materiales extraídos en canteras de río, siguiendo las Normas Técnicas Colombianas (NTC) e INVIAS. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue cuantitativa. Se halló que, al finalizar los ensayos de caracterización de los agregados pétreos, se grafican las curvas granulométricas y se tabulan las propiedades obtenidas. Se observa que la grava AR cumple con los límites establecidos por la norma, mientras que la grava AP se encuentra fuera de estos límites debido a la falta de material retenido en el tamiz ¾". En cuanto a las arenas, la arena AR presenta un módulo de finura fuera del rango establecido por la norma, mientras que la arena AP cumple con los parámetros. Además, se realizó el diseño de una mezcla de concreto con una resistencia de 215 Kg/cm² y se llevaron a cabo los ensayos de resistencia a la compresión de los especímenes cilíndricos de concreto CAR y CAP a diferentes edades de curado. Se obtuvieron resultados de resistencia para cada edad de curado y se observó el tipo de falla de los especímenes. Se concluyó que los agregados de río por agregados de peña en el concreto resultan en una disminución del 48% y 50% en la resistencia final a la compresión a los 28 días, en comparación con el concreto

estándar y la resistencia de diseño, respectivamente. Los agregados estudiados no cumplen totalmente con las normas técnicas colombianas e INVIAS para la fabricación de concreto. La dosificación estándar del concreto presenta baja trabajabilidad y requiere adición de agua debido a las diferencias en las características de los agregados. El concreto resultante es más ligero y no se recomienda como una alternativa total a los agregados de río en la zona.

Bernabé y Catuto (2022) (3) en su proyecto de investigación, tuvo como objetivo elaborar hormigón estructural modificado con una resistencia a la compresión de $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$, reemplazando el 10% del agregado fino correspondiente según norma ASTM C33, por polvo de neumáticos de caucho. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue cuantitativa. Se halló que se verifica con los resultados de análisis que fuera de la zona protegida de longitud 2H, el cortante Vu es menor que la resistencia a corte provista. Como se puede observar en el cálculo de cortante equivalente se usará 1 estribo de 10mm a una separación de 10cm en la zona 2H, y 1 estribo a una separación de 20cm fuera de la zona 2H. Se concluyó que el factor de modificación λ se aplica al concreto liviano cuando se utiliza un nuevo material. El reemplazo del 10% de agregado fino por polvo de neumáticos afecta las propiedades mecánicas. Aunque no es favorable debido a los procesos químicos y es costoso, el hormigón modificado puede usarse en estructuras sismo resistentes si se reduce su rigidez y resistencia mediante el factor $\lambda = 0.7$.

Suárez y Hermenejildo (2023) (4) en su tesis, tuvo como objetivo, diseñar una estructura de hormigón de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo agregado fino por fibra de caña brava, aplicando las normas NEC2015, para la construcción de un centro de desarrollo comunitario para la comuna Sinchal, Parroquia Manglaralto. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue cuantitativa ya que plantea y analiza de forma comparativa, 2 diseños diferentes de hormigón. Se halló que encontró la adición de fibra de caña brava en el hormigón aumenta la resistencia a la compresión. Se realizaron ajustes en el diseño estructural para cumplir con las normas de desplazamiento y torsión. El uso de materiales desechados promueve la sustentabilidad y previene la explotación de recursos naturales. Se concluyó que los resultados del análisis de los agregados para el hormigón mostraron valores óptimos de módulo de finura y absorción. La sustitución del 25% de fibra de caña en el hormigón no afectó significativamente la resistencia. El diseño estructural del Centro de Desarrollo Comunitario cumplió con los requisitos de rigidez y torsión. Se utilizaron columnas y vigas de dimensiones adecuadas para soportar la carga.

Ángel y Rincón (2019) (5) en su tesis, tuvo como objetivo, comparar las diferencias entre una tribuna con y sin aisladores de base, a través del análisis de cantidades de obra gruesa y respuesta estructural, para evaluar las ventajas o desventajas en cuanto al uso de estos dispositivos. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue cuantitativa ya que

examina metodologías de diseño para aplicarlas en una tribuna con y sin aisladores sísmicos. Se halló que las aceleraciones se amplifican en los modelos base aislada para un diseño más exigente, mientras que se reducen en los casos de Lacustre 200 y piedemonte. Esto implica una mejora en el desempeño sísmico y una disminución en las fuerzas de diseño. La tabla 66 muestra las variaciones de los parámetros entre los modelos base aislada y base fija. Se concluyó que el estudio examina las metodologías de diseño de estructuras aisladas sísmicamente para una tribuna, identificando inconsistencias en las normas colombianas y recomendaciones del código estadounidense. Se evalúan las diferencias en respuesta estructural y cantidad de materiales entre la tribuna aislada y la base fija. Se concluye que el uso de aisladores mejora el desempeño sísmico y disminuye las fuerzas de diseño, pero la adaptación de las ecuaciones es crucial. Se destaca la importancia de considerar las características del suelo y se evidencia la ventaja de diseñar con sistemas de aislamiento de base.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.

Bustamante (2022) (6) en su tesis tuvo como objetivo realizar el análisis comparativo del concreto $f'c=210kg/cm^2$ utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU con los agregados de la cantera Nueva Piura; y de esta manera conocer sus propiedades fundamentales en sus dos estados, tanto en el fresco como en el endurecido. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue cuantitativa. Se halló que el análisis granulométrico del agregado de la cantera Nueva Piura muestra que no cumple con los requisitos mínimos establecidos. La proporción de agregados finos es mayor que la de agregados gruesos. Se realizó un proceso de zarandeo para separar los agregados y obtener una muestra que cumple aproximadamente el 85% de la normativa. Se concluyó que el concreto elaborado con cemento Portland tipo GU tiene una mayor consistencia y trabajabilidad en comparación con el concreto elaborado con cemento Portland tipo I. Sin embargo, el concreto con cemento Portland tipo I muestra un mayor peso unitario y resistencia a la compresión. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de mayor rendimiento y resistencia con cemento Portland tipo I, mientras que se rechaza la hipótesis de mayor consistencia y trabajabilidad con cemento Portland tipo GU.

Dávila (2022) (7) en su tesis, tuvo como objetivo determinar la relación existente entre la resistencia a la compresión de un diseño de mezcla de concreto $f'c=210kg/cm^2$ y la resistencia a la abrasión del agregado grueso en el departamento de Huánuco – 2021. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue Método de investigación: Empírico-experimental en mecánica de suelos y pavimentos. Se halló que el desgaste del hormigón en la máquina de los Ángeles se evaluó según normas ASTM y se obtuvieron diferentes resultados para diferentes canteras. Se encontró que la resistencia a compresión del concreto aumenta con menor desgaste, demostrando una relación inversa entre desgaste y resistencia. Se obtuvieron conclusiones a partir del análisis de propiedades físicas y mecánicas del hormigón. Las canteras Doroteo y San

Rafael cumplen con los requisitos, mientras que San Andrés y Oropuquio presentan incumplimientos en la granulometría. Se observaron diferentes valores de resistencia a compresión en las distintas canteras a los 7, 14 y 28 días. Se encontraron relaciones significativas entre el desgaste de los ángeles y el porcentaje de absorción, así como entre la resistencia a compresión y el porcentaje de finos que pasa la malla N° 200.

Berrospi y Campos (2021) (8) en su tesis, tuvo 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 metodología de investigación utilizada en este estudio fue de enfoque cuantitativo: mediciones objetivas, comparación de dos canteras para el concreto. Se halló que se realizaron pruebas exhaustivas a los agregados de las canteras de Chullqui y Andabamba para evaluar sus propiedades físicas y mecánicas. Los resultados mostraron que los agregados cumplen con los requisitos para su uso en mezclas de concreto con resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Poseen densidad adecuada, baja absorción de agua, resistencia a la compresión y a la abrasión, lo que los hace aptos para aplicaciones estructurales. Se proporcionaron recomendaciones para el diseño de mezclas de concreto utilizando estos agregados, pero se sugiere realizar estudios adicionales antes de aplicar las conclusiones en proyectos reales. Se concluyó que los agregados de la cantera Chullqui presentan deficiencias en cuanto a su granulometría y módulo de fineza, lo que afecta la trabajabilidad y puede causar segregación en el concreto. Sin embargo, a pesar de no cumplir con las especificaciones, logran alcanzar la resistencia requerida de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Por otro lado, los agregados de la cantera Andabamba también presentan deficiencias en su granulometría, pero se obtiene la resistencia requerida. Ambos grupos de concreto muestran un buen comportamiento, con una correlación positiva alta y una relación lineal entre la resistencia del concreto y los agregados utilizados.

Carranza (2021) (9) en su tesis, tuvo como objetivo realizar el estudio de calidad de los agregados de las canteras de Chota, con el fin de producir concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia de Chota, Cajamarca. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue Investigación correlacional-experimental analiza agregados de cantera y normas de construcción. Se halló que analizaron propiedades físicas y mecánicas de agregados de canteras. Los resultados mostraron que cumplen con normas. Se realizaron diseños de mezclas y pruebas de resistencia, obteniendo concretos de 210 kg/cm^2 . La cantera Cochabamba tuvo mejores resultados. Se concluyó que los agregados de la cantera Chalarca presentan mejores características mecánicas y físicas, especialmente en la granulometría y el agregado fino. Los diseños de mezclas cumplen con los estándares de construcción. Los concretos de las tres canteras alcanzan la resistencia requerida de 210 kg/cm^2 . Se recomienda la producción de agregados de las tres canteras.

Ruiz (2023) (10) en su tesis, tuvo como objetivo determinar “la influencia del agregado grueso y fino de las canteras Posada, Elyon y Aybar y el tipo de cemento sobre la resistencia a la compresión y trabajabilidad de un” concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en Trujillo 2022. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue de tipo experimental dado que se manipularon variables intencionalmente. Se halló que el estudio evaluó la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades (7, 14 y 28 días) y utilizó pruebas de normalidad y ANOVA. Los resultados mostraron que los agregados y el tipo de cemento influyen positivamente en la resistencia a la compresión. Además, se caracterizaron los agregados y se encontró que cumplen con las especificaciones técnicas. Se concluye que las canteras Aybar y Elyon son recomendables para obtener mayor resistencia. Se resalta la importancia de realizar estudios previos para evaluar la calidad de los materiales. Se concluyó que Las canteras Posada, Elyon y Aybar proporcionaron agregados que cumplen con las especificaciones de la norma. Se realizaron diferentes mezclas de concreto y se encontró que la cantera Aybar y el cemento tipo ICo ofrecen mayor resistencia a la compresión y trabajabilidad. Los resultados fueron significativos según las pruebas de hipótesis realizadas.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.

(Quispe, 2018) (11) en su tesis tuvo como objetivo analizar la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la cantera Zurite por el agregado grueso del concreto reciclado de pavimento rígido para obras civiles en la ciudad del Cusco. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue hipotética y deductiva. Los resultados de esta investigación se plasman en el cuadro de resumen de resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ a sus diferentes edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días, y sustituyendo el agregado grueso de la cantera de zurite por agregado grueso de concreto reciclado en porcentajes de 0%, 30%, 50% y 100% para obras civiles en la ciudad de cusco. Se concluyó que el concreto con agregado reciclado tiene una variación inferior al concreto convencional de la misma composición, pero al aumentar el contenido de cemento portland, para el concreto $f'c = 140\text{kg/cm}^2$, $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ se obtiene una resistencia muy similar a la del concreto hecho con agregados naturales. Los resultados de resistencia a la compresión varían según el porcentaje de agregado reciclado utilizado en la mezcla, siendo más baja la resistencia en el caso del 100% de agregado reciclado.

Torres, (2022) (12) en su tesis, tuvo como objetivo determinar la relación entre la resistencia de las briquetas cúbicas y la correspondiente resistencia de las briquetas cilíndricas, haciendo uso de agregados de las canteras de Vicho y Cunyac. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue cuantitativa. Se halló que el estudio que las briquetas cilíndricas y cúbicas pueden ser utilizadas indistintamente para medir la resistencia a la compresión del concreto. También se destaca que la resistencia a la compresión aumenta con la edad del concreto y con

la resistencia nominal del mismo. Se concluyó que se debe tener cuidado con la calidad de los materiales y la relación agua-cemento para obtener la resistencia requerida. También se recomienda usar un nivel al vaciar las briquetas cúbicas y distribuir la mezcla de un mismo trompo a los tres tipos de briquetas.

Cornejo (2019) (13) en su tesis, tuvo como objetivo, analizar comparativamente la magnitud de las características físico-mecánicas y costo de materiales de un concreto con adición de viruta de caucho reciclado en porcentajes de 5, 7.5 y 10% del agregado fino, respecto al concreto patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue cuantitativa. Se halló que los resultados obtenidos en el estudio comparativo del concreto con adición de viruta de caucho reciclado y el concreto patrón. Se muestran los resultados de las propiedades de los agregados y de la viruta de caucho, así como la resistencia a compresión del concreto patrón y el concreto con adición de viruta de caucho a los 7, 14 y 28 días de curado. Además, se presentan las curvas de evolución de la resistencia a la compresión para cada tipo de concreto. Se concluyó que, el estudio demostró que la adición de viruta de caucho reciclado en porcentajes de 5%, 7.5% y 10% del agregado fino no afecta significativamente la resistencia a compresión del concreto. Además, se encontró que el uso de viruta de caucho reciclado puede reducir el costo de los materiales y disminuir el impacto ambiental de la producción de concreto. Se recomienda continuar investigando sobre el uso de materiales reciclados en la producción de concreto para mejorar la sostenibilidad de la industria de la construcción.

Pacco y Quispe (2021) (14) en su tesis, tuvo como objetivo establecer las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ que sufre a la influencia del alambre reciclado y a este adicionando un 3% y 7% del mismo material, distrito de Quiquijana-Cusco año 2021. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue la metodología experimental para lo cual se realizaron ensayos. Se halló que el peso unitario del concreto aumenta a medida que se incorpora alambre reciclado, siendo mayor con un 7% de incorporación. El asentamiento del concreto disminuye con la incorporación de alambre reciclado, pero se mantiene dentro del rango permisible. La resistencia a la compresión axial y diametral aumenta con la incorporación de alambre reciclado, superando la resistencia del concreto patrón. La resistencia a la flexión también se incrementa con la incorporación de alambre reciclado. En general, se confirma la hipótesis, excepto para el caso del 7% de incorporación en algunos indicadores. Se concluyó que la incorporación de alambre reciclado en el concreto de resistencia $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ influye en sus propiedades físicas y mecánicas. Un porcentaje de incorporación del 3% muestra un desempeño adecuado en estas propiedades, mientras que un 7% no obtiene resultados favorables. Los ensayos revelaron cambios en la densidad, asentamiento, resistencia a la compresión y tracción, y resistencia a la flexión, con incrementos en algunos casos con la incorporación de alambre reciclado.

Chauca (2022) (15) en su tesis, tuvo como objetivo realizar un análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando el 0.25%, 0.50% y 0.75% de cenizas de cáscara de limón – Cuzco 2022. La metodología de investigación utilizada en este estudio fue cuantitativa. Se halló que el objetivo del estudio es analizar el efecto de agregar cenizas de cáscara de limón al concreto tradicional de resistencia $f'c = 210$ kg/cm². Se encontró que la trabajabilidad no mejora con la adición de ceniza. Sin embargo, la resistencia a la compresión y a la flexión mejora con un 0.75% de ceniza de cáscara de limón. Se concluyó que el primer objetivo concluye que la adición de ceniza de cáscara de limón no mejora la trabajabilidad del concreto tradicional. Para el segundo objetivo, se encontró que la adición de 0.50% y 0.75% de ceniza mejora la resistencia a la compresión. En el tercer objetivo, se determinó que la adición de 0.75% de ceniza mejora la resistencia a la flexión. El cuarto objetivo indica que, a pesar del mayor costo, los beneficios en resistencia justifican la adición de ceniza de cáscara de limón.

2.2 BASES TEÓRICAS.

2.2.1. CONCRETO.

Como todos sabemos, que no tiene tema de discusión al asegurar que la industria de la construcción, el material que predomina en su uso es el concreto, por la capacidad que tiene a la resistencia, y su durabilidad que brinda, y por su adaptabilidad, este tal vez se emplea en diversas obras de construcción civil, tales como edificios, canales, pavimentos, puentes y presas. El concreto se fabrica según la aplicación o uso necesario y se diseña siguiendo las normativas establecidas.

“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”, (16 pág. 11).

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

Denominado agregado” (17 pág. 8).

Dado que las cualidades de los componentes del producto y sus interacciones son lo que principalmente le confieren su especialidad, debemos comprender y dominar el uso de este material además de su producto final.

2.2.1.1 MATERIALES Y COMPONENTES DEL CONCRETO.

En el libro publicado “EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN”, el concreto hidráulico u hormigón, es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena y grava y en algunos casos de aditivos. Es actualmente el material más empleado en la industria de la construcción por su

duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía. (18 pág. 33).

Cabe señalar también el aire es considerado como un integrante más del concreto, como se muestra en la ecuación 1, porque la mezcla contiene entre 1 % y 3 % de aire incorporado y este también se puede agregar según la aplicación para dar al hormigón ya endurecido.

$$\text{CONCRETO} = \text{Agregados} + \text{Cemento} + \text{Agua} + \text{Aire} + \text{Aditivos} \quad (1)$$

Generalmente, los aditivos han sido materiales utilizados como ingredientes opcionales en el hormigón. Sin embargo, hoy en día son elementos muy prácticos e importantes en la industria de la construcción, ya que es necesario modificar y mejorar ciertas propiedades del hormigón. De esta forma se añaden los aditivos. Ayuda al hormigón a adaptarse a las condiciones requeridas en obra. Los concretos este compuesto por:

Ligantes:

- Cemento
- Agua

Agregados:

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

OBSERVACIÓN.

CEMENTO + AGUA = PASTA.

AGREGADO FINO + AGREGADO GRUESO = HORMIGÓN.

Las operaciones en la producción del concreto variarán de acuerdo con el género de la obra que lo requiere y con el tipo de concreto que se produzca. (16 pág. 12).

2.2.1.1.1 CEMENTO.

Según (19 pág. 91), el cemento es el componente activo del concreto e influye en todas sus características. Sin embargo, el cemento constituye aproximadamente solo un 10% a un 20% del peso del concreto, siendo los materiales restantes los que condicionan que se desarrollen las propiedades del concreto.

El cemento Portland es un material finamente molido de color verdoso, el cual al ser mezclado con agua adquiere la característica de una masa plástica y moldeable, que al paso del tiempo atraviesa por el proceso de fraguado y endurecimiento, logrando de esa manera obtener resistencia y durabilidad (20 pág. 5).

Material pulverizado que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. (21 pág. 14)

2.2.1.1.2 AGREGADO.

Según (17 pág. 16), “se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto”.

Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto.

Los agregados, también denominados áridos o inertes, son fragmentos o granos, usualmente pétreos, cuyas finalidades específicas son abaratar la mezcla y dotarla de ciertas características favorables, entre las cuales se destaca la disminución de la retracción de fraguado o retracción plástica.

Los agregados constituyen la mayor parte de la masa del concreto, ya que alcanzan a representar entre el 70% y el 85% de su peso, razón por la cual las propiedades de los inertes resultan tan importantes para la calidad final de la mezcla (19 pág. 61).

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros.

La importancia de los agregados radica en que constituyen, alrededor del 75 % en volumen, de una mezcla típica de concreto. Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento. (16 pág. 23).

2.2.1.1.3 AGUA.

El agua es un componente esencial en la producción de hormigón, dada su relación con las cualidades del hormigón endurecido, incluida su resistencia y trabajabilidad.

2.2.1.1.3.1 REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL AGUA.

- El agua utilizada para preparar el hormigón debe ser pura y estar libre de cualquier contaminante que pueda afectar al acero o al hormigón, como niveles peligrosos de aceites, ácidos, álcalis, sales y material orgánico.
- Si se tuvieran dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de esta, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto que a continuación indicamos: (16 pág. 23)

Tabla 3. Valores admisibles mínimos que debe cumplir el agua para la mezcla de concreto.

SUSTANCIAS DISUELTAS.	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Cloruros.	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio.	150 ppm.

Sales solubles.	1500 ppm
P. H.	Mayor que 7.
Sólidos en suspensión.	1500 ppm
Materia orgánica.	10 ppm.

Nota: ppm: Partes por millón; P. H., medida que indica la acidez o la alcalinidad del agua. Tomada de (16 pág. 21).

“El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y mortero, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante” (18 pág. 46). Como componente natural de la tierra, el agua se utiliza como materia prima en la fabricación y el curado del hormigón, que está sujeto a estrictas normas de calidad.

“El agua empleada no deberá contener sustancias que puedan producir efectos sobre el fraguado, la resistencia o durabilidad, apariencia del concreto, o sobre los elementos metálicos embebidos en este” (20 pág. 30).

En la región del Cusco, como en otras partes del país, el uso de agua no potable es común, especialmente en las zonas rurales.

Sin embargo, para preparar el hormigón también se puede utilizar agua no potable, siempre que cumpla unos requisitos mínimos, como estar limpia y libre de ácidos, bases, aceites y sustancias orgánicas.

2.2.1.1.4 ADITIVOS.

“Se denomina aditivo a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades y hacer lo mejor para el fin a que se destine” (22 pág. 43). Los aditivos que deben emplearse en el concreto cumplirán con las especificaciones de la Norma ITINTEC 339.086.

2.2.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO.

2.2.2.1 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

El concreto posee sus propias propiedades y son sus características o condiciones básicas.

El concreto en su estado fresco nos proporciona propiedades principales como son:

- Trabajabilidad
- Consistencia
- Temperatura
- Segregación
- Exudación
- Contracción o retracción

(INCYC, 2004). Las características del concreto pueden variar en un grado considerable, mediante el control de sus ingredientes. Por tanto, para una estructura específica, resulta económico utilizar un concreto que tenga las

características exactas necesarias, aunque esté débil en otras. Se denomina concreto fresco al material mientras permanece en estado fluido, es decir, desde que los componentes son mezclados hasta que se inicia el fraguado de la masa (periodo plástico). En ese lapso el concreto es transportado, colocado en moldes o encofrados y luego compactado manualmente o por vibración (19 pág. 45).

2.2.2.1.1 TRABAJABILIDAD

“Puede definirse como el grado de facilidad con que un concreto puede ser mezclado, transportado, colocado, compactado y terminado, sin que pierda su homogeneidad” (23).

La trabajabilidad de una mezcla de concreto, (24 pág. 143), “se puede definir como la facilidad con la que esta puede mezclarse, manejarse, transportarse y vaciarse en su posición final con una pérdida mínima de homogeneidad”.

Esta, depende de las proporciones y características físicas de los ingredientes, como se explica más adelante, de las condiciones de puesta en obra, de la geometría del elemento y del espaciamiento y tamaño del refuerzo.

La trabajabilidad de la mezcla de concreto depende de sus componentes, de la manera en que se realiza el mezclado, del método de diseño de mezcla, de las condiciones del medio ambiente y de las condiciones de trabajo. El tiempo que dura el estado de plasticidad entre una y otra localidad, y de una época del año a otra, en vista de que las condiciones del clima influyen considerablemente. En lugares cálidos y secos el estado fresco dura menos tiempo que en lugares húmedos y fríos (19 pág. 45).

2.2.2.1.2 CONSISTENCIA.

2.2.2.1.2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

El hormigón, cuando aún no está solidificado, posee una característica llamada consistencia que determina la humedad de la mezcla por su grado de fluidez. En otras palabras, cuanto más húmeda sea la mezcla, más fácilmente fluirá el hormigón tras su colocación.

Trabajabilidad y consistencia no son lo mismo. Una gran uniformidad en una mezcla trabajable para pavimentos puede dificultar el trabajo en losas o pilares. Por otro lado, una mezcla cuya viscosidad sea adecuada para vigas o columnas puede ser demasiado factible para grandes construcciones.

La cantidad de agua necesaria para obtener una consistencia determinada de modo que el hormigón se comporte más amablemente cuando se coloque en la zona prevista depende del contenido de agua de la mezcla, así como de la granulometría y las propiedades físicas del árido.

La consistencia de una mezcla suele determinarse por la cantidad de material que se desploma. Las mezclas más secas son las que menos se asientan, mientras que las consistencias más fluidas son las que más se asientan.,

Los resultados de las pruebas muestran la “consistencia” del hormigón, es decir, su capacidad para adaptarse fácilmente al encofrado o molde sin dejar espacios vacíos.

2.2.2.1.2.2 IMPORTANCIA DEL AGREGADO.

Mientras que el uso de partículas de áridos gruesos con una rugosidad superficial alisada produce mezclas menos uniformes, el uso de áridos con un perfil esférico tiende a reducir la consistencia para el mismo contenido de pasta.

Como consecuencia del aumento de la demanda de agua, las partículas recubiertas de polvo, costras superficiales o incrustaciones se vuelven más consistentes, lo que reduce la trabajabilidad a medida que el árido absorbe el agua de la mezcla.

Los áridos secos o extremadamente porosos, al reducir la cantidad de agua disponible para el mezclado, pueden mejorar la uniformidad y hacer que la mezcla sea más seca.

2.2.2.1.2.3 IMPORTANCIA DE LA GRANULOMETRÍA.

Se puede conseguir una consistencia suficiente seleccionando las proporciones finas y gruesas de los áridos debidamente clasificados. A continuación se indican algunos factores a tener en cuenta a la hora de elegir la granulometría de los áridos:

- a. No existen granulometrías perfectas en términos de consistencia.
- b. Al depender de la concentración de cemento y agua de la mezcla, el impacto de la granulometría en la consistencia es variable.
- c. La consistencia especificada con la menor cantidad de agua debe obtenerse a partir de la granulometría elegida.
- d. La consistencia de la mezcla tiende a disminuir cuando se cambia la granulometría del árido reduciendo la superficie específica.
- e. La consistencia no se ve afectada si se modifica la granulometría del árido manteniendo la superficie específica.
- f. Para esta investigación se usó como tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ ".

2.2.2.1.2.4 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

Para determinar la granulometría del árido fino deben tenerse en cuenta los siguientes factores cómo:

Puede ser necesario aumentar la relación agua-cemento para arenas muy finas, lo que podría dar lugar a resistencias más bajas, pero consistencias más altas.

- a. Debido a su mayor superficie específica, el árido fino tiene un mayor efecto sobre la consistencia que el árido grueso.

- b. La cantidad de árido fino en combinaciones con un alto componente de material cementante puede reducirse considerablemente sin sacrificar notablemente la consistencia.

2.2.2.1.2.5 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO.

Dado que el árido grueso tiene una superficie específica menor que el árido fino, su impacto en la uniformidad es menos pronunciado.

Por lo general, el tamaño nominal máximo del árido grueso tiende a aumentar, con la correspondiente disminución de las necesidades de agua de la mezcla y, en consecuencia, de la consistencia.

Si su granulometría está dentro de las indicadas en la Norma ASTM C 33.

La granulometría tiene mucha relevancia en esta propiedad del concreto en su estado fresco, porque depende para que tipo de estructura es requerida el concreto. (17 págs. 208,210)



Figura 1. La consistencia es una característica que mide la humedad de una mezcla por su grado de fluidez.
Tomada de: <https://victoryepes.blogs.upv.es/category/hormigon/>

2.2.2.1.2.6 ENSAYO DE ASENTAMIENTO Y CONSISTENCIA CON CONO DE ABRAMS.

2.2.2.1.2.6.1 MÉTODO.

El ensayo de consistencia, a veces denominado ensayo de asentamiento, se emplea para describir el comportamiento del hormigón recién mezclado. Dult Abrams creó este ensayo, que la ASTM adoptó en 1921 y modificó en 1978.

Para medir el asentamiento de la mezcla después del desmoldeo, se compacta una muestra de hormigón fresco en un molde troncocónico.

“El comportamiento del concreto en la prueba indica su "consistencia", o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos” (22 pág. 137)

Este ensayo, comúnmente conocido como ensayo de asentamiento, verifica la consistencia o fluidez de la mezcla de hormigón. Para medir el asentamiento de la mezcla después de sacarla del molde, se aprieta una probeta o muestra de hormigón fresco en un molde troncocónico.

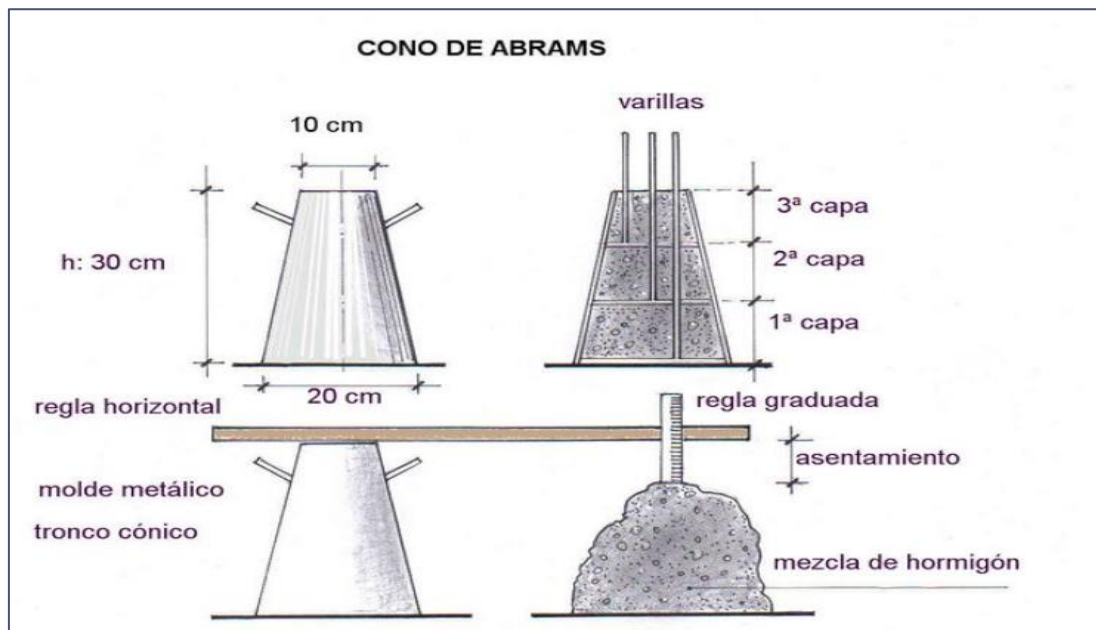


Figura 2. Medición de la consistencia por el ensayo del cono de Abrams. Tomado de CONSTRUMATICA, <https://360enconcreto.com/blog/detalle/que-sabes-de-la-contraccion-retraccion-del-concreto/>

De acuerdo con (25), el procedimiento del ensayo de Cono de Abrams es como sigue: Se coloca el tronco de cono sobre una superficie lisa, plana, horizontal (plancha metálica) y se lo mantiene afirmado al piso. Se presiona las aletas con los pies para mantener inmóvil el molde, seguidamente se vierte con un cucharón metálico una capa de concreto hasta un tercio de la altura y se chusea con la varilla, aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente, para luego completar las otras dos capas de concreto, cada una ocupando un tercio de la altura del molde y consolidando la mezcla, de manera que la barra de acero penetre hasta llegar a la capa inmediata inferior sin penetrarla. Cuando el molde está lleno y enrasado, se levanta cuidadosamente el molde tomándolo por las aletas en dirección vertical. El concreto moldeado fresco se asentará, y este descenso de altura de la mezcla previamente medido se denomina Slump o asentamiento. Este proceso se debe realizar en 2 minutos como máximo, de los cuales el desmoldeo no debe tomar más de cinco segundos (figura 3).

La tabla 4 ilustra cómo puede utilizarse este ensayo para clasificar las mezclas en tres clases de consistencia en función de su grado de asentamiento.

Tabla 4. Tipos de mezcla según su consistencia y revenimiento.

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (SLUMP)
Muestra Seca	0 in. (0 mm) a 2 in (50 mm)
Muestra Plástica	3 in (75 mm) a 4 in (100 mm)
Muestra Fluida	≥5 in (125 mm)

Nota: Boletín coleccionable (30) CONSTRUYE CON JUAN SEGURO. Año 2016. Tomado: (26 pág. 4).



Figura 3. Experimento del cono de Abrams para medir la consistencia.

Tomada de: <https://www.structuralguide.com/slump-test-of-concrete/>

2.2.2.1.3 TEMPERATURA

La temperatura del concreto al ser mezclado es condicionada por la temperatura y calor específico de los materiales constituyentes del concreto. Por ello, el agregado al estar presente en la mezcla en el volumen más importante puede tener un efecto sobre la temperatura del concreto.

En climas fríos, el calentamiento del agregado puede ser necesario para obtener la temperatura deseada del hormigón, de acuerdo con las indicaciones y recomendaciones del A. C. I. 306R. Los agregados congelados no deberán ser empleados en las mezclas de concreto. (17 pág. 214)

Al colocarse el concreto, su temperatura máxima que debe de tener dicho concreto fresco en el Perú es de 32° C, es de aplicación obligatoria y está establecida en el en la Norma Técnica de Edificación (NTE) E 060-2009, Concreto Armado que integra el Reglamento Nacional de Edificaciones en el acápite 5.11.2, (21 pág. 34).

2.2.2.1.4 SEGREGACIÓN.

La segregación del concreto es un problema que ocurre con frecuencia en las etapas de la construcción, esto básicamente ocurre por un mal control del agregado o el llamado tamaño

máximo nominal, no todos los concretos cumplen con las especificaciones técnicas propuestas, como también la colocación del concreto no cumple con lo propuesto en las especificaciones. También llamado como la desunión de los componentes de la mezcla de hormigón, en este caso, los agregados, la pasta de cemento, o incluso del agua, lo que hace que la mezcla pierda uniformidad. Es una característica que se debe evitar para garantizar un buen desempeño. La segregación puede ocurrir por varias causas:

Por los materiales:

- Agregados con granulometrías inadecuadas, por lo general por el uso de arenas con muchos finos.
- Mezclas con bajos contenidos de cemento o muy secas, que impiden la cohesividad de la mezcla.
- Exceso de agua o aditivo que causan mezclas muy fluidas, en las que se presenta una separación entre la pasta y los agregados.

En los procesos de transporte y colocación:

- Exceso de vibrado.
- En transporte de la mezcladora o mixer, cuando no se hace un remezclado a altas revoluciones antes de la descarga.

Está definido como: “Es la separación de los componentes de una mezcla heterogénea, de manera que su distribución pierde uniformidad” (23).

En el caso del concreto, las principales causas son la diferencia en el tamaño y la densidad de los constituyentes, así como una mala granulometría de los agregados. También influye un excesivo mezclado, un inadecuado sistema de transporte, la colocación deficiente y el exceso de vibración durante la compactación. Típicamente, la segregación se puede presentar de dos formas. La primera ocurre cuando se usan mezclas pobres (escaso contenido de cemento) y demasiado secas, de modo que la falta de cohesividad entre las partículas tienden a separarse. La segunda, contraria a la anterior, sucede en mezclas muy húmedas, manifestándose por la separación entre la pasta y los agregados (23 pág. 112).

Las partículas más pesadas tienen una tendencia natural a hundirse debido a las diferencias de densidades entre los componentes del hormigón, pero en general, la pasta que contiene los áridos finos tiene una densidad sólo un 20% inferior a la de los áridos gruesos (para áridos normales), lo que combinado con su viscosidad hace que los áridos gruesos queden suspendidos y sumergidos en la matriz (17 pág. 137).

Es una característica del hormigón recién mezclado que implica que el árido grueso se separa del mortero y el hormigón se descompone en los trozos que lo componen.

El hormigón se ve perjudicado por este fenómeno, ya que provoca la aparición de bolsas de piedras, capas de arena, cangrejeras, etc. en el elemento relleno.

No obstante, la segregación depende de la consistencia de la mezcla; el peligro aumenta con la humedad de la mezcla y disminuye con su sequedad..

En el proceso de diseño de mezclas, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o agregado. fino) y de la consistencia de la mezcla (17 pág. 50).



Figura 4. Segregación es la separación de los ingredientes de la mezcla de hormigón. Tomado de <https://arqmorales009.wixsite.com/inaconstruccion/post/recomendaciones-para-realizar-un-vaciado-de-concreto>

2.2.2.1.5 TIEMPO DE FRAGUADO.

El tiempo de fraguado es el periodo de tiempo durante el cual el aglutinante (cemento) se une o se mezcla con el agua. Los procesos químicos subsiguientes alteran la estructura de la pasta y preservan su plasticidad durante un tiempo predeterminado, que oscila entre unos minutos y muchas horas, tras lo cual se producen una serie de sucesos posteriores.

- a. Un aumento comparativamente brusco de la viscosidad que coincide con el aumento de la temperatura de la pasta. Este procedimiento se denomina fraguado inicial o comienzo del fraguado,
- b. La pasta se convierte en un bloque rígido y deja de ser maleable al cabo de unas horas. Esto se denomina fraguado final o fin del fraguado. Su determinación es meramente teórica o tradicional, y no se correlaciona con ningún fenómeno específico, como el inicio del fraguado,
- c. La resistencia aumenta gradualmente con el tiempo.

Es el proceso de endurecimiento, del cual nos ocuparemos en el acápite siguiente.

Por lo tanto, el término «fraguado», o «tiempo de fraguado», es un concepto convencional que se emplea para designar el período que necesita una mezcla de cemento y agua para adquirir una dureza previamente fijada.

Es esencial que el fraguado no sea ni demasiado rápido ni demasiado lento. Si es muy rápido el tiempo será insuficiente para colocar el concreto antes que adquiera rigidez. Si es muy lento se pueden originar retrasos en el avance y utilización de la estructura (17 pág. 74)

2.2.2.1.6 EXUDACIÓN.

“Se define como el ascenso de una porción del agua contenida en una mezcla a la superficie generalmente, debido a la sedimentación de sólidos. Este fenómeno se presenta momentos después de ser colocado el concreto en los encofrados” (16 pág. 54).

En cuanto se vierte el hormigón y se fija al encofrado, comienza el proceso. Dura hasta que la mezcla empieza a solidificarse, alcanza su densidad máxima de sólidos o se produce la adherencia de las partículas.

Característica que hace que una parte del agua de amasado suba a la superficie del hormigón tras separarse de la masa. Dado que la evaporación es una característica intrínseca del hormigón, es inevitable; por lo tanto, es crucial evaluarla y gestionarla con respecto a cualquier posible impacto perjudicial (27).



Figura 5. Exudación. Característica que hace que una parte del agua de amasado suba a la superficie del hormigón tras separarse de la masa. Tomado de <https://notasdeconcretos.blogspot.com/2011/04/sangrado-o-exudacion-del-concreto.html>

2.2.2.1.7 CONTRACCIÓN O RETRACCIÓN.

El acortamiento del hormigón que se produce durante el proceso de secado y endurecimiento se denomina retracción.

Se debe principalmente a la pérdida por evaporación del exceso de agua de mezclado.

Si bien la pasta tiene una mayor contracción potencial, el agregado presente en la mezcla tiene un efecto importante sobre la contracción por secado del concreto al reducir la contracción de la pasta debido a su capacidad de restricción. La contracción del concreto es una fracción de la pasta debido a esta capacidad de Restricción del agregado, pudiendo llegar a ser la contracción del concreto, la quinta o décima parte de la pasta.

En la mezcla el agregado está rodeado de pasta, por lo que al contraerse esta coloca a aquel bajo compresión, produciéndose fuerzas de tensión que, si son mayores que la resistencia de la pasta, pueden producir agrietamiento y dificultad (17 pág. 243).



Figura 6. Retracción es el acortamiento que experimenta el concreto durante el proceso de endurecimiento y secado. Tomado de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/que-sabes-de-la-contraccion-retraccion-del-concreto/>

2.2.2.2 PROPIEDADES DEL HORMIGON EN ESTADO ENDURECIDO.

“Luego del vaciado de la mezcla de concreto, este pasa de un estado fresco a un estado endurecido con el paso del tiempo, perdiendo paulatinamente humedad y adquiriendo dureza” (28).

(24 pág. 115) afirman que: “Las resistencias del concreto, tanto a compresión, tracción y flexión, y sus propiedades reciben la influencia de los tipos y cantidades de los materiales que conforman el concreto, y la forma de puesta en obra”.

2.2.2.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se mide el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta cilíndrica de hormigón sometida a una carga de presión, y se evalúa el comportamiento de la probeta rompiéndola en una máquina de ensayos de compresión. A partir de ahí,

se calcula cuantitativamente la resistencia proporcionada, confirmando la carga axial de rotura que se le aplica, dividida por la superficie que soporta la carga, y el valor resultante se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (29).

2.2.2.2.2 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio) (30)

Dependiendo del tipo, tamaño y volumen del árido grueso utilizado, el módulo de rotura puede oscilar entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión; sin embargo, las pruebas de laboratorio para los materiales especificados y el diseño de la mezcla ofrecen la mejor correlación para cualquier material dado.

“El Módulo de Rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, en algunas ocasiones tanto como en un 15%” (30).

Las vigas probetas deben ser fabricadas adecuadamente en el campo. Las mezclas para pavimentos de concreto son secas, con asentamiento (revenimiento) de ½ a 2 ½ pulgadas (1,25 a 6,25 cm), se consolidan por vibración de acuerdo con la norma ASTM C31 y se golpean los laterales para liberar las burbujas de aire. Para asentamientos más altos, después de aplicarles golpes con varilla, se golpean los moldes para liberar las burbujas de aire y se agita o pincha a lo largo de los laterales para garantizar su consolidación. Nunca permita que se sequen las superficies de la viga en ningún momento. Manténgala inmersa en agua saturada con cal durante 20 horas como mínimo antes de ensayarla.

Las especificaciones y las investigaciones que se hagan de las aparentes bajas resistencias deberán tener en cuenta la elevada variabilidad de los resultados de los ensayos de resistencia a la flexión. La desviación típica para las resistencias a flexión del concreto de hasta 800 libras por pulgada cuadrada (5.5 MPa) para proyectos con un buen rango de control está entre las 40 a 80 libras por pulgada cuadrada (0.3 a 0.6 MPa). Los valores de las desviaciones típicas por encima de las 100 libras por pulgada cuadrada (0.7 MPa) pueden indicar problemas en los ensayos. 8 existe una elevada probabilidad de que problemas en los ensayos, o diferencias en la humedad

dentro de una viga, debido a un secado prematuro, puedan ocasionar baja resistencia (NTP.339.079.2012) (31).

2.2.2.2.3 DURABILIDAD

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6% de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

Los agentes químicos, como ácidos inorgánicos, ácidos acético y carbónico y los sulfatos de calcio, sodio, magnesio, potasio, aluminio y hierro desintegran o dañan el concreto (32).

Cuando puede ocurrir contacto entre estos agentes y el concreto, se debe proteger el concreto con un revestimiento resistente; para lograr resistencia a los sulfatos, se debe usar cemento Portland tipo V. La resistencia al desgaste, por lo general, se logra con un concreto denso, de alta resistencia, hecho con agregados duros (16 pág. 57).

Al igual que la resistencia, la durabilidad propia de los agregados le será transmitida al concreto, cuando sea sometido a exposiciones severas.

2.2.2.2.4 DENSIDAD.

La densidad del hormigón se determina como el peso por unidad de volumen.

Depende de la densidad real y de la proporción en que participan cada uno de los diferentes materiales constituyentes del hormigón. Para los hormigones convencionales, formados por materiales granulares provenientes de rocas no mineralizadas de la corteza terrestre su valor oscila entre 2.35 y 2.55 kg/dm³.

La densidad normalmente experimenta ligeras variaciones con el tiempo, las que provienen de la evaporación del agua de amasado hacia la atmósfera y que en total puede significar una variación de hasta alrededor de un 7% de su densidad inicial.

Los hormigones livianos se obtienen por medio de la incorporación de aire, ya sea directamente en la masa del hormigón o incorporada en los áridos utilizando áridos livianos. Su densidad puede alcanzar valores tan bajos como 0.5 kg/dm³ y se utilizan principalmente cuando se desea obtener aislación térmica y acústica mayores que las del hormigón convencional.

Los hormigones pesados se obtienen mediante el uso de áridos mineralizados, cuya densidad real es mayor que la de los áridos normales. Su densidad puede alcanzar valores hasta de 5.0 kg/dm³ y se utilizan principalmente cuando se desea obtener aislamiento contra las partículas radiactivas.

2.2.2.2.5 POROSIDAD.

La porosidad es una medida del volumen total de los poros que se encuentra en su sistema interior del concreto en estado endurecido; depende de su nexo entre el agua y el cemento (A/C), el nivel de absorción del cemento, el volumen de aire atrapado y la paridad entre los elementos pétreos, arena y el agregado grueso.

2.2.3 DISEÑO DE MEZCLA BAJO EL MÉTODO ACI-211.

Esta tesis de investigación se construirá utilizando un método de diseño de mezclas publicado por el comité 211 del ACI. El método se basa en tablas que proporcionan datos sobre las proporciones de áridos o elementos que componen el hormigón por metro cúbico.

2.2.3.1 SECUENCIA DE DISEÑO.

- i. Primeramente, obtendremos el promedio de la resistencia requerida, de quien el valor o dato a considerar, de la solución de las ecuaciones 2 y 3 tiene que ser el mayor resultado obtenido.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 s \quad (2)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 s - 35 \quad (3)$$

Cabe señalar que en los casos en los que no se puedan documentar pruebas anteriores, la resistencia media necesaria se evaluará utilizando los valores proporcionados en la Tabla 5, y esto dará como resultado su desviación estándar.

Tabla 5. Promedio de la resistencia a la compresión requerida.

Resistencia especificada a la compresión, kg/cm ²	Resistencia promedio requerida a la compresión, kg/cm ²
Menos de 210	$f'_{cr} = f'_c + 70$
$210 \leq f'_c \leq 350$	$f'_{cr} = f'_c + 84$
$f'_c > 350$	$f'_{cr} = f'_c + 98$

Nota: Tomada (17).

- ii. Elección del tamaño nominal máximo del material pétreo (TMN).

Según la norma ASTM C 33, la tabla 6 muestra los límites de las curvas granulométricas que corresponden a los tamaños máximos nominales comprendidos entre 2" y 3/8".

Tabla 6. Parámetros de granulometría de los áridos gruesos.

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADO													
		100 mm. (4 in.)	90 mm. (3 1/2 in.)	75 mm. (3 in.)	63 mm. (2 1/2 in.)	50 mm. (2 in.)	37.5 mm. (1 1/2 in.)	25 mm. (1 in.)	19 mm. (3/4 in.)	12.5 mm. (1/2 in.)	9.5 mm. (3/8 in.)	4.75 mm. (Nº 4)	2.36 mm. (Nº 8)	1.18 mm. (Nº 16)	300 µm. (Nº 50)
1.0	90 mm. a 37.5 mm. (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	--	25 a 60	--	0.0 a 15.0	--	0.0 a 5.0	--	--	--	--	--	--
2.0	63 mm. a 37.5 mm. (2 1/2 a 1 1/2 in.)	--	--	100.0	90 a 100	35 a 70	0.0 a 15.0	--	0.0 a 5.0	--	--	--	--	--	--
3.0	50 mm. a 25 mm. (2 a 1 in.)	--	--	--	100.0	90 a 100	35 a 70	0.0 a 15	--	0.0 a 5.0	--	--	--	--	--
357	50 mm a 4.75 mm. (2 in a N°4)	--	--	--	100.0	90 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	--	0.0 a 5.0	--	--	--
4.0	37.5 mm a 9 mm. (1 1/2 in a N°4)	--	--	--	--	100.0	95 a 100	20 a 55	0 a 15.0	--	0.0 a 5.0	--	--	--	--
467	37.5 mm a 4.75 mm. (1 1/2 in a N°4)	--	--	--	--	100.0	95 a 100	--	35 a 70	--	10 a 30	0.0 a 5.0	--	--	--
5.0	25 mm a 12.5 mm. (1 a 1/2 in.)	--	--	--	--	--	100.0	90 a 100	20 a 55	0 a 10.0	0.0 a 5.0	--	--	--	--
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	--	--	--	--	--	100.0	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15.0	0.0 a 5.0	--	--	--
57	25 mm a 7.45 mm. (1 in a N° 4)	--	--	--	--	--	100.0	95 a 100	--	25 a 80	--	0 a 10	0.0 a 5.0	--	--

6.0	19 mm a 9.5 mm. (3/4 a 3/8 in)	--	--	--	--	--	--	100.0	90 a 100	20 a 55	0 a 15.0	0.0 a 5.0	--	--	--
67	19 mm a 4.75 mm. (3/4 in a N° 4)	--	--	--	--	--	--	100.0	90 a 100	-	20 a 55.0	0 a 10.0	0 a 5	--	--
7.0	12.5 mm a 4.75 mm. (1/2 in a N° 4)	--	--	--	--	--	--	--	100.0	90 a 100	40 a 70	0 a 15.0	0 a 5	--	--
8.0	9.5 mm a 2.55 mm. (3/8 in a N° 8)	--	--	--	--	--	--	--	--	100.0	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0.0 a 5.0	--
89	9.5 mm a 1.18 mm. (3/8 in a N° 16)	--	--	--	--	--	--	--	--	100.0	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0.0 a 5.0
9.0	4.75 mm a 1.18 mm. (N° 4 a N° 16)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	100.0	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0.0 a 5.0

Nota: Tomada (17).

iii. Selección del Slump o asentamiento.

“El contenido de humedad de la mezcla de concreto está determinado por la consistencia (propiedad del concreto no endurecido)”. Según (17), su clasificación de las mezclas de concreto, es de acuerdo con su consistencia en:

- El rango del asentamiento que este entre 0.0 in y 2.0 in, (0.0 mm a 50.0 mm),
Se denomina *seca la mezcla*.
- El rango del asentamiento que este entre 3.0 in y 4 in, (75.0 mm a 100.0 mm),
se denomina *plástica la mezcla*.
- El rango del asentamiento que este entre 5in a más i (mayor de 125.0 mm),
se denomina *fluida la mezcla*.

Las vías correspondientes para el hormigón consolidado por vibración se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Elección de tipos de asentamiento.

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	REVENIMIENTO	REVENIMIENTO
	MÁXIMO	MÍNIMO
Concreto reforzado en Zapatas y muros de cimentación	8.0 cm	2.54 cm
Concreto en zapatas simples, corazas y muros	8.0 cm	2.54 cm
Muros y vigas de concreto reforzado	10.0 cm	2.54 cm
Columnas para edificios	10.0 cm	2.54 cm
Losas y pavimentos	8.0 cm	2.54 cm
Concreto masivo	5.0 cm	2.54 cm

Nota: Naturaleza y materiales del concreto. Tomado de (17).

iv. Selección del volumen unitario de diseño del agua.

Considerando el tamaño máximo nominal del árido grueso y la consistencia prevista en una mezcla de hormigón acondicionado con o sin aire introducido, la tabla 8 ayuda a seleccionar el volumen unitario de agua para los áridos en su forma seca.

Tabla 8. Elección del contenido de agua.

SLUMP	Agua en l/m ³ de concreto para tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
	Tamaño Máximo Nominal							
	3/8" 9.5 mm	1/2" 12.5 mm	3/4" 19 mm	1" 25 mm	1 1/2" 37.5 mm	2" 50 mm	3" 75 mm	6" 150 mm
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2" (25 a 50 mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100 mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" (150 a 175 mm)	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2" (25 a 50 mm)	181	175	168	160	150	142	122	107

3" a 4" (75 a 100 mm)	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" (150 a 175 mm)	216	205	197	184	174	166	154	-

Nota: Naturaleza y materiales del concreto. Tomado de (17).

v. Elección de la cantidad de aire.

La tabla 9 ilustra cómo una pequeña proporción de aire atrapado -que es casi indetectable en las mezclas de hormigón- está presente en la mezcla debido a los elementos que la componen, los tamaños máximos de los áridos y las partículas, y las circunstancias de mezcla.

Tabla 9. Elección del porcentaje de aire naturalmente atrapado.

T. M. N.	(%) Aire Atrapado
3/8"	03.0%
1/2"	02.5%
3/4"	02.0%
1"	01.5%
1 1/2"	01.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Nota: Naturaleza y materiales del concreto. Tomado de (17).

Tabla 10. Porcentaje (%) de Aire incorporado según el grado de exposición

Exposición	Porcentaje (%) de Aire incorporado según el grado de exposición							
	Tamaño Máximo Nominal							
	3/8" 9.5 mm	1/2" 12.5 mm	3/4" 19 mm	1" 25 mm	1 1/2" 37.5 mm	2" 50 mm	3" 75 mm	6" 150 mm
Exposición Leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición Moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición Severa	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Nota: Naturaleza y materiales del concreto. Tomado de (17).

Si la mezcla de hormigón va a estar expuesta a condiciones meteorológicas y de trabajo extremas, debe añadirse aire.

La Tabla 10 presenta tres niveles totales de aire, cada uno de los cuales corresponde a un uso previsto del aire.

vi. Determinar la proporción de cemento y agua en función de la resistencia.

La Tabla 11 resume las numerosas justificaciones de los pesos máximos que el cemento y el agua pueden tener para diversos valores de resistencia media aceptables.

Tabla 11. Selección de la relación Agua/Cemento por resistencia ($f'c$)

f'_{cr} A LOS 28 DÍAS (kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	C° sin aire incorporado	C° con aire incorporado
140	0.82	0.74
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53

300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	0.34
450	0.38	0.31

Nota: Naturales y materiales del concreto. Tomado de: (17).

vii. Determinación el factor cemento.

La ecuación 4 ilustra cómo calcular el factor cemento por unidad cúbica de hormigón dividiendo el volumen unitario de agua (litros/m³) por la relación agua/cemento. Así se obtiene el número de kilos de cemento por metro cúbico de hormigón.

$$Cantidad_{Cemento} = \frac{Agua\ de\ Mezcla}{Relacion\ Agua/Cemento} \quad (4)$$

Para saber cuántos sacos de cemento se necesitan por cada metro cúbico de hormigón, la cantidad de cemento se divide en 42,5 kg.

viii. Obtención de la cantidad de contenido del material pétreo grueso.

Como se indica en la tabla 12, el coeficiente b/b_o cuyo valor se determina utilizando el tamaño nominal máximo del árido grueso y el módulo de finura del árido fino se obtiene dividiendo el peso en seco del árido grueso necesario por metro cúbico de hormigón entre el peso unitario compactado del árido grueso.

Tabla 12. *Peso del material pétreo grueso por unidad de volumen del concreto.*

T. M. N. del A. G.	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de C ^o para diversos módulos de finura (b/b _o)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8" – 9.5 mm.	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2" – 12.5 mm.	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4" – 19 mm.	0.66	0.64	0.62	0.6
1 " – 25 mm.	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2" – 37.5 mm.	0.75	0.73	0.71	0.69
2" – 50 mm.	0.78	0.76	0.74	0.72
3" – 75 mm.	0.82	0.8	0.78	0.76
6" – 150 mm.	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Naturaleza y materiales del concreto. Tomado de (17).

Así, la cantidad de árido grueso puede calcularse multiplicando el volumen de árido grueso (b/b_o) por el peso unitario compactado de material grueso, como se indica en la ecuación (5).

$$Cantidad_{Ag. Grueso} = \left[\left(\frac{b}{b_o} \right) \right] X [PUC_{Ag. Grueso}] \quad (5)$$

ix. Sumar el total de los volúmenes absolutos de los cuatro componentes del hormigón: cemento, agua, aire y árido grueso.

Se determina el metro cúbico de hormigón dividiendo el peso de cada material entre su peso específico y, en el caso del aire, entre 100. Luego, se suma el volumen de cada material, como se muestra en la ecuación (6).

$$V_1 = V_{\text{cemento}} + V_{\text{agua}} + V_{\text{aire}} + V_{\text{Ag Grueso}} \quad (6)$$

- x. Calcular el volumen total de un material pétreo fino.

Utilizamos la ecuación (7) para calcular la cantidad de árido y deducimos cada metro cúbico de agregado para obtener la fracción de árido fino.

$$V_{\text{Ag,Fino}} = 1 - V_1 \quad (7)$$

- xi. Determine el peso en seco del material pétreo fino.

La ecuación (8) ilustra cómo calcular el peso del agregado fino multiplicando el volumen de arena por su gravedad específica.

$$\text{Cantidad}_{\text{Ag,Fino}} = (V_{\text{Ag,Fino}}) \times (PE_{\text{AG.FINO}} \times 100) \quad (8)$$

- xii. Determinación de los datos de diseño de integrantes del hormigón (agregado grueso, agregado fino, cemento, agua y aire)

Los valores de diseño obtenidos hasta el momento no han sido corregidos por humedad, como se indica lo siguiente:

- Agua (del Ítem “iv”)
- Aire (del Ítem “v”)
- Cemento (del Ítem “vii”)
- Agregado Grueso (del Ítem “viii”)
- Agregado Fino (del Ítem “xi”)

- xiii. Rectificación de los datos de diseño para el contenido de humedad global del árido.

Las ecuaciones (9 y 10) ilustran cómo el contenido de humedad de los áridos gruesos y finos, respectivamente, afecta a la rectificación de la humedad de dichos áridos.

$$\text{Ag. Grueso}_{(\text{Coregido})} = (\text{Ag. Grueso}) \times \left(1 + \frac{\text{Contenido de Humedad}}{100}\right) \quad (9)$$

$$\text{Ag. Fino}_{(\text{Coregido})} = (\text{Ag. Fino}) \times \left(1 + \frac{\text{Contenido de Humedad}}{100}\right) \quad (10)$$

Además, las ecuaciones (11 y 12), se utilizarán para determinar la proporción entre el contenido de humedad del árido y el contenido neto de agua de la mezcla.

$$\text{Agua}_{(\text{Ag.Grueso})} = (\text{Ag. Grueso}) \times \frac{\text{Contenido de Humedad} - \text{Absorcion}}{100} \quad (11)$$

$$\text{Agua}_{(\text{Ag. Fino})} = (\text{Ag. Fino}) \times \frac{\text{Contenido de Humedad} - \text{Absorcion}}{100} \quad (12)$$

Por lo tanto, se determinará, el agua real, de acuerdo con la ecuación (13), será:

$$\text{Agua}_{(\text{Efectiva})} = \text{Agua}_{(\text{De diseño})} - (\text{Agua}_{(\text{Ag. Grueso})} + \text{Agua}_{(\text{Ag. Fino})}) \quad (13)$$

- xiv. Determinación de los componentes del hormigón, ajustados al contenido de humedad de los áridos.

A continuación, se indican los pesos de los materiales por metro cúbico de hormigón:

- Material Grueso_(corregido)
- Material Fino_(corregido)
- Cemento.
- Agua_(efectiva)
- Aire.

xv. Determinación de la proporción del concreto en peso.

$$\mathbf{Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso + Agua}_{(Efectiva)}$$

$$\frac{\mathbf{Cemento}}{\mathbf{Cemento}} : \frac{\mathbf{Agregado Fino}}{\mathbf{Cemento}} : \frac{\mathbf{Agregado Grueso}}{\mathbf{Cemento}} + \mathbf{Agua}_{(Efectiva)}$$

xvi. Determinar la proporción en relación con el volumen suelto, Se utilizan las ecuaciones 14, 15 y 16

$$V_{Cemento(m^3)} = \frac{\text{Peso del Cemento (kg)}}{P. U. Cemento \left(\frac{kg}{m^3}\right)} \quad (14)$$

$$V_{Ag. Fino(m^3)} = \frac{\text{Peso de Ag.Fino(Corregido)(kg)}}{P. U.Ag.Fino(Corregido)\left(\frac{kg}{m^3}\right)} \quad (15)$$

$$V_{Ag. Grueso(m^3)} = \frac{\text{Peso de Ag.Grueso(Corregido)(kg)}}{P. U.Ag.Grueso(Corregido)\left(\frac{kg}{m^3}\right)} \quad (16)$$

Proporciones en volumen:

$$\mathbf{Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso - Agua} \left(\frac{l}{bls}\right)$$

$$\frac{V_{Cemento(m^3)}}{V_{Cemento(m^3)}} : \frac{V_{Ag. Fino(m^3)}}{V_{Cemento(m^3)}} : \frac{V_{Ag. Grueso(m^3)}}{V_{Cemento(m^3)}} - \mathbf{Agua} \left(\frac{l}{bls}\right)$$

2.2.4 UBICACIÓN DE CANTERAS PARA LA INVESTIGACIÓN.

2.2.4.1 CANTERA HUAMBUTIO (TRES DE MAYO 95).

Los agregados procedentes de dicha cantera son agregados gruesos (piedra chancada de ½”) y agregado fino (confitillo) que van a ser utilizados para la investigación.

La capacidad de producción de la cantera es de 105 a 120 metros cúbicos, para lo cual utilizan equipo mecánico como excavadora, tractoras orugas y una chancadora cónica con su respectiva zaranda vibratoria de selección de material.

A este lugar (cantera). Está convenientemente ubicado a unos 35 minutos en auto de la ciudad del Cusco.

Dicha cantera es la mayor productora de agregado pétreo para la preparación de concreto en la ciudad de Cusco; y también, por estar cerca de la ciudad, así mismo los costos de elaboración y traslado son más económicos y tener la variedad de agregado con distintos diámetros y tener siempre el stock de material en cancha.

2.2.4.1.1 UBICACIÓN.

La cantera Huambutio llamado también tres de mayo 95, se halla situada en Lucre es el distrito de la Provincia de Quispicanchis, y Cusco su Departamento, más o menos 29.8 km. aproximadamente de la ciudad del Cusco, entre Huambutio y Huacarpay.

El yacimiento pétreo que explotan en la cantera es de tipo sedimentario. El material que extraen es de cerro, el cual está depositado en unos bancos en la montaña del cerro del mismo nombre. Para su mejor producción, instalaron maquinas o equipos de chancado tipo cónico, con fajas transportadoras que seleccionan el material de forma muy adecuada y seleccionada, para la polución hacen uso de riego sobre el material.



Figura 7. Ubicación de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95).

2.2.4.2 CANTERA PISAC.

Los agregados que provienen de la cantera de Pisac son un hormigo de río; es un componente pétreo compuesto por grava y material fino. El material que extraen es de canto rodado del río Vilcanota, el cual está depositado en unos bancos a la orilla del río. La capacidad de producción de la cantera es de 156 a 170 metros cúbicos diarios.

El agregado proveniente de dicha cantera es de alveolo de río, para ser más preciso del río Vilcanota, la extracción directa a una zaranda de malla cuadrada de 3" y 2".

Para la elaboración de los agregados de la cantera Pisac, utilizan equipos mecánicos como excavadora, cargador frontal y volquetes de 15 y 20 metros cúbicos de capacidad.

El material agregado es distribuido tanto en la localidad del centro poblado de Pisac, como también hacia la ciudad de Cusco. El material proveniente de la cantera de Pisac es económico porque solo pasa un proceso de zarandeo.

El agregado procedente de dicha cantera es más usado en zonas aledañas, porque es un material de composición uniforme; ya no necesita realizar la combinación (agregado fino y agregado grueso).

2.2.4.2.1 UBICACIÓN.

La cantera Pisac se sitúa o está localizada en la comunidad de Pillahuara que corresponde al Distrito de Pisac, en la Provincia de Calca y Departamento del Cusco. Está situada aproximadamente entre unos 42 km de viaje de la ciudad de Cusco, por una carretera asfaltada hasta la localidad de Pisac y posteriormente por una trocha carrozable en buen estado de conservación con un recorrido aproximado de 6 km de distancia.



Figura 8. Ubicación de la cantera Pisac.

2.2.4.3 CANTERA ZURITE.

El agregado que proceden de la cantera Zurite es predominantemente el material o agregado grueso de ½” y el material o agregado fino (confitillo), con fines principales de investigación se utilizó agregado grueso de ½” y confitillo. La potencia observada de dicho banco de materiales es de aproximadamente 20000 m³. La explotación de la cantera actualmente se realiza mediante la utilización de cargador frontal y su procesamiento se realiza mediante la utilización de chancadoras y zarandas.

Se puede analizar que el material predominante de esta cantera es una grava angulosa con presencia de fino y arenas, la explotación se realiza del mismo cerro. La explotación lo realizan la municipalidad del distrito, así como también los empresarios locales.

2.2.4.3.1 UBICACIÓN.

La cantera de Zurite es encuentra emplazado dentro del distrito de Zurite, en la provincia de Anta y la Región de Cusco, Políticamente limita al norte con el Fundo Chinchaypugyo, al este con la comunidad de Huarcoondo, al oeste con el distrito de Ancahuasi y al sur con el fundo Huaylla.

Para llegar a dicha cantera tenemos que tomar la ruta de la carretera Cuzco – Abancay; al lado izquierdo de dicha vía en el km. 917+200 donde parte un desvío hacia el centro poblado de Zurite y por una trocha carrozable de aproximado de 10 minutos, y encontramos la cantera de agregados, lo cual se está desarrollando de una manera artesanal.



Figura 9. Ubicación de la cantera Zurite.

2.2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

2.2.5.1 CONCRETO FRESCO.

Se define como el estado del concreto en el que todos los materiales agregado grueso y fino, cemento, agua, aire y aditivos se combinan para formar una mezcla homogénea y manejable para ser colocada en su destino final. Esta propiedad permite que se llenen adecuadamente los encofrados o las formaletas y los espacios entorno al acero de refuerzo o armadura.

La consistencia del concreto es la comodidad con que este material fresco para que pueda ser mezclado, instalado y acabado, evaluándose comúnmente mediante la prueba del cono de Abrams. Esta propiedad, así como el tiempo de fraguado, que describe el período desde que el concreto comienza a endurecerse hasta que alcanza cierta firmeza, son influenciados significativamente por la temperatura ambiental. Las temperaturas altas aceleran la absorción o hidratación del cemento, reduciendo el tiempo de fraguado y aumentando el riesgo de fisuración por contracción térmica, mientras que las bajas temperaturas retardan estos procesos,

pudiendo requerir medidas como el calentamiento de los componentes o el uso de aditivos acelerantes para asegurar un fraguado adecuado. Controlar estas variables es crucial para garantizar la calidad y durabilidad del concreto en proyectos de construcción.

2.2.5.2 EL CONCRETO ENDURECIDO.

Es el estado en el que el concreto se encuentra después del fraguado, cuando la mezcla aumenta su resistencia, adopta su forma y es capaz de soportar grandes esfuerzos de presión.

La capacidad del concreto endurecido para resistir esfuerzos de flexión antes de colapsar se conoce como resistencia a la flexión. Esta medida es esencial en situaciones en las que el hormigón está sometido a esfuerzos de tracción o cargas dinámicas, como losas y pavimentos. Esta característica suele ser inferior a la resistencia a la compresión y está influida por una serie de variables, como el proceso de curado, el tipo y la calidad de los áridos, la calidad del cemento y la proporción de agua y cemento.

Su durabilidad del hormigón describe su disposición para resistir condiciones ambientales adversas sin deteriorarse significativamente. Factores como la exposición a ciclos de congelación y deshielo, la penetración de cloruros, la exposición a sulfatos y la reacción álcali-agregado afectan directamente su durabilidad. Un concreto bien diseñado y correctamente curado puede mostrar una alta resistencia a estos factores, prolongando su vida útil y reduciendo la necesidad de mantenimiento.

La densidad del concreto es un indicador de su compactación y la cantidad de vacíos en su estructura, los cuales son parcialmente responsables de su porosidad. Un concreto de mayor densidad generalmente indica menor porosidad y mayor resistencia a la penetración de agua y agentes químicos, lo que contribuye a una mayor durabilidad.

La porosidad también afecta directamente otras propiedades como la resistencia térmica y acústica.

La resistencia al desgaste del concreto es especialmente relevante en superficies expuestas a abrasión mecánica continua, como los pavimentos y los pisos industriales. La dureza de los agregados, la calidad del cemento y la técnica de acabado del concreto juegan roles significativos en la determinación de esta propiedad.

Un acabado superficial adecuado y el curado efectivo pueden mejorar significativamente la resistencia al desgaste del concreto.

2.2.5.3 LOS AGREGADOS.

Se denomina agregado al conjunto de partículas inorgánicas, creadas natural o artificialmente, cuyos diámetros se encuentran dentro de los rangos indicados en la Norma NTP 400.011.

“Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto” (17).

Los agregados por lo general constituyen más del setenta (70) por ciento del material en un metro cúbico de concreto; por tal motivo disminuyen los costos de las mezclas de concreto.

2.2.5.4 PROPIEDADES FÍSICAS.

Dado que la resistencia y durabilidad de la mezcla en su estado endurecido dependen de las cualidades físicas, estas variables -granulometría, densidad, porosidad, masa unitaria, forma y textura de las partículas- son más significativas a la hora de determinar el comportamiento mecánico de las mezclas de hormigón.

2.2.5.5 LA GRANULOMETRÍA.

Es la disposición en porcentajes de las diversas medidas de agregados en una muestra. Esta propiedad indica la cantidad de material en peso que es retenida parcialmente de cada tamaño y se muestra en una escala de mayor a menor tamaño. Esta propiedad se hace con un ensayo de granulometría que consiste en pasar el material por una serie de tamices, que tienen aberturas cuadradas y un número de espacios (de igual cantidad tanto horizontal como 13 vertical) por los que pasa el material, para finalmente obtener pesos en porcentajes del material retenido por cada malla o tamiz.

2.2.5.6 PROPIEDADES MECÁNICAS.

Los materiales que componen la mezcla de concreto se distinguen por sus propiedades mecánicas, ya sea por su composición, estructura o comportamiento cuando reaccionan a efectos físicos y químicos.

Las propiedades mecánicas describen los comportamientos de dureza, resistencia, tenacidad y adherencia de los materiales pétreos.

La dureza del árido viene determinada por su mineralogía, estructura y origen, y adquiere importancia cuando las partículas sufren una abrasión continua.

Para determinar este parámetro es necesario hacer un ensayo en la máquina de los Ángeles, el cual indica una degradación de los agregados minerales.

Para evitar cambios en la granulometría y en la calidad del hormigón debidos a la carga de impacto, el comportamiento de los áridos bajo impacto debe tener en cuenta la rigidez de la roca madre.

2.2.5.7 CEMENTO.

El cemento es un aglutinante que permite la unión de materiales minerales entre sí, creando una mezcla compacta y homogénea. En la construcción, Pórtland es cemento más usado en este rubro, compuesto por materiales calcáreos, arcillosos y otros como óxidos de hierro, que se someten a elevadas temperaturas y posteriormente se mezclan con yeso para obtener un material homogéneo.

2.2.5.7.1 DEFINICIÓN.

El cemento, por sus propiedades adhesivas y de cohesión, permite que los ingredientes minerales se adhieran entre sí para formar una combinación compacta y homogénea.

El cemento más utilizado en la construcción es el cemento Portland, que se compone de óxidos de sílice, aluminio y hierro, entre otros ingredientes calcáreos y arcillosos, que se combinan con yeso y se calientan a altas temperaturas.

El cemento Portland es fabricado a partir de materiales calcáreos y arcillosos; por eso se debe tener en cuenta las canteras de donde son extraídos los materiales, para obtener una composición química adecuada para la fabricación del cemento. El material calcáreo pasa por varios procesos de trituración y pulverizado y adicionando directamente óxido de hierro (Fe_2O_3) y arenas silíceas, se logra que la mezcla tenga un equilibrio químico. A esta mezcla se le adiciona yeso, que se utiliza para controlar el endurecimiento del cemento una vez entre en contacto con el agua (33).

2.2.5.8 ADITIVOS.

Los aditivos son sustancias químicas que se añaden al hormigón en cualquier punto del proceso de mezclado con la intención del proyectista y/o constructor de alterar o mejorar las características de la mezcla.

2.2.5.9 PESO ESPECÍFICO UNITARIO.

El volumen de los huecos del árido, que debe ocupar una parte de este estándar unitario, se divide por la masa del árido que ocupa un volumen estándar unitario en relación con la magnitud de éste. Sirve para transformar pesos a volúmenes o viceversa. Existen dos valores para el peso unitario de un material granular, dependiendo el sistema que se emplee para acomodar el material; la denominación que se le dará a cada uno de ellos será:

Unidad de Peso suelto.

Unidad de Peso compactado.

2.2.5.10 AGREGADO FINO.

“Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9,5 mm (3/8 ") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037” (34).

2.2.5.11 AGREGADO GRUESO.

Se define como agregado grueso al material retenida en el tamiz ITINTTEC 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple

con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037. El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada, etc. (34).

2.2.5.12 PESO UNITARIO.

Por definición, el peso específico unitario, es la relación de la masa del agregado que ocupa un volumen patrón unitario entre la magnitud de éste, incluyendo el volumen de vacíos propio del agregado, que ha de ir a ocupar parte de este volumen unitario patrón (35).

2.2.5.13 PESO UNITARIO SUELTO (PUS).

Se determina colocando el material seco en el recipiente hasta el punto de derrame y nivelándolo con una varilla lisa de diámetro 5/8". Se utiliza constantemente para convertir peso a volumen, es decir, calcular la cantidad de áridos requerida por metro cubico de hormigón.

2.2.5.14 PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC).

Es cuando los granos han sido sometidos a compactación incrementado, así el grado de acomodamiento de los granos del material y por lo tanto el valor de la masa unitaria.

2.2.5.15 CONTENIDO DE HUMEDAD.

Es el contenido de agua que contiene la muestra de material, al momento de efectuar la determinación de su masa. Puede estar constituida por la suma de humedad superficial y humedad contenida en sus poros. Se expresa como la razón del peso de agua y peso seco de la muestra lo cual nos indica la cantidad agua existente en el material.

2.2.5.16 PORCENTAJE DE VACIOS (%).

Una de las características físicas de los materiales, denominada proporción de huecos, nos indica qué parte del volumen total del material ocupan sus poros. Esta propiedad muestra la cantidad de aire presente, así como la cantidad potencial de agua. Según norma ASTM C29 – NTP 400.023.

CAPÍTULO III

III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1 MÉTODOS, Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación se realizará en las tres canteras primarias de áridos de la ciudad de Cusco, en el año 2023. La investigación se centrará únicamente en el diseño de una mezcla de hormigón con $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Los aspectos a considerar incluyen las propiedades y características mecánicas-físicas, de las proporciones de los agregados para la formulación de la combinación de materiales para concreto, la resistencia a la compresión del hormigón a los 7, 14 y 28 días de edad, las propiedades y características de la consistencia de la mezcla, y los costos asociados al diseño y producción de la mezcla.

Descriptivo: Se situará dentro de un alcance descriptivo. Esto implica que se realizará una exploración detallada y minuciosa de las características y propiedades de los materiales pétreos para el diseño de la mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de las tres canteras seleccionadas en Cusco. Esta investigación no se limitará a medir o evaluar, sino que se centrará en describir en profundidad las propiedades y características de los materiales pétreos, su resistencia a la compresión del hormigón a diferentes edades, su consistencia de la mezcla de concreto, y los costos asociados a estas mezclas. La intención es proporcionar un panorama amplio y detallado de la situación actual en estas canteras, contribuyendo al entendimiento integral del desarrollo de la composición del concreto en la región y su impacto en la industria de la construcción.

3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN:

3.2.1 RECOPIACIÓN DE DATOS:

Se recogerán muestras de las tres canteras de la ciudad de Cusco, para su análisis y caracterización.

3.2.2 ANÁLISIS.

Las muestras de agregado pétreo serán sometidas a análisis para determinar sus propiedades y características, así mismo se realiza las pruebas de consistencia al concreto en estado fresco.

Para evaluar su resistencia a la compresión del hormigón, se realizan pruebas a los 7, 14 y 28 días de edad.

3.2.3 ANÁLISIS DE DATOS.

Se utilizarán métodos estadísticos para analizar los datos recopilados y determinar si existen variaciones significativas en las características y propiedades de los agregados pétreos de las tres canteras.

3.2.4 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS:

Las hipótesis se verificarán mediante la comparación de los resultados de las pruebas y análisis con las hipótesis formuladas al inicio de esta investigación.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Esta investigación se clasifica como un diseño no experimental, transversal y descriptivo con tres grupos observables porque no implica ninguna manipulación o control por parte del investigador sobre las variables de interés. En lugar de intervenir o controlar los factores, el investigador simplemente observa y registra las características y propiedades existentes de los agregados, para el desarrollo de la composición del concreto. $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ proveniente de las tres canteras distintas. Dado que los datos se recogen en un solo punto en el tiempo (diseño transversal), se proporciona una 'instantánea' de las propiedades y características de los materiales pétreos para la obtención del hormigón en ese momento específico. Esta es una forma eficaz de comparar y describir las variaciones entre las tres canteras, permitiendo al investigador analizar y caracterizar el diseño de la mezcla de concreto de cada una. Al estudiar estos tres grupos distintos, se obtiene una visión más amplia y representativa de las prácticas y resultados en la elaboración de concreto en la ciudad de Cusco.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.4.1 POBLACIÓN:

Todas las canteras de la ciudad del Cusco que suministran agregados para los diseños de mezcla conforman la población para este estudio.

3.4.2 MUESTRA:

La muestra está constituida por los agregados de las tres canteras como son Huambutio (tres de mayo 95), Pisac y Zurite y está representada por la totalidad de 36 especímenes de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

El método de toma de muestra es la de no probabilístico y por conveniencia. Es considerar un ensayo de resistencia a su compresión al promedio de dos probetas cilíndricas de 6" de espesor con un tamaño de 12" (150 mm por 300 mm) o de tres especímenes de forma cilíndrica por 4" de espesor con 8" de tamaño (100 mm X 200 mm), moldeadas a partir de la misma muestra de concreto y probadas después de 28 días o la edad de prueba indicada para calcular f'_c . (5.1.6) (21 pág. 27).

Para nuestro caso de investigación, se tomaron probetas de forma de cilindro de concreto de 4" de espesor por 8" de tamaño (100 mm X 200 mm).

Tabla 13. *Detalle de la recolección de muestras de las tres canteras para ensayos.*

Prueba	Muestra para cantera Zurite	Muestra para cantera Pisac	Muestra para cantera Huambutio	Total
--------	-----------------------------	----------------------------	--------------------------------	-------

	(unidades de mezcla)	(unidades de mezcla)	(unidades de mezcla)	
Composición	2	2	2	6
Resistencia a 7, 14 y 28 días	12	12	12	36
Trabajabilidad	2	2	2	6

Para una muestra infinita y con los datos se tiene que:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$$

Margen de error = 11%

Nivel de confianza = 80%

Parámetro	Insertar Valor
Z	1.514
P	50 %
Q	50 %
e	11 %
n	48

Nivel de confianza	Z _{alfa}
99.7%	3
99%	2.58
98%	2.33
96%	2.05
95%	1.96
90%	1.645
80%	1.28
50%	0.674

3.5 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS.

3.5.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

Según (36 pág. 102), “un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en su mente”.

Para la elección de la información será mediante:

- La técnica utilizada en la investigación será de observación, utilizando como instrumento para la toma de valores observados las tablas o formatos ya establecidos por el departamento de calidad del laboratorio para los ensayos del desarrollo de la composición del concreto.; en las oficinas del establecimiento del laboratorio de ensayos de pruebas de los materiales se realiza la obtención de datos y dichos son colocados en tablas y así mismo usando las metodologías propias de los laboratorios, mediante el uso de instrumentos y equipos realizados para cada ensayo.
- Recolección de datos del campo, realizando una visita a cada cantera seleccionada para la investigación (Huambutio (tres de mayo 95), Pisac y Zurite)
 - Personal para recolección de muestras
 - Bolsas de polipropileno (para conservar la muestra)
 - Palas
- Los ensayos de compresión se llevan a cabo en briquetas de concreto mediante el uso de instrumentos.
 - Equipo de compresión
 - Bolsas de conservación de muestra
 - Formatos de recolección de datos

- Análisis de materiales
- Fórmulas
- Diseños de mezcla

3.5.2 PROCESAMIENTO DE DATOS.

Giraldo Huertas (2016) manifiesta lo siguiente: El procesamiento de la información tiene como fin generar datos agrupados y ordenados que faciliten al investigador el análisis de la información según los objetivos, hipótesis y preguntas de la investigación construidas. Luego la información es procesada, se evaluará y procedemos a realizar el análisis y caracterización de sus propiedades mecánicas, así como físicos de los materiales pétreos de las tres canteras (Huambutio, Pisac y Zurite).

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Los objetivos principales de este proyecto de investigación son crear y producir hormigón convencional con una resistencia a la compresión de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ e investigar y cuantificar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Para ello se realizan ensayos con dispositivos, y los datos recogidos se utilizan para crear el diseño de la mezcla que se trata en su totalidad en este capítulo. Se elaboraron con cemento multifuncional Portland Tipo IP YURA, agua y agregados de las canteras de Zurite, Pisac y Huambutio, incluyendo agregado grueso y fino.

Los especímenes de concreto (probetas) cilíndricos se fabrican según lo especificado en la guía o norma técnica peruana (NTP 339.0183), y la guía técnica internacional ASTM C31, “Práctica Normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón”.

Con el fin de estimar la resistencia del hormigón en estado endurecido, así mismo ensayaron muestras cilíndricas donde se sometieron a ensayo de compresión conforme a la guía o norma técnica peruana (NTP 339.034), también según norma ASTM C39, “Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”, Comprimir dicha muestra de hormigón cilíndrica, para lograr resistencias a la compresión del hormigón por cada mezcla preparada provenientes de las tres canteras en la ciudad de Cusco, esto nos permite describir y determinar las propiedades del hormigón en estado endurecido, sus resistencias a compresiones de los especímenes cilíndricos de hormigón, se realizan a los días 7, 14, y 28 días de edad del concreto o en su estado endurecido.

Cabe indicar que los materiales principales para realizar las pruebas de investigación son los materiales pétreos (agregado grueso y agregado fino) que componen el concreto y estos materiales pétreos son provenientes de las tres canteras de la ciudad de Cusco, que son:

- Huambutio (tres de mayo 95)
- Pisac
- Zurite

4.1.1 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1.1.1 AGREGADOS.

4.1.1.1.1 AGREGADO GRUESO.

Los agregados, en particular el componente pétreo grueso que se utilizó de las tres canteras (Huambutio, Pisac y Zurite), se usaron piedra triturada de ½” de diámetro, como tamaño máximo nominal, como indicamos en la figura 9.



Figura 10. Agregado grueso de las tres canteras Huambutio (Tres de mayo 95), Pisac y Zurite, lugares de donde fueron extraídas las muestras.

4.1.1.1.2 AGREGADO FINO.

Los agregados finos utilizados en la realización de la investigación fueron confitillo de las dos canteras Huambutio (tres de mayo 95) y Zurite, arena gruesa de la cantera de Pisac, como podemos verificar en la figura 10.



Figura 11. Agredo fino de las tres canteras Huambutio (Tres de mayo 95), Pisac y Zurite, lugares de donde fueron extraídas las muestras.

4.1.1.2 CEMENTO.

En esta oportunidad, para el trabajo de investigación y en la fabricación para la combinación de hormigón, empleamos el cemento multi-propósito YURA Tipo IP.

En la región de Cusco, es el cemento el que tiene mayor uso en todo tipo de construcción que se desarrolla, como para obras del sector privadas y público y de forma particular.

Cabe indicar que YURA (s.f.), como empresa propone un Cemento del tipo Multi-Propósito de alta durabilidad Yura IP, como ellos indican en su ficha técnica 2023 V/1, es un cemento de última generación que cumple con los requisitos más estrictos de la industria y trabaja con el medio ambiente. Se sugiere para todo tipo de obras

civiles y se produce de acuerdo con las normas NTP 334.090 y ASTM C 595 (37).

Tiene:

- Excelente resistencia al ataque de sulfatos, lo que la hace perfecta para su uso en suelos con alto contenido en sulfatos, canales, alcantarillas, túneles y obras portuarias expuestas al agua de mar.
- Menor calor de hidratación.
- Mejor impermeabilidad.
- Mejor resistencia a la compresión.
- Mejor trabajabilidad (37).

Es utilizado para cualquier tipo de obras de infraestructura y construcciones en general.

En la tabla 14, podemos apreciar las cualidades, dado que es el cemento más significativo en su fabricación, este cemento polivalente, Yura Tipo IP, puede satisfacer las demandas del mercado de cementos de Tipo I, II y V. Además de rendir bien en ataques intensos a la intemperie.

Tabla 14. Especificaciones técnicas del cemento multiuso tipo IP Yura.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Requisitos Norma Técnica Peruana 334.090:2020 y Norma Americana ASTM C595/C595M-20	CEMENTO YURA MULTI-PROPOSITO TIPO IP
REQUISITOS	UNIDAD	CEMENTO TIPO IP	
REQUISITOS QUÍMICOS			
Óxido de magnesio (MgO)	%	máximo 6,0	1,5 a 3,0
Trióxido de azufre (SO ₃)	%	máximo 4,0	1,5 a 3,0
Pérdida de ignición	%	máximo 5,0	1,5 a 4,0
REQUISITOS FÍSICOS			
Densidad	g/cm ³	-	2,70 a 2,8
Contracción / Expansión en Autoclave	%	-0,20 a 0,80	-0,09 a 0,05
Tiempo de fraguado inicial Vicat	minutos	45 a 420	140 a 260
Contenido de aire	%	máximo 12	3 a 8
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
3 días	kgf/cm ²	mínimo 133	150 a 210
7 días	kgf/cm ²	mínimo 204	210 a 240
28 días	kgf/cm ²	mínimo 255	290 a 360
RESISTENCIA A LOS SULFATOS			
Expansión a 6 meses para alta resistencia a sulfatos	%	máximo 0.05	< 0.05
Expansión a 12 meses para alta resistencia a sulfatos	%	máximo 0.10	< 0.07

Nota: Tomada de ficha técnica 2023/V1, cemento multiuso de alta durabilidad Yura IP. (37).

4.1.1.3 AGUA.

Para producir la mezcla de hormigón y curar las muestras cilíndricas de hormigón se utilizó agua de la red pública de distribución de agua potable EPS, de SEDACUSCO. El agua es de grado alimenticio, limpio, puro y libre de desechos, lo que la hace ideal para la producción de concreto porque no contiene materiales orgánicos que puedan dañar la fabricación de concreto.

4.1.1.4 AIRE.

En este estudio de investigación sólo se tuvo en cuenta el aire arrastrado de forma natural para los parámetros de diseño de la mezcla de hormigón, ya que se consideró que se trataba de una mezcla de hormigón sin aire incorporado.

Es habitual afirmar que existen porcentajes mínimos de aire atrapado o natural en la mezcla de hormigón, que oscilan entre el 1 % y el 3 % del volumen total de la mezcla. Estos se muestran de acuerdo con las características de los componentes mezclados (29).

4.1.2 PRÁCTICA DE ENSAYO EN LABORATORIO.

4.1.2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

La recopilación de información se hizo de acuerdo con las prácticas de realizar estudios de laboratorio sobre los agregados. Los datos recopilados permitieron crear las proporciones y el diseño de mezcla de hormigón. En la presente investigación, se expresan los estudios desarrollados en laboratorio, para los componentes como es el agregado finos y gruesos, extraídos de las canteras del sector Huambutio Cantera Tres de mayo 95, Cantera Pisac y la Cantera Zurite, los ensayos se realizaron tal como indica el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).

4.1.2.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

4.1.2.1.1.1 OBJETIVO.

El examen granulométrico de la arena tiene por objeto determinar las cantidades en que están presentes partículas de ciertos tamaños en el agregado o material, además la granulometría tiene una importancia en los agregados porque de estos dependerá las propiedades de los diferentes tipos de concretos, mayor estabilidad volumétrica, resistencia. Por consiguiente, para mantener la trabajabilidad del hormigón, los áridos deben constituir la mayor parte de su masa. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D448, en lista los trece números de tamaños de la ASTM C33, más otros seis números de tamaños para agregado grueso. La arena o agregado fino solo tiene un rango de tamaños de partícula.

El conjunto de tamices utilizados para examinar la granulometría del material grueso son 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", # 4 y para agregado fino son # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200, según (NTP 350.001).

4.1.2.1.1.2 EQUIPOS Y MATERIALES.

- a) Balanza
- b) Tamices
 - Agregado grueso son 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", # 4.
 - Agregado fino son # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200.
- c) Cucharón
- d) Bandejas grandes y pequeños
- e) Horno de una temperatura de 110 ± 5 °C.
- f) Pala

- g) Lona para realizar el cuarteo
- h) Regla para hacer la división
- i) Brocha para recolectar material
- j) Mesa de trabajo
- k) Planilla de apuntes
- l) Útiles de escritorio

4.1.2.1.1.3 PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS.

4.1.2.1.1.3.1 AGREGADO GRUESO.

- Primeramente, secar la muestra extraída de campo, del agregado al aire libre o al sol.
- Secar la muestra en el horno a 110 °C (más o menos 5 °C) hasta alcanzar el peso constante del material.
- En la Figura 12, hacemos uso del método del cuarteo manejable para elegir la muestra más representativa.
- Se realiza el pesado del agregado grueso.



Figura 12. Clasificación de las muestras representativas de agregados gruesos, mediante el método de cuarteo de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

- Elegir el rosario de tamices de diámetros, 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4 y N° 8, se utiliza para determinar el tamaño de partícula del material grueso.
- Colocar las cribas en formación progresiva de la criba mayor hasta la criba menor, por calibre de abertura, y poner el material o muestra de agregado grueso encima de la criba superior.
- Se realiza el cernido manualmente, en un periodo de tiempo adecuado; realizando la rotación de las partículas de agregado, de esta forma las partículas puedan pasar por el tamiz; no presionando las partículas, como indica la figura 13.
- Durante el desarrollo de este ensayo se debe hacer uso de equipos calibrados y con certificación actualizada.



Figura 13. Clasificación mediante el tamizado de agregados gruesos, de las canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

- Posterior a esto, se toman los pesos de muestra retenido en cada criba, con una báscula que cumple con los requisitos para un peso mínimo aproximado del material de prueba: 0,5 gr y una precisión del 0,1%.
- Se realiza la verificación del peso final del agregado después del cribado, con respecto al peso inicial de la muestra que se está ensayando.

La figura 14, nos indica como los agregados son retenidos en las cribas 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8 y Cazuela, del árido grueso de las tres canteras, Huambutio, Pisac y Zurite; luego de realizar el ensayo a las muestras de agregados.



Figura 14. Muestra granulometría del agregado grueso retenido en los tamices, de las canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

4.1.2.1.1.3.2 AGREGADO FINO.

- Previamente, realizar el sacado del material o muestra del agregado fino al aire libre o al sol, luego realizar el secado en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$, hasta lograr tener un peso uniforme del material o muestra de agregado fino.
- Seleccionar muestras representativas por el modo del cuarteo, como se aprecia en la Figura 15, las muestras de las tres canteras, Huambutio, Pisac y Zurite.



Figura 15. Clasificación de las muestras representativas del agregado fino por el modo de cuarteo de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

- Elegir del rosario de cribas de los diámetros: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200 para el agregado fino
- Colocamos las cribas o tamices en forma decreciente, por su tamaño de orificio, y colocando el material o muestra de agregado encima del tamiz superior
- Realizar el cribado de la muestra manualmente, en un periodo de tiempo adecuado; de tal forma que las partículas roten, a fin de que las partículas atraviesen el tamiz sin que estos sean forzadas en los tamices; podemos observar en la figura 16.

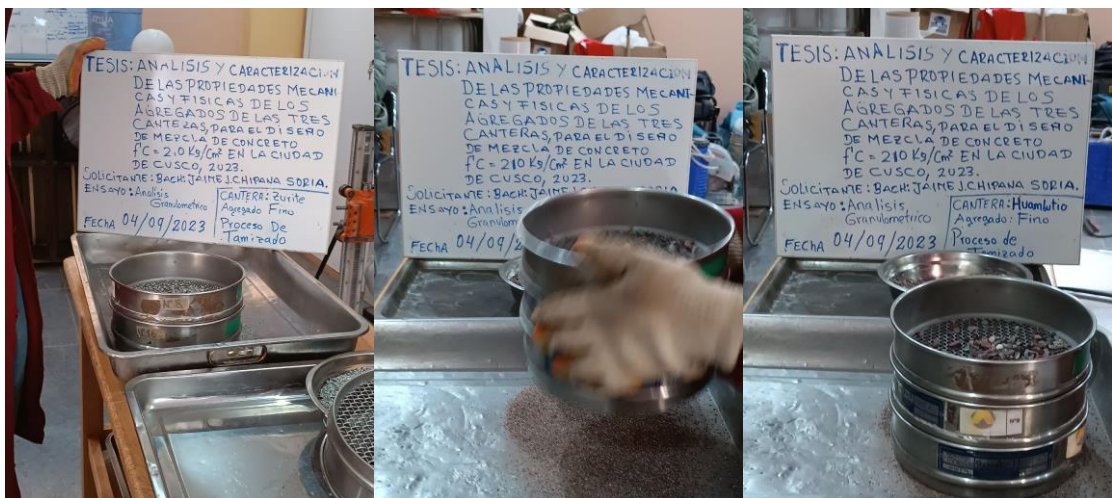


Figura 16. Proceso de cribado del agregado fino, canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

- A continuación, utilizando una balanza que cumpla las especificaciones, calculamos los pesos de la muestra que quedó en cada tamiz, con una aproximación mínima de 0,1 g y una sensibilidad del 0,1% de la muestra o material examinado.
- Tras el tamizado, confirmamos el peso final de la muestra y lo comparamos con el peso inicial de la muestra analizada.

En la figura 17 se puede identificar lo siguiente: donde nos indica la cantidad del agregado que quedó retenido en los tamices de 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50,

Nº 100, Nº 200 y en la base de la cazuela, del árido fino de las tres canteras (Huambutio, Pisac y Zurite).



Figura 17. La granulometría del agregado grueso de cada una de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

Un indicador aproximado del tamaño medio de los áridos es el módulo de finura. Este indicador señala el estado del árido cuando es bajo; cuando es alto, ocurre lo contrario. Aunque el módulo de finura no discrimina entre diferentes tamaños de partícula, sí regula la homogeneidad de los áridos que entran dentro de los rangos porcentuales dados en las normas de tamaño de partícula. (38).

4.1.2.1.1.3.3 MÓDULO DE FINEZA

“El módulo de finura del árido se determina sumando todos los porcentajes acumulados que se mantienen en la serie de mallas estándar: 3", 11/2". 3/4", 3/8". Nº 04, Nº 8, Nº 16, Nº 30 y Nº 100 y dividiendo entre 100” (39).

4.1.2.1.1.4 CONTENIDO DE HUMEDAD.

Los agregados por lo general poseen poros o intersticios, los cuales se encuentran en la intemperie y pueden estar llenos con agua. Estos poseen un grado de humedad natural, el cual es de gran importancia, ya que con él podríamos saber si nos aporta agua a la mezcla de concreto.

Para determinar el contenido total de humedad de los áridos en el laboratorio, utilizaremos áridos parcialmente secos (a la intemperie).

Se obtiene mediante un procedimiento que se basa en dominar una muestra de árido a un proceso de secado y comparar su masa antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total. Este método es lo suficientemente exacto para los fines usuales, tales como el ajuste de la masa en una mezcla de hormigón.

4.1.2.1.1.4.1 OBJETIVO.

El objetivo del ensayo es conocer el porcentaje o contenido de humedad que posee una muestra de agregado utilizando la estufa.

Se le aplica de calor artificial, podemos calcular su porcentaje de humedad total evaporable del material o muestra tanto del agregado grueso y fino.

4.1.2.1.1.4.2 HERRAMIENTAS Y MATERIALES.

1. Balanza:
 1. Para agregado fino: Precisión de +/- 0.1 gr.
 2. Precisión de +/- 1 gr. En cuanto al árido grueso.
2. Bandejas.
3. Cucharón.
4. Horno: Con rango de temperatura de 110° C.
5. Tamaño del ejemplar representativa:
 - Mayor a 1000 gr para agregado fino.
 - Mayor a 5000 gr para agregado grueso.

4.1.2.1.1.4.3 PROCESO DEL ENSAYO.

- Primeramente, identificamos las capsulas, para determinar el peso los cuales serán utilizadas para colocar la muestra de áridos finos y gruesos.
- Se calcula el peso de la muestra más representativa y se introduce en las cápsulas en su estado natural.

Colocar al horno las capsulas metálicas de acero inoxidable con las muestras incluidas, la humedad de la muestra tiene que evaporar por completo.

- Después que las muestras estuvieron por 24 horas en el horno, y luego de someter al calor la muestra deben estar totalmente secas, de la muestra seca se determina el peso. Como se indica en la figura 18.

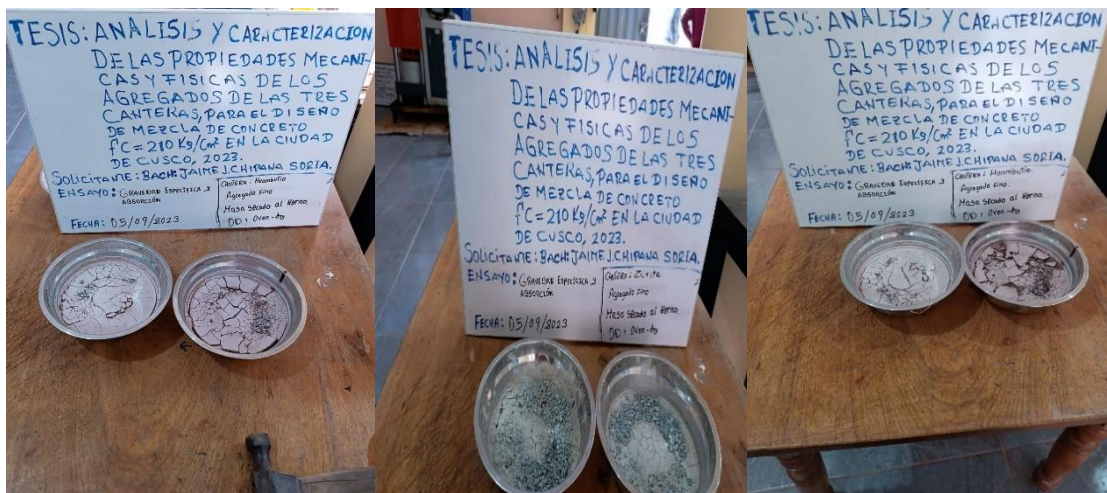


Figura 18. Control del paso de la cápsula mediante muestras de árido fino y grueso tras el secado.

- a) Determinación del contenido global de humedad de la muestra, evaporable utilizando la ecuación 17.

$$P = \frac{W-D}{D} \times 100 \quad (17)$$

En el cual:

P = Representa el porcentaje de humedad evaporable total de la muestra.

W = Masa de la primera muestra húmeda (gramos).

D = Masa de la muestra seca en gramos.

4.1.2.1.2 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS.

4.1.2.1.2.1 AGREGADO FINO.

4.1.2.1.2.2 OBJETIVO.

Después de sumergir el árido fino en agua durante un día entero, el objetivo del ensayo es determinar la saturación de la superficie seca (PSSS), la densidad aparente y la absorción del árido fino.

Utilizando este método de ensayo, se puede hallar la densidad de la región esencialmente sólida de un gran número de partículas agregadas y obtener un valor medio representativo de la muestra (40). Existe una diferencia entre las densidades de las partículas del agregado, según lo determinado por este método de ensayo, y la densidad aparente de los agregados, tal como se determina por la NTP 400.036, que incluye el volumen de orificios entre las partículas de agregados.

4.1.2.1.2.3 HERRAMIENTAS Y MATERIALES.

- a) Bascula con aproximación de 0.1 gr.
- b) Molde cónico.
- c) Pisón.
- d) Matraz de 500 ml.
- e) Horno.
- f) Cucharones.
- g) Bandejas.
- h) Recipiente de contener agua.
- i) Trapo industrial o franela.
- j) Elementos de protección personal.
- k) Mesa de trabajo.
- l) Los equipos deben estar con certificación.

4.1.2.1.2.4 PROCEDIMIENTO.

4.1.2.1.2.4.1 SECADO DE LA MUESTRA DEL AGREGADO FINO.

- Se coje una muestra de árido, se reduce el árido mediante el procedimiento de despiece y se obtiene una muestra de ensayo representativa de 1.000 gramos.

- El agregado fino, que se obtiene por cuarteo, se introduce en el horno y se seca a 110 °C manteniendo un peso constante (más o menos 5 °C).
- Durante un día, se coloca el árido fino en un recipiente, se llena con agua.
- Después de separar el agua del agregado, ponga el árido encima de una paleta metálica y utilizar el chorro de aire caliente que produce un secador de pelo. Remover los granos de áridos hasta que estén bien combinados, batiendo continuamente.

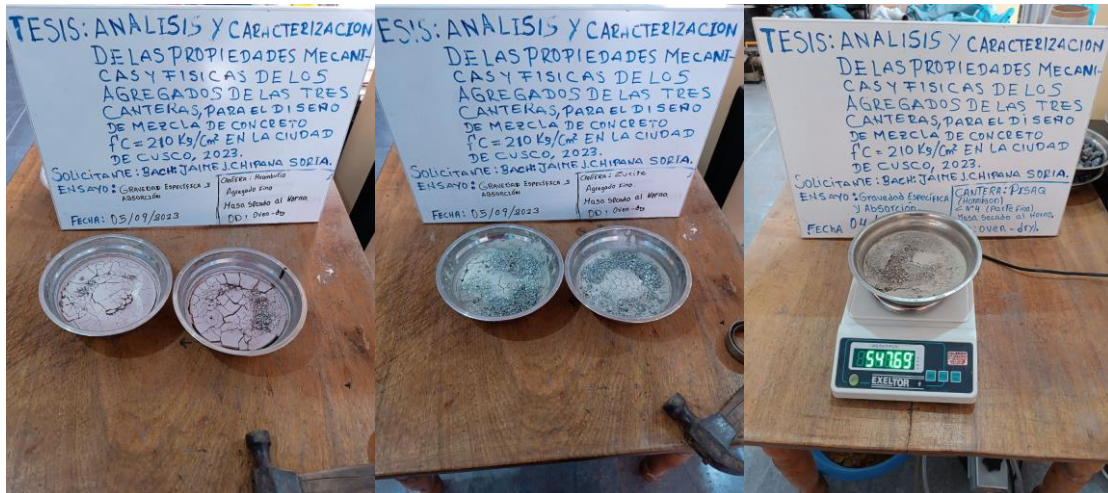


Figura 19. Secado de partículas de agregado fino durante un día en el horno de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

4.1.2.1.2.4.2 ENSAYO CON MOLDE CONICO DE AGREGADO FINO.

- Para realizar esta prueba se requiere o de debe hacer uso de los elementos de protección personal.
- Se realiza el ensayo con el molde cónico con el cual se determina el estado superficialmente seco del agregado fino.
- Se agrega agua al agregado mezclándolo, hasta llegar a un estado que sobrepase al SSS. Luego, se vierte un poco del material al molde cónico colocado en una superficie dura y lisa, en nuestro caso, de vidrio. Se apisona 25 veces con la ayuda de un pisón, dejándolo caer desde una altura de 5 mm.
- El molde cónico se llega a llenar con el procedimiento anterior.
- Finalmente, se retira el molde cuidadosamente y se le da un toque a la base de vidrio; si el material con la forma del molde se desmorona ante este primer golpe, se reconoce que se ha llegado al estado SSS.
- En nuestro caso, el material conservó la forma del molde, entonces se procedió a seclarla (se combina arena en estado natural con la arena húmeda).
- La mesa de trabajo debe estar en buenas condiciones para desarrollar el ensayo de molde cónico.

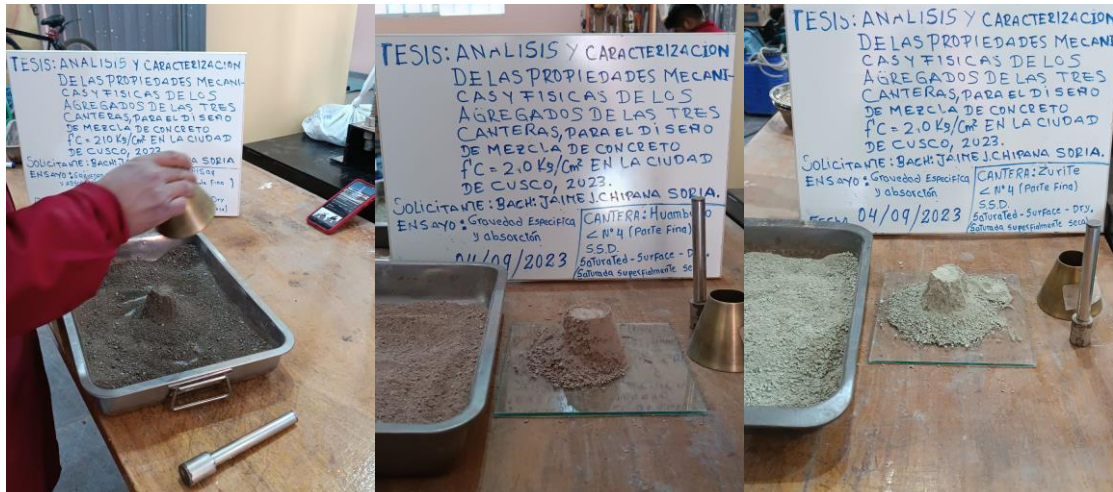


Figura 20. Ensayo de molde cónico del agregado fino en horno durante 24 horas de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

4.1.2.1.2.4.3 ENSAYO DE LA PIPETA (MATRAZ)

- Se introduce 500 gr del agregado fino en su estado SSS en el matraz (“pipeta”) para después llenar con agua hasta el 90% de su capacidad calibrada.
- Se realizan movimientos al matraz con el fin de que se expulsan las burbujas de aire atrapado. Para pesarlo, el nivel del agua debe alcanzar la línea calibrada.
- Finalmente, se extraen todas las partículas y el agua a una bandeja para colocarlo en el horno por 24 horas a $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Una vez cumplido el tiempo de las 24 horas se pesa la muestra seca, tener cuidado porque la muestra y la bandeja están calientes.

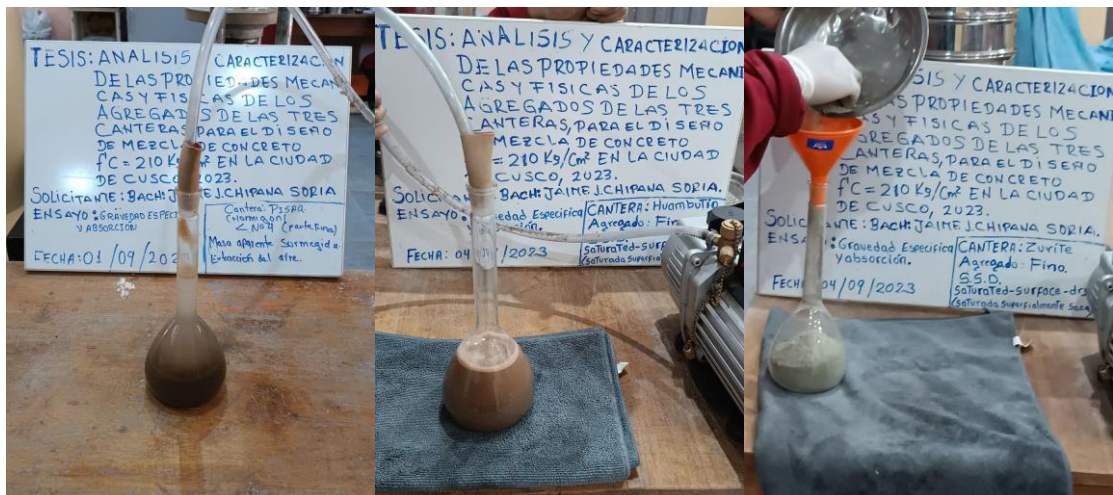


Figura 21. Ensayo de pipeta (matraz) del árido fino de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

Mediante este ensayo se obtienen los siguientes valores: el peso específico aparente, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico seco y la absorción de áridos finos, para que se puedan usar, para calcular y corregir diseños de mezclas. Para obtener estos valores, debemos realizar los cálculos que se describen a continuación:

I. Peso específico de masa (P_{e_m})

$$Pe_m = \frac{W_o}{(V-V_a)} \times 100 \quad (18)$$

Donde:

Pe_m = El peso específico de la masa.

W_o = El peso de la muestra (en gramos) después de secarla al horno.

V = Volumen del vaso en centímetros cúbicos.

V_a = La cantidad de agua añadida al recipiente, expresada en gramos.

II. La masa saturada con una gravedad específica de superficie seca (Pe_{sss}).

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V-V_a)} \times 100 \quad (19)$$

III. Peso específico aparente (Pe_a).

$$Pe_a = \frac{W_o}{(V-V_a)-(500-W_o)} \times 100 \quad (20)$$

IV. Absorción (Ab).

$$Ab = \frac{500-W_o}{W_o} \times 100 \quad (21)$$

4.1.2.1.3 PESO UNITARIO Y PROPORCIÓN DE VACÍOS.

4.1.2.1.3.1 OBJETIVO.

La presente investigación de laboratorio, por medio de este ensayo tiene el objetivo, especificar el peso unitario, así como suelto y compactado de los áridos tanto fino como grueso, de la misma manera también definir la proporción de vacíos en los agregados fino y grueso.

4.1.2.1.3.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS.

- a) Balanza.
- b) Recipiente metálico: (agregado grueso y fino).
- c) Varilla compactadora:
 - De acero liso, cilíndrica de una longitud aproximada de 60 cm. de longitud.
- d) Cucharon metálico o Pala de mano.
- e) Recipiente de tamaño mediano.
- f) Recipiente de tamaño grande.
- g) Molde para la recepción del material.
- h) Mesa de trabajo.
- i) Guantes para la manipulación de los materiales.
- j) Delantal de trabajo.
- k) Herramientas manuales.
- l) Guantes.
- m) Mesa de trabajo.

4.1.2.1.3.3 PROCEDIMIENTO.

4.1.2.1.3.3.1 ENSAYO PARA AGREGADO GRUESO.

- Se debe hacer uso de los elementos de protección personal.
- Lo equipos deben estar limpios y en buen estado.
- Obtener la muestra de acuerdo con la norma ASTM D75.
- El material o la muestra para el estudio, es necesario que tiene que ser alrededor del 125 % a 200 % de la porción que se necesita para rellenar el envase de acero del molde de medición y tiene que ser manipulada cuidadosamente de tal manera que no exista segregación o rebose del material.
- Se debe secar el agregado en un horno o estufa a una temperatura de 110 °C (más o menos 5 °C), para asegurarse de que tenga un peso constante o firme. Después de que el agregado este seco por un periodo de un día en la estufa, debemos de esperar que las muestras se enfríen por completo de lo contrario podemos ocasionar un accidente de quemadura.
- Los equipos deben de estar calibrados y certificados.



Figura 22. Rellenado del molde con agregado grueso de las tres canteras Huambutio 3 de mayo 95, Pisac y Zurite.

- Se realiza la nivelación o enrasado del agregado grueso en el molde, no tiene que quedar lugares donde le falte material o agregado la nivelación tiene que ser parejo, para de esa manera tomar datos exactos de la muestra, el material o agregado excedente debe ser retirado inmediatamente del área donde se realiza el ensayo de porcentaje de vacíos y peso unitario.
- Después de realizar los ensayos los equipos deben ser colocados en su lugar donde fueron sacados.
- El área de trabajo debe estar libre e limpio para desarrollar este ensayo para de esa manera no tener errores en la toma de datos.



Figura 23. Enrasado del agregado grueso de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

4.1.2.1.3.4 PESO UNITARIO SUELTO.

4.1.2.1.3.4.1 ENSAYO PARA AGREGADO FINO.

- Llenar el recipiente metálico de medición. Como se ilustra en las figuras 24 y 25, debemos dejar caer el árido desde un nivel no superior a 2” (5 cm). Esto debe hacerse hasta que el árido rebose en el cazo metálico de medición.
- Dicho ensayo fue realizado para las tres canteras que proveen agregados a la ciudad de Cusco, tales como son:
 - Cantera Huambutio.
 - Cantera Pisac.
 - Cantera Zurite.
- En la realización de dicho ensayo se hizo el uso de todo lo elementos de protección personal.



Figura 24. Llenado del recipiente con material grueso de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.



Figura 25. Llenado del recipiente con árido fino de tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

- Como se indica en las figuras 26 y 27, el material o árido sobrante debe extraerse del molde utilizando la barra compactadora de acero o la regla niveladora.



Figura 26. Eliminación del exceso de material grueso de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

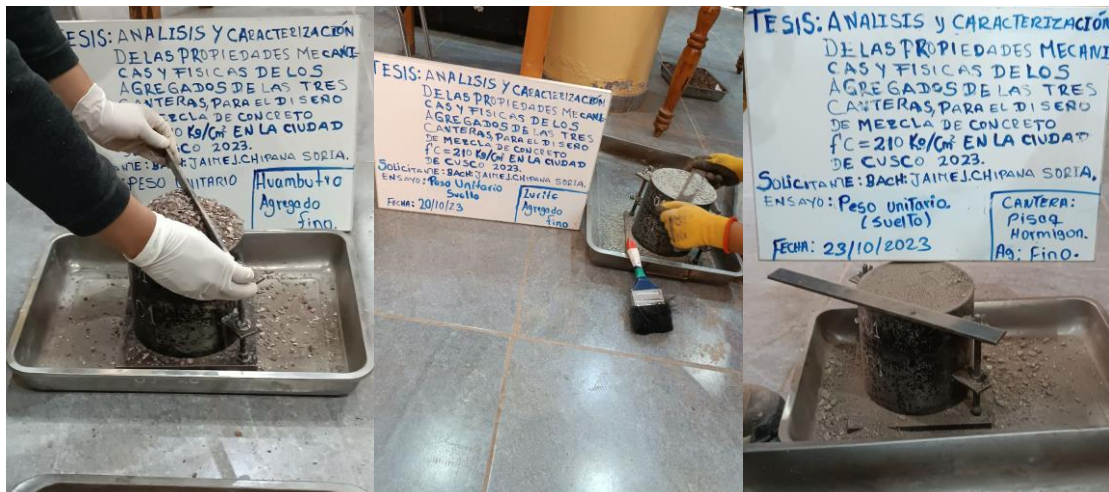


Figura 27. Eliminación del exceso de material fino de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

- Se determina mediante el pesado del molde o recipiente de medida con el agregado incluido y posterior se pesa solo el recipiente sin material, para obtener un ensayo preciso.

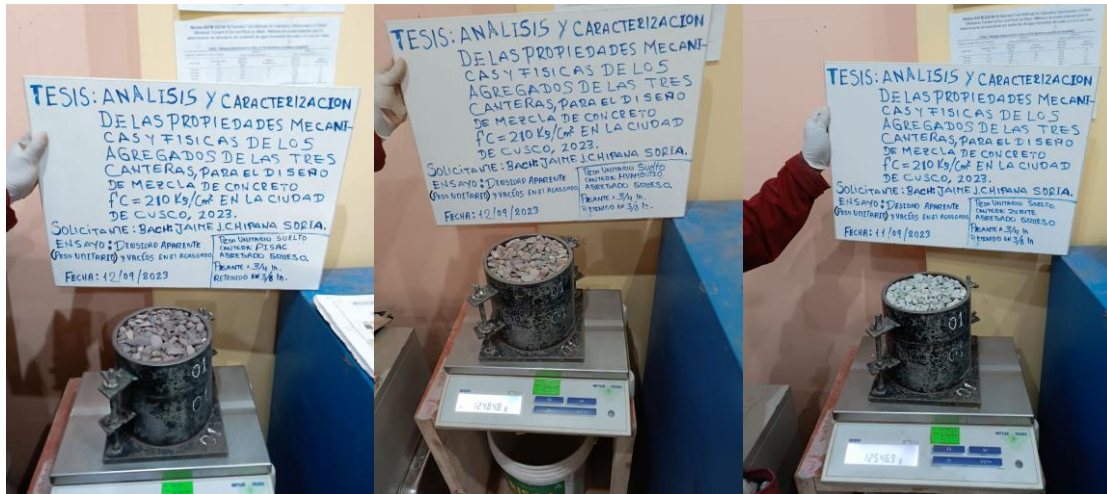


Figura 28. Peso unitario suelto del árido grueso de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

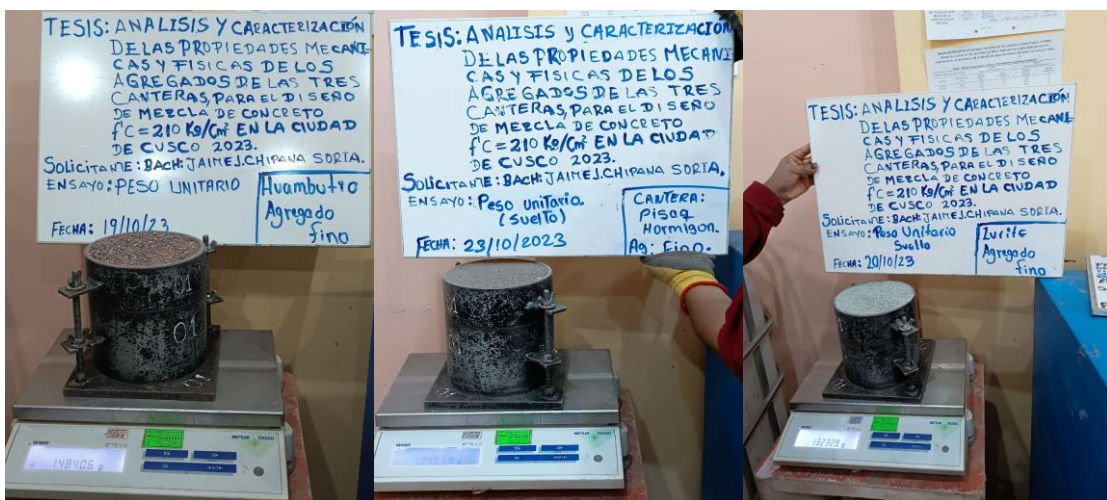


Figura 29. Peso unitario suelto del árido fino de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

4.1.2.1.3.5 PESO UNITARIO COMPACTADO

4.1.2.1.3.5.1 ENSAYO PARA AGREGADO GRUESO.

- Pesamos el recipiente metálico o molde, así como la toma de medidas para hallar el peso y el volumen de dicho recipiente.
- Llenamos el recipiente metálico de medida hasta la tercera parte con el material o agregado grueso, realizar la nivelación de la superficie con la ayuda de la varilla de acero de compactado y/o regla metálica.
- En la figura 30 del presente informe de investigación se representa el varillado utilizando la parte semiesférica de la varilla de acero lisa para cada capa de material con 25 golpes.
- Los golpes realizados al material dentro del recipiente de medida de debe realizar con mucho cuidado para así no dañarse los dedos.
- Utilizar en todo momento los elementos de protección personal.



Figura 30. Rellenado y varillado del material grueso en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.

- Se continua con la nivelación o enrasado del agregado grueso, con la varilla de acero hasta llegar o formar un ras con el molde, y también colocar material a los lugares donde no se tiene material de esta forma se completa y no tenga vacíos en la superficie del molde, como mostramos en la parte de abajo (figura 31).



Figura 31. Rellenado, enrasado del material grueso en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.

- Continuando con el ensayo calculamos el peso del agregado grueso varillado, tomados de los moldes o recipientes.
- Los pesos de deben realizar con balanza calibrada que no tengo los erros mayores permitidos.
- Dichos pesos se realizan incluido el material que fue ensayado.
- Una vez pesado ese material es regresado al área de acopio de dicho material.
- Durante todo lo ensayos se debe hacer uso de los elementos de protección personal.
- Una vez realizado los ensayos necesarios se debe almacenar en un lugar limpio libre de contaminantes.
- Se realiza la limpieza del área donde se ha desarrollado el ensayo.

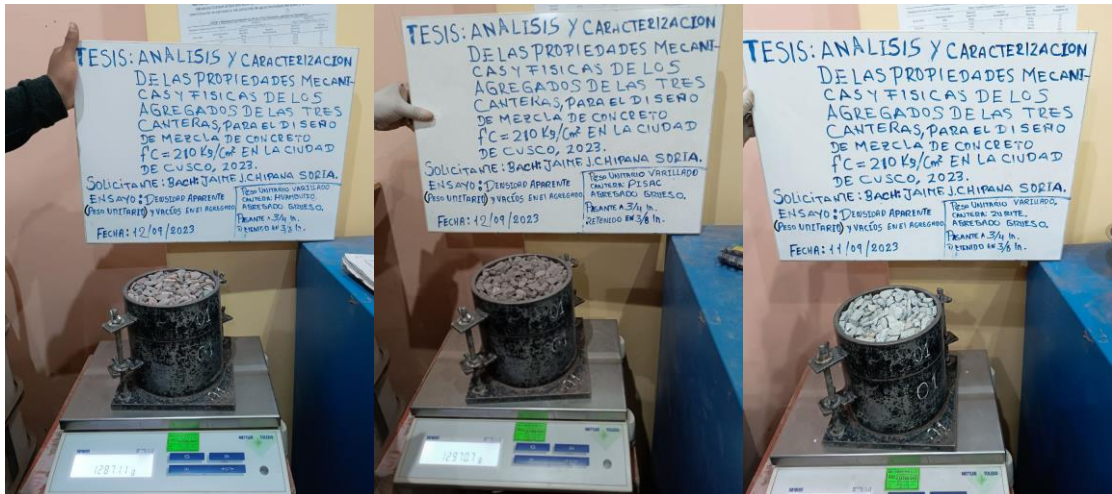


Figura 32. Pesado del material grueso en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.

4.1.2.1.3.6 ENSAYO PARA AGREGADO FINO.

- Se realiza el pesado del recipiente o molde, así como la toma de medidas para hallar el peso y el volumen de dicho recipiente, este ensayo se realizó para las tres canteras de que son materia de estudio.
- Los datos obtenidos del recipiente serán de utilidad para los demás cálculos de la investigación, con estos datos se deberá analizar los otros datos obtenidos, en los diferentes ensayos de esta investigación.
- El recipiente de medida debe ser llenado hasta la tercera parte, con el material o agregado fino, con una varilla de acero lisa, nivela la superficie aplicando 25 golpes en la parte semiesférica de la varilla para nivelar cada capa del árido, como vemos en la figura 33, no debe quedar partes sin material o agregado todo debe estar lleno el recipiente, tiene que estar al ras y nivelado para de esa manera tener un dato exacto y preciso tampoco debe sobre pasar el recipiente que se usa como molde.



Figura 33. Relleno y Varillado del material fino en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.

- Cuando este llenado el recipiente o molde, enrasar o nivelar la superficie con la regla metálica, de esa manera eliminar el material excedente, podemos ver en la figura 34.

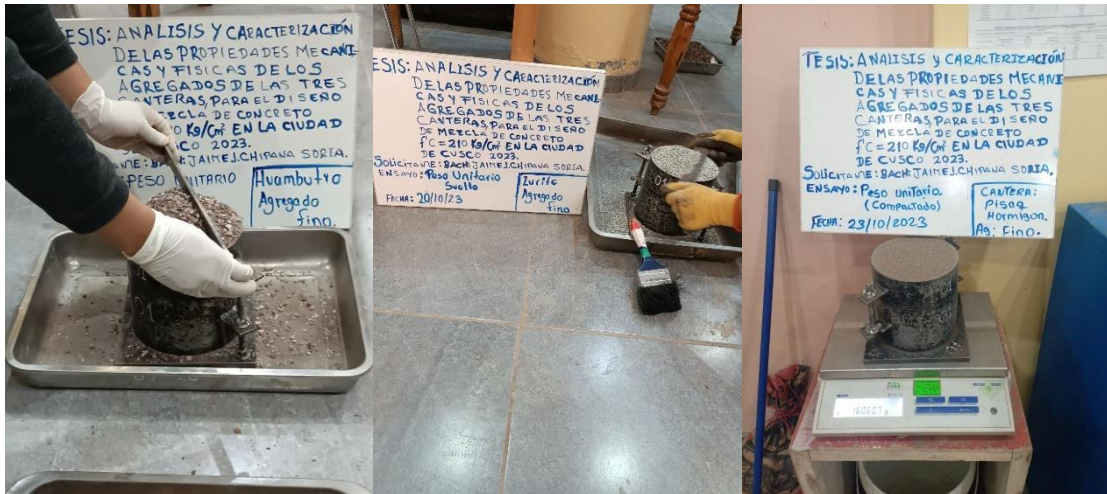


Figura 34. Relleno y enrasado del agregado fino en el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.

- Se continua con el pesado del agregado fino varillado, se indica en la figura 35.

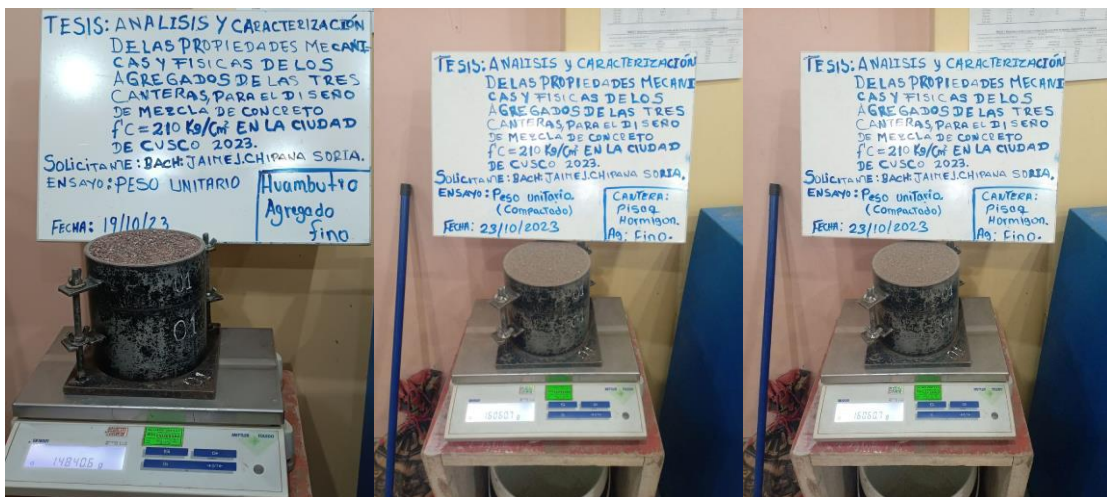


Figura 35. Pesado del material fino con el molde de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.

- Se miden y registran los pesos del agregado nivelado, del molde vacío, del molde o recipiente de medición y de cada uno de ellos.

El peso unitario libre y compactado se determina aplicando la ecuación 22, como se indica a continuación:

$$M = \frac{(G-T)}{V} \quad (22)$$

Donde:

M = El peso del árido en kilos por metro

G = El peso de la vasija de medida en kilogramos incluido el agregado

T = El peso de la vasija medido por kilogramos

V = La capacidad de la vasija medido por metros cúbicos

F = El factor de la vasija de medida por metros

4.1.2.1.4 PORCENTAJE DE VACÍOS EN LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO.

- La ecuación 23 se utiliza para calcular el porcentaje de vacíos en los agregados.

$$\%Vacios = \frac{(A \times W) - B}{A \times W} \quad (23)$$

Donde:

A = Densidad aparente.

B = Del agregado su peso unitario.

w = Densidad del líquido (agua).

4.1.2.1.5 ENSAYO O PRUEBA DE ABRASIÓN LOS ANGELES (L. A.)

4.1.2.1.5.1 OBJETIVO

El objetivo de este ensayo de abrasión, que utiliza el equipo de Los Ángeles, es determinar la resistencia al aplastamiento o a la abrasión de sus componentes del árido grueso utilizados en las mezclas de hormigón.

Para determinar la resistencia se hace actuar una carga abrasiva sobre la muestra de material que se desee analizar. La carga abrasiva la proveerán unas esferas metálicas estandarizadas que al interactuar con la muestra de material dentro de la máquina de los ángeles alterarán su composición granulométrica triturando el material, como resultado se tendrá una pérdida de material con respecto a su masa inicial que determinará la calidad de este ante el desgaste.

4.1.2.1.5.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS.

- El equipo de Los Ángeles.
- Balones de acero como bulto.
- Serie de mallas: ¾", ½", 3/8" y N° 12 (según NTP 350.001).
- Báscula para pesar.
- Una cuchara de acero.
- Bandejas.
- Tapones auditivos.
- Guantes para la manipulación de las bolas.
- Recipientes para el pesado del material.

4.1.2.1.5.3 ELABORACIÓN DE LA MUESTRA.

- Utilizando el método que mejor se adapte a la granulometría del material a ensayar, las distintas fracciones de áridos se separarán mediante tamizado para preparar la muestra para el ensayo de abrasión.
- En la preparación de la muestra hacer uso siempre de los equipos que protegen la integridad humana, para no sufrir daños, durante la ejecución del ensayo.
- Uso de tapones auditivos tipo copa.



Figura 36. Cribado del árido grueso de tres canteras: Huambutio Pisac y Zurite.

- Las fracciones deben de estar separadas.



Figura 37. Separación del material grueso de las tres canteras Huambutio Pisac y Zurite.

- Se deberá elegir en la tabla 15 “Granulometrías representativas de los agregados, para la selección del método de ensayo a utilizar”, si la gradación es muy similar o cercana a la del árido que se utilizará en la tarea, se tendrá en cuenta el tamaño del árido para la ejecución de la prueba. Es así como debemos tomar en cuenta los pesos de los agregados pétreos para cada uno de ellos.

Tabla 15. Gradación de las muestras de prueba.

Tamaño de tamiz (apertura cuadrada)		Peso de tamaño indicado (g)			
Lo que pasa	Retenida sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	-	-	-
25,0 mm (1")	19,0 mm (¾")	1 250 ± 25	-	-	-
19,0 mm (¾")	12,5 mm (½")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-	-
12,5 mm (½")	9,5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-	-
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (¼")	-	-	2 500 ± 10	-
6,3 mm (¼")	4,75 mm (N° 4)	-	-	2 500 ± 10	-
4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	-	-	-	5 000
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Nota: Tomado de: Manual Ensayo de Materiales, MTC-2016 (41 pág. 316).

- El orden granulometría de dicha muestra dependerá de la carga del ensayo, por lo que la descripción de la tabla 16 será como sigue:

Tabla 16. Elección de la carga de prueba.

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Nota: Tomado de: Manual Ensayo de Materiales, MTC-2016. (41 pág. 316)

4.1.2.1.5.4 PROCEDIMIENTO.

- Media pulgada debería ser el tamaño máximo nominal del material grueso utilizado en este experimento. Lave la muestra o el material grueso elegido.
- Tras el lavado de la muestra o agregado, para conseguir un peso uniforme de la muestra, secar la muestra de áridos en un horno a 110 ± 5 °C, (figura 38).
- Realizar el pesado de la muestra tal como indica en la tabla 15.
- Realizar la separación de los agregados.
- Realizar la comprobación del peso de la carga (bolas metálicas), antes de introducir en el equipo de Los Ángeles.
- Una vez comprobado el peso de la carga o bolas metálicas que estén de acuerdo con la tabla 16, las bolas o carga están en condición de ser usadas, para el ensayo de abrasión, de lo contrario se debe realizar el cambio con otros que cumpla las especificaciones o pesos.
- Asegurar bien el equipo de Los Ángeles. todas sus compuertas para que no se tenga pérdidas durante el proceso de rotación.
- La carga o bolas tienen que estar limpias, de esa manera no contaminamos las muestras de ensayo.

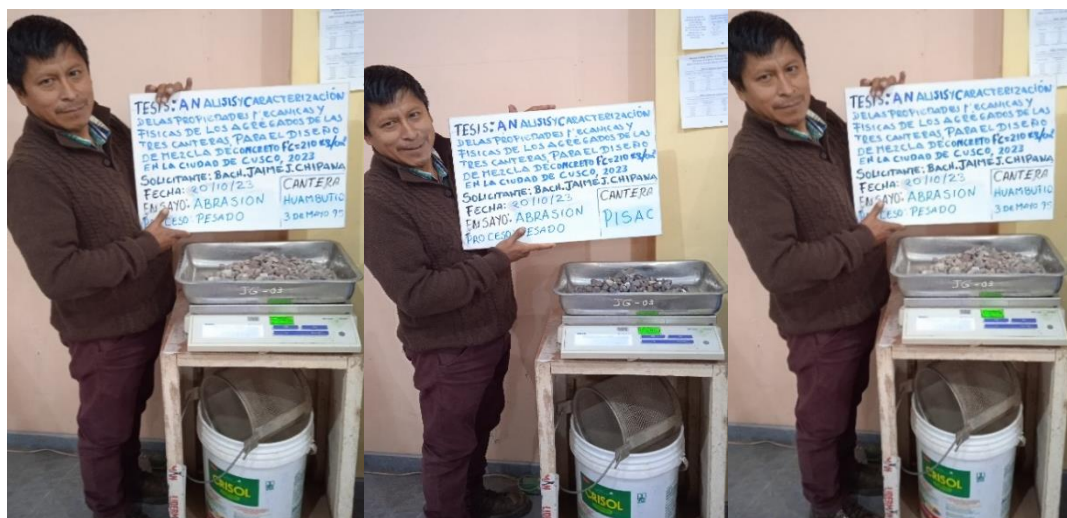


Figura 38. El agregado grueso lavado de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite



Figura 39. Material o muestra para ensayo separados con serie Tipo B.

- Coloque la carga o las bolas en la máquina de Los Ángeles como se indica en la figura 36. Dé la vuelta al objeto de ensayo durante 500 revoluciones a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.
- Como se indica en el cuadro 16, la gradación de la muestra se tiene en cuenta al seleccionar la carga.
- Una vez realizado la carga se procede a realizar la programación de la máquina de Los Ángeles de acuerdo a la normativa y procedimientos propuestos en la investigación, una vez programado el equipo esto no debe de parar por ningún motivo, de lo contrario no se obtendría datos relevantes para este proyecto de investigación, en caso de que parara el equipo o la máquina de Los Ángeles, proceso se debe realizar desde la colocación de la carga y programar el proceso al equipo.
- Se procede a realizar las comprobaciones de los ajustes de las compuertas.



Figura 40. Introducción de la carga y material de ensayo de gradación Tipo B de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

- Cuando se haya cumplió con las 500 revoluciones permitidos, se abre la compuerta que protege el material y luego con mucho cuidado realizamos la descarga del material que se encuentra en la parte interna del equipo de Los Ángeles, esto está mostrado en la figura 41.



Figura 41. Retiro de la carga y el agregado ensayado de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

- Una vez culminada las revoluciones se realiza la separación y selección de los agregados, para ello hacemos uso del tamiz N° 12 (1,70 mm), y, como se ilustra en la figura 42, tamizar la parte que sea más fina.
- Una vez seleccionado y separado la muestra en bandejas se procede al pesado de la muestra tanto lo pasado como lo retenido en la malla N° 12 (1.7 mm).
- Los pesos encontrados o hallados son usados para calcular el porcentaje de desgaste que tuvo que pasar el elemento pétreo al estar en rotación con las bolas en el equipo de Los Ángeles.



Figura 42. Separación del agregado ensayado de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite.

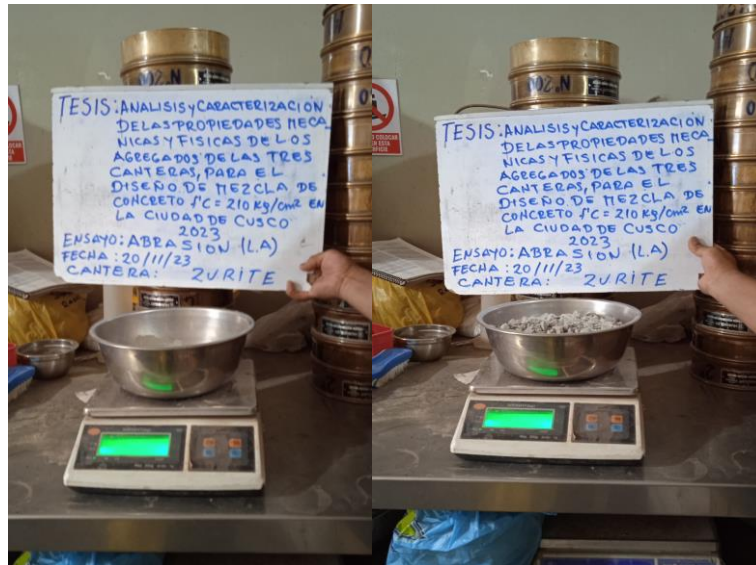


Figura 43. Pesado del material o agregado ensayado de la cantera Zurite.

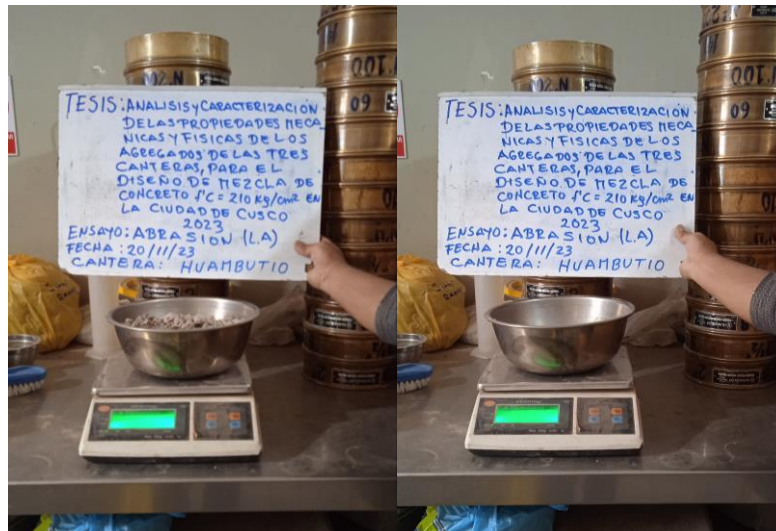


Figura 44. Pesado del material o agregado ensayado de la cantera Huambutio.

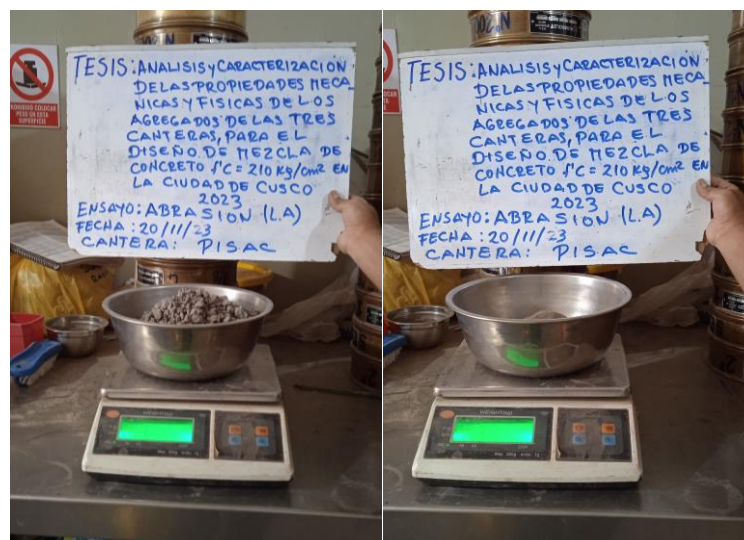


Figura 45. Pesado del material o agregado ensayado de la cantera Pisac.

- Para concluir nuestra investigación, calculamos el desgaste o pérdida (la resta entre su peso al iniciar el ensayo y el peso al finaliza del agregado grueso). Dado que el peso

original de la muestra de ensayo nos proporciona un número porcentual, aplicamos la ecuación 24 del siguiente modo:

$$\%Desgaste = \left(\frac{P_i - P_f}{P_i} \right) \times 100 \quad (24)$$

Donde:

P_i = Masa de la muestra al inicio del ensayo.

P_f = Masa de la muestra al final del ensayo.

4.1.2.1.6 DESARROLLO PARA FABRICACIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICAS DE CONCRETO.

Para desarrollar la investigación en la tabla 17, nos da a conocer y también indica la cantidad de muestras o especímenes cilíndricos (100 mm X 200 mm) de hormigón $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que se deben ser elaboradas, para los ensayos indicados, estas se deben tomar de las tres canteras que proveen a la ciudad de Cusco; Huambutio (tres de mayo 95), Pisac y Zurite, para las edades de 7, 14 y 28 días, los que nos da un total fueron 36 probetas cilíndricas de concreto.

Tabla 17. Numero de especímenes cilíndricos (100mm x 200mm) de concreto a elaborar.

Fecha de Vaciado	Edad (días)	Número de especímenes de forma cilíndrica de hormigón $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			N° de Probetas/día
		Huambutio	Pisac	Zurite	
07/11/2023	28	-	-	4	4
09/11/2023		4	4	-	8
17/11/2023	14	-	-	4	4
09/11/2023		4	4	-	8
17/11/2023	7	-	-	4	4
09/11/2023		4	4	-	8
TOTAL, DE PROBETAS CILINDRICAS					36

Nota: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Es la resistencia del hormigón en tu construcción. (Unidad kg/cm^2), técnicamente es el esfuerzo máximo de compresión en el concreto, medido en carga por unidad de área, Para esto, se sacan pruebas llamados "cilindros", estos son sometidos a carga de compresión, estos se truenan a 7, 14 y 28 días.

4.1.2.1.6.1 MATERIALES Y HERRAMIENTAS.

- Mezcladora para concreto
- Moldes cilíndricos de plásticos (PVC)
- Varilla lisa de acero con diámetro 3/8", con extremos redondeados, y 60 mm de largo
- Romana
- Cucharon metálico de despacho
- Martillo de goma
- Plancha metálica (para empastar y acabado)
- Recipientes de distinto tamaño

4.1.2.1.6.2 ELABORACIÓN DE BRIQUETERAS O MOLDES DE PVC.

En esta parte del estudio, usaremos briqueteras de forma cilíndrica de material PVC. sus dimensiones son de un diámetro 100 mm. y 200 mm. de altura, su fabricación es con un componente no absorbente de esta manera se garantiza la no pérdida de humedad del concreto su elaboración de estas probetas de PVC, son suficientemente duros como para aguantar las condiciones del trabajo de moldeado. Antes de dar inicio al proceso de mezclado del concreto y luego su colocado en las briqueteras con la mezcla de hormigón, se debe considerar:

- Las briqueteras o moldes cilíndricos de PVC, tienen que estar en condiciones óptimas para su uso, el área interior del molde no debe tener la presencia de cualquier material extraño, debe de estar limpia y libre.
- Los moldes con concreto se deben colocar sobre un área nivelada, rígida y lisa antes de colocar el concreto a los moldes.
- Se aplico un producto químico de desmolde, para de esa manera con facilidad realizar el desmolde.
- El desmoldado se debe realizar con mucho cuidado para no dañar las superficies de los especímenes de concreto, se hará uso de una compresora de aire.



Figura 46. Moldes plásticos cilíndricos para concreto.

4.1.2.1.6.3 PROPORCIÓN Y MEZCLADO DEL CONCRETO.

- Para iniciar este procedimiento, se utilizó la balanza para determinar el peso de los constituyentes, en este caso los agregados o materiales de las tres canteras: Huambutio, Pisac y Zurite (agregado fino, agregado grueso, cemento y líquido), según a la dosificación en peso obtenidos en la elaboración de la fórmula del concreto, se puede apreciar en la figura 47.
- El material o agregado fue pesado con el apoyo de la balanza y el cucharón para de esa manera tener una dosificación más exacta, según el diseño de mezcla obtenido en las pruebas realizadas a los áridos provenientes de tres canteras Huambutio (tres de mayo 95), Pisac y Zurite.



Figura 47. Los materiales o agregados son pesados por lotes, de acuerdo con su diseño de mezcla.

En esta tesis, el proceso de la combinación del hormigón, hicimos uso un equipo mezclador, con una capacidad de 220 litros (7 p3), que produce normalmente un lote limitado a media bolsa de cemento (21.25 kg). La mezcladora es un equipo eléctrico o mecánico, que hace la función de mezclar homogéneamente los materiales en el transcurso de un ciclo de tiempo establecido una vez descargados todos los materiales en la cuba, como resultado, se genera una mezcla homogénea y consistente que impide que la pasta de hormigón resultante se segregue.



Figura 48. El proceso de mezclar los componentes del concreto.

Cada lote es cargado en la mezcladora para que el agua entre antes que el cemento y los áridos, así como podemos ver en la figura 48.

Cuando todos los materiales componentes del concreto ya están en el equipo mezclador, el concreto es mezclado con un tiempo de tres minutos aproximados, para medir el revenimiento se añade tres minutos más de reposo y un batido final de dos minutos de mezclado.

Después de culminar cada lote de mezclado de concreto, proseguimos con la limpieza de la cuba del equipo mezclador con agua abundante y así no permitir que excedentes de mezcla de concreto se adhieran al interior de la cuba del trompo mezclador.

4.1.2.1.7 PRUEBA DE REVENIMIENTO O ASENTAMIENTO.

La medida del asentamiento o revenimiento de todo el lote de concreto preparado se toma rápidamente después de la mezcla, de acuerdo con el ítem 2.2.2.1.2.6. En la prueba, el cono de Abrams se utiliza para medir el grado de asentamiento del hormigón recién mezclado, así como su consistencia y trabajabilidad.



Figura 49. Ensayo sobre la consistencia del concreto.

4.1.2.1.8 MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DEL HORMIGÓN FRESCO.

Antes de verter el hormigón en los moldes o briquetas, se midió su temperatura para este experimento. La temperatura máxima de colocación del concreto fresco en el Perú es de 32°C, es de aplicación obligatoria y está establecida en la Norma Técnica de Edificación NTE E 060-2019 Concreto Armado en su acápite 5.11.2 de la que conforma el Reglamento Nacional de Edificaciones y es un documento con fuerza de Ley (21).

- Muestrear el concreto fresco de acuerdo con la NTP 339.036, excepto si el único objetivo es medir la temperatura, en cuyo caso no se necesita la obtención de muestras compuestas como indica la norma.
- Instalar el concreto en estado fresco dentro del recipiente.

4.1.2.1.8.1 PROCEDIMIENTO.

- Introduzca el sensor de temperatura a una profundidad mínima de 75 mm (3") en la mezcla de hormigón recién mezclada.

- Eliminar los vacíos dejados por la colocación del dispositivo, presionando levemente el concreto en la superficie alrededor del dispositivo de medición no afecte la lectura de temperatura.
- Una vez preparado el hormigón fresco, deje que el instrumento de medición de la temperatura se asiente en él durante al menos dos minutos, pero no más de cinco, y a continuación leer y registrar la temperatura al 0,5°C (1 °F más cercano). No retirar el dispositivo del concreto durante la lectura de la temperatura.
- Los valores de los resultados de las pruebas se sitúan dentro de la gama de parámetros enumerados en la NTP 339.184 2021 (42).



Figura 50. Toma de temperatura a la muestra del concreto fresco.

4.1.2.1.9 CONTENIDO DE AIRE EN EL HORMIGÓN FRESCO.

El Comité Técnico de Normalización de Agregados, Hormigón, Hormigón Armado y Hormigón Pretensado utilizó el Sistema 2 u Ordinario para elaborar la Norma Técnica Peruana vigente entre enero y septiembre de 2017.

Es la Norma Técnica Peruana CONCRETO NTP 339.080:2017. procedimiento de ensayo normalizado para averiguar cuánto aire hay en el concreto fresco. Tercera Edición del Método de Presión el 03 de enero de 2018 (43).

4.1.2.1.9.1 OBJETIVO.

La norma técnica NTP 339.080:2017 CONCRETO para el Perú. mismo procedimiento de ensayo para averiguar cuánto aire hay en el concreto recién mezclado. Técnica de presión, Tercera Edición, 3 de enero de 2018.

A partir de la variación de volumen del hormigón como reacción a los cambios de presión, determine el contenido de aire del hormigón recién mezclado.

Está a disposición varios aparatos apropiados basados en dos diseños operativos básicos que emplean la idea o el principio de la ley de Boyle. En esta Norma Técnica Peruana se denominan Tipo A y Tipo B (43).

4.1.2.1.9.2 APARATOS.

4.1.2.1.9.2.1 MEDIDORES DE AIRE.

Existen aparatos satisfactorios de dos diseños operativos básicos que emplean el principio de la ley de Boyle. Solo por de referencia en la presente norma técnica, se designan como Medidor Tipo A y Medidor Tipo B, (43), para esta investigación se usó el equipo de medidor de aire TIPO B.

4.1.2.1.9.2.2 MEDIDOR DE AIRE TIPO B.

Un medidor de aire se compone de un recipiente de medida y su cubierta, de acuerdo con los requisitos de los apartados El principio de operación de este medidor consiste en igualar un volumen de aire conocido, a una presión conocida, en una cámara de aire sellada, con un volumen desconocido de aire en la muestra de concreto. El manómetro está calibrado en términos de porcentaje de aire para la presión observada, a la cual tiene lugar la igualdad. Se han usado satisfactoriamente presiones de trabajo de 50 a 205 kPa (43).

4.1.2.1.9.2.3 RECIPIENTE DE MEDIDA.

Este recipiente debe ser esencialmente de forma cilíndrica, de acero u otro metal duro o material no corroídos por la lechada de cemento, que tenga como mínimo: un diámetro entre 0,75 a 1,25 veces su altura, y una capacidad mínima de 6,0 L. Deberá tener una brida o un sistema tal que garantice junta hermética con la cubierta para lo cual las superficies de contacto deben ser pulidas, para obtener una presión de ajuste apropiada entre el recipiente y la cubierta ensamblada y otras piezas de montaje. La superficie interior del recipiente y las superficies de los bordes, rebordes y otras partes componentes, deberán tener una superficie lisa maquinada. El recipiente de medida y la cubierta ensamblada deberán ser suficientemente rígidos para limitar el factor de expansión, D , del aparato ensamblado hasta el 0,1 % del contenido de aire en la escala indicadora cuando opera bajo presión normal.

4.1.2.1.9.2.4 CUBIERTA.

La cubierta debe estar equipada con un dispositivo de lectura directa del contenido de aire. La cubierta para el medidor. En el medidor Tipo B, el manómetro debe estar calibrado para indicar el porcentaje de aire. La escala de graduación para contenido de aire debe llegar por lo menos al 8% con aproximación al 0,1 %, por medio del ensayo de calibración apropiada de la presión de aire.

El ensamblaje de la cubierta debe ajustarse con válvulas de aire, las llaves de purga de aire y las válvulas de drenaje para que a través del cual sangre o sea introducida el agua, según sea necesario, para el diseño de un medidor particular. Se deberán proporcionar medios adecuados

para engrapar la cubierta al recipiente de medición para hacer un sello presurizado sin atrapar el aire en la junta entre los rebordes de la cubierta y el recipiente de medición. Se debe proporcionar una bomba de mano adecuada con la cubierta ya sea como aditamento o como accesorio, también se tiene otros accesorios es como sigue:

- Vaso de calibración
- Tubo rociador
- Plancha
- Varilla de apisonamiento
- Mazo
- Barras de acero para enrase
- Platina o plancha de pulir concreto
- Embudo
- Medidor de agua
- Vibrador
- Cribas
- Cucharón

4.1.2.1.9.3 MEDIDOR DE AIRE TIPO B.

Se realizan los procedimientos como se describe en el apartado. Se retira un poco de agua del aparato ensamblado y lleno, en una cantidad aproximada equivalente al volumen de aire que puede contener una muestra típica de concreto de un tamaño igual al del recipiente de medición. El agua se debe retirar.

El factor de corrección del agregado podrá variar con diferentes agregados. Esto se puede determinar únicamente por ensayo, ya que no está directamente relacionado con la absorción de las partículas. El ensayo es fácil de realizar. En general, el factor se mantendrá razonablemente constante para unos agregados dados, pero se recomienda hacer una revisión periódica

4.1.2.1.9.4 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AIRE DEL HORMIGÓN FRESCO.

4.1.2.1.9.4.1 COMPACTACIÓN Y COLOCACIÓN DE LA MUESTRA.

Realizamos la preparación del concreto fresco (Obtenemos la muestra de concreto fresco, como indica los procedimientos aplicables de la NTP 339.036 y los procedimientos ACI), Una vez humedecido el interior, el recipiente de medición se deposita sobre una superficie nivelada y resistente. El método de apisonado consiste en colocar una muestra representativa de hormigón en el recipiente de medición en capas uniformes utilizando una cuchara o un cucharón. El

hormigón se dispone en el recipiente de medición en tres capas de volumen aproximadamente igual. Apisone cada capa sobre la sección transversal 25 veces de manera uniforme utilizando el extremo redondeado de la varilla. Trabaje la capa inferior lo más profundamente posible. Tenga cuidado de no rayar el fondo del recipiente de medición al apisonar esta capa. Apisone cada capa pasando la varilla a través de ella y dentro de la capa inferior, de unos 25 mm de longitud. Seguidamente, apisone cada vez para sellar los huecos que haya podido dejar la varilla de apisonar y liberar las burbujas de aire más grandes que hayan quedado atrapadas. La capa final de concreto se coloca de tal manera que no se sobrellene. Al colocar el hormigón, mueva la pala por el exterior del recipiente abierto para garantizar una distribución uniforme y poca segregación. Cada capa se comprime mediante apisonamiento o vibración. Posteriormente se enrasa la última capa compactada y se apisonan los concretos con asentamiento superior a 75 mm. Se apisona o se somete a vibración el concreto con un asentamiento entre 25 mm o 75 mm.

4.1.2.1.9.4.2 APISONADO

Se colocan tres capas de aproximadamente el mismo volumen de concreto en el recipiente de medida después de que el concreto haya estado fresco. Apisonar cada capa por igual por encima de la superficie ortogonal con el extremo redondeado de la varilla. Apisone completamente la última capa. Al apisonar esta capa, tenga cuidado de no rayar el fondo del recipiente de medición. Deje que la varilla se extienda unos 25 mm en cada capa, incluyendo la capa inferior y la capa que se está apisonando. Tras el apisonado capa por capa, golpean con un mazo de goma con fuerza la parte exterior del molde entre 10 y 15 veces para cerrar cualquier espacio dejado por la varilla de apisonado y sacar las burbujas de aire más grandes que pudieron quedar atrapadas. La capa final de concreto se coloca de tal manera que no se sobrellene (43).

4.1.2.1.9.4.3 ENRASADO.

Después de compactar el concreto, se nivela en el área superior moviendo la plancha de enrase a lo largo del reborde del recipiente de medida con un movimiento de vaivén hasta que el tope del recipiente este justo a nivel. Con la terminación de la compactación en el recipiente no debe haber grandes excesos o deficiencias de concreto. Una pérdida de 3 mm en el enrase se considera óptima. Cuando se emplee una lámina, el concreto se enrasa como lo prescribe la NTP 339.046.

4.1.2.1.9.5 APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ENSAYO.

4.1.2.1.9.5.1 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO.

A través de una válvula de purga de aire cerrada, se introduce aire en la cámara de aire hasta que la manecilla del manómetro alcanza la línea de presión original. Por un breve periodo de tiempo, se deja que el aire comprimido vuelva a la temperatura ambiente. Se inyecta o expulsa

aire para estabilizar la manecilla del manómetro en la línea de presión de arranque. El manómetro se golpea manualmente con suavidad cuando sea necesario. Dentro de las muescas de la tapa, ambos grifos están cerrados. La cámara y el recipiente de medición están conectados por una válvula de aire primaria abierta

Utilice el mazo para golpear rápidamente los bordes del recipiente de medición a fin de eliminar cualquier restricción local, golpee suavemente el manómetro con la mano para estabilizarlo. La etiqueta del manómetro muestra el porcentaje de aire, retire la válvula principal. Antes de que se libere la presión en la cámara de aire y en el recipiente, si la válvula de aire principal está cerrada, el agua entrará en la cámara de aire, lo que causará un error en las siguientes mediciones.

La válvula de purga debe utilizarse para liberar el agua que pueda haber en la cámara de aire. Para eliminar cualquier resto de agua, esto obliga a la bomba a funcionar varias veces. Antes de retirar la tapa, elimine la presión abriendo ambos grifos (44).

4.1.2.1.9.5.2 CÁLCULOS.

4.1.2.1.9.5.3 CONTENIDO DE AIRE EN LA MUESTRA A ENSAYAR.

Para calcular si tiene contenido de aire en la muestra de hormigón recién mezclado utilizando una aproximación del 0,1% tras deducir el factor de corrección del árido, a menos que la lectura del medidor del manómetro exceda el 8%, en cuyo caso la lectura correcta será reportada con una aproximación de división a ½ escala en el selector.

Cuando se requiera, y cuando el volumen absoluto de los ingredientes de la fracción de mortero de la mezcla pueda ser determinado, reportar el contenido del aire de la fracción de mortero de la mezcla con una aproximación de ¼ %.

4.1.2.1.9.5.4 PRECISIÓN Y SESGO.

PRECISION: MANÓMETRO TIPO B.

SESGO.

Dicho ensayo que por su método no tiene sesgo, porque la cantidad de aire del concreto fresco sólo se puede definir en términos de métodos de ensayo.



Figura 51. Equipo de Tipo B, para calcular la cantidad de aire presente en el hormigón fresco.

4.1.2.1.10 COLOCADO DE CONCRETO EN LOS MOLDES CILÍNDRICOS.

Después de realizar la mezcla o mezclado del concreto, se procede a colocar concreto en las formas cilíndricas de plástico, con el apoyo de una pala o cucharón de metal, poniendo el concreto fresco en tres niveles, esto significa que debe ser de $1/3$ parte de la altura de la forma. Una vez puesta cada nivel, se inicia con el chuseo con el objetivo de apretar la mezcla en las formas y suprimir los vacíos que puedan permanecer en el interior de la mezcla, con la barra de acero se golpea 25 veces, espaciadas por igual, sobre la superficie de la mezcla. Para evitar golpear el fondo del encofrado, la primera capa debe ser penetrada por 25 golpes; el segundo y tercer nivel se crean atravesando enteramente cada capa e introduciendo unos 2.5 cm a la capa posterior. (29), el tiempo de colocado del concreto en los moldes de plástico tiene que ser de tal forma rápida, cabe indicar que la fuente donde se coloca el concreto en estado fresco debe ser un recipiente limpio y con la propiedad que no sea absorbente del mismo modo el molde también debe tener esa propiedad.



Figura 52. Colocado de concreto en los moldes cilíndricos.

Para lo último se culmina con un sobrante de hormigón y después del compactado se hace uso de un combo con la cabeza de goma, y se golpea la forma sutilmente y liberar las burbujas de

aire; para continuar nivelando o enrasando el exceso de mezcla de concreto del molde, con la varilla lisa de compactación y de esa manera entregar un acabado optimo, así lograr un área de concreto plana y lisa apoyándonos con la plancha metálica.

Una vez culminado con la colmatación de la mezcla con concreto en las formas o moldes son guardadas sin desencofrar por un periodo de 24 horas, para ello tiene que estar en un sitio seguro y plano, dicho lugar de prioridad debe estar techada, las condiciones de temperatura ambiente, de la misma forma tenemos que evitar golpes, perdida de humedad, movimientos o cambio de lugar repentinos, y permanecer allí mientras se produce con la sumersión o llamado también como el curado del concreto endurecido.



Figura 53. Almacenamiento de briquetas o especímenes llenas con hormigón.

4.1.2.1.10.1 DESMOLDE Y CURADO.

Cumplido las 24 horas que fueron producidas las probetas cilíndricas de hormigón y el concreto este fraguado, se tiene que desmoldar, quitando las forma del concreto de manera cuidadosa. Este desmolde se realiza con una compresora de aire, tomando todas las precauciones del caso para que no sufra ningún daño los testigos de concreto, cuando se va a realizar el cambio y manejo de las briquetas, evitar exponer a pérdida de humedad y golpes.



Figura 54. Desmolde de las briquetas del concreto.

Enseguida de desmoldar las briquetas cilíndricas son codificados, son colocados en unos baldes de 20 litros, sumergirlos en su totalidad; en el laboratorio se realizará el proceso de endurecimiento mediante el uso de curado por inmersión.

Los especímenes cilíndricos de concreto deben estar sumergidas en los recipientes a una temperatura de ambiente no debe tener mucho movimiento por que podría sufrir desperfectos en sus aristas.



Figura 55. Codificación de las briquetas del concreto, el código de identificación de cada testigo se realiza con probeta N°, la fecha del día de vaciado y la cantera.



Figura 56. Método de sumersión de especímenes de hormigón.

4.1.2.1.11 PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN PARA ESPECIMENES DE FORMA CILÍNDRICA DE HORMIGÓN.

Una vez transcurrido el tiempo asignado (días), que es durante los primeros siete días, finalizan las pruebas de resistencia a compresión. Como se observa la figura 57, tan pronto como las probetas

cilíndricas de hormigón se sacan de la zona de curado (cubos), están listas para ser transportadas al lugar de su ensayo de resistencia a compresión.

Si deseamos estimar su desempeño y su calidad del hormigón elaborado correctamente, se debe tener muy en cuenta que los especímenes de concreto tienen que ser llevados con mucha cautela al sitio donde está situado el equipo de compresión, evitar daños a las probetas y colocándolos en el lugar donde nos de las facilidades de realizar el trabajo.



Figura 57, Especímenes de concreto a la edad de 07 días.

Una vez desmoldado los testigos cilíndricos de concreto, se continúa con la prueba, y es así que en el laboratorio a distintas etapas de madurez del concreto (7, 14, y 28 días), determinamos su resistencia a compresión, del hormigón de las tres canteras Huambutio, Pisac y Zurite; de este modo, se aplica una carga de compresión uniaxial vertical a una velocidad determinada, de esta forma se realiza la prueba de una cantidad de 12 probetas de forma cilíndrica de hormigón, podemos ver en la tabla 18.

Tabla 18. Cantidad de especímenes cilíndricos de concreto para ensayos de su compresión.

Edad (días)	Hormigón $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de las tres canteras			Nº de probetas/día
	Huambutio	Pisac	Zurite	
7	4	4	4	12
14	4	4	4	12
28	4	4	4	12
TOTAL, DE PROBETAS CILÍNDRICOS DE CONCRETO				36

Las probetas de ensayo fueron especímenes de forma cilíndrica de hormigón con diámetros de 100 mm, por un tamaño de 200 mm.

Se examinó la resistencia de las probetas o especímenes de hormigón a la compresión uniaxial. El ensayo se realizó utilizando la NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.034, que trata de la determinación de la resistencia a la compresión del hormigón en probetas cilíndricas de dimensiones 10 cm de diámetro X 20 cm de altura.



Figura 58. Muestras del hormigón en forma de cilindro procedentes de las tres canteras Zurite, Pisac y Huambutio.



Figura 59. Rotura de la muestra de hormigón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

4.1.3 RESULTADOS.

4.1.3.1 PRUEBAS A LOS AGREGADOS PÉTREOS.

Evaluar los logros obtenidos y ensayos realizados en el laboratorio con materiales pétreos de las tres canteras de Huambutio (Tres de mayo 95), Pisac y Zurite, en el actual trabajo de investigación de tesis, se desarrolló el análisis de los agregados pétreos tanto finos como gruesos.

4.1.4 CANTERA HUAMPUTIO.

4.1.4.1 DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

Para determinar el análisis granulométrico de los materiales tanto grueso como fino, que presenta la cantera de Huambutio (Tres de mayo 95).


Se realiza el ensayo, análisis granulométrico de dicha cantera, así mismo también se halló el módulo de fineza.

4.1.4.1.1 AGREGADO GRUESO.

La tabla 19 nos indica el análisis de la granulometría del material pétreo grueso de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95), en ello también se pudo hallar el módulo de finura como dato 6.0.

El desarrollo de la curva granulométrica está dentro del límite de granulométrico, que indicamos en la gráfica 1.

Tabla 19. Resultados del examen granulométrico del árido grueso de la cantera Huambutio.

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-853			
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por: B.C.H.			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO				Fecha: 01/09/23			
					Muestra: 143013			
					Revisión N° 0			
V. Br 4.4				Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23				
DATOS GENERALES								
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"							
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria							
DATOS ESPECÍFICOS								
DETALLE	: Agregado Grueso							
POSICIÓN	: Cantera Huambutio							
DATOS TECNICOS								
Peso Total Seco (gr.)	5381.7		Peso después de lavar (gr.)	5371.26	Módulo de Fineza			
Máximo Tamaño	3/4"		Tamaño nominal máximo	1/2"	6.0			
GRANULOMETRÍA								
Tamiz		Peso retenido (gr)		Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)	Peso retenido (gr)	
Malla	Tamaño (mm)	Fración más					Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)
		 fina 	 gruesa 					
3"	76.2	0	0	0.00%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2½"	63.5	0	0	0.00%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2"	50.8	0	0	0.00%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
1½"	38.1	0	0	0.00%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
1"	25.4	0	0	0.00%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
3/4"	19.05	0	0	0.00%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
1/2"	12.7	2989.72	0	55.65%	55.7%	44.3%	100.0%	100.0%
3/8"	9.525	1413.84	0	26.32%	82.0%	18.0%	40.0%	70.0%
Nº4	4.76	964.97	0	17.96%	99.9%	0.1%	0.0%	15.0%
Nº8	2.36	0	0	0.00%	99.9%	0.1%	0.0%	5.0%
Nº16	1.18	0	0	0.00%	99.9%	0.1%	0.0%	0.0%
Nº30	0.6	0	0	0.00%	99.9%	0.1%	0.0%	0.0%
Nº50	0.3	0	0	0.00%	99.9%	0.1%	0.0%	0.0%
Nº100	0.15	0	0	0.00%	99.9%	0.1%	0.0%	0.0%

N°200	0.075	0.39	0	0.01%	99.9%	0.1%	0.0%	0.0%
< N°200	Cazuela	3.18	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.0%	0.0%
Pesos Parciales		5372.10						

Nota: gr. Gramo, mm. Milímetros, (%) Porcentajes.

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{(\sum \% \text{RET. ACUM. en los tamices } 1\frac{1}{2}'' , 3/4'' , 3/8'' , N^{\circ} 4, N 8, N 16, N 30, N 50, N 100)}{100}$$

Módulo de Fineza = 6

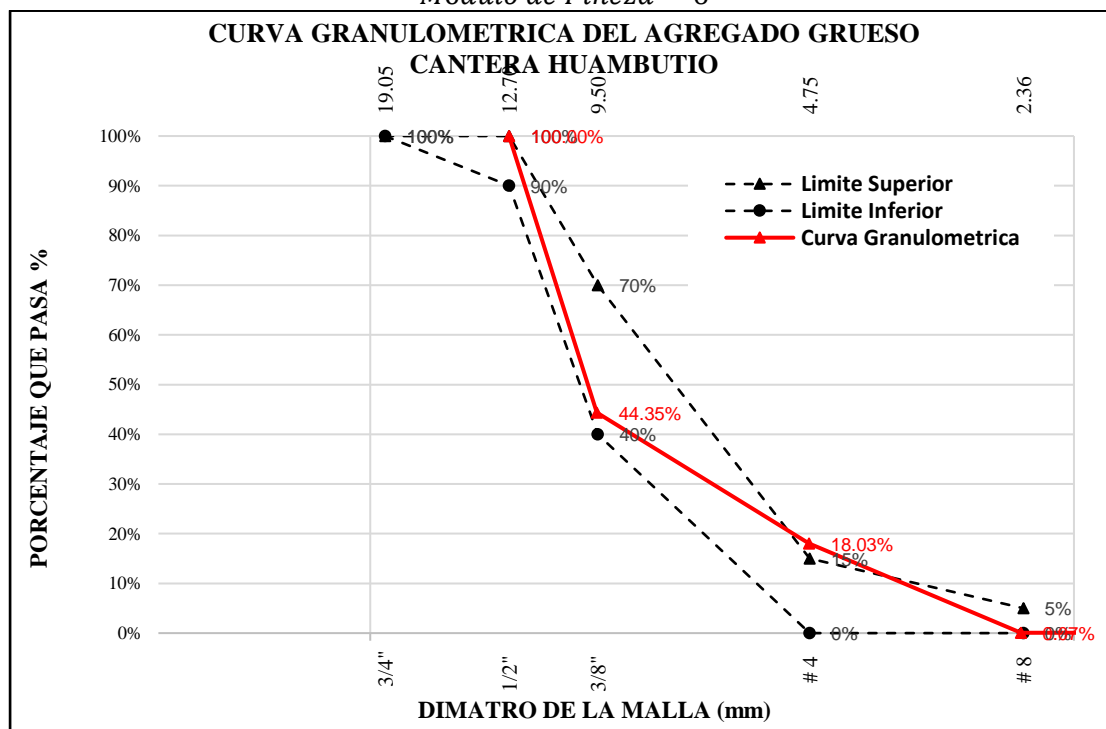



Gráfico 1. Examen granulométrico de la curva generado por el árido grueso de la cantera Huambutio.

4.1.4.1.2 AGREGADO FINO.

La tabla 20 presenta el análisis granulométrico del material fino. A partir del producto obtenido de la granulometría, se determinó el módulo de fineza del agregado tomando en cuenta el juego de tamices que se utiliza para hallar el resultado que nos dio como dato 3.11.

La gradación del material fino de esta cantera, representada por la curva granulométrica, se sitúa entre los límites superior e inferior permitidos, lo cual se representa en el gráfico 2.

Tabla 20. Resultados del examen granulométrico del árido fino de la cantera Huambutio.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-854
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO		Fecha: 01/09/23
			Muestra: 143014
			Revisión N° 0
		Rev. por: B.H.C.	Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado fino		

POSICIÓN : Cantera Huambutio								
DATOS TECNICOS								
Peso Total Seco (gr.)		1326.1		Peso después de lavar (gr.)		1306.76		
Tamaño máximo				Tamaño máximo nominal				
GRANULOMETRÍA								
Tamiz		Peso retenido (gr)		Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)	Peso retenido (gr)	
Malla	Tamaño (mm)	fracción fina	gruesa				Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)
3"	76.2	0	0	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2½"	63.5	0	0	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2"	50.8	0	0	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
1½"	38.1	0	0	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
1"	25.4	0	0	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
¾"	19.05	0	0	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
½"	12.7	0	0	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
⅜"	9.525	0	0	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Nº4	4.76	0.28	0	0.0%	0.0%	100.0%	95.0%	100.0%
Nº8	2.36	318.16	0	24.3%	24.4%	75.6%	80.0%	100.0%
Nº16	1.18	278.61	0	21.3%	45.7%	54.3%	50.0%	85.0%
Nº30	0.6	226.2	0	17.3%	63.0%	37.0%	25.0%	60.0%
Nº50	0.3	236.48	0	18.1%	81.0%	19.0%	10.0%	30.0%
Nº100	0.15	201.27	0	15.4%	96.4%	3.6%	0.0%	10.0%
Nº200	0.075	42.65	0	3.3%	99.7%	0.3%	0.0%	0.0%
< Nº200	Cazuela	4.11	0	0.3%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Nota: gr. Gramo, mm. Milímetros, (%) Porcentajes.

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{\sum \% \text{RET. ACUM. en los tamices } 1\frac{1}{2}" , 3/4" , 3/8" , N^{\circ} 4 , N 8 , N 16 , N 30 , N 50 , N 100}{100}$$

$$\text{Módulo de Fineza} = 3.1$$

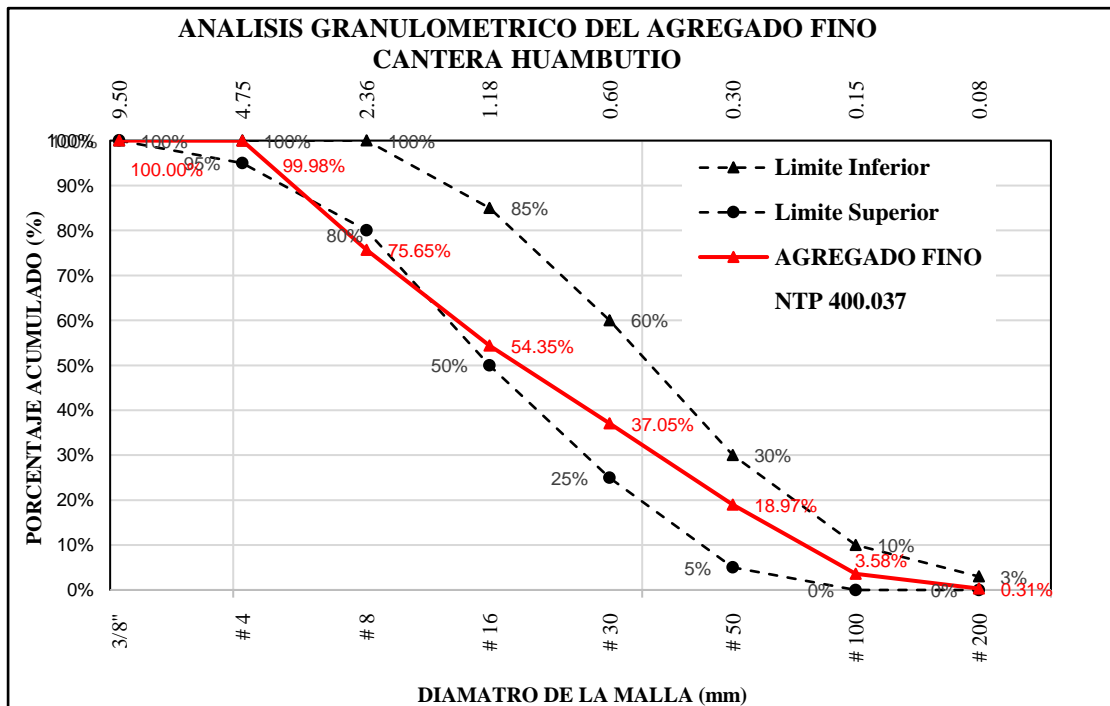


Gráfico 2. Examen granulométrico de la curva generado por el árido fino de la cantera Huambutio.


4.1.4.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

4.1.4.2.1 AGREGADO GRUESO.

Como indica mostrar la Tabla 21, es así se recogieron especímenes de material de árido grueso de la cantera Huambutio para comprobar el contenido de humedad.

La tabla 21 muestra que la cantidad de humedad que contiene el agregado grueso fue 0,004%.


Tabla 21. Cantidad de humedad que contiene el material grueso de la cantera Huambutio.

 Grupo Allpa Sección Laboratorio	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-854
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.
	CONTENIDO DE HUMEDAD		Fecha: 01/09/2023
			Muestra: 143014
			Revisión N° 0
		Rev. por: B.H.C.	
		V. Br 4.4	Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Grueso		
POSICIÓN	: Cantera Huambutio		
ITEM	MUESTRA		
1	Código de Recipiente		Y - 03
2	Peso del Recipiente (gr.)		553.4
3	Peso del Agregado Húmedo (gr.)		6106.3
4	Peso del Agregado Seco (gr.)		6084.0
5	Contenido de Humedad (%)		0.004

4.1.4.2.2 AGREGADO FINO.

Se utilizaron muestras de material pétreo fino para determinar la prueba, como se indica en la Tabla 22. La información adquirida para la cantidad de agregado de árido fino de la cantera Huambutio expresada como porcentaje de la cantidad de humedad contenido en el agregado, se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Cantidad de humedad que contiene el material fino de la cantera Huambutio.

 Grupo Allpa Sección Laboratorio	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-854
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.
	CONTENIDO DE HUMEDAD		Fecha: 01/09/2023
			Muestra: 143014
			Revisión N° 0
		Rev. por: B.H.C.	
		V. Br 4.4	Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECIFICOS			
DETALLE	: Agregado Fino		
POSICIÓN	: Cantera Huambutio		

ITEM	MUESTRA	
1	Código de Recipiente	Me - 2
2	Peso del Recipiente (gr.)	99.12
3	Peso del Agregado Húmedo (gr.)	1691.21
4	Peso del Agregado Seco (gr.)	1573.54
5	Contenido de Humedad (%)	0.075

4.1.4.3 DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECIFICO.

4.1.4.3.1 AGREGADO GRUESO.

La Tabla 23 muestra la gravedad específica (P_{em}) del material pétreo grueso de la cantera Huambutio determinada por esta prueba.

Tabla 23. Determinación de la gravedad específica del árido grueso de la cantera Huambutio.


	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-853	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:	
			B.C.H.	
			Fecha: 01/09/23	
	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO		Muestra: 143013	
		Revisión N° 0		
		Rev. por: B.H.C.		
		Fecha: 31/10/23		
		V. Br 4.4		
DATOS GENERALES				
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"			
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria			
DATOS ESPECÍFICOS				
DETALLE	: Agregado Grueso			
POSICIÓN	: Cantera Huambutio			
ITEM	MUESTRA	>N°4		
1	Número de picnómetro			
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)			
3	Gramaje del picnómetro más la muestra más el agua (gr.)			
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	16.8	17.0	
5	Peso de la muestra sumergida (gr.)	681.4	635.5	
6	Peso de una muestra saturada con superficie seca (gr.)	1102.02	1026.54	
7	Peso del contenedor (gr.)	56.47	56.5	
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	1141.09	1068.23	
9	Peso de la muestra seca (gr.)	1084.62	1011.73	
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	420.62	391.04	
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr/cm ³)	0.9989	0.9988	
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	421.083	391.51	
13	Peso específico (gr/cm ³)	2.576	2.584	
14	Peso específico saturado superficialmente seco (gr/cm ³)	2.617	2.622	
15	Peso específico promedio armónico (gr/cm ³)	2.580		
16	Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr/cm ³)	2.620		

4.1.4.3.2 AGREGADO FINO.

La determinación mediante este ensayo de la densidad (P_{em}) del material pétreo fino de la cantera Huambutio, es así que se consigna en la tabla 24.

Proporcionándonos el valor de la densidad del agregado fino proveniente de la cantera Huambutio.

Tabla 24. *Cálculo del peso específico del árido fino de la cantera Huambutio.*


	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-854	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:	
			B.C.H.	
			Fecha: 01/09/23	
			Muestra: 143014	
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO				Revisión N° 0
		V. Br 4.4		Rev. por: B.H.C.
				Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES				
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"			
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria			
DATOS ESPECÍFICOS				
DETALLE	: Agregado Fino			
POSICIÓN	: Cantera Huambutio			
ITEM	MUESTRA	<N°4		
1	Número de picnómetro	2	2	
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr)	689.39	689.62	
3	Peso del picnómetro + muestra + agua (gr)	1005.34	1000.68	
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	22.60	20.60	
5	Peso de la muestra sumergida (gr)	315.95	311.06	
6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)	500.92	495.95	
7	Peso del contenedor (gr)	100.88	97.93	
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr)	598.62	590.44	
9	Peso de la muestra seca (gr.)	497.74	492.51	
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr)	184.97	184.89	
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr/cm ³)	0.998	0.998	
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	185.40	185.24	
13	Peso específico (gr./cm ³)	2.68	2.66	
14	Peso específico saturado superficialmente seco (gr/cm ³)	2.70	2.68	
15	Peso específico promedio armónico (gr/cm ³)	2.67		
16	Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr/cm ³)	2.69		

4.1.4.4 DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN.

4.1.4.4.1 AGREGADO GRUESO

Para determinar mediante este ensayo la Absorción (A_{bs}) del material fino proveniente de la cantera Huambutio, es así se consigna en la tabla 25.

Tabla 25. *Absorción del material grueso de la cantera Huambutio.*

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-853	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:	
			B.C.H.	
			Fecha: 01/09/23	
			Muestra: 143013	
ABSORCION DEL AGREGADO				Revisión N° 0
		V. Br 4.4		Rev. por: B.H.C.
				Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES				


TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Grueso		
POSICIÓN	: Cantera Huambutio		
ITEM	MUESTRA	>N°4	
1	Número de picnómetro		
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr)		
3	Peso del picnómetro + muestra + agua (gr)		
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	16.800	17.000
5	Peso de la muestra sumergida (gr)	681.400	635.500
6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)	1102.020	1026.540
7	Peso del contenedor (gr)	56.470	56.500
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr)	1141.090	1068.230
9	Peso de la muestra seca (gr)	1084.620	1011.730
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr)	420.620	391.040
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr/cm3)	0.999	0.999
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm3)	421.083	391.510
13	Absorción de las partículas (%)	1.604	1.464
14	Absorción promedio (%)	1.534	

4.1.4.4.2 AGREGADO FINO.

Para determinar mediante este ensayo la absorción (A_{bs}) de dicho agregado se puede ver en la tabla 26,

Para lo cual se obtuvo un valor de promedio de la absorción 0.0067%.

Tabla 26. Porcentaje de absorción del árido fino de la cantera Huambutio.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-854	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:	
			B.C.H.	
			Fecha: 01/09/23	
			Muestra: 143014	
ABSORCION DEL AGREGADO		Revisión N° 0		
		Rev. por: B.H.C.		
		Fecha: 31/10/23		
		V. Br 4.4		
DATOS GENERALES				
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023"			
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria			
DATOS ESPECÍFICOS				
DETALLE	: Agregado Fino			
POSICIÓN	: Cantera Huambutio			
ITEM	MUESTRA	<N° 4		
1	Número de picnómetro	2	2	
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)	689.39	689.62	
3	Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)	1005.34	1000.68	
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	22.60	20.60	
5	Peso de la muestra sumergida (gr.)	315.95	311.06	

6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	500.92	495.95
7	Peso del contenedor (gr.)	100.88	97.93
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	598.62	590.44
9	Peso de la muestra seca (gr.)	497.74	492.51
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	184.97	184.89
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998	0.998
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	185.40	185.24
13	Absorción de las partículas (%)	0.0064	0.0070
14	Absorción promedio (%)	0.0067	

4.1.4.5 DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO.

4.1.4.5.1 AGREGADO GRUESO.

4.1.4.5.1.1 Peso Unitario Suelto.

Para calcular el peso de la unidad suelta del material pétreo grueso de la cantera Huambutio, como podemos ver en la tabla 27.

Se obtuvo un valor de 1.781 gramos por centímetro cúbico.

Tabla 27. Cálculo del peso unitario suelto del árido grueso de la cantera Huambutio.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-853		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:		
			B. C. H.		
			Fecha: 01/09/2023		
			Muestra: 143013		
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO		Revisión N° 0			
		Rev. por: B.H.C.			
		V. Br 4.4		Fecha: 31/10/2023	
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Grueso				
POSICIÓN	: Cantera Huambutio				
ITEM	MUESTRA			<N°4	
1	Código de molde			1c	
2	Diámetro de molde (cm)			15.27	
3	Altura de molde (cm)			17.76	
4	Volumen del Molde (cm ³)			3251.17	
5	Peso de molde (gr.)			6722.53	
Peso unitario suelto					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12493.8	12485	12536.7	12530.1
2	Peso de la muestra (gr.)	5771.27	5762.47	5814.17	5807.57
3	Densidad (gr/cm ³)	1.775	1.772	1.788	1.786
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.781			
5	Rango* (gr/cm ³)	0.016			

4.1.4.5.1.2 Peso Unitario Compactado.

Este procedimiento produjo el resultado de la prueba de peso unitario compactado para el material grueso de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95), como nos indica en la tabla 28.

Realizando los cálculos mediante la tabla 28 del peso unitario compactado se obtuvo el valor promedio de 1.896 gramos por centímetro cúbico.

Tabla 28. Cálculo del peso unitario compactado del árido grueso de la cantera Huambutio.


	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-853	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:	
	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO				B.C.H.	
					Fecha: 01/09/2023	
V. Br 4.4				Muestra: 143013		
				Revisión N° 0		
				Rev. por: B.H.C.		
				Fecha: 31/10/2023		
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria					
DATOS ESPECÍFICOS						
DETALLE	: Agregado Grueso					
POSICIÓN	: Cantera Huambutio					
ITEM	MUESTRA				<N°4	
1	Código de molde				1c	
2	Diámetro de molde (cm)				15.27	
3	Altura de molde (cm)				17.76	
4	Volumen del Molde (cm ³)				3251.17	
5	Peso de molde (gr.)				6722.53	
Peso unitario compactado						
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12874.1	12906.1	12895.5	12871.3	
2	Peso de la muestra (gr.)	6151.57	6183.57	6172.97	6148.77	
3	Densidad (gr/cm ³)	1.892	1.902	1.899	1.891	
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.896				
5	Rango* (gr/cm ³)	0.011				

4.1.4.5.2 AGREGADO FINO.

4.1.4.5.2.1 Peso Unitario Suelto.

Para este proceso de ensayo de investigación de tesis, se determinaron los pesos unitarios de dicho material fino, que corresponde a la cantera Huambutio (tres de mayo 95) y se detalla mediante la tabla 29.

Tabla 29. Desarrollo del peso unitario suelto del árido fino de la cantera Huambutio.

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-854	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:	
	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO				B.C.H.	
					Fecha: 01/09/2023	
V. Br 4.4				Muestra: 143014		
				Revisión N° 0		
				Rev. por: B.H.C.		
				Fecha: 31/10/2023		
DATOS GENERALES						

TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Fino				
POSICIÓN	: Cantera Huambutio				
ITEM	MUESTRA				<Nº4
1	Código de molde				1c
2	Diámetro de molde (cm)				15.27
3	Altura de molde (cm)				17.76
4	Volumen del Molde (cm ³)				3251.17
5	Peso de molde (gr)				8268.2
Peso unitario suelto					
1	Peso del molde + muestra (gr)	12625.20	12637.20	12621.20	12642.30
2	Peso de la muestra (gr)	4357.00	4369.00	4353.00	4374.10
3	Densidad (gr/cm ³)	1.340	1.344	1.339	1.345
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.342			
5	Rango* (gr/cm ³)	0.006			

4.1.4.5.2.2 Peso Unitario Compactado.

Mediante la tabla 30 se determinó el peso unitario compactado de la cantera Huambutio dándonos un valor de 1.588 gramos por centímetro cúbico.

Tabla 30. Determinación del agregado fino, su peso unitario compactado de la cantera Huambutio.

 <p>Grupo Allpa Sección Laboratorio</p>	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-854
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:
	PESO UNITARIO COMPACTADO				B.C.H.
					Fecha: 01/09/2023
V. Br 4.4				Muestra: 143014	Revisión N° 0
				Rev. por: B.H.C.	Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Fino				
POSICIÓN	: Cantera Huambutio				
ITEM	MUESTRA				<Nº4
1	Código de molde				1c
2	Diámetro de molde (cm)				15.27
3	Altura de molde (cm)				17.76
4	Volumen del Molde (cm ³)				3251.17
5	Peso de molde (gr.)				8268.2
Peso unitario compactado					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	13408.60	13443.70	13408.60	13461.80
2	Peso de la muestra (gr.)	5140.4	5175.5	5140.4	5193.6
3	Densidad (gr/cm ³)	1.581	1.592	1.581	1.597

4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.588
5	Rango* (gr/cm ³)	0.016

4.1.4.6 DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE VACIOS.

4.1.4.6.1 PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO SUELTO.

El porcentaje de vacíos del agregado grueso suelto de la cantera Huambutio ha sido determinado y es de 2,58 gr/cm³, como se muestra en la Tabla 31.


Tabla 31. Determinación del porcentaje de huecos en el árido grueso suelto de la cantera Huambutio.

	ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Registro SR-853			
			Form. Aprob. por: B.C.H.			
	PORCENTAJE DE VACIOS (%) SUELTO		Fecha: 01/09/2023			
			Muestra: 143013			
		Revisión N° 0				
		Rev. por: B.H.C.				
		Fecha: 31/10/2023				
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria					
DATOS ESPECÍFICOS						
DETALLE	: Agregado Grueso					
POSICIÓN	: Cantera Huambutio					
ITEM	MUESTRA	<N°4				
1	Código de molde	1c				
2	Diámetro de molde (cm)	15.27				
3	Altura de molde (cm)	17.76				
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17				
5	Peso de molde (gr.)	6722.53				
Peso unitario suelto						
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12493.8	12485	12536.7	12530.1	
2	Peso de la muestra (gr.)	5771.27	5762.47	5814.17	5807.57	
3	Densidad (gr/cm ³)	1.775	1.772	1.788	1.786	
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.781				
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998				
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.580				
7	(%) De Vacíos	30.85				

4.1.4.6.2 CANTIDAD DE VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO.

Se desarrolla este ensayo de cantidad de vacíos que contiene el material grueso compactado.

Tabla 32. Determinación del porcentaje de huecos en el árido grueso compactado de la cantera Huambutio.

	ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Registro SR-853			
			Form. Aprob. por: B.C.H.			
	PORCENTAJE DE VACIOS (%) COMPACTADO		Fecha: 01/09/2023			
			Muestra: 143013			
		Revisión N° 0				
		Rev. por: B.H.C.				
		Fecha: 31/10/2023				
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					

SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Grueso				
POSICIÓN	: Cantera Huambutio				
ITEM	MUESTRA	<N°4			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	6722.53			
CALCULO DEL PORCENTAJE DE VACIOS (%)					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12874.1	12906.1	12895.5	12871.3
2	Peso de la muestra (gr.)	6151.57	6183.57	6172.97	6148.77
3	Densidad (gr/cm ³)	1.892	1.902	1.899	1.891
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.896			
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998			
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.580			
7	(%) De Vacíos	26.36			

4.1.4.6.3 PORCENTAJE DE VACÍOS AGREGADO FINO SUELTO.

Tabla 33. Determinación del porcentaje de huecos en el árido fino suelto de la cantera Huambutio.

	ALLPA LABORATORIO		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Registro SR-854
					Form. Aprob. por:
					B.C.H.
					Fecha: 01/09/2023
PORCENTAJE DE VACÍOS (%) SUELTO					Muestra: 143014
					Revisión N° 0
					Rev. por: B.H.C.
					V. Br 4.4 Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Fino				
POSICIÓN	: Cantera Huambutio				
ITEM	MUESTRA	<N°4			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	8268.2			
Peso unitario suelto					
1	Peso del molde + muestra (gr)	4357.00	4369.00	4353.00	4374.10
2	Peso de la muestra (gr)	4357.00	4369.00	4353.00	4374.10
3	Densidad (gr/cm ³)	1.340	1.344	1.339	1.345
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.342			
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998			
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.670			
7	(%) De Vacíos	49.63			

4.1.4.6.4 PORCENTAJE DE VACÍOS AGREGADO FINO COMPACTADO.

Tabla 34. Determinación del porcentaje de huecos en el árido fino compactado de la cantera Huambutio.

 <p>Grupo Allpa Sección Laboratorio</p>	ALLPA LABORATORIO			Registro SR-854	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO			Form. Aprob. por:	
	PORCENTAJE DE VACÍIS (%) COMPACTADO			B.C.H.	
				Fecha: 01/09/2023	
				Muestra: 143014	
			Revisión N° 0		
			Rev. por: B.H.C.		
			Fecha: 31/10/2023		
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Fino				
POSICIÓN	: Cantera Huambutio				
ITEM	MUESTRA	<N°4			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	8268.2			
Peso unitario compactado					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	13408.60	13443.70	13408.60	13461.80
2	Peso de la muestra (gr.)	5140.4	5175.5	5140.4	5193.6
3	Densidad (gr/cm ³)	1.581	1.592	1.581	1.597
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.588			
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998			
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.670			
7	(%) De Vacíos	40.41			

4.1.4.7 RESUMEN DE RESULTADOS.

La tabla 35 se puede apreciar el resultado en un resumen de las pruebas hechas a los materiales pétreos de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95). Este resumen de resultados será utilizado para desarrollar los cálculos de elaboración de mezcla.

Tabla 35. Resumen de resultados de la cantera Huambutio.

CANTERA HUAMPUTIO				
ITEM	AGREGADO	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
1	Grueso	Análisis Granulométrico (MF)		6.000
		Contenido de Humedad	gr/cm ³	0.004
		Peso Especifico	gr/cm ³	2.580
		Absorción	%	1.534
		Peso Unitario Suelto	gr/cm ³	1.781
		Porcentaje de Vacíos (Suelto)	%	30.85
		Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1.896
		Porcentaje de Vacíos (Compactado)	%	26.36
		Abrasión de Ángeles	%	24.900
2	Fino	Análisis Granulométrico (MF)		3.110
		Contenido de Humedad	gr/cm ³	0.075
		Peso Especifico	gr/cm ³	2.670

	Absorción	%	0.0067
	Peso Unitario Suelto	gr/cm ³	1.342
	Porcentaje de Vacíos (Suelto)	%	49.63
	Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1.588
	Porcentaje de Vacíos (Compactado)	%	40.41

Nota: gr/cm³ gramos por centímetro cubico, % porcentaje.

4.1.5 CANTERA PISAC.

4.1.5.1 DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

En esta investigación, se hizo el análisis de la granulometría de los agregados pétreos, este ensayo se realiza tanto para el material pétreo grueso, del mismo modo para el material fino, que fueron extraídos de la cantera Pisac.

Se realiza el ensayo, análisis granulométrico de dicha cantera, así mismo también se halló el módulo de fineza.

4.1.5.1.1 AGREGADO GRUESO.

La tabla 36, nos indica el análisis granulométrico realizado al material o agregado grueso de la cantera Pisac, con el resultado del análisis realizado se pudo hallar el módulo de finura, lo cual no arroja 2.79.

El análisis de la curva granulométrica se puede ver que está dentro del límite de gradación, del agregado grueso lo cual está representado en la gráfica 3.

El desarrollo del ensayo de granulometría es fundamental para elabora un diseño de mezcla que nos garantice un buen desempeño del concreto en toda sus propiedades o estados del concreto.

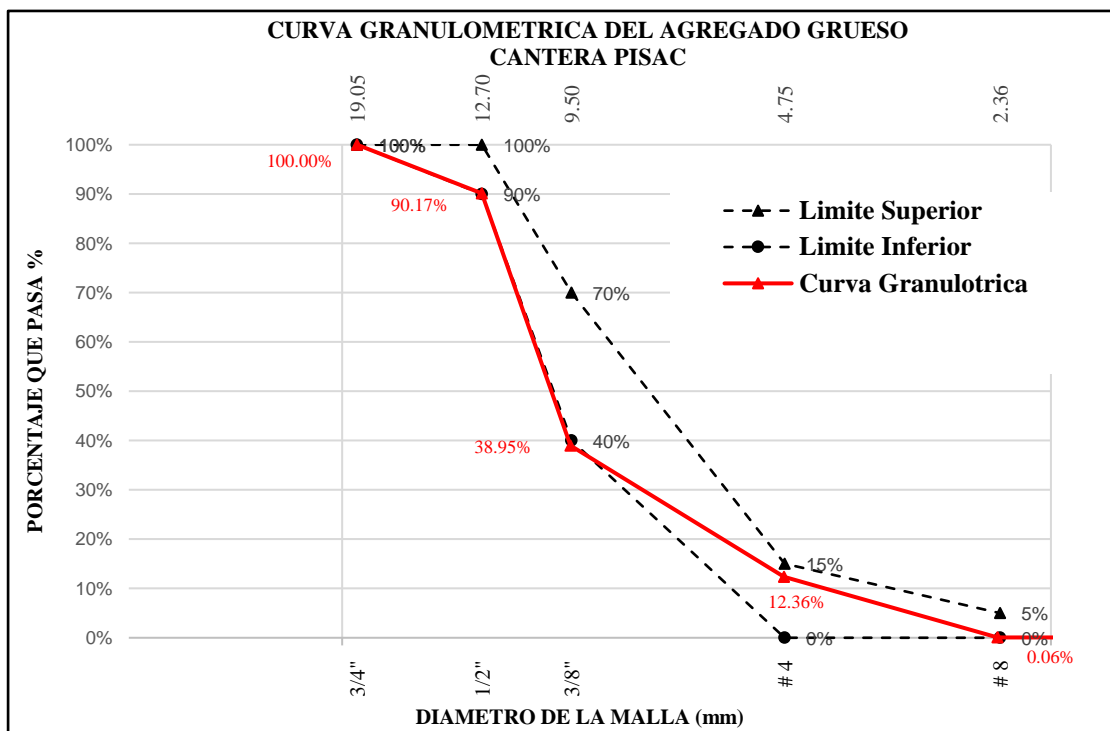
Tabla 36. Resultados del examen granulométrico del árido grueso de la cantera Pisac.

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-854			
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO				B.C.H.			
					Fecha: 01/09/2023			
					Muestra: 143014			
				Revisión N° 0				
				Rev. por: B.H.C.				
				V. Br 4.4		Fecha: 31/10/2023		
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"							
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria							
DATOS ESPECÍFICOS								
DETALLE	: Agregado Grueso							
POSICIÓN	: Cantera Pisac							
DATOS TÉCNICOS								
Peso Total Seco (gr.)	6194.37	Peso después de lavar (gr.)	6103.87	Módulo de fineza				
Tamaño máximo	3/4"	Tamaño máximo nominal	1/2"					
GRANULOMETRÍA								
Tamiz		Peso retenido (gr)		Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)	Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)
Malla	Tamaño (mm)	Fracción más						
		 fina	 gruesa					

3"	76.2	0	0	0.00%	0.00%	100.0%	100.0%	100.0%
2½"	63.5	0	0	0.00%	0.00%	100.0%	100.0%	100.0%
2"	50.8	0	0	0.00%	0.00%	100.0%	100.0%	100.0%
1½"	38.1	0	0	0.00%	0.00%	100.0%	100.0%	100.0%
1"	25.4	0	0	0.00%	0.00%	100.0%	100.0%	100.0%
¾"	19.05	600.5	0	9.70%	9.70%	90.30%	100.0%	100.0%
½"	12.7	3127.55	0	50.50%	60.20%	39.80%	90.0%	100.0%
⅜"	9.525	1623.92	0	26.20%	86.40%	13.60%	40.0%	70.0%
Nº4	4.76	750.6	0	12.10%	98.50%	1.50%	0.0%	15.0%
Nº8	2.36	0	0	0.00%	98.50%	1.50%	0.0%	5.0%
Nº16	1.18	0	0	0.00%	98.50%	1.50%	0.0%	0.0%
Nº30	0.6	0	0	0.00%	98.50%	1.50%	0.0%	0.0%
Nº50	0.3	0	0	0.00%	98.50%	1.50%	0.0%	0.0%
Nº100	0.15	0	0	0.00%	98.50%	1.50%	0.0%	0.0%
Nº200	0.075	0.84	0	0.00%	98.50%	1.50%	0.0%	0.0%
< Nº 200	Cazuela	3.02	0	0	0	0	0.0%	0.0%

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{(\sum \% \text{RET. ACUM. en los tamices } 1\frac{1}{2}" , 3\frac{1}{4}" , 3\frac{1}{8}" , N^{\circ} 4, N 8, N 16, N 30, N 50, N 100)}{100}$$

$$\text{Módulo de Fineza} = 2.79$$




Grafica 3. Examen granulométrico de la curva generado por el árido grueso de la cantera Pisac.

4.1.5.1.2 AGREGADO FINO.

El examen realizado a la granulométrico del material fino nos muestra la Tabla 37 junto con los resultados recogidos en el estudio granulométrico de laboratorio, y, para ello, tiene los tamices seleccionados para hallar el dato del módulo de fineza el cual nos dio un resultado de 3.11.

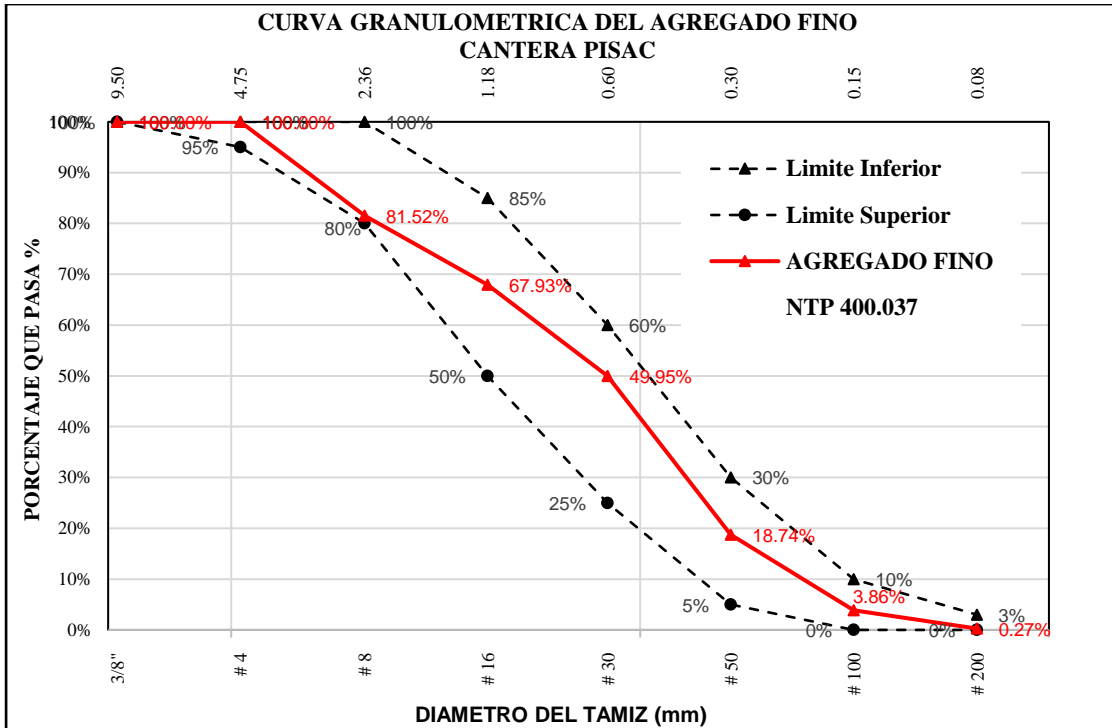
La mayor parte de la gradación en la curva granulométrica del árido fino que presenta este agregado pétreo está ubicado entre las márgenes inferior y superior e, indicado en el grafico 4. Los resultados obtenidos para su módulo de fineza de dicho agregado pétreo fueron de 3.11 de la cantera Pisac.

Tabla 37. Resultados del examen granulométrico del árido fino de la cantera Pisac.

	ALLPA LABORATORIO						Registro SR-855	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO						Form. Aprob. por:	
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO						B.C.H.C.	
							Fecha: 01/09/23	
V. Br 4.4						Muestra: 143015		
						Revisión N° 0		
						Rev. por: B.H.C.		
						Fecha: 31/10/23		
DATOS GENERALES								
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"							
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria							
DATOS ESPECÍFICOS								
DETALLE	: Hormigón							
POSICIÓN	: Cantera Pisac							
DATOS TÉCNICOS								
Peso Total Seco (gr.)	2908.1			Peso después de lavar (gr.)	2857.3			
Tamaño máximo	¾"			Tamaño máximo nominal	½"			
GRANULOMETRÍA								
Malla	Tamiz Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)		Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)	Peso retenido (gr)	
		Fina	Gruesa				Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)
3"	76.2	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
2½"	63.5	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
2"	50.8	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
1½"	38.1	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
1"	25.4	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
¾"	19.05	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
½"	12.7	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
3/8"	9.525	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
N°4	4.76	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	95.00%	100.0%
N°8	2.36	529.31	0	18.18%	18.18%	81.82%	80.00%	100.0%
N°16	1.18	389.31	0	13.29%	31.47%	68.53%	50.00%	85.0%
N°30	0.6	515.06	0	17.68%	49.15%	50.85%	25.00%	60.0%
N°50	0.3	894.22	0	30.91%	80.06%	19.94%	10.00%	30.0%
N°100	0.15	426.35	0	14.58%	94.64%	5.36%	0.00%	10.0%
N°200	0.075	102.84	0	3.29%	97.93%	2.07%	0.00%	0.0%
< N°200	Cazuela	7.66		-0.03%	97.90%	2.10%		
Pesos parciales		2864.75		Error 0.3%				

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{(\sum \% \text{RET. ACUM. en los tamices } 1\frac{1}{2}" , 3\frac{1}{4}" , 3\frac{1}{8}" , N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

$$\text{Módulo de Fineza} = 3.1$$




Gráfica 4. Examen granulométrico de la curva generado por el árido fino de la cantera Pisac.

4.1.5.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

4.1.5.2.1 AGREGADO GRUESO.

Para determinar el contenido de humedad, se recogieron muestras, tal como se indica en la tabla 38. La prueba realizada en el agregado grueso, que tiene un contenido de humedad de 0,006, se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38. Cantidad de humedad que contiene el material grueso de la cantera Pisac.


	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-854
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.
	CONTENIDO DE HUMEDAD		Fecha: 01/09/2023
			Muestra: 143014
		Revisión N° 0	
		Rev. por: B.H.C.	
		V. Br 4.4	Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Grueso		
POSICIÓN	: Cantera Pisac		
ITEM	MUESTRA		
1	Código de Recipiente		JA - 19
2	Peso del Recipiente (gr.)		706.4
3	Peso del Material Húmedo (gr.)		7210.4
4	Peso del Material Seco (gr.)		7173.35
5	Contenido de Humedad (%)		0.005

4.1.5.2.2 AGREGADO FINO.

El contenido de humedad del agregado fino se determinó tomando una muestra, como nos indica la Tabla 39.

Los datos obtenidos del ensayo realizado sobre el árido fino, cuyo porcentaje de humedad fue de 0,047, esta mencionado en la Tabla 39.

Tabla 39. Cantidad de humedad que contiene el material fino de la cantera Pisac.


 Grupo Allpa Sección Laboratorio	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-854
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	CONTENIDO DE HUMEDAD		Fecha: 01/09/2023
			Muestra: 143014
			Revisión N° 0
V. Br 4.4		Rev. por: B.H.C.	Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Fino		
POSICIÓN	: Cantera Pisac		
ITEM	MUESTRA		
1	Código de Recipiente		F - 17
2	Peso del Recipiente (gr.)		102.07
3	Peso del Material Húmedo (gr.)		1552.44
4	Peso del Material Seco (gr.)		1482.70
5	Contenido de Humedad (%)		0.047

4.1.5.3 DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO.

4.1.5.3.1 AGREGADO GRUESO.

Esta prueba determina la gravedad específica (P_{em}) del agregado pétreo grueso de la cantera Pisac, es indicado en la Tabla 40.

Tabla 40. Peso específico del material pétreo grueso de la cantera Pisac.

 Grupo Allpa Sección Laboratorio	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-856
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.
	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO		Fecha: 01/09/23
			Muestra: 143016
			Revisión N° 0
V. Br 4.4		Rev. por: B.H.C.	Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Grueso		
POSICIÓN	: Cantera Pisac		
ITEM	MUESTRA		>N°4
1	Número de picnómetro		
2	Peso del medidor de densidad más agua a temp. de ensayo (gr.)		

3	Peso del medidor de densidad más muestra más agua (gr.)		
4	Temperatura de ensayo del líquido (°C)	16.7	16.7
5	Peso de la muestra sumergida (gr.)	640.7	649.5
6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	1012.39	1036.52
7	Peso del contenedor (gr.)	56.84	57.2
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	1055.33	1076.78
9	Peso de la muestra seca (gr.)	998.49	1019.58
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	371.69	387.02
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr/cm ³)	0.9989	0.9989
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	372.10	387.45
13	Peso específico (gr/cm ³)	2.683	2.632
14	Peso específico saturado superficialmente seco (gr/cm ³)	2.721	2.675
15	Peso específico promedio armónico (gr./cm ³)	2.657	
16	Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr./cm ³)	2.698	

4.1.5.3.2 AGREGADO FINO.

Esta prueba se utilizó para medir la gravedad específica (P_{em}) del agregado fino de la cantera Pisac. Los resultados se indican en la Tabla 41.

Tabla 41. *Peso específico del material petreo fino de la cantera Pisac.*

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-855		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:		
			B.C.H.		
			Fecha: 01/09/23		
			Muestra: 143015		
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO		Revisión N° 0			
		Rev. por: B.H.C.			
		V. Br 4.4		Fecha: 31/10/23	
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Hormigón				
POSICIÓN	: Cantera Pisac				
ITEM	MUESTRA	<N°4		>N°4	
1	Número de picnómetro	2	2		
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)	689.63	689.75		
3	Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)	999.35	999.99		
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	20.5	19.3	16.8	17.00
5	Peso de la muestra inmersa (gr.)	309.72	310.24	626.5	442.80
6	Peso de la muestra repleto con superficie seca (gr.)	500.09	500.39	1019.3	716.82
7	Peso del contenedor (gr.)	55.6	59.31	55.83	56.38
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	546.74	550.86	1044.1	758.92
9	Peso de la muestra seca (gr.)	491.14	491.55	988.27	702.54
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	190.37	190.15	392.8	274.02
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.9982	0.9984	0.9989	1.00
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	190.71	190.45	393.23	274.35
13	Peso específico (gr/cm ³)	2.575	2.581	2.513	2.561
14	Peso específico saturado superficialmente seco (gr/cm ³)	2.622	2.627	2.592	2.613

15	Peso específico promedio armónico (gr/cm ³)	2.578	2.537
16	Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr/cm ³)	2.625	2.602

4.1.5.4 DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN.

4.1.5.4.1 AGREGADO GRUESO.

Para determinar mediante este ensayo la Absorción (A_{bs}) del material pétreo grueso de la cantera Pisac, es la que se consigna mediante la tabla 42.


Tabla 42. Cálculo de la absorción del material pétreo fino de la cantera Pisac.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-856
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:
	ABSORCION DEL AGREGADO		B.C.H.
			Fecha: 01/09/23
		V. Br 4.4	Muestra: 143016
			Revisión N° 0
			Rev. por: B.H.C.
			Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Grueso		
POSICIÓN	: Cantera Pisac		
ITEM	MUESTRA	>N°4	
1	Número de picnómetro		
2	Peso del medidor de densidad más agua a temp. de ensayo (gr.)		
3	Peso del medidor de densidad más muestra más liquido (gr.)		
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	16.7	16.7
5	Peso de la muestra sumergida (gr.)	640.7	649.5
6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	1012.39	1036.52
7	Peso del contenedor (gr.)	56.84	57.2
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	1055.33	1076.78
9	Peso de la muestra seca (gr.)	998.49	1019.58
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	371.69	387.02
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.9989	0.9989
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	372.10	387.45
15	Absorción de las partículas (%)	1.392	1.661
18	Absorción promedio (%)	1.53	

4.1.5.4.2 AGREGADO FINO

La tabla 43 muestra la absorción A_{bs} del material pétreo fino de la cantera Pisac determinada por esta prueba.

Tabla 43. Cálculo de la absorción del material pétreo fino de la cantera Pisac.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-855
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:
	ABSORCION DEL AGREGADO		B.C.H.
			Fecha: 01/09/23
		V. Br 4.4	Muestra: 143015
			Revisión N° 0
			Rev. por: B.H.C.
			Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES			

TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Hormigón				
POSICIÓN	: Cantera Pisac				
ITEM	MUESTRA	<N°4		>N°4	
1	Número de picnómetro	2	2		
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)	689.63	689.75		
3	Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)	999.35	999.99		
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	20.5	19.3	16.8	17.00
5	Peso de la muestra inmerso (gr.)	309.72	310.24	626.5	442.80
6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	500.09	500.39	1019.3	716.82
7	Peso del contenedor (gr.)	55.6	59.31	55.83	56.38
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	546.74	550.86	1044.1	758.92
9	Peso de la muestra seca (gr.)	491.14	491.55	988.27	702.54
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	190.37	190.15	392.8	274.02
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.9982	0.9984	0.9989	1.00
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	190.71	190.45	393.23	274.35
13	Absorción de las partículas	1.8223	1.7984	3.1398	2.0326
14	Absorción promedio	1.810		2.586	


4.1.5.5 DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO.

4.1.5.5.1 AGREGADO GRUESO.

4.1.5.5.1.1 Peso Unitario Suelto.

En esta investigación de tesis, se determinaron los pesos unitarios sueltos del material o agregado pétreo grueso de la cantera Pisac, donde se puede apreciar que el peso unitario es 1.790 gr/cm³ como se puede apreciar la tabla 44.

Tabla 44. Cálculo del peso unitario suelto del material pétreo grueso de la cantera Pisac.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-856
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:
			B.C.H.
			Fecha: 01/09/2023
PESO UNITARIO SUELTO			Muestra: 143016
			Revisión N° 0
			Rev. por: B.H.C.
		V. Br 4.4	Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado grueso		
POSICIÓN	: Cantera Pisac		
ITEM	MUESTRA		
1	Código de molde	1c	
2	Diámetro de molde (cm)	15.27	

3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	6805.67			
Peso unitario suelto					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12631.10	5822.13	5843.43	5785.13
2	Peso de la muestra (gr.)	5825.43	5822.13	5843.43	5785.13
3	Densidad (gr/cm ³)	1.792	1.791	1.797	1.779
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.790			
5	Rango* (gr/cm ³)	0.018			

4.1.5.5.1.2 Peso Unitario Compactado.

En esta investigación de tesis, se determinaron los pesos unitarios compactados del material o agregado pétreo grueso de la cantera Pisac, donde se puede apreciar que el peso unitario es 1.888 gr/cm³ como se puede apreciar la tabla 45.

Tabla 45. Cálculo del peso unitario compactado del material pétreo grueso de la cantera Pisac.

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-856
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por: B.C.H.
	PESO UNITARIO COMPACTADO				Fecha: 01/09/2023
					Muestra: 143016
	V. Br 4.4				Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Grueso				
POSICIÓN	: Cantera Pisac				
ITEM	MUESTRA				
1	Código de molde				1c
2	Diámetro de molde (cm)				15.27
3	Altura de molde (cm)				17.76
4	Volumen del Molde (cm ³)				3251.17
5	Peso de molde (gr.)				6805.67
Peso unitario compactado					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12940.20	12942.80	12920.30	12970.80
2	Peso de la muestra (gr.)	6134.53	6137.13	6114.63	6165.13
3	Densidad (gr/cm ³)	1.887	1.888	1.881	1.896
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.888			
5	Rango* (gr/cm ³)	0.016			

4.1.5.5.2 AGREGADO FINO.

4.1.5.5.2.1 Peso Unitario Suelto.

En esta Tabla 46 se muestran los datos recolectados, los cuales fueron utilizados para construir esta prueba de investigación de agregado fino y, como resultado, establecer el peso unitario

suelto del material pétreo fino de la cantera Pisac. El desarrollo de la prueba indica que el peso unitario suelto del material pétreo fino es de 1.603 gr/cm³.


Tabla 46. *Peso unitario suelto del material pétreo fino de la cantera Pisac.*

	ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Registro SR-855	
					Form. Aprob. por:	
	B.C.H.		Fecha: 01/09/2023			
	PESO UNITARIO SUELTO				Muestra: 143015	
					Revisión N° 0	
V. Br 4.4				Rev. por: B.H.C.		
Fecha: 31/10/2023						
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria					
DATOS ESPECÍFICOS						
DETALLE	: Hormigón					
POSICIÓN	: Cantera Pisac					
ITEM	MUESTRA				Global	
1	Código de molde				1c	
2	Diámetro de molde (cm)				15.27	
3	Altura de molde (cm)				17.76	
4	Volumen del Molde (cm ³)				3251.17	
5	Peso de molde (gr.)				8267.6	
Peso unitario suelto						
1	Peso del molde + muestra (gr.)	13481.7	13485.7	13494.8	13457.7	
2	Peso de la muestra (gr.)	5214.1	5218.1	5227.2	5190.1	
3	Densidad (gr/cm ³)	1.604	1.605	1.608	1.596	
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.603				
5	Rango* (gr/cm ³)	0.011				

4.1.5.5.2.2 Peso Unitario Compactado.

En esta investigación de tesis, se determinaron los pesos unitarios compactados del material o agregado pétreo fino de la cantera Pisac, donde se puede apreciar que el peso unitario es 1.728 gr/cm³ como se puede apreciar la tabla 47.

Tabla 47. *Cálculo del Peso unitario compactado del material pétreo fino de la cantera Pisac.*

	ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Registro SR-855	
					Form. Aprob. por:	
	B.C.H.		Fecha: 01/09/2023			
	PESO UNITARIO COMPACTADO				Muestra: 143015	
					Revisión N° 0	
V. Br 4.4				Rev. por: B.H.C.		
Fecha: 31/10/2023						
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria					
DATOS ESPECÍFICOS						
DETALLE	: Hormigón					
POSICIÓN	: Cantera Pisac					

ITEM	MUESTRA	Global			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	8267.6			
Peso unitario compactado					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	13867.4	13908.4	13880.9	13881.8
2	Peso de la muestra (gr.)	5599.8	5640.8	5613.3	5614.2
3	Densidad (gr/cm ³)	1.722	1.735	1.727	1.727
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.728			
5	Rango* (gr/cm ³)	0.013			

Nota: gr/cm³ gramos por centímetro cubico, % porcentaje.

4.1.5.6 DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE VACÍOS.


Para desarrollar el ensayo de porcentajes de vacíos que contienen los agregados provenientes de las tres canteras como son Huambutio, Pisac y Zurite en la ciudad del Cusco.

Los cuales se dividieron por grupos de agregado grueso suelto y agregado grueso compactado, así como también para el agregado fino en agregado fino suelto y agregado fino compactado.

4.1.5.6.1 PORCENTAJE DE VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO SUELTO.

Para el desarrollo de este ensayo y calcular la cantidad porcentual de vacíos de tal forma se desarrolla en la tabla 48 del presente informe de tesis.

Tabla 48. Desarrollo de la cantidad porcentual de vacíos del material pétreo grueso suelto de la cantera Pisac.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-856		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:		
			B.C.H.		
			Fecha: 01/09/2023		
			Muestra: 143016		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%) SUELTO		Revisión N° 0			
		Rev. por: B.H.C.			
		Fecha: 31/10/2023			
		V. Br 4.4			
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado grueso				
POSICIÓN	: Cantera Pisac				
ITEM	MUESTRA	GLOBAL			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	6805.67			
Peso unitario suelto					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12631.10	5822.13	5843.43	5785.13
2	Peso de la muestra (gr.)	5825.43	5822.13	5843.43	5785.13

3	Densidad (gr/cm ³)	1.792	1.791	1.797	1.779
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.790			
5	Densidad del agua a temp. de prueba (gr./cm ³)	0.998			
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.657			
7	(%) De Vacíos	32.50			


4.1.5.6.2 PORCENTAJE DE VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO.

Tabla 49. Desarrollo de la cantidad porcentual de vacíos del árido grueso compactado de la cantera Pisac.

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-856
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por: B.C.H.
	PORCENTAJE DE VACÍOS (%) COMPACTADO				Fecha: 01/09/2023
					Muestra: 143016
					Revisión N° 0
V. Br 4.4				Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023	
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Grueso				
POSICIÓN	: Cantera Pisac				
ITEM	MUESTRA	GLOBAL			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	6805.67			
Peso unitario compactado					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12940.20	12942.80	12920.30	12970.80
2	Peso de la muestra (gr.)	6134.53	6137.13	6114.63	6165.13
3	Densidad (gr/cm ³)	1.887	1.888	1.881	1.896
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.888			
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998			
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.657			
7	(%) De Vacíos	28.80			

4.1.5.6.3 PORCENTAJE DE VACÍOS DEL AGREGADO FINO SUELTO.

Tabla 50. Calculo porcentual de vacíos del material pétreo fino suelto de la cantera Pisac.


	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-855
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por: B.C.H.
	PORCENTAJE DE VACÍOS (%) SUELTO				Fecha: 01/09/2023
					Muestra: 143015
					Revisión N° 0
V. Br 4.4				Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023	
DATOS GENERALES					

TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Hormigón				
POSICIÓN	: Cantera Pisac				
ITEM	MUESTRA	Global			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	8267.6			
Peso unitario suelto					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	5214.1	5218.1	5227.2	5190.1
2	Peso de la muestra (gr.)	5214.1	5218.1	5227.2	5190.1
3	Densidad (gr/cm ³)	1.604	1.605	1.608	1.596
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.603			
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998			
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.558			
7	(%) De Vacíos	37.20			

4.1.5.6.4 PORCENTAJE DE VACÍOS AGREGADO FINO COMPACTADO.

La tabla 51 nos indica el desarrollo de los cálculos realizados al agregado fino compactado, en lo cual nos da como resultado el porcentaje vacíos de 32.32.

Tabla 51. *Calculo porcentual de vacíos del material pétreo fino compactado de la cantera Pisac.*

 Grupo Allpa Sección Laboratorio	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-855
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:
	PORCENTAJE DE VACIOS (%) COMPACTADO				B.C.H.
					Fecha: 01/09/2023
V. Br 4.4				Muestra: 143015	
				Revisión N° 0	
				Rev. por: B.H.C.	
				Fecha: 31/10/2023	
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Hormigón				
POSICIÓN	: Cantera Pisac				
ITEM	MUESTRA	Global			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	8267.6			
Peso unitario compactado					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	13867.4	13908.4	13880.9	13881.8

2	Peso de la muestra (gr.)	5599.8	5640.8	5613.3	5614.2
3	Densidad (gr/cm ³)	1.722	1.735	1.727	1.727
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.728			
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998			
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.558			
7	(%) De Vacíos	32.32			

4.1.5.7 RESUMEN DE RESULTADOS.

La tabla 52 nos indica el resumen de la totalidad de ensayos hechos a los agregados o muestras que se extrajeron de la cantera Pisac.

Tabla 52. Resumen de los resultados obtenidos de la cantera Pisac.

CANTERA PISAC				
ITEM	AGREGADO	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
1	Grueso	Análisis Granulométrico (MF)		5.990
		Contenido de Humedad	gr/cm ³	0.005
		Peso Especifico	gr/cm ³	2.657
		Absorción	%	1.530
		Peso Unitario Suelto	gr/cm ³	1.790
		Porcentaje de Vacíos (Suelto)	%	32.50
		Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1.888
		Porcentaje de Vacíos (Compactado)	%	28.80
		Abrasión de Los Ángeles	%	20.150
2	Fino	Análisis Granulométrico (MF)		2.790
		Contenido de Humedad	gr/cm ³	0.047
		Peso Especifico	gr/cm ³	2.537
		Absorción	%	1.810
		Peso Unitario Suelto	gr/cm ³	1.603
		Porcentaje de Vacíos (Suelto)	%	37.20
		Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1.728
		Porcentaje de Vacíos (Compactado)	%	32.32

Nota: gr/cm³ gramos por centímetro cubico, % porcentaje.

4.1.6 CANTERA ZURITE.

4.1.6.1 DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

Para determinar el análisis de la granulometría de los materiales grueso, así como fino, que presenta la cantera de Zurite.


Se realiza el ensayo, análisis granulométrico de dicha cantera, así mismo se también se halló el módulo de fineza.

4.1.6.1.1 AGREGADO GRUESO.

La tabla 52 nos indica el desarrollo de su análisis granulométrico del material grueso de la cantera Zurite, mediante esta prueba también se pudo determinar su módulo de fineza del agregado grueso lo cual nos dio como resultado 4.57.

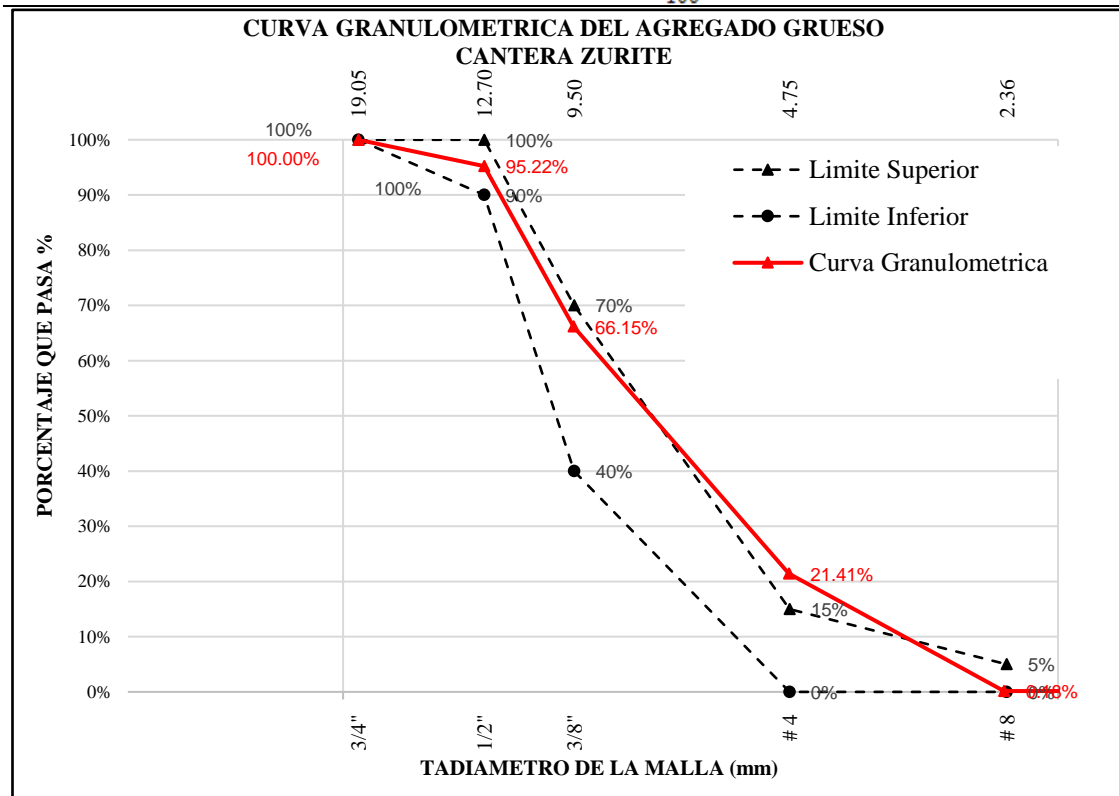
La curva granulométrica generado por dicho agregado está dentro del límite de la sucesión, mostrado por la gráfica 5.

Tabla 52. Resultados del examen granulométrico del árido grueso de la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECAÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Registro SR-851			
					Form. Aprob. por:			
	ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS POR TAMIZADO				B.C.H.			
					Fecha: 01/09/23			
					Muestra: 143011			
				Revisión N° 0				
				Rev. por: B.H.C.				
				Fecha: 31/10/23				
DATOS GENERALES								
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"							
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria							
DATOS ESPECÍFICOS								
DETALLE	: Agregado Grueso							
POSICIÓN	: Cantera Zurite							
DATOS TÉCNICOS								
Peso Total Seco (gr.)	6816.6		Peso después de lavar (gr.)	6782.7				
Máximo Tamaño	3/4"		Tamaño máximo nominal	1/2"				
GRANULOMETRÍA								
Tamiz		Peso retenido (gr)		Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)	Peso retenido (gr)	
Malla	Tamaño (mm)	Fracción más					Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)
		 fina	 gruesa					
3"	76.20	0.00	0.00	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2½"	63.50	0.00	0.00	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2"	50.80	0.00	0.00	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
1½"	38.10	0.00	0.00	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
1"	25.40	0.00	0.00	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%
3/4"	19.05	324.60	0.00	4.8%	4.8%	95.2%	100.0%	100.0%
1/2"	12.70	1971.51	0.00	28.9%	33.7%	66.3%	90.0%	100.0%
3/8"	9.53	1440.78	0.00	21.1%	54.8%	45.2%	40.0%	70.0%
N°4	4.76	3035.28	0.00	44.5%	99.3%	0.7%	0.0%	15.0%
N°8	2.36	1.05	0.00	0.0%	99.3%	0.7%	0.0%	5.0%
N°16	1.18	0.00	0.00	0.0%	99.3%	0.7%	0.0%	0.0%
N°30	0.60	0.00	0.00	0.0%	99.3%	0.7%	0.0%	0.0%
N°50	0.30	0.00	0.00	0.0%	99.3%	0.7%	0.0%	0.0%
N°100	0.15	0.00	0.00	0.0%	99.3%	0.7%	0.0%	0.0%
N°200	0.08	2.06	0.00	0.0%	99.3%	0.7%	0.0%	0.0%
< N°200	Cazuela	8.84	0.00	0.0%	99.3%	0.7%	0.0%	0.0%
Pesos parciales		6784.12						

$$M_f = \frac{4.8\% + 54.8\% + 99.3\% + 99.3\% + 99.3\% + 99.3\% + 99.3\%}{100.0\%} = 4.57$$

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{(\sum \% \text{RET. ACUM. en los tamices } 1\frac{1}{2}" , 3/4" , 3/8" , N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$




Grafica 5. Examen granulométrico de la curva generado por el árido grueso de la cantera Zurite.

4.1.6.1.2 AGREGADO FINO.

La tabla 53 nos indica la realización del análisis granulométrico realizada al material fino de la cantera Zurite, con este análisis realizado a la granulometría se halló el módulo de finura lo cual nos dio como resultado 2.49.

La curva granulométrica está dentro del límite de gradación, presentado en el gráfico 6.

Tabla 53. Resultados del examen granulométrico del árido fino de la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-934
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO POR TAMIZADO		B.C.H.
			Fecha: 01/09/23
			Muestra: 143012
V. Br 4.4		Revisión N° 0	
		Rev. por: B.H.C.	Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado fino		
POSICIÓN	: Cantera Zurite		
DATOS TÉCNICOS			
Peso Total Seco (gr.)	1249.1	Peso después de lavar (gr.)	1231.95
Tamaño máximo	3/4"	Tamaño máximo nominal	1/2"

Tamiz		Peso retenido (gr)		Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)	Peso retenido (gr)	
Malla	Tamaño (mm)	Fracción más					Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)
		fina	gruesa					
3"	76.20	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
2½"	63.50	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
2"	50.80	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
1½"	38.10	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
1"	25.40	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
¾"	19.05	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
½"	12.70	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
⅜"	9.53	0	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.0%	100.0%
Nº4	4.76	1.00	0	0.10%	0.10%	99.90%	95.0%	100.0%
Nº8	2.36	170.44	0	16.50%	16.56%	83.44%	80.0%	100.0%
Nº16	1.18	321.16	0	31.00%	47.58%	52.42%	50.0%	85.00%
Nº30	0.60	227.41	0	22.00%	69.65%	30.45%	25.0%	60.00%
Nº50	0.30	164.37	0	15.90%	85.43%	14.57%	5.00%	30.00%
Nº100	0.15	110.51	0	10.70%	96.10%	3.90%	0.00%	10.00%
Nº200	0.08	37.16	0	3.60%	99.69%	0.31%	0.00%	0.00%
<Nº200	Cazuela	3.21	0					
Pesos parciales		1235.23						

$$\text{Módulo de Fineza} = \frac{(\sum \% \text{ RET. ACUM. en los tamices } 1\ 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100))}{100}$$

Módulo de Fineza = 2.49

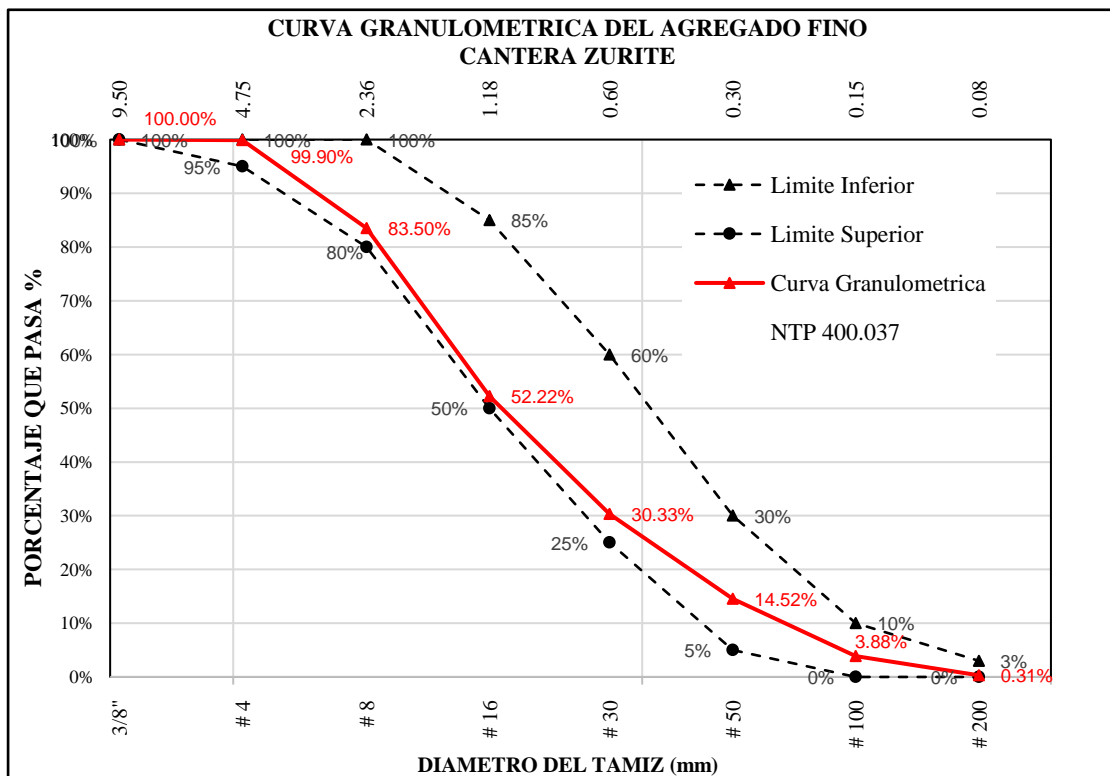


Gráfico 6. Examen granulométrico de la curva generado por el árido fino de la cantera Zurite.


4.1.6.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.

4.1.6.2.1 AGREGADO GRUESO.

Se determina mediante este ensayo la cantidad de contenido de humedad, se hizo la toma de muestra representativa de los agregados provenientes de cantera Zurite, como se puede ver en la tabla 54.

La tabla 54, desarrollamos los cálculos del agregado grueso, cuyo porcentaje es 0.0064 de la cantera Zurite.

Tabla 54. Cálculo de la cantidad de humedad que contiene el material pétreo grueso de la cantera Zurite.


	ALLPA LABORATORIO <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</small>		Registro SR-854 Form. Aprob. por: B.C.H. Fecha: 01/09/2023
	CONTENIDO DE HUMEDAD		Muestra: 143014 Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Grueso		
POSICIÓN	: Cantera Zurite		
ITEM	MUESTRA		
1	Código de Recipiente		JA - 19
2	Peso del Recipiente (gr.)		706.4
3	Peso del Árido Húmedo (gr.)		8314.5
4	Peso del Árido Seco (gr.)		8261.7
5	Contenido de Humedad (%)		0.0064

4.1.6.2.2 AGREGADO FINO

Se tomaron muestras, como se indica en la tabla 55, de esta manera determinamos la cantidad de humedad que contiene el material pétreo fino.

La tabla 55 es donde se desarrolla el cálculo de la cantidad de humedad que contine el material fino, cuyo valor expresado en porcentaje fue calculado 0.016.

Tabla 55. Cálculo de la cantidad de humedad que contiene el material pétreo fino de la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO <small>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO</small>		Registro SR-854 Form. Aprob. por: B.C.H. Fecha: 01/09/2023
	CONTENIDO DE HUMEDAD		Muestra: 143014 Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Fino		
POSICIÓN	: Cantera Zurite		
ITEM	MUESTRA		

1	Código de Recipiente	F - 17
2	Peso del Recipiente (gr.)	102.07
3	Peso del Árido Húmedo (gr.)	1413.66
4	Peso del Árido Seco (gr.)	1391.86
5	Contenido de Humedad (%)	0.016

4.1.6.3 DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO.

4.1.6.3.1 AGREGADO GRUESO.

Para resolver mediante este ensayo el peso específico (P_{em}) del material pétreo grueso de la cantera Zurite, como esta consignado mediante la tabla 56.

Tabla 56. Cálculo del peso específico del material pétreo grueso de la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-851	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:	
			B.C.H.	
			Fecha: 01/09/23	
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO				Muestra: 143011
				Revisión N° 0
				Rev. por: B.H.C.
		V. Br 4.4		Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES				
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"			
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria			
DATOS ESPECÍFICOS				
DETALLE	: Agregado grueso			
POSICIÓN	: Cantera Zurite			
ITEM	MUESTRA	>N°4		
1	Número de picnómetro			
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)			
3	Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)			
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	16.9	16.9	
5	Peso de la muestra inmerso (gr)	468.7	457.7	
6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)	737.72	726.55	
7	Peso del contenedor (gr)	56.52	56.39	
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr)	781.63	771.35	
9	Peso de la muestra seca (gr)	725.11	714.96	
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr)	269.02	268.85	
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr/cm ³)	0.9988	0.9988	
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	269.34	269.17	
13	Peso específico (gr/cm ³)	2.692	2.656	
14	Peso específico saturado superficialmente seco (gr/cm ³)	2.739	2.699	
15	Peso específico promedio armónico (gr/cm ³)	2.674		
16	Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr/cm ³)	2.719		

4.1.6.3.2 AGREGADO FINO.

En la determinación mediante este ensayo de su peso específico (P_{em}) del material pétreo fino de la cantera Zurite, así se consigna la tabla 57.

El valor obtenido es de 2.601 gr/cm³.

Tabla 57. Cálculo del peso específico del material pétreo fino de la cantera Zurite.


	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-934
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.
	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO		Fecha: 01/09/23
			Muestra: 143012
		V. Br 4.4	Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Fino		
POSICIÓN	: Cantera Zurite		
ITEM	MUESTRA	<N°4	
1	Número de picnómetro	2	
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)	689.39	
3	Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)	1002.87	
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	22.60	
5	Peso de la muestra sumergida (gr.)	313.48	
6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	500.78	
7	Peso del contenedor (gr.)	77.46	
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	565.76	
9	Peso de la muestra seca (gr.)	488.30	
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	187.30	
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998	
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	187.73	
13	Peso específico (gr/cm ³)	2.601	
14	Peso específico saturado superficialmente seco (gr./cm ³)	2.668	
15	Peso específico promedio armónico (gr/cm ³)	2.601	
16	Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr/cm ³)	2.668	

4.1.6.4 DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN.

4.1.6.4.1 AGREGADO GRUESO.

Para determinar por medio de este ensayo la Absorción (A_{bs}) del material pétreo grueso de la cantera Zurite, el cálculo podemos ver en la tabla 58.

Tabla 58. Cálculo de la absorción del material pétreo grueso de la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-851
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.
	ABSORCIÓN DEL AGREGADO		Fecha: 01/09/2023
			Muestra: 143011
		V. Br 4.4	Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		

DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Grueso		
POSICIÓN	: Cantera Zurite		
ITEM	MUESTRA	>N°4	
1	Número de picnómetro		
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)		
3	Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)		
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	16.90	16.90
5	Peso de la muestra inmersa (gr.)	468.70	457.70
6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	737.72	726.55
7	Peso del contenedor (gr.)	56.52	56.39
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	781.63	771.35
9	Peso de la muestra seca (gr.)	725.11	714.96
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	269.02	268.85
11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.9988	0.9988
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	269.34	269.17
13	Absorción de las partículas (%)	1.74	1.62
14	Absorción promedio (%)	1.68	

4.1.6.4.2 AGREGADO FINO.

Para determinar por medio de este ensayo la Absorción (A_{bs}) del material pétreo fino de la cantera Zurite, se desarrolló este cálculo y está demostrado o consignado en la tabla 59.

Tabla 59. Cálculo de la absorción del material pétreo fino de la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-934
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:
			B.C.H.
			Fecha: 01/09/23
			Muestra: 143012
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO			Revisión N° 0
			Rev. por: B.H.C.
			V. Br 4.4 Fecha: 31/10/23
DATOS GENERALES			
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"		
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria		
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado Fino		
POSICIÓN	: Cantera Zurite		
ITEM	MUESTRA	<N°4	
1	Número de picnómetro	2	
2	Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)	689.39	
3	Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)	1002.87	
4	Temperatura de ensayo del agua (°C)	22.60	
5	Peso de la muestra sumergida (gr.)	313.48	
6	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	500.78	
7	Peso del contenedor (gr.)	77.46	
8	Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	565.76	
9	Peso de la muestra seca (gr.)	488.30	
10	Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	187.30	

11	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	1.00
12	Volumen del agua desplazada por partículas (cm ³)	187.73
13	Absorción de las partículas (%)	2.56
14	Absorción promedio (%)	2.56

4.1.6.5 DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO.

4.1.6.5.1 AGREGADO GRUESO.

4.1.6.5.1.1 Peso Unitario Suelto.

Esta prueba dio como resultado el peso unitario suelto del material grueso de la cantera Zurite, que se utilizó para formular y calcular el peso unitario, que se muestra en la Tabla 60.


Tabla 60. Cálculo del peso unitario suelto del material pétreo grueso de la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-851	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:	
	PESO UNITARIO SUELTO				B.C.H.C.	
					Fecha: 01/09/2023	
V. Br 4.4				Fecha: 31/10/2023		
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria					
DATOS ESPECÍFICOS						
DETALLE	: Agregado Grueso					
POSICIÓN	: Cantera Zurite					
ITEM	MUESTRA				GLOBAL	
1	Código de molde				1c	
2	Diámetro de molde (cm)				15.27	
3	Altura de molde (cm)				17.76	
4	Volumen del Molde (cm ³)				3251.17	
5	Peso de molde (gr.)				7170.27	
PESO UNITARIO SUELTO						
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12546.9	12508.4	12548.4	12530.9	
2	Peso de la muestra (gr.)	5376.63	5338.13	5378.13	5360.63	
3	Densidad (gr/cm ³)	1.654	1.642	1.654	1.649	
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.65				
5	Rango* (gr/cm ³)	0.012				

4.1.6.5.1.2 Peso unitario compactado.

Se determinaron por medio de este ensayo los pesos unitarios compactados del material pétreo grueso de la cantera Zurite, se desarrolló y cálculo de dicho ensayo está por la tabla 61.

Tabla 61. Cálculo del peso unitario compactado del material pétreo grueso la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-851	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:	
	PESO UNITARIO COMPACTADO				B.C.H.C.	
					Fecha: 01/09/2023	
V. Br 4.4				Fecha: 31/10/2023		


DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Grueso				
POSICIÓN	: Cantera Zurite				
ITEM	MUESTRA				Global
1	Código de molde				1c
2	Diámetro de molde (cm)				15.27
3	Altura de molde (cm)				17.76
4	Volumen del Molde (cm ³)				3251.17
5	Peso de molde (gr.)				7170.27
PESO UNITARIO COMPACTADO					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12970	13018.2	12960.3	12993.6
2	Peso de la muestra (gr.)	5799.73	5847.93	5790.03	5823.33
3	Densidad (gr/cm ³)	1.784	1.799	1.781	1.791
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.789			
5	Rango* (gr/cm ³)	0.018			

4.1.6.5.2 AGREGADO FINO.

4.1.6.5.2.1 Peso unitario suelto.

El peso unitario suelto del material fino de la cantera Zurite se determina mediante esta prueba y se muestra en la tabla 62 a efectos de esta investigación.

Tabla 62. Cálculo del peso unitario suelto del material pétreo fino de la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-934	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:	
	ENSAYO DEL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO				B.C.H.	
					Fecha: 01/09/2023	
V. Br 4.4				Muestra: 143012		
				Revisión N° 0		
				Rev. por: B.H.C.		
				Fecha: 31/10/2023		
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria					
DATOS ESPECÍFICOS						
DETALLE	: Agregado Fino					
POSICIÓN	: Cantera Zurite					
ITEM	MUESTRA				Global	
1	Código de molde				1c	
2	Diámetro de molde (cm)				15.27	
3	Altura de molde (cm)				17.76	
4	Volumen del Molde (cm ³)				3251.17	
5	Peso de molde (gr.)				8268.2	
Peso unitario suelto						
1	Peso del molde + muestra (gr.)	13229.4	13274.1	13265.4	13232.8	

2	Peso de la muestra (gr.)	4961.2	5005.9	4997.2	4964.6
3	Densidad (gr/cm ³)	1.526	1.540	1.537	1.527
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.532			
5	Rango* (gr/cm ³)	0.014			

4.1.6.5.2.2 Peso unitario compactado.

De este ensayo se obtuvieron los pesos unitarios compactados del material pétreo fino de la cantera de Zurite, que se muestran en la Tabla 63 siguiente.

Tabla 63. Cálculo del peso unitario compactado del material pétreo grueso la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Registro SR-934			
			Form. Aprob. por:			
	ENSAYO DEL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO			B.C.H.		
				Fecha: 01/09/2023		
V. Br 4.4			Muestra: 143012			
			Revisión N° 0			
			Rev. por: B.H.C.			
			Fecha: 31/10/2023			
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria					
DATOS ESPECÍFICOS						
DETALLE	: Agregado Fino					
POSICIÓN	: Cantera Zurite					
ITEM	MUESTRA			GLOBAL		
1	Código de molde			1c		
2	Diámetro de molde (cm)			15.27		
3	Altura de molde (cm)			17.76		
4	Volumen del Molde (cm ³)			3251.17		
5	Peso de molde (gr.)			8268.2		
PESO UNITARIO COMPACTADO						
1	Peso del molde + muestra (gr.)	13516.9	13527.7	13576.2	13596.9	
2	Peso de la muestra (gr.)	5248.7	5259.5	5308	5328.7	
3	Densidad (gr/cm ³)	1.614	1.618	1.633	1.639	
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.626				
5	Rango* (gr/cm ³)	0.025				

4.1.6.6 DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE DE VACÍOS (%).


Para desarrollar el ensayo de porcentajes de vacíos de los materiales o agregados, provenientes de las tres canteras como son Huambutio, Pisac y Zurite en la ciudad del Cusco, se desarrolla de la siguiente forma.

4.1.6.6.1 PORCENTAJE DE VACIOS AGREGADO GRUESO SUELTO.

Para determinar mediante este ensayo del porcentaje de vacíos que tiene el material o agregado grueso, que provienen de la cantera Zurite, se desarrolla en la tabla 64 del presente informe de investigación de tesis.

Los cálculos y desarrollo del porcentaje que tiene el agregado grueso están plasmado por la tabla 64.


Tabla 64. *Cálculo de porcentaje de vacíos del material pétreo grueso suelto de la cantera Zurite.*

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-851	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:	
					B.C.H.	
					Fecha: 01/09/2023	
PESO UNITARIO SUELTO				Muestra: 143011		
				Revisión N° 0		
				Rev. por: B.H.C.		
				Fecha: 31/10/2023		
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria					
DATOS ESPECÍFICOS						
DETALLE	: Agregado Grueso					
POSICIÓN	: Cantera Zurite					
ITEM	MUESTRA			GLOBAL		
1	Código de molde			1c		
2	Diámetro de molde (cm)			15.27		
3	Altura de molde (cm)			17.76		
4	Volumen del Molde (cm ³)			3251.17		
5	Peso de molde (gr.)			7170.27		
PESO UNITARIO SUELTO						
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12546.9	12508.4	12548.4	12530.9	
2	Peso de la muestra (gr.)	5376.63	5338.13	5378.13	5360.63	
3	Densidad (gr/cm ³)	1.654	1.642	1.654	1.649	
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.65				
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998				
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.674				
7	(%) De Vacíos	38.18				

4.1.6.6.2 PORCENTAJE DE VACÍOS AGREGADO GRUESO COMPACTADO.

La tabla 65 de esta memoria de tesis desarrolla el ensayo de investigación actual del contenido de vacíos en el material pétreo grueso compactado de la cantera Zurite.

Tabla 65. *Cálculo porcentual de vacíos del material pétreo grueso compactado de la cantera Zurite.*

	ALLPA LABORATORIO				Registro SR-851	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO				Form. Aprob. por:	
					B.C.H.	
					Fecha: 01/09/2023	
PORCENTAJE DE VACIOS (%) COMPACTADO				Muestra: 143011		
				Revisión N° 0		
				Rev. por: B.H.C.		
				Fecha: 31/10/2023		
DATOS GENERALES						
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"					
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria					
DATOS ESPECÍFICOS						


DETALLE	: Agregado Grueso				
POSICIÓN	: Cantera Zurite				
ITEM	MUESTRA	Global			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	7170.27			
Peso unitario compactado					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	12970	13018.2	12960.3	12993.6
2	Peso de la muestra (gr.)	5799.73	5847.93	5790.03	5823.33
3	Densidad (gr/cm ³)	1.784	1.799	1.781	1.791
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.789			
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998			
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.674			
7	(%) De Vacíos	32.97			

4.1.6.6.3 PORCENTAJE DE VACÍOS AGREGADO FINO SUELTO.

Para determinar mediante este ensayo de porcentaje de vacíos que tiene el material o agregado de la cantera Zurite, se desarrolla en la tabla 66 del presente informe de tesis.

El desarrollo y análisis del porcentaje de vacíos hallado es 40.96%.

Tabla 66. Cálculo porcentual de vacíos del material pétreo fino suelto de la cantera Zurite.

 <p>Grupo Allpa Sección Laboratorio</p>	ALLPA LABORATORIO			Registro SR-934	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO			Form. Aprob. por:	
	ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO			B.C.H.	
				Fecha: 01/09/2023	
V. Br 4.4			Muestra: 143012		
			Revisión N° 0		
			Rev. por: B.H.C.		
			Fecha: 31/10/2023		
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Fino				
POSICIÓN	: Cantera Zurite				
ITEM	MUESTRA	Global			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	8268.2			
Peso unitario suelto					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	4961.2	5005.9	4997.2	4964.6
2	Peso de la muestra (gr.)	4961.2	5005.9	4997.2	4964.6
3	Densidad (gr/cm ³)	1.526	1.540	1.537	1.527
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.532			

5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.601
7	(%) De Vacíos	40.96

4.1.6.6.4 PORCENTAJE DE VACIOS AGREGADO FINO COMPACTADO.

El desarrollo de este ensayo del porcentaje de vacíos del material pétreo fino compactado está indicada por la tabla 67.

Tabla 67. Cálculo porcentual de vacíos del material pétreo fino compactado de la cantera Zurite.

	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-934		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por:		
	PORCENTAJE DE VACIOS (%) COMPACTADO		B.C.H.		
			Fecha: 01/09/2023		
V. Br 4.4		Muestra: 143012		Revisión N° 0	
				Rev. por: B.H.C.	
				Fecha: 31/10/2023	
DATOS GENERALES					
TESIS	:"Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023"				
SOLICITA	: Bach. Jaime Jose Chipana Soria				
DATOS ESPECÍFICOS					
DETALLE	: Agregado Fino				
POSICIÓN	: Cantera Zurite				
ITEM	MUESTRA	GLOBAL			
1	Código de molde	1c			
2	Diámetro de molde (cm)	15.27			
3	Altura de molde (cm)	17.76			
4	Volumen del Molde (cm ³)	3251.17			
5	Peso de molde (gr.)	8268.2			
Peso unitario compactado					
1	Peso del molde + muestra (gr.)	13516.9	13527.7	13576.2	13596.9
2	Peso de la muestra (gr.)	5248.7	5259.5	5308	5328.7
3	Densidad (gr/cm ³)	1.614	1.618	1.633	1.639
4	Densidad promedio (gr/cm ³)	1.626			
5	Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm ³)	0.998			
6	Peso específico (gr./cm ³)	2.601			
7	(%) De Vacíos	37.36			

4.1.6.7 RESUMEN DE RESULTADOS.

Tabla 68. Resumen de resultados de la cantera Zurite.

CANTERA ZURITE				
ITEM	AGREGADO	ENSAYO	UNIDAD	RESULTADOS
1	Grueso	Análisis Granulométrico (MF)		4.570
		Contenido de Humedad	gr/cm ³	0.006
		Peso Especifico	gr/cm ³	2.674
		Absorción	%	1.680
		Peso Unitario Suelto	gr/cm ³	1.650
		Porcentaje de Vacíos (Suelto)	%	38.18

		Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1.789
		Porcentaje de Vacíos (Compactado)	%	32.97
		Abrasión de Los Ángeles	%	20.830
2	Fino	Análisis Granulométrico (MF)		2.490
		Contenido de Humedad	gr/cm ³	0.016
		Peso Específico	gr/cm ³	2.601
		Absorción	%	2.560
		Peso Unitario Suelto	gr/cm ³	1.532
		Porcentaje de Vacíos (Suelto)	%	40.96
		Peso Unitario Compactado	gr/cm ³	1.626
		Porcentaje de Vacíos (Compactado)	%	37.36

4.1.7 PRUEBA DE ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES.

4.1.7.1 CANTERA HUAMBUTIO.

La tabla 69. nos muestra que la investigación de abrasión de Los Ángeles mide la proporción de desgaste que se atribuye al material grueso para un tamaño nominal máximo del material pétreo de 1/2", en otras palabras, el daño causado por el desgaste e impacto de la muestra de agregado. Y que nos otorga también advertencia, identificativa del material como el tipo, la fuente, y tamaño máximo nominal; gradación, usada para este estudio.

Tabla 69. Resultados de las pruebas de desgaste por abrasión de los áridos en equipo de Los Ángeles.

CANTERA HUAMBUTIO				
Agregado	Grueso	Fecha	20/11/2023	
Tamaño Nominal	1/2"			
DESCRIPCIÓN			UNIDAD	TIPO
Gradación de la Muestra			-	B
Pasante Ø 3/4" y Retenido en Ø 1/2"			gr	2500.40
Pasante Ø 1/2" y Retenido en Ø 3/8"			gr	2500.70
Total, Para El Ensayo			gr	5001.10
Retenido en la malla N° 12			gr	3756.00
% de Desgaste			%	24.90

4.1.7.2 CANTERA PISAC.

La tabla 70, nos muestra que la investigación de abrasión de Los Ángeles mide la proporción de desgaste que se atribuye al material grueso para el tamaño nominal máximo del material pétreo de 1/2", en otras palabras, el daño causado por el desgaste e impacto de la muestra de agregado. Y que nos otorga también advertencia, identificativa del material como el tipo, la fuente, y tamaño máximo nominal; gradación, usada para este estudio.

Tabla 70. Resultados de las pruebas de desgaste por abrasión de los áridos en equipo de Los Ángeles.

CANTERA PISAC				
Agregado	Grueso	Fecha:	20/11/2023	
Tamaño Nominal	1/2"			
DESCRIPCIÓN			UNIDAD	TIPO
Gradación de la Muestra			-	B

Pasante Ø 3/4" y Retenido en Ø 1/2"	gr	2500.00
Pasante Ø 1/2" y Retenido en Ø 3/8"	gr	2500.50
Total, Para El Ensayo	gr	5000.50
Retenido en la malla N° 12	gr	3993.00
% de Desgaste	%	20.15

4.1.7.3 CANTERA ZURITE.

La tabla 71, nos muestra que la investigación de abrasión de Los Ángeles mide la proporción de desgaste que se atribuye al material grueso para el tamaño nominal máximo del material pétreo de 1/2", en otras palabras, el daño causado por el desgaste e impacto de la muestra de agregado. Y que nos otorga también advertencia, identificativa del material como el tipo, la fuente, y tamaño máximo nominal; gradación, usada para este estudio.

Tabla 71. Resultados de las pruebas de desgaste por abrasión de los áridos en equipo de Los Ángeles.

CANTERA ZURITE			
Agregado	Grueso	Fecha: 20/11/2023	
Tamaño Nominal	1/2"		
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	TIPO
Gradación de la Muestra		-	B
Pasante Ø 3/4" y Retenido en Ø 1/2"		gr	2500.00
Pasante Ø 1/2" y Retenido en Ø 3/8"		gr	2500.50
Total, Para El Ensayo		gr	5000.50
Retenido en la malla N° 12		gr	3959.00
% de Desgaste		%	20.83

4.1.8 DISEÑO DE MEZCLA.

4.1.8.1 DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

4.1.8.1.1 CANTERA HUAMBUTIO.

La siguiente fórmula determina las cantidades o proporciones de los componentes (áridos) que constituyen la mezcla de hormigón:

- a) Cálculo del valor promedio de la resistencia de diseño (Tabla 5 pág. 42)

De tal manera, para esta investigación, no hay un padrón de ensayos con resultados que nos permiten determinar la desviación típica del hormigón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, el promedio de resistencia requerido será:

$$f'_{cr} = f' + 84 = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 294 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

- b) Designación de su máximo tamaño nominal del material grueso de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95)

$$\text{TMN} = 1/2''$$

- c) Del revenimiento o Asentamiento (Tabla 7 pág. 35)

$$\text{Asentamiento} = \text{entre } 3'' - 4'' \text{ (Plástico)}$$

d) Elección del volumen de agua unitaria de diseño.

SLUMP	Agua en l/m ³ de concreto para tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
	Tamaño Máximo Nominal							
	3/8" 9.5 mm	1/2" 12.5 mm	3/4" 19 mm	1" 25 mm	1 1/2" 37.5 mm	2" 50 mm	3" 75 mm	6" 150 mm
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2" (25 a 50 mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100 mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" (150 a 175 mm)	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2" (25 a 50 mm)	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" (75 a 100 mm)	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" (150 a 175 mm)	216	205	197	184	174	166	154	-

Nota: Tomado de (29).

Para nuestra tesis de investigación el volumen de agua unitario, tomamos **216 l/m³**.

e) Elección de la cantidad de contenido de aire.

Como se determinó el tamaño máximo nominal del material es de ½", se tiene su contenido de aire de 2.50% (Tabla 9 pág. 44).

f) Elección de la razón agua / cemento, por su resistencia.

f'_{cr} (28 días) kg/cm ²	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	--
450	0.38	--

Nota: Tomado de Naturaleza y Materiales del Concreto. (17).

Para la presente investigación, no se tomará en cuenta los inconvenientes de meteorización, tampoco por la agresión por sulfatos, elegimos la relación a/c solamente por resistencia.

Para el cálculo de la razón agua/cemento por condición de su resistencia, se hallará mediante la interpolación, para un promedio resistencia de 294 kg/cm² (29).

f'_{cr}	Relación a/c
250	0.62
294	X
300	0.55

Desarrollamos la interpolación:

$$\frac{300 - 250}{294 - 250} = \frac{0.55 - 0.62}{x - 0.62}$$

$$X = a/c = 0.5584$$

g) Determinamos el factor cemento.

$$Cantidad_{cemento} = \frac{Agua\ de\ Mezcla}{Relacion\ \frac{a}{c}} = \frac{216\ \frac{l}{m^3}}{0.5584}$$

$$Cantidad_{cemento} = 386.82\ \frac{l}{m^3} \times \frac{1\ kg}{1l} = 386.82\ \frac{kg}{m^3}$$

$$Cantidad_{cemento} = \frac{386.82\ kg}{m^3} \times \frac{1\ bolsa}{42.5\ kg} = 9.10\ \frac{Bolsas}{m^3}$$

h) Determinación de la cantidad de agregado grueso.

Máximo tamaño nominal del agregado grueso	Volumen de árido grueso seco y compactado por volumen unitario de hormigón con módulo de grano fino variable (b/b _o)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

De acuerdo con la descripción de la granulometría del material pétreo fino de la cantera Huambutio, el módulo de finura hallado es de 3.11 para hacer uso de dicha tabla realizamos una extrapolación.

M _f	b/b _o
3.00	0.53
2.80	0.55
3.11	X

$$\frac{(x - 0.53)}{3.11 - 3} = \frac{(0.53 - 0.55)}{(3.00 - 2.8)}$$

$$X = \frac{b}{b_o} = 0.519$$

El peso del agregado grueso será:

$$Cantidad_{Ag. Grueso} = \left(\frac{b}{b_o}\right) \times (Peso\ Unitario\ Compactado_{Ag. Grueso})$$

$$Cantidad_{Ag. Grueso} = 0.519 \times 1896\ \frac{kg}{cm^3} = 984.024\ \frac{kg}{m^3}$$

i) Calculamos la sumatoria absoluta de los volúmenes integrantes del hormigón, (agregado grueso, cemento, agua aire).

Cemento	$\frac{386.82}{2.85 * 1000}$	$= 0.136 m^3$
Agua	$\frac{216}{1x1000}$	$= 0.216 m^3$
Aire	$\frac{2.5}{100}$	$= 0.025 m^3$
Agregado Grueso	$\frac{984.024}{2580}$	$= 0.381 m^3$
		$\Sigma = 0.758 m^3$

j) Calculamos del agregado fino su volumen absoluto.

$$V_{Ag.Fino} = 1 - 0.758 m^3 = 0.242 m^3$$

k) Determinación del agregado fino su peso seco

$$Cantidad_{Ag.Fino} = (V_{Ag.Fino}) X (PE_{Ag.Fino} X 1000)$$

$$Cantidad_{Ag.Fino} = (0.242 m^3) X \left(\frac{2.67kg}{m^3} X 1000 \right) = 646.14 \frac{kg}{m^3}$$

l) Determinación de los datos de diseño de los integrantes del hormigón.

Cemento	$386.82 \frac{kg}{m^3}$
Agua	$216 \frac{l}{m^3}$
Agregado Fino	$646.14 \frac{kg}{m^3}$
Agregado Grueso	$984.024 \frac{kg}{m^3}$

m) Modificación por humedad del agregado tanto grueso como fino, de los datos de diseño.

$$Ag.Fino_{(Corregido)} = (Ag.Fino) X \left(1 + \frac{Contenido De Humedad}{100} \right)$$

$$Ag.Fino_{(Corregido)} = \left(646.14 \frac{kg}{m^3} \right) X \left(1 + \frac{(0.075)}{100} \right) = 646.62 kg/m^3$$

$$Ag.Grueso_{(Corregido)} = (Ag.Grueso) X \left(1 + \frac{Contenido De Humedad}{100} \right)$$

$$Ag.Grueso_{(Corregido)} = \left(984.024 \frac{kg}{m^3} \right) X \left(1 + \frac{(0.004)}{100} \right) = 984.063 kg/m^3$$

Calculamos la participación de la Humedad y la Absorción de los agregados es:

$$Agua_{(Ag.Fino)} = Ag.Fino X \left(\frac{(Contenido de Humedad - Absorción)}{100} \right)$$

$$Agua_{(Ag.Fino)} = \left(646.14 \frac{kg}{m^3} \right) X \left(\frac{(0.075\% - 0.67\%)}{100\%} \right) = -3.845 \frac{l}{m^3}$$

$$Agua_{(Ag.Grueso)} = Ag.Grueso X \left(\frac{(Contenido de Humedad - Absorción)}{100} \right)$$

$$Agua_{(Ag. Grueso)} = 984.024 \frac{kg}{m^3} \times \left(\frac{(0.004\% - 1.534\%)}{100\%} \right) = -15.056 \frac{l}{m^3}$$

El agua efectiva será:

$$Agua_{(Efectiva)} = Agua_{(De Diseño)} - (Agua_{(Ag. Grueso)} + Agua_{(Ag. Fino)})$$

$$Agua_{(Efectiva)} = 216 \frac{l}{m^3} - \left(-15.056 \frac{l}{m^3} - 3.845 \frac{l}{m^3} \right) = 234.901 \frac{l}{m^3}$$

- n) Determinación de los datos finales de diseño de los integrantes del hormigón, modificados por el material.

Cemento	$386.82 \frac{kg}{m^3}$
Agua	$234.901 \frac{l}{m^3}$
Agregado Fino	$646.62 \frac{kg}{m^3}$
Agregado Grueso	$984.063 \frac{kg}{m^3}$

- o) Determinación de la proporción en peso del concreto.

Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso

386.82 : 646.62 : 984.063

386.82 : 386.82 : 386.82

1 : 1.67 : 2.54

Como resultado, se tiene proporción en peso del concreto es el siguiente:

- ❖ **1 = cemento.**
- ❖ **1.67 = agregado fino.**
- ❖ **2.54 = agregado grueso.**

- p) Se determina la medida o proporción en base al volumen suelto.

$$V_{Cemento} (m^3) = \frac{Peso\ del\ Cemento\ (kg)}{P.\ U.\ Cemento\ (1500\ kg/m^3)}$$

$$V_{Cemento} (m^3) = \frac{386.82\ kg}{1500 \frac{kg}{m^3}} = 0.258\ m^3$$

$$V_{Ag.\ Fino} (m^3) = \frac{Peso\ del\ Ag.\ Fino_{(Corregido)}\ (kg)}{P.\ U.\ Ag.\ Fino_{(Corregido)}\ (kg/m^3)}$$

$$V_{Ag.\ Fino} (m^3) = \frac{646.62\ kg}{1342 \frac{kg}{m^3}} = 0.482\ m^3$$

$$V_{Ag.\ Grueso} (m^3) = \frac{Peso\ del\ Ag.\ Grueso_{(Corregido)}\ (kg)}{P.\ U.\ Ag.\ Grueso_{(Corregido)}\ (kg/m^3)}$$

$$V_{Ag. Grueso} (m^3) = \frac{984.063 \text{ kg}}{1781 \frac{\text{kg}}{m^3}} = 0.553 m^3$$

Medidas o Proporciones en volumen:

$$\text{Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso — Agua} \left(\frac{l}{Bls} \right)$$

0.258	:	0.485	:	0.553	/	235.262
0.258	:	0.258	:	0.258	/	386.82
						42.5
1	:	2.14	:	1.88	/	25.85 $\frac{l}{bls}$

4.1.8.1.1 DOSIFICACIÓN EN PESO DEL CONCRETO

La dosificación del hormigón de la cantera de Huambutio (Tres de mayo 95) se muestra por peso en la Tabla 72, que ayuda a determinar el diseño de la mezcla de hormigón para este estudio y prepara 1 m³ de hormigón resistente $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 72. Dosificación de concreto en peso.

Ítem	Dosificación en peso por m ³ de Concreto				Peso Unitario del Concreto Fresco
	Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso	
1	386.82 kg/m ³	234.901 l/m ³	646.62 kg/m ³	984.063 kg/m ³	2252.404 kg/m ³

4.1.8.1.2 DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN DEL CONCRETO

La tabla 73 se puede apreciar la dosificación en volumen del concreto, de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95), de esa manera determinamos el diseño de mezcla de hormigón de esta investigación y producir 1 m³ de hormigón de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 73. Dosificación de concreto en volumen.

Ítem	Dosificación en Volumen por m ³ de concreto Huambutio			
	Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso
1	9 Bls/m ³ .	0.234 m ³	0.482 m ³	0.553 m ³

4.1.8.2 DETERMINACION DE LA DESVIACION ESTANDAR.

4.1.8.2.1 CANTERA PISAC.

Las proporciones o cantidades de los componentes o materiales que integran la mezcla de hormigón, se determina con los valores obtenidos en capítulos anteriores, de la siguiente manera:

- a) Cálculo del promedio de la resistencia de diseño del concreto (Tabla 5 pág. 42).

De las indagaciones realizadas para esta investigación, no encontramos registro alguno de resultados de ensayos de diseño de mezcla que permita calcular de la desviación estándar del hormigón $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para lo cual la resistencia promedio requerida será:

$$f'_{cr} = f'_c + 84 = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 294 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

b) De la cantera de Pisac, elegimos el material grueso con el mayor tamaño nominal.

$$\text{TMN} = \frac{1}{2}''$$

c) Del revenimiento o Asentamiento (tabla 7 pág. 35).

Asentamiento = entre 3'' – 4'' (Plástico)

d) Elección del volumen de agua unitaria de diseño.

SLUMP	Agua en l/m ³ de concreto para tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
	Tamaño Máximo Nominal							
	3/8'' 9.5 mm	1/2'' 12.5 mm	3/4'' 19 mm	1'' 25 mm	1 1/2'' 37.5 mm	2'' 50 mm	3'' 75 mm	6'' 150 mm
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2" (25 a 50 mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100 mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" (150 a 175 mm)	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2" (25 a 50 mm)	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" (75 a 100 mm)	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" (150 a 175 mm)	216	205	197	184	174	166	154	-

Nota: Tomado de (29).

Utilizamos 216 l/m³ como unidad de volumen de agua para nuestra tesis de estudio.

e) Elección o selección del contenido de aire.

Como el tamaño del árido es nominalmente de 1/2'', el contenido de aire es del 2,50%.

f) Elección de la relación cemento/agua con relación a su resistencia.

f'_{cr} (28 días) kg/cm ²	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	--
450	0.38	--

En esta tesis no es considera como un problema el intemperismo, ni la agresividad por sulfatos, elegimos la razón **a/c** solamente por su resistencia.

Se utiliza la interpolación para obtener el coeficiente agua/cemento para su resistencia, y una resistencia media de $f'_c=294$ kg/cm².

f'_{cr}	Relación a/c
250	0.62
294	X
300	0.55

Desarrollamos la interpolación:

$$\frac{300 - 250}{294 - 250} = \frac{0.55 - 0.62}{x - 0.62}$$

$$X = a/c = 0.5584$$

g) Determinamos el factor cemento.

$$Cantidad_{cemento} = \frac{Agua\ de\ Mezcla}{Relacion\ \frac{a}{c}} = \frac{216\ \frac{l}{m^3}}{0.5584}$$

$$Cantidad_{cemento} = 386.82\ \frac{l}{m^3} \times \frac{1\ kg}{1l} = 386.82\ \frac{kg}{m^3}$$

$$Cantidad_{cemento} = \frac{386.82\ kg}{m^3} \times \frac{1bolsa}{42.5\ kg} = 9.10\ \frac{Bolsas}{m^3}$$

h) Cálculo árido grueso en relación de su cantidad.

Máximo tamaño nominal del agregado grueso	Cantidad de árido grueso seco y compactado por unidad de volumen de hormigón para distintos módulos de finura del árido fino (b/b _o)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

La cantera Pisac de donde el módulo de finura del agregado fino de la, nos dio como resultado un valor de 2.79, es así como hacemos el uso de dicha tabla realizamos una interpolación.

M _f	b/b _o
2.60	0.57
2.79	X
2.80	0.55

$$\frac{X - 0.57}{2.79 - 2.80} = \frac{0.57 - 0.55}{2.60 - 2.80}$$

$$X = \frac{b}{b_o} = 0.569$$

El peso del agregado grueso será:

$$Cantidad_{Ag. Grueso} = \left(\frac{b}{b_o}\right) \times (Peso\ Unitario\ Compactado_{Ag. Grueso})$$

$$Cantidad_{Ag. Grueso} = 0.569 \times 1888\ \frac{kg}{m^3} = 1076.160\ \frac{kg}{m^3}$$

i) Calcular y desarrollar la suma absoluta de volúmenes de los integrantes del hormigón (agregado grueso, cemento, agua, y aire).

Cemento	$\frac{386.82}{3.06 * 1000}$	$= 0.126 m^3$
Agua	$\frac{216}{1 \times 1000}$	$= 0.216 m^3$
Aire	$\frac{2.5}{100}$	$= 0.025 m^3$
Agregado Grueso	$\frac{1076.160}{2.657 \times 1000}$	$= 0.405 m^3$
		$\Sigma = 0.772 m^3$

j) Cálculo absoluto del volumen de material o agregado fino.

$$V_{Ag.Fino} = 1 - 0.772 m^3 = 0.228 m^3$$

k) Determinación del peso seco del agregado fino.

$$Cantidad_{Ag.Fino} = (V_{Ag.Fino}) \times (PE_{Ag.Fino} \times 1000)$$

$$Cantidad_{Ag.Fino} = (0.228 m^3) \times (2.537 \times 1000) = 577.320 \frac{kg}{m^3}$$

l) Determinación de valores de diseño de los integrantes de la mezcla de hormigón.

Cemento	$386.82 \frac{kg}{m^3}$
Agua	$216 \frac{l}{m^3}$
Agregado Fino	$577.320 \frac{kg}{m^3}$
Agregado Grueso	$1076.160 \frac{kg}{m^3}$

m) Ajuste de los datos de diseño para el contenido de humedad del material.

$$Ag.Fino_{(Corregido)} = (Ag.Fino) \times \left(1 + \frac{\text{Contenido De Humedad}}{100}\right)$$

$$Ag.Fino_{(Corregido)} = \left(577.320 \frac{kg}{m^3}\right) \times \left(1 + \frac{(0.047)}{100}\right) = 577.591 kg/m^3$$

$$Ag.Gruoso_{(Corregido)} = (Ag.Gruoso) \times \left(1 + \frac{\text{Contenido De Humedad}}{100}\right)$$

$$Ag.Gruoso_{(Corregido)} = \left(1076.160 \frac{kg}{m^3}\right) \times \left(1 + \frac{(0.005)}{100}\right) = 1076.214 kg/m^3$$

Para determinar el contenido de humedad y la absorción de áridos se utiliza la siguiente fórmula

$$Agua_{(Ag.Fino)} = Ag.Fino \times \left(\frac{(\text{Contenido de Humedad} - \text{Absorcion})}{100}\right)$$

$$Agua_{(Ag.Fino)} = \left(577.320 \frac{kg}{m^3}\right) \times \left(\frac{(0.047\% - 1.810\%)}{100\%}\right) = -10.178 \frac{l}{m^3}$$

$$Agua_{(Ag.Gruoso)} = Ag.Gruoso \times \left(\frac{(\text{Contenido de Humedad} - \text{Absorcion})}{100}\right)$$

$$Agua_{(Ag. Grueso)} = 1076.160 \frac{kg}{m^3} \times \left(\frac{(0.005\% - 1.53\%)}{100\%} \right) = -16.411 \frac{l}{m^3}$$

El agua efectiva será:

$$Agua_{(Efectiva)} = Agua_{(De Diseño)} - (Agua_{(Ag. Grueso)} + Agua_{(Ag. Fino)})$$

$$Agua_{(Efectiva)} = 216 \frac{l}{m^3} - \left(-16.411 \frac{l}{m^3} - 10.178 \frac{l}{m^3} \right) = 189.410 \frac{l}{m^3}$$

n) Cálculo y corrección de los datos finales del diseño de los integrantes del hormigón, corregido por contenido humedad del material.

Cemento	$386.82 \frac{kg}{m^3}$
Agua	$189.410 \frac{l}{m^3}$
Agregado Fino	$577.591 \frac{kg}{m^3}$
Agregado Grueso	$1076.214 \frac{kg}{m^3}$

o) Determinación de las proporciones en peso del concreto.

Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso

386.82 : 577.591 : 1076.214

386.82 : 386.82 : 386.82

1 : 1.49 : 2.78

Como resultado, la proporción en peso del concreto es el siguiente:

- ❖ **1 = cemento.**
- ❖ **1.49 = agregado fino.**
- ❖ **2.78 = agregado grueso.**

p) Se determina la medida o proporción en base al volumen suelto.

$$V_{Cemento} (m^3) = \frac{Peso\ del\ Cemento\ (kg)}{P.\ U.\ Cemento\ (1500\ kg/m^3)}$$

$$V_{Cemento} (m^3) = \frac{386.82\ kg}{1500 \frac{kg}{m^3}} = 0.258\ m^3$$

$$V_{Ag.\ Fino} (m^3) = \frac{Peso\ del\ Ag.\ Fino_{(Corregido)}\ (kg)}{P.\ U.\ Ag.\ Fino_{(Corregido)}\ (kg/m^3)}$$

$$V_{Ag.\ Fino} (m^3) = \frac{577.591\ kg}{1.603 \frac{kg}{m^3}} = 0.360\ m^3$$

$$V_{Ag.\ Grueso} (m^3) = \frac{Peso\ del\ Ag.\ Grueso_{(Corregido)}\ (kg)}{P.\ U.\ Ag.\ Grueso_{(Corregido)}\ (kg/m^3)}$$

$$V_{Ag.\ Grueso} (m^3) = \frac{1076.214\ kg}{1790 \frac{kg}{m^3}} = 0.601\ m^3$$

Medidas o Proporciones en volumen:

$$\text{Cemento} : \text{Agregado Fino} : \text{Agregado Grueso} / \text{Aagua} \left(\frac{l}{Bls} \right)$$

0.258	:	0.360	:	0.601	/	189.410
0.258	:	0.258	:	0.258	/	<u>386.82</u>
						42.5
1		1.4		2.33		20.81

4.1.8.2.2 DOSIFICACIÓN EN PESO DEL CONCRETO

Para determinar y desarrollar el diseño de la mezcla de concreto para esta investigación y construir 1 m³ de concreto con $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la Tabla 74 muestra la dosis en peso del concreto de la cantera de Pisac. En este estado, al hormigón se le da el mayor peso e importancia.

Tabla 74. Dosificación de concreto en peso.

Ítem	Dosificación en peso para 1 m ³ de hormigón Pisac				Peso Unitario del Concreto Fresco
	Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso	
1	386.82 kg/m ³	189.410 l/m ³	577.591 kg/m ³	1076.214 kg/m ³	2230.095 kg/m ³

4.1.8.2.3 DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN DEL CONCRETO

La tabla 75 se puede apreciar la dosificación en volumen del concreto, de la cantera Pisac, para calcular y desarrollar el diseño de mezcla de hormigón de esta investigación y elaborar 1 m³ de concreto de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, los datos proporcionados nos servirán para desarrollar un buen diseño de mezcla.

Tabla 75. Dosificación de concreto en volumen.

Ítem	Dosificación en Volumen para 1 m ³ de hormigón Pisac			
	Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso
1	9 Bls/m ³ .	0.189 m ³	0.360 m ³	0.601 m ³

4.1.8.3 DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

4.1.8.3.1 CANTERA ZURITE.

Las proporciones o cantidades de los integrantes de la mezcla de hormigón, para cumplir y desarrollar, se siguió una secuencia de forma muy detallada de la manera siguiente:

- a) Cálculo de su resistencia promedio (Tabla 5 pág. 35).

Es así como, se realiza la búsqueda e investigación de registros anteriores, donde no obtuvimos resultados de ensayos, que nos permita calcular la desviación estándar del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el promedio de su resistencia requerida será:

$$f'_{cr} = f'_c + 84 = 210 \frac{kg}{cm^2} = 294 \frac{kg}{cm^2}$$

b) Elección del máximo tamaño nominal del material de la cantera Zurite.

$$\text{TMN} = \frac{1}{2}''$$

c) Del revenimiento o Asentamiento.

Asentamiento = entre 3'' – 4'' (Plástico)

d) Decidir o elegir la cantidad de agua por el volumen unitario de diseño.

SLUMP	Agua en l/m ³ de concreto para tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
	Tamaño Máximo Nominal							
	3/8'' 9.5 mm.	1/2'' 12.5 mm	3/4'' 19 mm.	1'' 25 mm.	1 1/2'' 37.5 mm.	2'' 50 mm.	3'' 75 mm.	6'' 150 mm.
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2" (25 a 50 mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100 mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" (150 a 175 mm)	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2" (25 a 50 mm)	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" (75 a 100 mm)	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" (150 a 175 mm)	216	205	197	184	174	166	154	-

Nota: Tomado tesis. (29).

Utilizamos 216 l/m³ como unidad de volumen de agua para nuestra tesis de estudio.

e) Elección de la cantidad de contenido de aire.

Como el tamaño del árido es nominalmente de 1/2'', el contenido de aire es del 2,50%.

f) Elección de la razón cemento/agua de acuerdo con su resistencia.

f'_{cr} (28 días) kg/cm ²	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	--
450	0.38	--

En este estudio de investigación, los inconvenientes generados por meteorización no son tomados en cuenta, ni la agresión generada por sulfatos, la determinación de la razón **a/c** será principalmente por su resistencia.

Se utiliza la interpolación para obtener el coeficiente agua/cemento para su resistencia, y una resistencia media de $f'_c = 294$ kg/cm².

f'_{cr}	Relación a/c
250	0.62
294	X

300	0.55
-----	------

Desarrollamos la interpolación:

$$\frac{300 - 250}{294 - 250} = \frac{0.55 - 0.62}{x - 0.62}$$

$$X = a/c = 0.5584$$

g) Determinamos el factor cemento.

$$Cantidad_{cemento} = \frac{Agua\ de\ Mezcla}{Relacion\ \frac{a}{c}} = \frac{216\ \frac{l}{m^3}}{0.5584}$$

$$Cantidad_{cemento} = 386.82\ \frac{l}{m^3} \times \frac{1\ kg}{1l} = 386.82\ \frac{kg}{m^3}$$

$$Cantidad_{cemento} = \frac{386.82\ kg}{m^3} \times \frac{1bolsa}{42.5\ kg} = 9.10\ \frac{Bolsas}{m^3}$$

h) Cálculo de la proporción del material pétreo grueso.

Máximo tamaño nominal del material pétreo grueso	Volumen de árido grueso seco y compactado por volumen unitario de hormigón para un módulo de grano fino variable (b/b _o)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Como en capítulos anteriores, se halló el análisis granulométrico del agregado fino del mismo modo también se calculó el módulo de finura, el dato hallado fue 2.49, lo cual corresponde a la cantera Zurite, para hacer uso de dicha tabla realizamos una interpolación con datos propuestos en las tablas.

M _f	b/b _o
2.40	0.59
2.49	X
2.60	0.57

$$\frac{X - 0.59}{2.49 - 2.40} = \frac{0.59 - 0.57}{2.40 - 2.60}$$

$$X = \frac{b}{b_o} = 0.581$$

El peso del agregado grueso será:

$$Cantidad_{Ag. Grueso} = \left(\frac{b}{b_0}\right) \times (Peso \text{ Unitario Compactado}_{Ag. Grueso})$$

$$Cantidad_{Ag. Grueso} = 0.581 \times 1789 \frac{kg}{cm^3} = 1039.409 \frac{kg}{m^3}$$

- i) Calcular y desarrollar la adición absoluta de magnitudes de los integrantes de hormigón (material pétreo grueso, cemento, agua, y aire).

Cemento	$\frac{386.82}{3.06 \times 1000}$	= 0.126 m ³
Agua	$\frac{216}{1 \times 1000}$	= 0.216 m ³
Aire	$\frac{2.5}{100}$	= 0.025 m ³
Agregado Grueso	$\frac{1039.409}{2.674 \times 1000}$	= 0.389 m ³
		$\Sigma = 756 m^3$

- j) Cálculo absoluto del volumen del agregado fino.

$$V_{Ag.Fino} = 1 - 0.726 m^3 = 0.244 m^3$$

- k) Determinación del peso seco del agregado fino.

$$Cantidad_{Ag.Fino} = (V_{Ag.Fino}) \times (PE_{Ag.Fino} \times 1000)$$

$$Cantidad_{Ag.Fino} = (0.244 m^3) \times (2.601 \times 1000) = 634.329 \frac{kg}{m^3}$$

- l) Determinación del diseño con valores de los integrantes del hormigón.

Cemento	$386.82 \frac{kg}{m^3}$	
Agua	$216 \frac{l}{m^3}$	
Agregado Fino	$634.329 \frac{kg}{m^3}$	
Agregado Grueso	$1039.409 \frac{kg}{m^3}$	

- m) Ajuste de los datos de diseño para el contenido de humedad del material.

$$Ag.Fino_{(Corregido)} = (Ag.Fino) \times \left(1 + \frac{Contenido \text{ De Humedad}}{100}\right)$$

$$Ag.Fino_{(Corregido)} = \left(634.329 \frac{kg}{m^3}\right) \times \left(1 + \frac{0.016}{100}\right) = 634.430 kg/m^3$$

$$Ag.Grueso_{(Corregido)} = (Ag.Grueso) \times \left(1 + \frac{Contenido \text{ De Humedad}}{100}\right)$$

$$Ag.Grueso_{(Corregido)} = \left(1039.409 \frac{kg}{m^3}\right) \times \left(1 + \frac{0.0064}{100}\right) = 1039.476 kg/m^3$$

Para determinar el contenido de humedad y la absorción de áridos se utiliza la siguiente fórmula

$$Agua_{(Ag. Fino)} = Ag. Fino \times \left(\frac{((\text{Contenido de Humedad} - \text{Absorción}))}{100} \right)$$

$$Agua_{(Ag. Fino)} = \left(634.329 \frac{kg}{m^3} \right) \times \left(\frac{(0.016\% - 2.56\%)}{100\%} \right) = -16.137 \frac{l}{m^3}$$

$$Agua_{(Ag. Grueso)} = Ag. Grueso \times \left(\frac{((\text{Contenido de Humedad} - \text{Absorción}))}{100} \right)$$

$$Agua_{(Ag. Grueso)} = 1039.409 \frac{kg}{m^3} \times \left(\frac{(0.0064\% - 1.68\%)}{100\%} \right) = -17.396 \frac{l}{m^3}$$

El agua efectiva será:

$$Agua_{(Efectiva)} = Agua_{(De Diseño)} - (Agua_{(Ag. Grueso)} + Agua_{(Ag. Fino)})$$

$$Agua_{(Efectiva)} = 216 \frac{l}{m^3} - \left(-17.396 \frac{l}{m^3} - 13.137 \frac{l}{m^3} \right) = 217.258 \frac{l}{m^3}$$

- n) Cálculo y corrección de los datos finales del diseño de los integrantes del hormigón, corregido por contenido humedad del material.

Cemento	$386.82 \frac{kg}{m^3}$
Agua	$217.258 \frac{l}{m^3}$
Agregado Fino	$634.430 \frac{kg}{m^3}$
Agregado Grueso	$1039.476 \frac{kg}{m^3}$

- o) Determinación de la medida en peso del concreto.

Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso

386.82 : 634.430 : 1039.476

386.82 : 386.82 : 386.82

1 : 1.64 : 2.69

Como resultado, la proporción en peso del concreto es el siguiente:

- ❖ **1 = cemento.**
- ❖ **1.64 = agregado fino.**
- ❖ **2.69 = agregado grueso.**

- p) Se determina la medida o proporción en base al volumen suelto.

$$V_{Cemento (m^3)} = \frac{\text{Peso del Cemento (kg)}}{P. U. Cemento (1500 kg/m^3)}$$

$$V_{Cemento (m^3)} = \frac{386.82 kg}{1500 \frac{kg}{m^3}} = 0.258 m^3$$

$$V_{Ag. Fino} (m^3) = \frac{\text{Peso del Ag. Fino}_{(Corregido)} (kg)}{P. U. Ag. Fino}_{(Corregido)} (kg/m^3)}$$

$$V_{Ag. Fino} (m^3) = \frac{634.430 \text{ kg}}{1532 \frac{kg}{m^3}} = 0.414 \text{ m}^3$$

$$V_{Ag. Grueso} (m^3) = \frac{\text{Peso del Ag. Grueso}_{(Corregido)} (kg)}{P. U. Ag. Grueso}_{(Corregido)} (kg/m^3)}$$

$$V_{Ag. Grueso} (m^3) = \frac{1039.476 \text{ kg}}{1650 \frac{kg}{m^3}} = 0.630 \text{ m}^3$$

Medidas o Proporciones en volumen:

Cemento : Agregado Fino : Agregado Grueso/Agua $\left(\frac{l}{Bls}\right)$				
0.258	:	0.414	:	0.630 / 217.258
0.258	:	0.258	:	0.258 / 386.82
				42.5
1	:	1.60	:	2.44 / 23.87

4.1.8.3.2 DOSIFICACIÓN EN PESO DEL CONCRETO

La tabla 76 se puede ver la dosificación en peso del concreto, de la cantera Zurite, para determinar o desarrollar el diseño de mezcla de hormigón de esta investigación, así elaboraremos 1 m³ de hormigón de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 76. *Determinación del concreto en peso.*

Ítem	Dosificación en peso por 1 m ³ de hormigón				Peso Unitario del Concreto Fresco
	Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso	
1	386.82 kg/m ³	217.258 l/m ³	634.430 kg/m ³	1039.476 kg/m ³	2277.987 kg/m ³

4.1.8.3.3 DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN DEL CONCRETO

La tabla 77 se puede apreciar la dosificación en volumen del concreto, de la cantera Zurite, para procesar el diseño de mezcla de hormigón de esta investigación y elaborar 1 m³ de hormigón de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 77. *Determinación del concreto en volumen.*

Ítem	Dosificación en volumen por 1 m ³ de hormigón			
	Cemento	Agua	Agregado Fino	Agregado Grueso
1	9 Bls/m ³ .	0.217 m ³	0.414 m ³	0.630 m ³

4.1.9 RESULTADOS DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN.

Una vez finalizado el ensayo de resistencia a su compresión, se recogieron los datos de cada espécimen de hormigón; los datos finales se recogieron a los 28 días de edad, como ilustra la Tabla 78, en esta tabla se puede apreciar que la evolución del hormigón a la edad de 28 días su progreso es con frecuencia.

Tabla 78. Prueba de resistencia a su compresión de las probetas de concreto a la edad de 28 días.

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESION		
Cantera	Resistencia de diseño del concreto a sus 28 días (kg/cm ²)	Porcentaje de su resistencia a los 28 días (%)
Huambutio (Tres de mayo 95)	210	98.43
Pisac	210	122.707
Zurite	210	102.379

Tabla 79. Desviación estándar de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95).

CANTERA HUAMPUTIO					
Resistencia a Compresión		210 kg/cm ²	Datos:		
Fecha de Ensayo		08/01/2024	n: 4		
Fecha de Vaciado		11/12/2023			
# de Probeta	Área	Datos de Resistencia a Compresión f'c (kg/cm ²) Y _n	\bar{Y}	Y _n - \bar{Y}	(Y _n - \bar{Y}) ²
1	78.540	205	207	1.59	3
2	78.540	206	207	0.56	0
3	78.540	208	207	-1.26	2
4	78.540	208	207	-0.89	1
$\sum 827$			$\sum 827$	0	$\sum 5$

$$\text{Desviación Estándar } S_1 = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y})^2}{n-1}} = 1.108$$

$$\text{Variación Ponderada } V_1 = \frac{S_1}{\bar{Y}} = 0.0013$$

Tabla 80. Desviación estándar de la cantera Pisac.

CANTERA PISAC					
Resistencia a Compresión		210 kg/cm ²	Datos:		
Fecha de Ensayo		07/12/2023	n: 4		
Fecha de Vaciado		09/11/2023			
# de Probeta	Área	Datos de Resistencia a Compresión f'c (kg/cm ²) Y _n	\bar{Y}	Y _n - \bar{Y}	(Y _n - \bar{Y}) ²
1	78.540	255	258	3	6.98
2	78.540	259	258	-1	1.47
3	78.540	258	258	0	0.20
4	78.540	259	258	-1	0.96
$\sum 1031$			$\sum 1031$	0	$\sum 9.62$

$$\text{Desviación Estándar } S_1 = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y})^2}{n-1}} = 1.790$$

$$\text{Variación Ponderada } V_1 = \frac{S_1}{\bar{Y}} = 0.002$$

Tabla 81. Desviación estándar de la cantera Zurite.

CANTERA ZURITE					
Resistencia a Compresión		210 kg/cm ²	Datos:		
Fecha de Ensayo		07/12/2023	n: 4		
Fecha de Vaciado		09/11/2023			

# de Probeta	Área	Datos de Resistencia a Compresión f'_c (kg/cm^2) Y_n	\bar{Y}	$Y_n - \bar{Y}$	$(Y_n - \bar{Y})^2$
1	78.540	211.549	215	3	11.88
2	78.540	217.157	215	-2	4.67
3	78.540	207.264	215	8	59.78
4	78.540	224.013	215	-9	81.30
$\sum 860$			$\sum 860$	0	$\sum 157.63$

Desviación Estándar S_1 $S_1 = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y})^2}{n-1}} = 12.395$

Variación Ponderada V_1 $V_1 = \frac{S_1}{\bar{Y}} = 0.0144$

4.1.9.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 7 DÍAS DE EDAD.

4.1.9.1.1 CANTERA HUAMPUTIO.

Después de siete días de maduración y pruebas en especímenes de concreto, el concreto de la cantera de Huambutio (Tres de mayo 95) se obtuvo la resistencia a su compresión de 147.61 kg/cm^2 , que fue 70.29 % de la resistencia de diseño.

Tabla 82. *Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 07 días, cantera Huambutio.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A SU COMPRESION DE LA CANTERA HUAMPUTIO									
Edad de la Briqueta		:7 Días						Fecha de Vaciado	11/12/2023
Resistencia de Diseño		:210 kg/cm^2						Fecha de Ensayo	18/12/2023
# de Briquetas	D # 1 (cm)	D # 2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm^2)	Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm^2)	Evolución (%)	Promedio de su Resistencia a la Compresión f'_c (kg/cm^2)	Promedio (%)
1	10.00	10.00	10.00	20.40	78.54	148.01	0.70	147.61	70.29
2	10.00	10.00	10.00	20.60	78.54	143.82	0.68		
3	10.00	10.00	10.00	20.70	78.54	151.71	0.72		
4	10.00	10.00	10.00	20.60	78.54	146.91	0.70		

4.1.9.1.2 CANTERA PISAC.

Al cabo de siete días, la prueba de resistencia a su compresión de los especímenes de hormigón arrojó el valor de 180,30 kg/cm^2 , es decir, el 85,66 % con respecto a su resistencia de diseño planteado para esta investigación.

Los especímenes presentados cumplieron con las dimensiones.

Tabla 83. *Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 07 días, cantera Pisac.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CANTERA PISAC									
Edad de la Briqueta		: 7 Días						Fecha de Vaciado	09/11/2023
Resistencia de Diseño		: 210 kg/cm^2						Fecha de Ensayo	16/11/2023
# de Briquetas	D # 1 (cm)	D # 2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm^2)	Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm^2)	Evolución (%)	Promedio de su Resistencia a la Compresión f'_c (kg/cm^2)	Promedio (%)
1.00	10.20	10.10	10.15	20.60	80.91	171.39	0.82	180.30	85.86
2.00	10.30	10.10	10.20	20.70	81.71	191.80	0.91		

3.00	10.00	10.30	10.15	20.70	80.91	175.17	0.83		
4.00	10.30	10.20	10.25	20.50	82.52	182.82	0.87		

4.1.9.1.3 CANTERA ZURITE.

Después de siete días, los especímenes de hormigón de la cantera Zurite, se hicieron pruebas de resistencia a su compresión, y los resultados mostraron un valor de 162,82 kg/cm², es decir, el 77,55% con respecto a su resistencia de diseño.

Tabla 84. *Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 07 días, cantera Zurite.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CANTERA ZURITE										
Edad de la Briqueta		:7 Días						Fecha de Vaciado	17/11/2023	
Resistencia - Diseño		:210 kg/cm ²						Fecha de Ensayo	24/11/2023	
# de Briquetas	D # 1 (cm)	D # 2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm ²)	Evolución (%)	Promedio de su Resistencia a la Compresión f'_c (kg/cm ²)	Promedio (%)	
1.00	10.00	10.10	10.05	20.50	79.33	163.94	0.78	162.82	77.53	
2.00	10.00	10.10	10.05	20.70	79.33	161.93	0.77			
3.00	10.00	10.00	10.00	20.60	78.54	160.42	0.76			
4.00	10.00	10.00	10.00	20.70	78.54	164.98	0.79			

4.1.9.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 14 DÍAS DE EDAD.

4.1.9.2.1 CANTERA DE HUAMBUTIO.

Después de 14 días, los especímenes de concreto de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95) probaron a 178.73 kg/cm², que es 85.11% de su resistencia de diseño. Dichos resultados son mostrados en la Tabla 85.

Tabla 85. *Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 14 días, cantera Huambutio.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A SU COMPRESIÓN DE LA CANTERA HUAMBUTIO										
Edad de la Briqueta		:14 Días						Fecha de Vaciado	11/12/2023	
Resistencia - Diseño		:210 kg/cm ²						Fecha de Ensayo	25/12/2023	
# de Briquetas	D # 1 (cm)	D # 2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm ²)	Evolución (%)	Promedio de su Resistencia a la Compresión f'_c (kg/cm ²)	Promedio (%)	
1	10.00	10.00	10.00	20.40	78.54	175.14	0.83	178.73	85.11	
2	10.00	10.00	10.00	20.50	78.54	178.40	0.85			
3	10.00	10.00	10.00	20.60	78.54	185.80	0.88			
4	10.00	10.00	10.00	20.40	78.54	175.56	0.84			

4.1.9.2.2 CANTERA PISAC.

Después de 14 días de maduración, las pruebas de resistencia a su compresión de los especímenes de hormigón de la cantera Pisac arrojaron un valor de 207.81 kg/cm², o 98.96% de su resistencia de diseño. Dichos resultados son mostrados en la Tabla 86.

Tabla 86. *Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 14 días, cantera Pisac.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CANTERA PISAC										
Edad de la Briqueta		:14 Días						Fecha de Vaciado	09/11/2023	

Resistencia - Diseño			:210 kg/cm ²			Fecha de Ensayo	23/11/2023		
# de Briquetas	D # 1 (cm)	D # 2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión f' _c (kg/cm ²)	Evolución (%)	Promedio de su Resistencia a la Compresión f' _c (kg/cm ²)	Promedio (%)
1.00	10.20	10.10	10.15	20.60	80.91	215.29	1.03	207.81	98.96
2.00	10.30	10.10	10.20	20.70	81.71	211.25	1.01		
3.00	10.00	10.30	10.15	20.70	80.91	202.02	0.96		
4.00	10.30	10.20	10.25	20.50	82.52	202.70	0.97		

4.1.9.2.3 CANTERA ZURITE.

Después de 14 días de maduración, se probó la resistencia a la compresión de los especímenes de hormigón de la cantera Zurite. Dichos resultados son mostrados en la Tabla 87, es así que revelan un valor de 183,97 kg/cm², es decir, el 87,60% de la resistencia de diseño.

Tabla 87. Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 14 días, cantera Zurite.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CANTERA ZURITE										
Edad de la Briqueta			:14 Días					Fecha de Vaciado	17/11/2023	
Resistencia de Diseño			:210 kg/cm ²					Fecha de Ensayo	01/12/2023	
# de Briquetas	D # 1 (cm)	D # 2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión f' _c (kg/cm ²)	Evolución (%)	Promedio de su Resistencia a la Compresión f' _c (kg/cm ²)	Promedio (%)	
1.00	10.00	10.10	10.05	20.50	79.33	188.30	0.90	183.97	87.60	
2.00	10.00	10.10	10.05	20.70	79.33	185.71	0.88			
3.00	10.00	10.00	10.00	20.60	78.54	180.82	0.86			
4.00	10.00	10.00	10.00	20.70	78.54	181.04	0.86			

4.1.9.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DIAS DE EDAD.

4.1.9.3.1 CANTERA HUAMBUTIO.

Después de 28 días, los especímenes de concreto de la cantera de Huambutio (Tres de mayo 95) pasaron las pruebas de resistencia a su compresión, rindiendo 206,70 kg/cm², o 98,43% de su resistencia de diseño, como ilustra la Tabla 88.

Tabla 88. Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 28 días, cantera Huambutio.

ENSAYO DE RESISTENCIA A SU COMPRESIÓN DE LA CANTERA HUAMBUTIO										
Edad de la Briqueta			:28 Días					Fecha de Vaciado	11/12/2023	
Resistencia de Diseño			:210 kg/cm ²					Fecha de Ensayo	08/01/2024	
# de Briquetas	D # 1 (cm)	D # 2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión f' _c (kg/cm ²)	Evolución (%)	Promedio de su Resistencia a la Compresión f' _c (kg/cm ²)	Promedio (%)	
1	10.00	10.00	10.00	20.20	78.54	205.11	0.98	206.70	98.43	
2	10.00	10.00	10.00	20.30	78.54	206.15	0.98			
3	10.00	10.00	10.00	20.20	78.54	207.97	0.99			
4	10.00	10.00	10.00	20.30	78.54	207.59	0.99			

4.1.9.3.2 CANTERA PISAC.

Las pruebas de resistencia a su compresión de los especímenes de hormigón de la cantera Pisac se realizaron para determinar, con madurez de 28 días, se logró obtener el valor de 257.68 kg/cm²; de esta forma logrando obtener el 122.71 % de su resistencia de diseño, podemos ver en la tabla 89.

Tabla 89. *Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a la edad de 28 días, cantera Pisac.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA CANTERA PISAC										
Edad de la Briqueta		:28 Días						Fecha de Vaciado	09/11/2023	
Resistencia de Diseño		:210 kg/cm ²						Fecha de Ensayo	07/12/2023	
# de Briquetas	D # 1 (cm)	D # 2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm ²)	Evolución (%)	Promedio de su Resistencia a la Compresión f'_c (kg/cm ²)	Promedio (%)	
1.00	10.00	10.00	10.00	20.40	78.54	255.04	1.21	257.68	122.71	
2.00	10.00	10.00	10.00	20.50	78.54	258.90	1.23			
3.00	10.00	10.00	10.00	20.40	78.54	258.13	1.23			
4.00	10.00	10.00	10.00	20.30	78.54	258.66	1.23			

4.1.9.3.3 CANTERA ZURITE.

Según la tabla 90, las probetas de hormigón procedentes de la cantera Zurite que se sometieron a la prueba de su resistencia a la compresión tras 28 días de maduración arrojaron un valor de 215 kg/cm², es decir, el 102,38% del diseño proyectado de su resistencia.

Tabla 90. *Ensayo de resistencia del hormigón a la compresión a edad de 28 días, cantera Zurite.*

ENSAYO DE RESISTENCIA A SU COMPRESIÓN DE LA CANTERA ZURITE										
Edad de la Briqueta		:28 Días						Fecha de Vaciado	17/11/2023	
Resistencia de Diseño		:210 kg/cm ²						Fecha de Ensayo	15/12/2023	
# de Briquetas	D # 1 (cm)	D # 2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a la compresión f'_c (kg/cm ²)	Evolución (%)	Promedio de su Resistencia a la Compresión f'_c (kg/cm ²)	Promedio (%)	
1.00	10.00	10.00	10.00	20.60	78.54	211.55	1.01	215.00	102.38	
2.00	10.00	10.00	10.00	20.70	78.54	217.16	1.03			
3.00	10.00	10.00	10.00	20.60	78.54	207.26	0.99			
4.00	10.00	10.00	10.00	20.60	78.54	224.01	1.07			

4.1.10 INTERPRETACIÓN DE LOGROS OBTENIDOS.

4.1.10.1 ANÁLISIS DE RESISTENCIA DEL HORMIGÓN.

Para cada una de las tres canteras siguientes, se examinaron los datos relativos de la resistencia a su compresión de los especímenes de hormigón $f'_c = 210$ kg/cm², como podemos visualizar en la gráfica 7, el progreso de la resistencia versus la madurez es constante.

Tabla 91. *La evolución de la resistencia a su compresión del hormigón cantera Huambutio.*

MADUREZ DEL CONCRETO CANTERA HUAMPUTIO				
CONCRETO		Resistencia a la compresión del hormigón en distintas edades de madurez $f'_c = 210$ kg/cm ²		
Madurez del Concreto (Días)	0	7	14	28

Resistencia a la compresión (kg/cm²)	0	147.61	178.73	206.70
--	---	--------	--------	--------

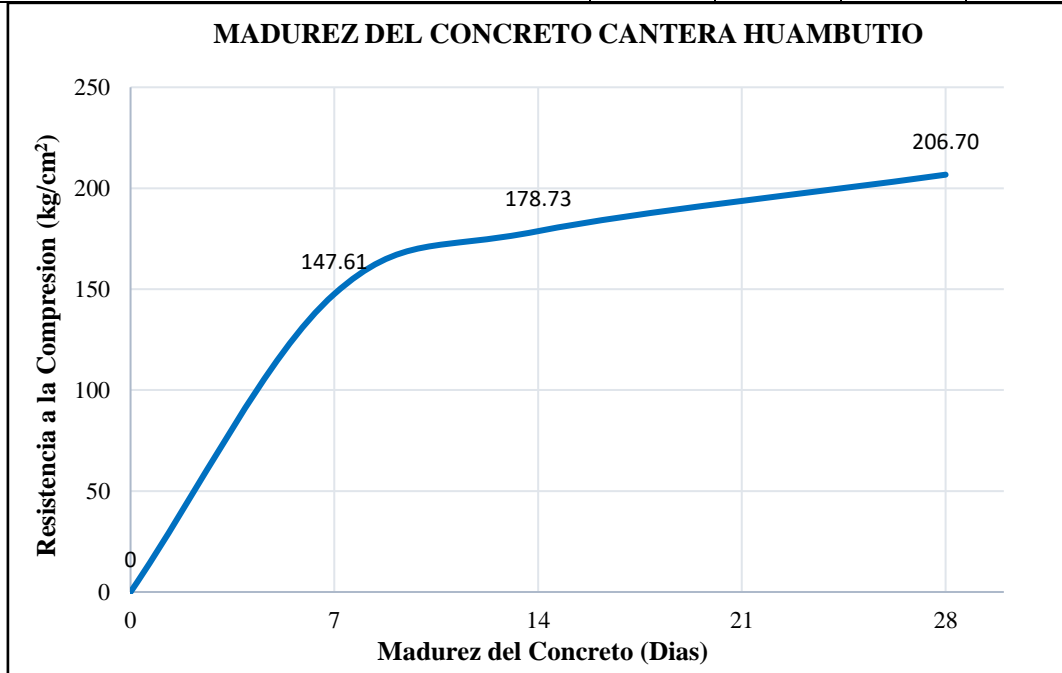


Gráfico 7. Progreso de la madurez del hormigón con relación a la resistencia cantera Huambutio.

Se puede observar que la investigación realizada para dichos agregados de la cantera Huambutio, no se alcanzó la resistencia a la compresión de su diseño, aun así, la evolución en función a la resistencia es frecuente y constante.

Tabla 92. La evolución de la resistencia a su compresión del hormigón cantera Pisac.

MADUREZ DEL CONCRETO CANTERA PISAC				
CONCRETO	Resistencia a la compresión del hormigón en distintas edades de madurez			
	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			
Madurez del Concreto (Días)	0	7	14	28
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	0	180.30	207.81	257.68

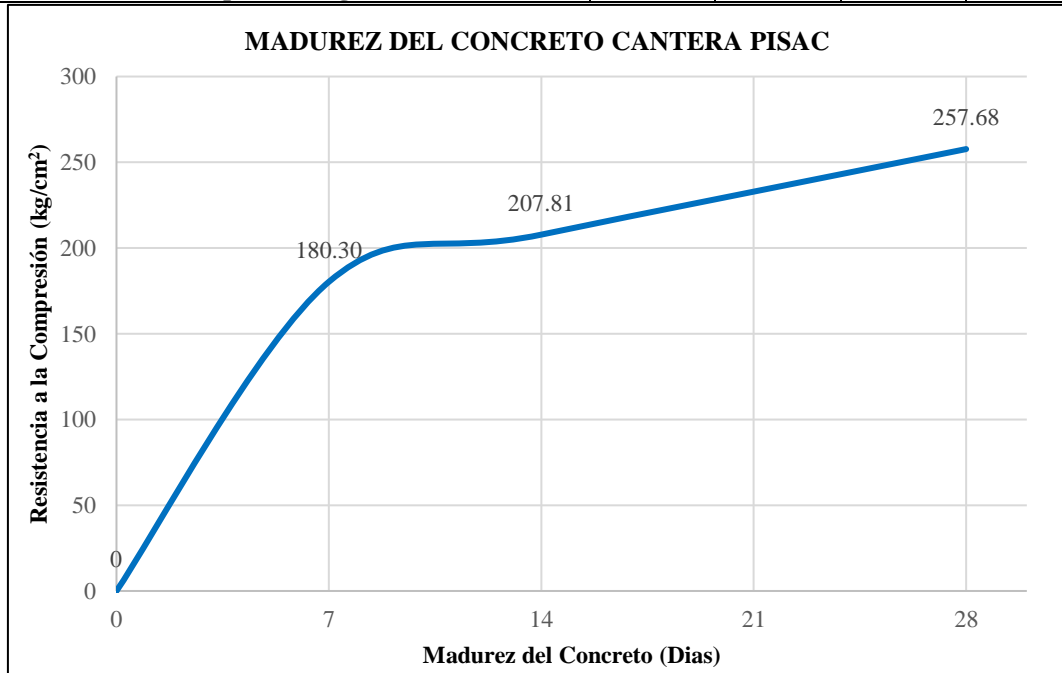


Gráfico 8. Progreso de la madurez del hormigón con relación a la resistencia cantera Pisac.

La investigación realizada de dicha cantera si está cumpliendo con obtener el resultado esperado del diseño de 210 kg/cm², a 257.68 kg/cm², obteniendo como resultado su resistencia a compresión.

Tabla 93. La evolución de la resistencia a su compresión del hormigón cantera Zurite.

MADUREZ DEL CONCRETO CANTERA ZURITE				
CONCRETO	Resistencia a la compresión del hormigón en distintas edades de madurez $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$			
Madurez del Concreto (Días)	0	7	14	28
Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	0	162.82	183.97	215.00

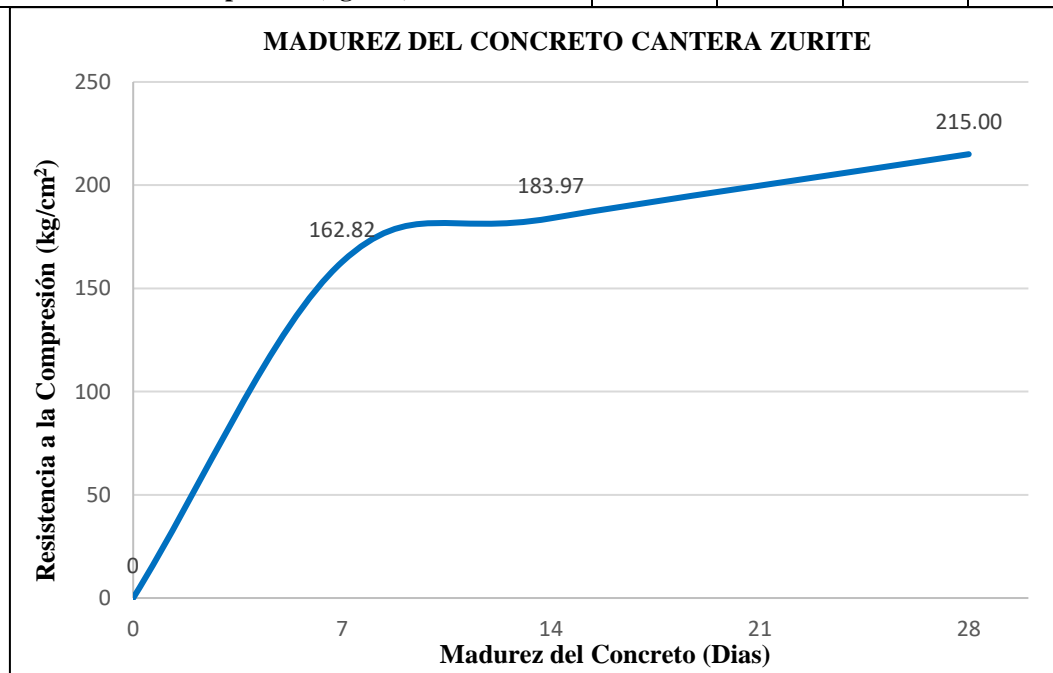


Gráfico 9. Progreso de la madurez del hormigón con relación a la resistencia cantera Zurite.

Esta investigación realizada a los agregados de dicha cantera logramos observar que la resistencia a su compresión fue de 215.00 kg/cm², en cuánto que 210 kg/cm² es su resistencia de diseño.

4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Objetivo general: Analizar y caracterizar las propiedades mecánicas y físicas de los agregados, para el diseño de mezcla de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados provenientes de las tres canteras en la ciudad de Cusco, 2023.

La presente investigación realiza una comparativa exhaustiva de las características de los agregados extraídos de las canteras de Cusco y su influencia en la mezcla de hormigón con una resistencia especificada de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Al contrastar con los hallazgos de Andrade (1), quien reporta una densidad específica del agregado grueso de 2.65 g/cm³ y una absorción del 1.0% en la cantera Megarok, se observa que las proporciones identificadas para la cantera Huambutio, con una composición de 9 bolsas de cemento, 0.234 m³ de agua, 0.482 m³ de agregado fino, y 0.553 m³ de agregado grueso, ofrecen una perspectiva más regionalizada. Esta

especificidad en las dosificaciones puede reflejar un ajuste fino de la mezcla para atender las necesidades de trabajabilidad y resistencia a la compresión adecuadas para las condiciones particulares de Cusco.

La investigación de Bohorquez y Rodriguez (2), por su parte, describe la densidad y la absorción de los agregados de la cantera de Río (Arenera Chicamocha S.A.S) y la cantera de Peña (Cantera La Roca y Arenera Dubai), pero es la presente investigación la que proporciona un vínculo directo entre la composición de la mezcla y la resistencia mecánica del concreto, con la cantera Huambutio logrando una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a 28 días con un agregado reciclado al 0%, mientras que con un 30% de agregado reciclado y 70% de agregado de Zurite, la resistencia disminuye a 205 kg/cm², demostrando cómo variaciones en la composición pueden influir en la resistencia del concreto. La información provista por Ángel y Rincón (5), sobre la resistencia a la compresión del concreto en canteras de granito y basalto, que alcanza los 350 kg/cm² y 400 kg/cm² respectivamente, resalta la diversidad en la calidad de los agregados. Esto subraya la contribución del presente estudio al demostrar que la selección cuidadosa de agregados de fuentes locales puede resultar en concretos que satisfacen los requisitos de resistencia específicos para proyectos en Cusco. Dávila (7), ofrece una mirada a las canteras Doroteo, San Rafael, San Andrés y Oropuquio, cuyos resultados de desgaste por la Máquina de Los Ángeles varían entre el 21% y el 27%. Estas cifras son complementarias a las del presente estudio, que enfatiza la necesidad de equilibrar las propiedades mecánicas y físicas de los agregados para alcanzar la resistencia deseada en el concreto. Finalmente, la investigación de Chauca (2022)(15) sobre las canteras de San Gabriel, San Martín y Las Lomas, con resistencias a la compresión que varían de 200 kg/cm² a 210 kg/cm², refleja una amplia gama de posibles resultados en función de la fuente de agregados. En contraste, el presente estudio destaca que, a pesar de las diferencias en las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de distintas fuentes, es posible alcanzar la resistencia objetivo de 210 kg/cm² mediante la selección y proporción adecuadas de los materiales.

Objetivo 1: Determinar las proporciones de los agregados, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco durante 2023.

En la presente investigación, se ha logrado determinar proporciones específicas de agregados para un diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con materiales procedentes de las canteras Huambutio, Pisac y Zurite en Cusco. Estas proporciones han sido cuidadosamente calculadas para cumplir con los requisitos de resistencia a la compresión, trabajabilidad y durabilidad del concreto. La metodología adoptada en este estudio, que incluye 9 bolsas de cemento, 0.234 m³ de agua, 0.482 m³ de agregado fino y 0.553 m³ de agregado grueso por m³ de concreto para la cantera Huambutio, muestra un acercamiento personalizado en el que se

toman en cuenta las características únicas de los agregados locales. Esta aproximación contrasta con los resultados de Andrade (2022)(1), quien, al añadir ceniza de cáscara de limón en proporciones de 0.25%, 0.50% y 0.75% al concreto, encuentra mejoras significativas en la resistencia a la compresión y a la flexión, a pesar de un aumento en el costo del material. Este hallazgo sugiere que aditivos alternativos pueden optimizar aún más las mezclas de concreto, aunque no necesariamente reflejen las condiciones de los agregados en Cusco.

Bohorquez y Rodriguez (2022)(2) analizan el impacto de reemplazar agregados de río por los de peña, lo que resulta en una pérdida de trabajabilidad y disminución de resistencia a la compresión de casi un 48%. Estos resultados resaltan la importancia de la selección adecuada de los agregados, ya que cambios en la fuente de estos pueden tener consecuencias drásticas en las propiedades del concreto. Además, este estudio proporciona una comprensión más profunda de cómo las propiedades mecánicas y físicas específicas de los agregados influyen en la resistencia final del concreto. Por ejemplo, se ha observado que para la cantera Zurite, la mezcla de 0% de agregado reciclado alcanza una resistencia de 210 kg/cm², mientras que la inclusión de 30% de agregado reciclado reduce la resistencia a 205 kg/cm², demostrando la sensibilidad de la mezcla final a la naturaleza de los componentes utilizados.

Dávila (2022)(7) reporta mejoras en la resistencia a la compresión y a la flexión con la adición de cenizas de cáscara de limón, enfatizando que, aunque el costo aumenta, los beneficios en términos de resistencia pueden justificar la inversión. Sin embargo, la presente investigación se enfoca en optimizar las mezclas utilizando recursos locales sin la necesidad de aditivos, lo que podría ser más sostenible y económico a largo plazo.

Este enfoque se alinea con los objetivos de sostenibilidad y aprovechamiento de recursos locales. A pesar de que los agregados de Cusco no han sido comparados directamente con aquellos modificados con ceniza de cáscara de limón, la relevancia de este estudio radica en su contribución a la construcción sostenible en la región de Cusco, promoviendo el uso de materiales endémicos sin dependencia de aditivos importados o procesos adicionales.

Objetivo 2: Determinar la resistencia a la compresión del concreto a las edades de 7, 14 y 28 días del diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco durante 2023.

En el presente estudio se ha determinado la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días para mezclas diseñadas con una resistencia $f'c$ de 210 kg/cm² empleando agregados de las canteras Huambutio, Pisac y Zurite en la ciudad de Cusco. Los resultados han mostrado que, mientras las mezclas de las canteras Pisac y Zurite han superado la resistencia de diseño a los 28 días con 257.68 kg/cm² y 215.00 kg/cm² respectivamente, la cantera Huambutio no alcanzó el umbral deseado con una resistencia de 206.70 kg/cm². Estos datos ilustran las

diferencias significativas en la calidad de los agregados de cada fuente, impactando directamente en la resistencia final del concreto.

Comparativamente, Andrade (2022)(1) encontró que las mezclas de concreto típicamente alcanzaban alrededor del 70% de la resistencia de diseño a los 7 días y superaban la resistencia especificada a los 28 días. Esto subraya la importancia de un curado adecuado y una selección y proporción precisas de los materiales, que son críticos para lograr las especificaciones de resistencia deseadas. De manera similar, los hallazgos de Bohorquez y Rodriguez (2022)(7) respaldan esta observación, indicando que las mezclas alcanzaban aproximadamente el 60% de la resistencia deseada a los 7 días y cerca del 75% a los 14 días, superando la resistencia de diseño especificada a los 28 días. La investigación de Ángel y Rincón (2019) (5) también confirma que la resistencia a la compresión de la concreta mejora con el tiempo, alcanzando y a menudo superando la resistencia de diseño a medida que el concreto cura.

Estos patrones de desarrollo de la resistencia son consistentes con las observaciones de Dávila (2022)(7), quien señala que las probetas de concreto diseñadas para alcanzar un $f'c$ de 210 kg/cm² exhiben un incremento progresivo en la resistencia a medida que curan. Berrospi y Campos (2021)(8) proporcionaron una visión más detallada del proceso de diseño de mezclas con agregados de la cantera Chullqui, que superaban la resistencia de diseño a los 28 días con valores promedio de compresión de 255.25 kg/cm². Carranza (2021)(9) también reportó un aumento en la resistencia a lo largo del tiempo, destacando que las mezclas finalmente superaban la resistencia de diseño inicial de 210 kg/cm² a los 28 días. Estas conclusiones son coherentes con los datos de Ruiz (2023)(10), donde se documentó que las resistencias a la compresión alcanzaban aproximadamente el 70% de la resistencia de diseño a los 7 días y superaban la resistencia especificada a los 28 días.

Nina (2018)(15) añadió a este cuerpo de conocimiento al señalar que la inclusión de diferentes tipos de agregados, como agregado reciclado, impactaba los valores de resistencia a la compresión, especialmente en mezclas con mayores proporciones de agregado reciclado que mostraban un incremento en la resistencia notorio a los 28 días.

Objetivo 3: Evaluar las características de la consistencia del concreto en estado fresco, del diseño de mezcla de concreto $f'c = 210$ kg/cm², con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco durante 2023.

El presente estudio se centra en evaluar las características de la consistencia del concreto en estado fresco para un diseño de mezcla de concreto $f'c = 210$ kg/cm², utilizando agregados de las canteras Huambutio, Pisac y Zurite en Cusco. Se han determinado proporciones específicas de los componentes para cada fuente de agregado, ajustadas a sus propiedades físicas y mecánicas, para cumplir con la resistencia especificada. En particular, para la cantera Huambutio, se han recomendado proporciones de 9 bolsas de cemento por m³, 0.234 m³ de

agua, 0.482 m³ de agregado fino y 0.553 m³ de agregado grueso. Por el contrario, la cantera de Zurite exige una combinación de árido grueso y requisitos de agua que se sitúan en el medio de las dos utilizadas por la cantera de Pisac. Estas variaciones demuestran la necesidad de adaptar la mezcla de hormigón a las cualidades únicas de las partículas disponibles.

Al observar los estudios anteriores, Andrade (2022)(1), y Bohorquez y Rodriguez (2022)(2) subrayan la importancia de evaluar la trabajabilidad y la capacidad del concreto para ser manejado y colocado adecuadamente en obra. El asentamiento del cono y el contenido de aire son aspectos críticos en sus estudios, indicando que el concreto debe tener la trabajabilidad suficiente para una correcta manipulación y colocación, a la vez que el contenido de aire debe ajustarse para maximizar la durabilidad, especialmente en condiciones de congelación y deshielo.

Estos hallazgos se alinean con las observaciones de Ángel y Rincón (2019)(5), quienes reportan que un asentamiento adecuado y un contenido de aire dentro de los estándares promueven la resistencia a largo plazo y la integridad estructural del concreto. Además, Dávila (2022)(7) y Berrospi y Campos (2021)(8) coinciden en que la trabajabilidad del concreto, medida a través del asentamiento del cono, y el contenido de aire adecuado son fundamentales para la calidad del concreto, resaltando la relevancia de estas pruebas para asegurar que el concreto cumpla con los requisitos estructurales y de durabilidad. Carranza (2021)(9) enfatiza en su evaluación la importancia de mantener una cohesión del concreto sin segregación evidente, lo que se refleja en un concreto capaz de fluir y llenar moldes bajo su propio peso, manteniendo su consistencia.

CAPÍTULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

- El análisis y la caracterización de las propiedades de los agregados revelaron variaciones significativas entre las tres canteras examinadas, afectando directamente las proporciones necesarias para un diseño de mezcla y la calidad del hormigón resultante. Se concluye que un conocimiento profundo de las propiedades de los agregados es esencial para ajustar con precisión las proporciones de la mezcla y garantizar el cumplimiento de las especificaciones de resistencia y durabilidad deseadas.
- Se ha determinado que las proporciones ideales varían significativamente entre las canteras debido a las diferencias inherentes en las características físicas y mecánicas de los áridos. Esto subraya a una necesidad de adaptar el diseño de mezcla a sus condiciones locales específicas para lograr la calidad deseada del concreto.
- Las mediciones indican que mientras algunos concretos alcanzaron y superaron la resistencia deseada a los 28 días, otros no cumplieron con este umbral. Esto pone de manifiesto las diferencias entre canteras y muestra una clara correlación entre la calidad de los áridos y la resistencia final del hormigón
- Las pruebas demostraron que las dosificaciones específicas para cada cantera contribuyen significativamente a la trabajabilidad y calidad del hormigón en estado primario o fresco, presenta diferencias notables en el contenido de aire y el asentamiento del cono de Abrams entre las distintas fuentes de agregados.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda por cada cantera utilizada en la fabricación de hormigón, debe establecerse un protocolo exhaustivo de muestreo y ensayo. Esto garantizará que las proporciones de los áridos se actualicen de acuerdo con los datos de calidad y rendimiento de los mismos.
- Se debe adoptar una estrategia de diseño de mezclas adaptable que tenga en cuenta las variaciones en las características de los áridos y realice ajustes frecuentes para optimizar la composición del hormigón basándose en los resultados de las pruebas de control de calidad.
- Para reforzar las relaciones entre la calidad de los áridos y la resistencia a la compresión del hormigón y mejorar potencialmente las mezclas de hormigón, es necesario realizar más ensayos de resistencia a la compresión del hormigón a distintas edades y etapas del proceso de curado.
- Para cada nuevo suministro de áridos, es aconsejable realizar una evaluación exhaustiva del comportamiento del hormigón fresco. Esta evaluación debe incluir el ajuste de las proporciones de la mezcla para mantener la trabajabilidad y la durabilidad dentro de límites aceptables.
- Se recomienda para futuros estudios de diseños de mezcla realizar las combinaciones de los materiales pétreos de las tres canteras como son Huambutio, Pisac y Zurite que proveen agregados a la ciudad del Cusco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ANDRADE, Carlos Francisco.** *ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIAS EN HORMIGONES, EMPLEANDO CEMENTOS TIPO HE Y AGREGADOS DE LA CANTERA MEGAROK (PORTOVIEJO-MANABÍ).* MANABÍ : <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4279> Accepted: 2022-10-11T19:35:21Z, 2022. Online. bachelorThesis. Jipijapa-Unesum, 2022. [Accessed 27 April 2024].
2. **Bohorquez Galvis, Jonathan y Rodríguez Rodríguez, Carlos Danilo.** *Cuantificación de la disminución en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=215$ Kg/cm², al utilizar agregados de peña (Cantera La Roca y Arenera Dubai) de Boyacá como reemplazo total de los agregados de río (Arenera Chicamocha SAS) comúnmente empl.* Universidad Santo Tomás. Bucaramanga : s.n., 2022. Tesis de Licenciatura.
3. **Bernabé Suárez, Lady Lorena y Catuto Beltrán, Lisbeth Ivonne.** *Diseño de hormigón estructural de $F'C \geq 210$ kg/cm², modificado con polvo de neumáticos, para el análisis y diseño sísmico de un edificio de 5 pisos de hormigón armado que cumpla con los requisitos establecidos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción N.* Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad : s.n., 2022. Tesis de Licenciatura.
4. **Suárez Domínguez, Manuel Reinel y Hermenejildo Tandazo, Mike Anthony.** *Diseño estructural de un centro de desarrollo comunitario para la comuna Sinchal, parroquia Manglaralto, con un hormigón de resistencia $F'c=210$ kg/cm² sustituyendo agregado fino por la fibra de caña brava aplicando la NEC-2015.* Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad : s.n., 2015. Tesis de Licenciatura.
5. **ÁNGEL, Diego y RINCÓN, Diego.** *Análisis del comportamiento estructural de una tribuna en concreto reforzado para un estadio con y sin aisladores de base.* BOGOTÁ : Universidad de La Salle, 2019, 2019. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1549&context=ing_civil.
6. **BUSTAMANTE, ILATOMA.** *Análisis del diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento Portland Tipo I (andino) y cemento Portland tipo GU (Apu), con agregados de la cantera Nueva Piura del distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali-2019.* UCAYALI : Universidad Nacional de Ucayali, 2019. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5255>.
7. **DAVILA Tacuchi, DAMMER Daniel.** *Relación entre la resistencia a la compresión de un diseño de mezcla de concreto $F'C=210$ KG/CM² y la resistencia a la abrasión del agregado grueso en el Departamento de Huánuco – 2021.* Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco : s.n., 2021. Tesis de Licenciatura.
8. **Berrospi Almeida, Roger y Campos Avilés, James Gardner.** *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.* Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco : s.n., 2019. Tesis de Licenciatura.
9. **Carranza Segovia, José Edar.** *Resistencia de concreto $f'c=210$ kg/cm² con los agregados de las canteras de la provincia de Chota, Cajamarca - 2018.* Cajamarca : s.n., 2018. Tesis de Licenciatura.
10. **Ruiz Castro, Streyssy Antonella.** *Influencia del agregado grueso y fino de las canteras Posada, Elyon y Aybar y el tipo de cemento sobre la resistencia a la compresión y trabajabilidad de un concreto $f'c=210$ kg/cm², Trujillo 2022.* Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2022. Tesis de Licenciatura.

11. **QUISPE, Luis Alberto.** *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto, sustituyendo el agregado grueso de la cantera de zurite por agregado grueso de concreto reciclado de pavimento rígido para obras civiles en la ciudad del Cusco.* 2018. Universidad Alas Peruanas. Cusco : s.n., 2018. Tesis de Licenciatura.
12. **Torres Nina, Carlos Saul y Vera Ccasa, Guido Alex.** *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión empleando briquetas cilíndricas de 15cm x 30cm y cúbicas de 15cm y 20cm de arista, para concretos $f'c= 210, 280$ y 350 kg/cm^2 elaborados con agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de la .* Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco : s.n., 2019. Tesis de Licenciatura.
13. **Cornejo Alarcón, Jorge.** *Análisis comparativo de la magnitud de las características físico mecánicas y costo de materiales de un concreto con adición de viruta de caucho reciclado en porcentajes de 5, 7.5 y 10% del agregado fino, ciudad del Cusco; respecto al concreto patrón de f.* Universidad Andina del Cusco. 2019. Teisis de Licenciatura.
14. **Pacco Quispe, Yolanda y Quispe Villena, Yendi Liset.** *Análisis de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando alambre reciclado, distrito Quiquijana – Cusco 2021.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2021. Tesis de Licenciatura.
15. **Chauca Atau, Wilfredo.** *Análisis de la trabajabilidad y la resistencia a compresión y flexión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición del 0.25%, 0.50% y 0.75% de cenizas de cascara de limón – Cusco 2022.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2022. Tesis de Licenciatura.
16. **ABANTO, Flavio.** *Tecnología del Concreto.* Lima : San Marcos, 1997.
<https://www.scribd.com/doc/306087568/Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto>.
17. **RIVVA, Enrique.** *NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO.* Primera edición. Lima : ICG ; 2010., 2010. pág. 192. 693.5 R68 2010.
18. **GUTIÉRREZ, LIBIA.** *EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN.* Segunda Edición . MANIZALES : Universidad Nacional de Colombia, 2003. 958-9322-82-4 .
19. **PORRERO, Joaquín , y otros.** *MANUAL DEL CONCRETO ESTRUCTURAL.* Caracas : PAG Marketing Soluciones, 2015. 9789807658003.
20. **TORRE, Ana.** *CURSO BASICO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO.* LIMA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, 2004. 131.
21. **SENCICO.** 2019. *E.060 CONCRETO ARMADO.* Lima : MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2019. 199.
22. **PASQUEL, Enrique.** *TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERU.* segunda edición . LIMA : COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU, 1998. [no cuenta].
23. **MATALLANA, Ricardo.** *El Concreto Fundamentos y Nuevas Tecnologías.* Corona. [Lugar de publicación desconocido] : [Desconocido], [fecha de publicación no identificada]. 978-958-57497-3-3.
24. **QUIROZ, Mariela y SALAMANCA, Lucas.** *APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE TECNOLOGÍA DEL*

HORMIGÓN. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN. Cochabamba : s.n., 2006.
Licenciatura en Ingeniería Civil.

25. **MEDINA, Eduardo**. CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO: EDIFICACION. *Edificación* . Segunda Edición. COLOMBIA : DELTA PUBLICACIONES, 2019, pág. 258.

26. **MEDINA, Ricardo**. www.acerosarequipa.com. [En línea] 01 de Noviembre de 2016. [Citado el: 10 de Octubre de 2023.] [file:///C:/Users/USER/Downloads/BOLETIN-CONSTRUYENDO-30%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/BOLETIN-CONSTRUYENDO-30%20(1).pdf).

27. **CIVILGEEKS**. <https://civilgeeks.com/>. <https://civilgeeks.com/2011/12/11/propiedades-principales-del-concreto/>. [En línea] <https://civilgeeks.com>, 11 de 12 de 2011. [Citado el: 02 de 11 de 2023.] <https://civilgeeks.com/2011/12/11/propiedades-principales-del-concreto/>.

28. **SOTO, Marcos Antonio**. *PROPUESTA DE MEJORA TÉCNICO ECONÓMICA PARA VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON AÑADIDO DE VIDRIO MOLIDO RECICLADO EN UN DISEÑO DE MEZCLA OPTIMIZANDO $f'c=210$ kg/cm²* . UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE . Lima : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE , 2021. pág. 296, Tesis Titulo Profesional Ingeniero Civil .

29. **QUISPE, Nehemías y ZARATE, Franklin**. *Análisis de la variación en el comportamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de vidrio molido*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2020. Tesis Titulo Profesional Ingeniero Civil. 253T20200006.

30. **blogger.com**. <https://tecnologia-concreto.blogspot.com/2016/07/semana-13-deformacion-del-concreto.html>. [En línea] 03 de 07 de 2016. [Citado el: 04 de 11 de 2023.] <https://tecnologia-concreto.blogspot.com/2016/07/semana-13-deformacion-del-concreto.html>.

31. **INACAL**. 2012. *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. NTP 339.079*. Lima : s.n., 2012.

32. **NAVARRO, Marianito Francisco y LEON, Jhenifer**. *Estudio y diseño de Pavimentos Permeables para Estacionamientos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, 2019. Tesis Titulo Profesional de Ingeniero Civil. 11458/3439.

33. **ROMERO, Andrés y HERNÁNDEZ, Johan**. *DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN POR EL MÉTODO A.C.I. Y EFECTOS DE LA ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES DE TERMOTASAJERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*. BOGOTÁ : UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, 2014. pág. 154, TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.

34. **ALVA, Alex y FABIAN, Walter**. *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LOS CONCRETOS ELABORADOS CON ADITIVOS ACELERANTE Y RETARDANTE DE FRAGUA EN ALTITUDES CALIDAS, TEMPLADAS Y FRIAS*. Huánuco : UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN, 2018. Tesis.

35. **INACAL**. 1999. *NORMA TÉCNICA PERUANA NPT. 400.017. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Lima : NTP. 400.017.

36. **HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria del Pilar.** *Metodología de la Investigación*. Sexta Edición. México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 9781456223960.
37. **YURA, (s.f).** IP CEMENTO MUTIPROPOSITO. *FICHA TECNICA 2023 / VI*. Arequipa : s.n., 2022. Vol. 1, 1.
38. **ALBARRÁN, Marvin.** *Efecto en la tenacidad y resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210kg/cm², utilizando la fibra de estopa de coco*. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : Universidad Cesar Vallejo, 2020. pág. 66, TESIS.
39. *GUÍA DE ENSAYO: GRANULOMETRIA DEL AGREGAGO FINO Y GRUESO.* **ARTEAGA, Victor y GUDIEL, Mitsy.** 1, Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2023, Vol. 1.
40. **INACAL.** *NTP 400.022 Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima : s.n., 2018.
41. **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES MTC.** *MTC E 207. ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½")*. Lima : MTC, 2016.
42. **INACAL.** 2021. *Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo NTP 339.185*. Lima : s.n., 2021. pág. 16, Norma.
43. —. 2018 *Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión NTP 339.080*. Lima : s.n., 2018. Norma.
44. **OCHOA, Juan Carlos.** *Uso del licor de plantas agaváceas como aditivo en morteros y hormigones*. España : Universitat Politècnica de València, 2009. Tesis doctoral.

ANEXOS.

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023.								
FORMULACIÓN DE PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES			TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICION	NIVEL	
¿Cuáles son las propiedades analizadas y características de los agregados, para los diseños mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con los agregados proveniente de las tres canteras de agregados en la ciudad de Cusco, 2023?	Analizar y caracterizar los agregados para el diseño de mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados provenientes de las tres canteras en la ciudad de Cusco, 2023.	Las propiedades y características de los agregados para el diseño de mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco varían significativamente, impactando el rendimiento y la calidad del concreto producido en 2023.	V1: DISEÑO DE MEZCLA	Proporciones	Proporción de cemento	Porcentaje de cemento en la mezcla.	Nivel de investigación descriptivo	Esta investigación se centrará en las tres principales canteras de agregados en la ciudad de Cusco y se realizará durante el año 2023. La investigación se limitará al diseño de mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Los aspectos a considerar incluyen las propiedades y características mecánicas-físicas, de las proporciones de la mezcla de concreto, la resistencia a la compresión del concreto a las edades de 7, 14 y 28 días, las propiedades y características de la mezcla, y los costos asociados al diseño y producción de la mezcla.
					Proporción de agregados	Porcentaje de agregados en la mezcla.		
Proporción de agua	Porcentaje de agua en la mezcla.							
Resistencia a compresión	Resistencia característica	Valor de resistencia especificada.		No experimental, transversal y descriptivo				
	Resistencia a diferentes edades	Resistencia a 7, 14 y 28 días.			POBLACIÓN:			
						La población está constituida por la totalidad de canteras que proveen agregados para el diseño de mezcla en la ciudad de Cusco.		
¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto a las edades de 7, 14, 28 días del diseño de mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco, 2023?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto a las edades de 7, 14 y 28 días del diseño de mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco durante 2023.	La resistencia a la compresión del concreto a las edades de 7, 14 y 28 días del diseño de la mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados provenientes de las tres canteras en la ciudad de Cusco presentan diferencias significativas, influyendo en la durabilidad y resistencia del concreto.	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICION		
Consistencia			V2: CONCRETO		Asentamiento del cono	Medición del asentamiento del cono.	MUESTRA:	
					Flujo del cono	Medición del flujo del cono		
					Contenido de aire	Porcentaje de aire atrapado en la mezcla		
Permeabilidad				Índice de permeabilidad	Medición de la permeabilidad del concreto	La muestra está constituida por los agregados de las tres canteras como son Huambutio (tres de mayo 95), Pisac y Zurite; y esta representada por la totalidad de 36 especímenes de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.		
				Resistencia al ataque químico	Evaluación de la resistencia química			
Costo de materiales				Resistencia a la carbonatación	Evaluación de la resistencia a la carbonatación			
			Costo total de los materiales	Suma de los costos de los materiales utilizados				
			Costo por unidad de volumen	Costo de la mezcla por unidad de volumen				
¿Cuáles son las propiedades analizadas y características de la consistencia del concreto en el diseño de mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco, 2023?	Evaluar las propiedades y características de la consistencia del concreto del diseño de mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados proveniente de las tres canteras en la ciudad de Cusco durante 2023.	Las propiedades y características de la consistencia del concreto, del diseño de la mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregados provenientes de las tres canteras en la ciudad de Cusco influyen directamente en la manejabilidad y la facilidad de aplicación del concreto.		Eficiencia en el uso de materiales	Evaluación de la optimización de los materiales utilizados			

ANEXO 2 VARIABLES.

Análisis del Diseño de Mezcla

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
Composición	Proporciones	Proporción de cemento	Porcentaje de cemento en la mezcla
		Proporción de agregados	Porcentaje de agregados en la mezcla
		Proporción de agua	Porcentaje de agua en la mezcla
Resistencia	Resistencia a compresión	Resistencia característica	Valor de resistencia especificada
		Resistencia a diferentes edades	Resistencia a 7, 28 días, etc.

Caracterización del Diseño de Mezcla

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
Trabajabilidad	Consistencia	Asentamiento del cono de Abrams	Medición del asentamiento del cono de Abrams
		Flujo del cono de Abrams	Medición del flujo del cono
		Contenido de aire	Porcentaje de aire atrapado en la mezcla
Durabilidad	Permeabilidad	Índice de permeabilidad	Medición de la permeabilidad del concreto
		Resistencia al ataque químico	Evaluación de la resistencia química
		Resistencia a la carbonatación	Evaluación de la resistencia a la carbonatación
Costos	Costo de materiales	Costo total de los materiales	Suma de los costos de los materiales utilizados
		Costo por unidad de volumen	Costo de la mezcla por unidad de volumen
		Eficiencia en el uso de materiales	Evaluación de la optimización de los materiales utilizados

ANEXO 3. LABORATORIO.

IMAGENES DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN.

CANTERA HUAMBUTIO.

ENSAYO A LOS 7 DIAS DE EDAD.

PROBETA N° 1



PROBETA N° 2



PROBETA N° 3



PROBETA N° 4



ENSAYO A LOS 14 DIAS DE EDAD.

PROBETA N° 1.



PROBETA N° 2



PROBETA N° 3



PROBETA N° 4



ENSAYO A LOS 28 DIAS DE EDAD

PROBETA N° 01



PROBETA N° 02



PROBETA N° 3.



PROBETA N° 4-



CANTERA PISAC.
ENSAYO A LOS 7 DIAS DE EDAD.
PROBETA N° 1



PROBETA N° 2



PROBETA N° 3



PROBETA N° 4



ENSAYO A LOS 14 DIAS DE EDAD.

PROBETA N° 1



PROBETA N° 2



PROBETA N° 3



PROBETA N° 4



ENSAYO A LOS 28 DIAS DE EDAD.

PROBETA N° 1.



PROBETA N° 2



CANtera ZURITE.
ENSAYO A LOS 7 DIAS DE EDAD.
PROBETA N° 1



PROBETA N° 2



PROBETA N° 3



PROBETA N° 4



ENSAYO A LOS 14 DIAS DE EDAD.

PROBETA N° 1



PROBETA N° 2



PROBETA N° 3



PROBETA N° 4



ENSAYO A LOS 28 DIAS DE EDAD.

PROBETA N° 1



PROBETA N° 2




PROBETA N° 3



PROBETA N° 4



ANEXO 4. LABORATORIO.

	ALLPA LABORATORIO	Registro SR-851
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	Fecha: 01/09/23
	Referencias: MTC E107, ASTM D422 y ASTM D6913	Muestra: 143011
	V. Br 4.4	Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23

DATOS GENERALES

PROYECTO : Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el diseño de mezcla de
SOLICITA : Bach. Jaime J. Chipana Soria

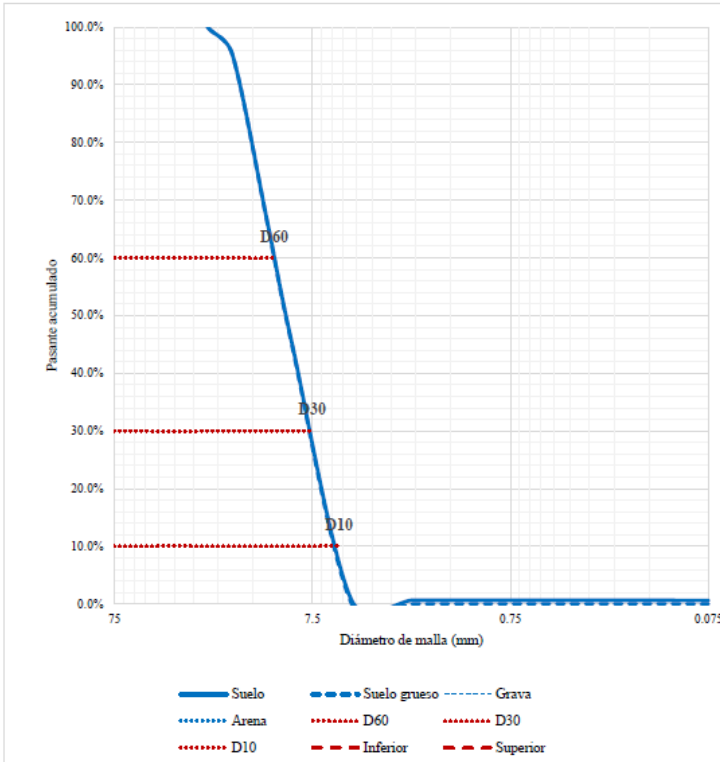
DATOS ESPECIFICOS

DETALLE : Agregado grueso **PUNTO** : -
POSICIÓN : Cantera Zurite **MUESTRA** : M-01
HECHO POR : M.L.M. (23/10/2023) **PROFUNDIDAD** : -

GRANULOMETRIA							RESULTADOS	
Malla	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)		Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)	Especificaciones Inferior (%)	Superior (%)
		fracción más fina	gruesa					
3"	76.200	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2½"	63.500	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2"	50.800	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1½"	38.100	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1"	25.400	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
¾"	19.050	324.6		4.8%	4.8%	95.2%		
½"	12.700	1971.51		28.9%	33.7%	66.3%		
¾"	9.525	1440.78		21.1%	54.8%	45.2%		
Nº4	4.760	3035.28		44.5%	99.3%	0.7%		
Nº8	2.360	1.05		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº16	1.180	0.00		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº30	0.600	0.00		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº50	0.300	0.00		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº100	0.150	0.00		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº200	0.075	2.06		0.0%	99.4%	0.6%		
< Nº 200	Cazuela	8.84						
Pesos parciales		6784.16	-	Error*	0.0%	-	Gradación Ninguna	

RESULTADOS	
Peso total húmedo (gr.)	-
Peso total seco (gr.)	6816.6
Fracción más fina (submuestra)	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	6816.60
Peso después de lavar (gr.)	6782.70
Factor de amplificación	-
Fracción más gruesa	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	-
Peso después de lavar (gr.)	-
Fracciones de suelo	
% de suelo grueso	99.4%
% de suelo fino	0.6%
% de grava	99.3%
% de arena	0.0%
% que pasa tamiz ¾"	95.2%
% que pasa tamiz Nº4	0.7%
% que pasa tamiz Nº10	-
% que pasa tamiz Nº40	-

* La variación entre el peso total y la suma de los pesos de las fracciones debe ser menor al 1% para cumplir con la precisión exigida por la norma ASTM.



PARAMETROS	
Suelo	
Tamaño máximo	¾"
Tamaño máximo nominal	½"
Tamaño promedio	10.171 mm
Diámetro al 60%	11.674 mm
Diámetro al 30%	7.519 mm
Diámetro al 10%	5.506 mm
Coef. de uniformidad	2.12
Coef. de curvatura	0.88
Suelo grueso	
Tam. prom. suelo grueso	10.213 mm
Diámetro al 60%	11.692 mm
Diámetro al 30%	7.569 mm
Diámetro al 10%	5.553 mm
Coef. de uniformidad	2.11
Coef. de curvatura	0.88
Grava	
Tam. prom. gravas >¾"	21.997 mm
Tam. prom. gravas <¾"	9.890 mm
Diámetro al 60%	11.695
Diámetro al 10%	5.557
Coef. de uniformidad	2.10
Arena	
Tamaño promedio arena	0.127 mm
Diámetro al 60%	
Diámetro al 10%	
Coef. de uniformidad	
Suelo grueso < ¾"	
Módulo de fineza	5.00
FORMA	
Redondez Global	0.00
Ang. de Fricción estim. (°) *	41.9

* Estimado armónicamente según fracciones de suelo.

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.*



ALLPA LABORATORIO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
Referencia: MTC E107, ASTM D422 y ASTM D6913

Formato SR-451
Form. Aprob. por:
R.C.H.C.
Fecha: 01/09/2013
Modific. 14/01/13
Revisión N° 0
Aprob. por: D.H.C.
Fecha: 11/09/13

V. 10-47

DATOS GENERALES

PROYECTO : Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres cantaras, para el diseño de mezcla de
SOLICITA : Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS

DETALLE : Agregado grueso **PUNTO** : -
POSICIÓN : Cantara Zurite **MUESTRA** : M-01
HECHO POR : M.L.M. (23/10/2023) **PROFUNDIDAD** : -

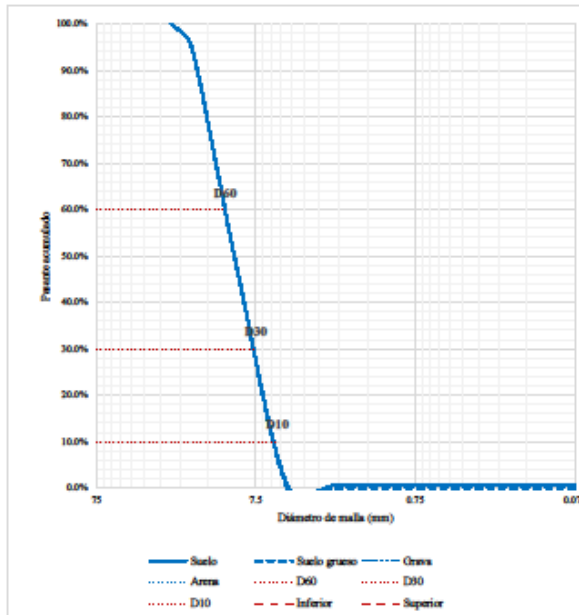
GRANULOMETRÍA

Malla	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)		Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)	Especificaciones	
		fría	gruesa				Inferior (%)	Superior (%)
3"	76.200	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2½"	63.500	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2"	50.800	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1½"	38.100	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1"	25.400	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
¾"	19.050	324.6		4.8%	4.8%	95.2%		
½"	12.700	1971.51		28.9%	33.7%	66.3%		
3/8"	9.525	1440.78		21.1%	54.8%	45.2%		
Nº4	4.760	3035.28		44.5%	99.3%	0.7%		
Nº8	2.360	1.05		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº16	1.180	0.00		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº30	0.600	0.00		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº50	0.300	0.00		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº100	0.150	0.00		0.0%	99.4%	0.6%		
Nº200	0.075	2.06		0.0%	99.4%	0.6%		
< Nº 200	Cazuela	8.84						Gradación
Pesos parciales		6784.16	-	Error*	0.0%	-		Ninguna

RESULTADOS

Peso total húmedo (gr.)	-
Peso total seco (gr.)	6816.6
Fracción más fina (submuestra)	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	6816.60
Peso después de lavar (gr.)	6782.70
Factor de ampliación	-
Fracción más gruesa	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	-
Peso después de lavar (gr.)	-
Fracciones de suelo	
% de suelo grueso	99.4%
% de suelo fino	0.6%
% de grava	99.3%
% de arena	0.0%
% que pasa tamiz ¾"	95.2%
% que pasa tamiz Nº 4	0.7%
% que pasa tamiz Nº 10	-
% que pasa tamiz Nº 40	-

* La variación entre el peso total y la suma de los pesos de las fracciones debe ser menor al 1% para cumplir con la precisión exigida por la norma ASTM.



PARAMETROS

Suelo	
Tamaño máximo	¾"
Tamaño máximo nominal	½"
Tamaño promedio	10.171 mm
Diámetro al 60%	11.674 mm
Diámetro al 30%	7.519 mm
Diámetro al 10%	5.506 mm
Coef. de uniformidad	2.12
Coef. de curvatura	0.88
Suelo grueso	
Tam. prom. suelo grueso	10.213 mm
Diámetro al 60%	11.692 mm
Diámetro al 30%	7.569 mm
Diámetro al 10%	5.553 mm
Coef. de uniformidad	2.11
Coef. de curvatura	0.88
Grava	
Tam. prom. gravas >¾"	21.997 mm
Tam. prom. gravas <¾"	9.890 mm
Diámetro al 60%	11.695
Diámetro al 10%	5.557
Coef. de uniformidad	2.10
Arena	
Tamaño promedio arena	0.127 mm
Diámetro al 60%	
Diámetro al 10%	
Coef. de uniformidad	
Suelo grueso < 3/8"	
Modulo de finura	5.00
FORMA	
Redondez Global	0.00
Ang. de Fricción estim. (°) *	41.9

* Estimado arrojándose según fracciones de suelo.

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.

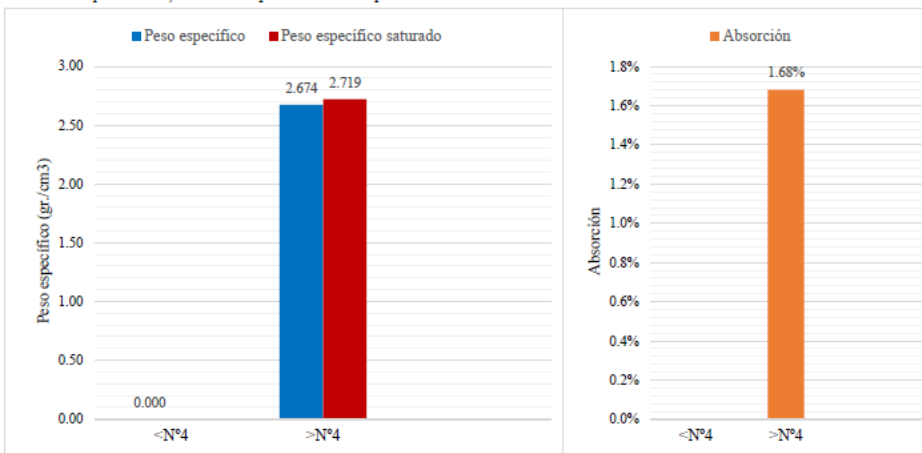
	ALLPA LABORATORIO	Registro SR-851
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	Fecha: 01/09/23
	Referencias: MTC E113, MTC E205, MTC E206, ASTM D854, ASTM C128 y ASTM C127	Muestra: 143011
	V. Br 4.4	Revisión N° 0
		Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el
SOLICITA	: Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado grueso	PUNTO	: -
POSICIÓN	: Cantera Zurite	MUESTRA	: M-01
HECHO POR	: M.L.M (26/10/2023)	PROFUNDIDAD	: -

MUESTRA	<N°4		>N°4		PARTES DE SUELO
	Número de picnómetro				
Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)					P.E. (gr/cm3)*
Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)					
Temperatura de ensayo del agua (°C)			16.9	16.9	PEss (gr/cm3)
Peso de la muestra sumergida (gr.)			468.70	457.70	Absorción (%)
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)			737.72	726.55	
Peso del contenedor (gr.)			56.52	56.39	Suelo <3/4"
Peso del contenedor + muestra seca (gr.)			781.63	771.35	P.E. (gr/cm3)
Peso de la muestra seca (gr.)			725.11	714.96	
Peso del agua desplazada por partículas (gr.)			269.02	268.85	PEss (gr/cm3)
Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm3)			0.9988	0.9988	Absorción (%)
Volumen del agua desplazada por partículas (cm3)			269.33	269.16	
Peso específico (gr./cm3)			2.692	2.656	Suelo >N°4
Peso específico saturado superficialmente seco (gr./cm3)			2.739	2.699	P.E. (gr/cm3)
Absorción de las partículas			1.74%	1.62%	
Peso específico promedio armónico (gr./cm3)			2.674		2.674
Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr./cm3)			2.719		2.719
Absorción promedio			1.68%		1.68%

* P.E.: Peso específico seco, PEss: Peso específico saturado superficialmente seco



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.



ALLPA LABORATORIO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
 Referencias: MTC E203 y ASTM C29

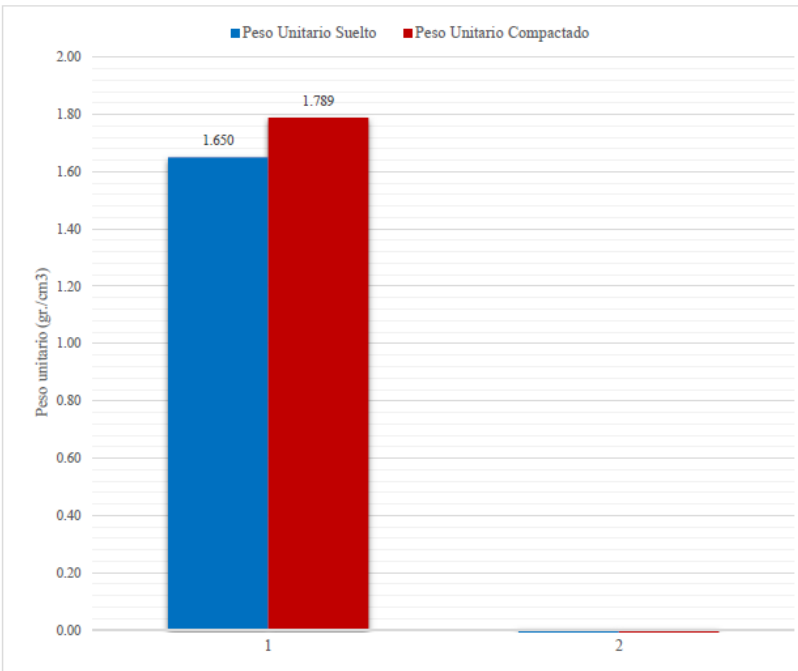
Registro SR-851
Form. Aprob. por: B.C.H.C.
Fecha: 01/09/2023
Muestra: 143011
Revisión N° 0
Rev. por: B.H.C.
Fecha: 31/10/2023

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el
SOLICITA	: Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado grueso	PUNTO	: -
POSICIÓN	: Cantera Zurite	MUESTRA	: M-01
HECHO POR	: M.L.M (21/10/2023)	PROFUNDIDAD	: -

MUESTRA	Global				>3/8"			
Código de molde	1c							
Diámetro de molde (cm)	15.27							
Altura de molde (cm)	17.76							
Volumen del Molde (cm ³)	3251.17							
Peso de molde (gr.)	7170.27							
Peso unitario suelto								
Peso del molde + muestra (gr.)	12546.90	12508.40	12548.40	12530.90				
Peso de la muestra (gr.)	5376.63	5338.13	5378.13	5360.63				
Densidad (gr/cm ³)	1.654	1.642	1.654	1.649				
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.650							
Rango* (gr/cm ³)	0.012							
Peso unitario compactado								
Peso del molde + muestra (gr.)	12970.00	13018.20	12960.30	12993.60				
Peso de la muestra (gr.)	5799.73	5847.93	5790.03	5823.33				
Densidad (gr/cm ³)	1.784	1.799	1.781	1.791				
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.789							
Rango* (gr/cm ³)	0.018							

* El rango debe ser menor a 0.040 g/cm³ para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



PARAMETROS ADICIONALES	
Global	
Peso específico (gr/cm ³)	
Relación de vacíos máxima	
Relación de vacíos mínima	
>3/8"	
Peso específico (gr/cm ³)	
2.674	
Relación de vacíos máxima	
Relación de vacíos mínima	
Suelo natural	
Densidad natural (gr/cm ³)**	
Peso específico (gr/cm ³)	
Relación de vacíos natural	

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.

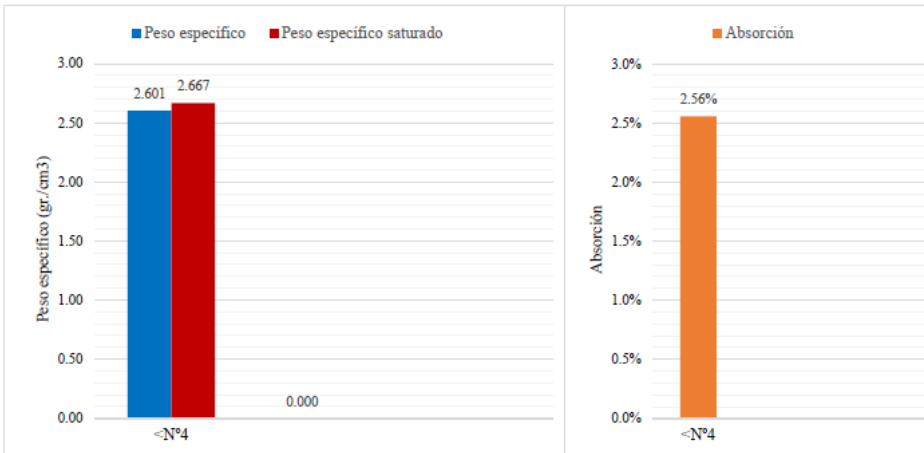
	ALLPA LABORATORIO	Registro SK-934
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	Fecha: 01/09/23
	Referencias: MTC E113, MTC E203, MTC E206, ASTM D854, ASTM C128 y ASTM C127	Muestra: 143012
	V. Br 4.4	Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el
SOLICITA	: Bach. Jaime J. Chipana Soria


DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado fino	PUNTO	: -
POSICIÓN	: Cantera Zurite	MUESTRA	: M-02
HECHO POR	: M.L.M (23/10/2023)	PROFUNDIDAD	: -

MUESTRA	<N°4			PARTES DE SUELO
Número de picnómetro	2	/		Suelo (global)
Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)	689.39			P.E. (gr/cm3)*
Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)	1002.87			PEsss (gr/cm3)
Temperatura de ensayo del agua (°C)	22.6			Absorción (%)
Peso de la muestra sumergida (gr.)	313.48			Suelo <3/4"
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	500.78			P.E. (gr/cm3)
Peso del contenedor (gr.)	77.46			PEsss (gr/cm3)
Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	565.76			Absorción (%)
Peso de la muestra seca (gr.)	488.30			Suelo >N°4
Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	187.30			P.E. (gr/cm3)
Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm3)	0.9977			PEsss (gr/cm3)
Volumen del agua desplazada por partículas (cm3)	187.74			Absorción (%)
Peso específico (gr./cm3)	2.601			Suelo >N°4
Peso específico saturado superficialmente seco (gr./cm3)	2.667			P.E. (gr/cm3)
Absorción de las partículas	2.56%			PEsss (gr/cm3)
Peso específico promedio armónico (gr./cm3)	2.601			Absorción (%)
Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr./cm3)	2.667			
Absorción promedio	2.56%			

* P.E.: Peso específico seco, PEsss: Peso específico saturado superficialmente seco



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.

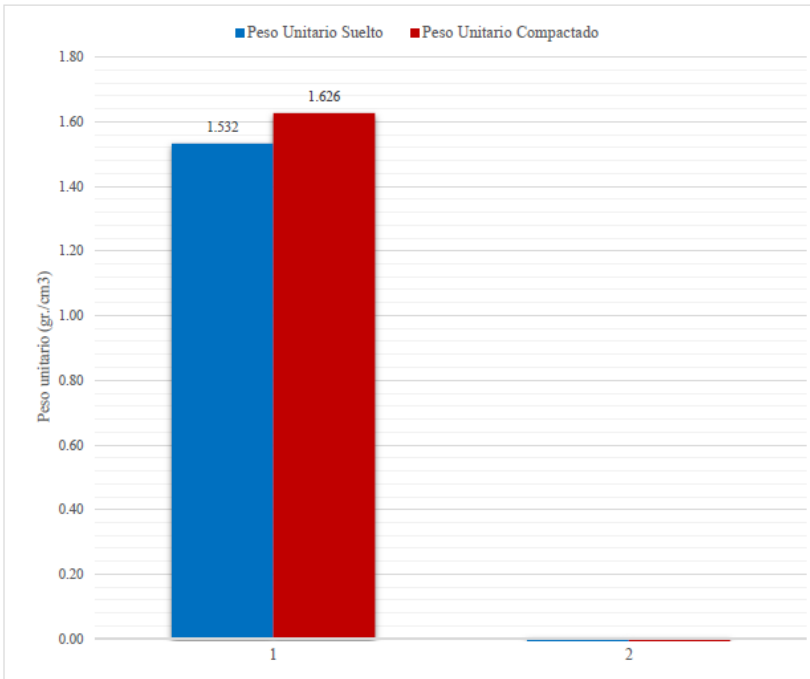
	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-934
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO		Fecha: 01/09/2023
	Referencias: MTC E203 y ASTM C29		Muestra: 143012
			Revisión N° 0
			Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023

DATOS GENERALES	
PROYECTO :	Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el
SOLICITA :	Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECIFICOS			
DETALLE :	Agregado fino	PUNTO :	-
POSICIÓN :	Cantera Zurite	MUESTRA :	M-02
HECHO POR :	J.A.S.D. (20/10/2023)	PROFUNDIDAD :	-

MUESTRA	Global				>3/8"
Código de molde	1c				
Diámetro de molde (cm)	15.27				
Altura de molde (cm)	17.76				
Volumen del Molde (cm ³)	3251.17				
Peso de molde (gr.)	8268.20				
Peso unitario suelto					
Peso del molde + muestra (gr.)	13229.40	13274.10	13265.40	13232.80	
Peso de la muestra (gr.)	4961.20	5005.90	4997.20	4964.60	
Densidad (gr/cm ³)	1.526	1.540	1.537	1.527	
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.532				
Rango* (gr/cm ³)	0.014				
Peso unitario compactado					
Peso del molde + muestra (gr.)	13516.90	13527.70	13576.20	13596.90	
Peso de la muestra (gr.)	5248.70	5259.50	5308.00	5328.70	
Densidad (gr/cm ³)	1.614	1.618	1.633	1.639	
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.626				
Rango* (gr/cm ³)	0.025				

* El rango debe ser menor a 0.040 g/cm³ para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



PARAMETROS ADICIONALES	
Global	
	Peso específico (gr/cm ³)
	Relación de vacíos máxima
	Relación de vacíos mínima
>3/8"	
	Peso específico (gr/cm ³)
	Relación de vacíos máxima
	Relación de vacíos mínima
Suelo natural	
	Densidad natural (gr/cm ³)**
	Peso específico (gr/cm ³)
	Relación de vacíos natural

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.*



ALLPA LABORATORIO		Registro SR-853
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.C.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO		Fecha: 01/09/23
Referencias: MTC E107, ASTM D422 y ASTM D6913		Muestra: 143013
		Revisión N° 0
		Rev. por: B.H.C.
		Fecha: 31/10/23

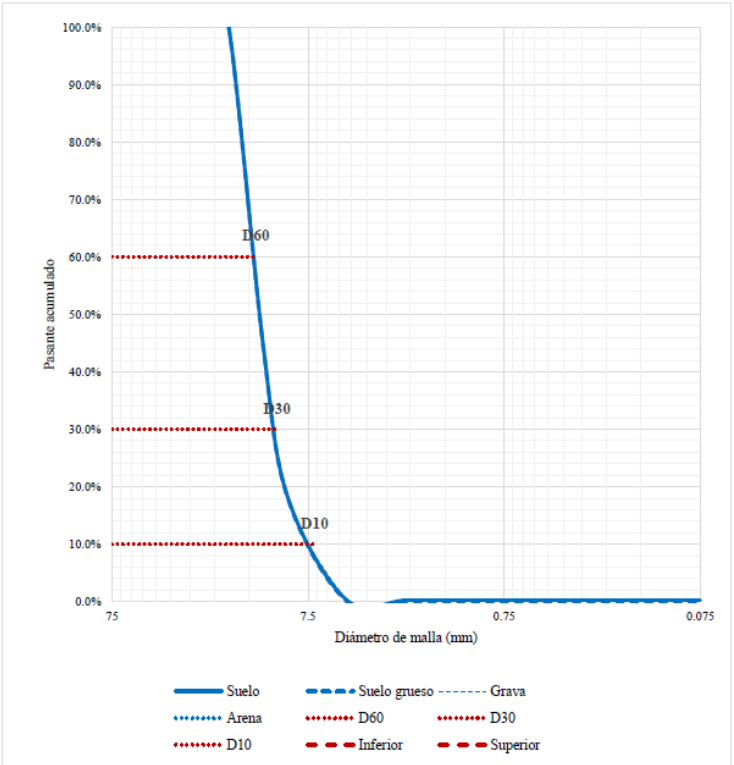
DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el diseño de mezcla de
SOLICITA	: Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado grueso	PUNTO	: -
POSICIÓN	: Cantera Huambutio	MUESTRA	: M-03
HECHO POR	: J.H.H.D (02/09/2023)	PROFUNDIDAD	: -

GRANULOMETRÍA								
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)		Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)	Especificaciones	
		Fracción más fina	gruesa				Inferior (%)	Superior (%)
3"	76.200	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2½"	63.500	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2"	50.800	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1½"	38.100	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1"	25.400	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
¾"	19.050	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
½"	12.700	2989.72		55.6%	55.6%	44.4%		
3/8"	9.525	1413.84		26.3%	81.8%	18.2%		
Nº4	4.760	964.97		17.9%	99.8%	0.2%		
Nº8	2.360	0.00		0.0%	99.8%	0.2%		
Nº16	1.180	0.00		0.0%	99.8%	0.2%		
Nº30	0.600	0.00		0.0%	99.8%	0.2%		
Nº50	0.300	0.00		0.0%	99.8%	0.2%		
Nº100	0.150	0.00		0.0%	99.8%	0.2%		
Nº200	0.075	0.39		0.0%	99.8%	0.2%		
< Nº 200	Cazuela	3.18					Gradación	
Pesos parciales		5372.10	-	Error*	0.0%	-	Ninguna	

RESULTADOS	
Peso total húmedo (gr.)	-
Peso total seco (gr.)	5381.7
Fracción más fina (submuestra)	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	5381.71
Peso después de lavar (gr.)	5371.26
Factor de amplificación	-
Fracción más gruesa	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	-
Peso después de lavar (gr.)	-
Fracciones de suelo	
% de suelo grueso	99.8%
% de suelo fino	0.2%
% de grava	99.8%
% de arena	0.0%
% que pasa tamiz ¾"	100.0%
% que pasa tamiz Nº4	0.2%
% que pasa tamiz Nº10	-
% que pasa tamiz Nº40	-

* La variación entre el peso total y la suma de los pesos de las fracciones debe ser menor al 1% para cumplir con la precisión exigida por la norma ASTM.



PARÁMETROS	
Suelo	
Tamaño máximo	¾"
Tamaño máximo nominal	½"
Tamaño promedio	13.225 mm
Diámetro al 60%	13.858 mm
Diámetro al 30%	10.807 mm
Diámetro al 10%	6.942 mm
Coef. de uniformidad	2.00
Coef. de curvatura	1.21
Suelo grueso	
Tam. prom. suelo grueso	13.237 mm
Diámetro al 60%	14.237 mm
Diámetro al 30%	10.862 mm
Diámetro al 10%	7.000 mm
Coef. de uniformidad	2.03
Coef. de curvatura	1.18
Grava	
Tam. prom. gravas >¾"	-
Tam. prom. gravas <¾"	13.237 mm
Diámetro al 60%	14.237
Diámetro al 10%	7.002
Coef. de uniformidad	2.03
Arena	
Tamaño promedio arena	0.106 mm
Diámetro al 60%	-
Diámetro al 10%	-
Coef. de uniformidad	-
Suelo grueso < 3/8"	
Módulo de fineza	6.00
FORMA	
Áng. de Fricción estim. (°) *	-

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.

* Estimado empíricamente según fracciones de suelo.

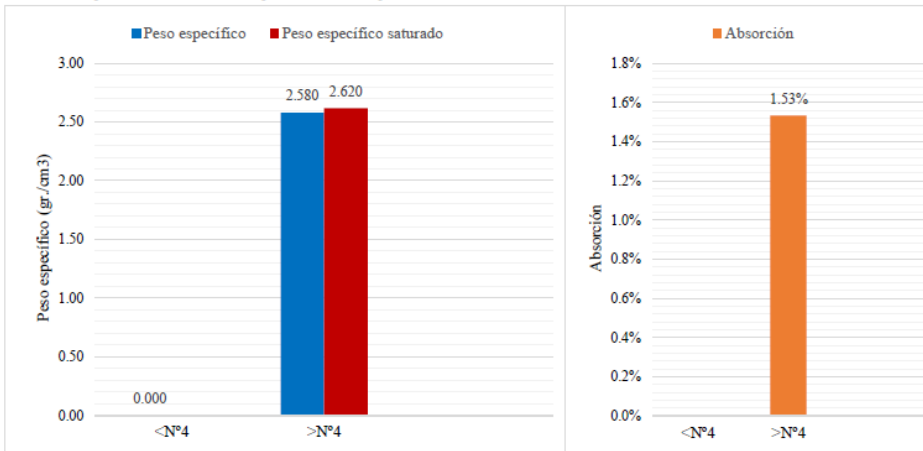
	ALLPA LABORATORIO	Registro SR-853
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	Fecha: 01/09/23
	Referencias: MTC E113, MTC E205, MTC E206, ASTM D854, ASTM C128 y ASTM C127	Muestra: 143013
	V. Br 4.4	Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el
SOLICITA	: Bach. Jaime J. Chipana Soria


DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado grueso	PUNTO	: -
POSICIÓN	: Cantera Huambutio	MUESTRA	: M-03
HECHO POR	: M.L.M (01/09/2023)	PROFUNDIDAD	: -

MUESTRA	<N°4		>N°4		PARTES DE SUELO
Número de picnómetro			/		Suelo (global)
Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)			/		P.E. (gr/cm3)*
Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)			/		
Temperatura de ensayo del agua (°C)			16.8	17	PEsss (gr/cm3)
Peso de la muestra sumergida (gr.)			681.40	635.50	
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)			1102.02	1026.54	Absorción (%)
Peso del contenedor (gr.)			56.47	56.50	
Peso del contenedor + muestra seca (gr.)			1141.09	1068.23	Suelo <3/4"
Peso de la muestra seca (gr.)			1084.62	1011.73	P.E. (gr/cm3)
Peso del agua desplazada por partículas (gr.)			420.62	391.04	
Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm3)			0.9989	0.9988	PEsss (gr/cm3)
Volumen del agua desplazada por partículas (cm3)			421.10	391.50	
Peso específico (gr./cm3)			2.576	2.584	Absorción (%)
Peso específico saturado superficialmente seco (gr./cm3)			2.617	2.622	
Absorción de las partículas			1.60%	1.46%	Suelo >N°4
Peso específico promedio armónico (gr./cm3)				2.580	P.E. (gr/cm3)
Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr./cm3)				2.620	2.580
Absorción promedio				1.53%	PEsss (gr/cm3)
					2.620
					Absorción (%)
					1.53%

* P.E.: Peso específico seco, PEsss: Peso específico saturado superficialmente seco



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.

	ALLPA LABORATORIO	Registro SR-853
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO	Fecha: 01/09/2023
	Referencias: MTC E203 y ASTM C29	Muestra: 143013
	V. Br 4.4	Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el diseño
SOLICITA	: Bach. Jaime J. Chipana Soria

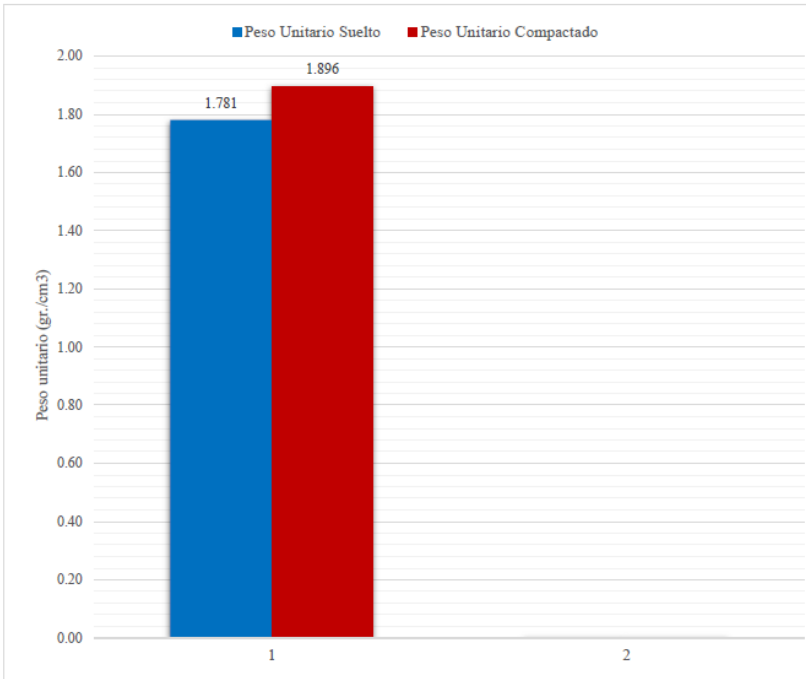
DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado grueso	PUNTO	: -
POSICIÓN	: Cantera Huambutio	MUESTRA	: M-03
HECHO POR	: M.L.M (11/09/2023)	PROFUNDIDAD	: -

MUESTRA	<N°4	>N°4
Código de molde	1c	
Diámetro de molde (cm)	15.27	
Altura de molde (cm)	17.76	
Volumen del Molde (cm ³)	3251.17	
Peso de molde (gr.)	6722.53	

Peso unitario suelto				
Peso del molde + muestra (gr.)	12493.80	12485.00	12536.70	12530.10
Peso de la muestra (gr.)	5771.27	5762.47	5814.17	5807.57
Densidad (gr/cm ³)	1.775	1.772	1.788	1.786
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.781			
Rango* (gr/cm ³)	0.016			

Peso unitario compactado				
Peso del molde + muestra (gr.)	12874.10	12906.10	12895.50	12871.30
Peso de la muestra (gr.)	6151.57	6183.57	6172.97	6148.77
Densidad (gr/cm ³)	1.892	1.902	1.899	1.891
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.896			
Rango* (gr/cm ³)	0.011			

* El rango debe ser menor a 0.040 g/cm³ para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



PARAMETROS ADICIONALES	
<N°4	
Peso específico (gr/cm ³)	
Relación de vacíos máxima	
Relación de vacíos mínima	
>N°4	
Peso específico (gr/cm ³)	2.580
Relación de vacíos máxima	
Relación de vacíos mínima	
Suelo natural	
Densidad natural (gr/cm ³)**	
Peso específico (gr/cm ³)	
Relación de vacíos natural	

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.*
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.



ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO Referencias: MTC E107, ASTM D422 y ASTM D6913	Registro SR-854
	Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	Fecha: 01/09/23
	Muestra: 143014
	Revisión N° 0
	Rev. por: B.H.C.
V. Br 44	Fecha: 31/10/23

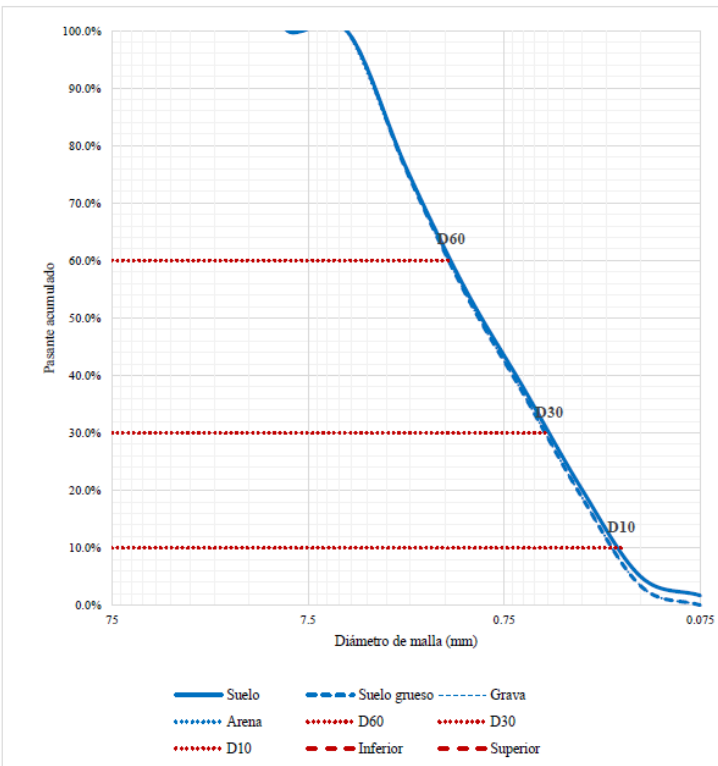
DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el diseño de mezcla de
SOLICITA	: Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado fino	PUNTO	: -
POSICIÓN	: Cantera Huambutio	MUESTRA	: M-04
HECHO POR	: M.L.M. (19/10/2023)	PROFUNDIDAD	: -

GRANULOMETRÍA								
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)		Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)	Especificaciones	
		fracción fina	gruesa				Inferior (%)	Superior (%)
3"	76.200	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2½"	63.500	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2"	50.800	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1½"	38.100	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1"	25.400	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
¾"	19.050	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
½"	12.700	0.00		0.0%	0.0%	100.0%		
3/8"	9.525	0.00		0.0%	0.0%	100.0%		
Nº4	4.760	0.28		0.0%	0.0%	100.0%		
Nº8	2.360	318.16		24.0%	24.0%	76.0%		
Nº16	1.180	278.61		21.0%	45.0%	55.0%		
Nº30	0.600	226.20		17.1%	62.1%	37.9%		
Nº50	0.300	236.48		17.8%	79.9%	20.1%		
Nº100	0.150	201.27		15.2%	95.1%	4.9%		
Nº200	0.075	42.65		3.2%	98.3%	1.7%		
< Nº 200	Cazuela	4.11						Gradación
Pesos parciales	1307.76	-		Error*	0.1%	-		Ninguna

RESULTADOS	
Peso total húmedo (gr.)	-
Peso total seco (gr.)	1326.1
Fracción más fina (submuestra)	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	1326.08
Peso después de lavar (gr.)	1306.76
Factor de amplificación	-
Fracción más gruesa	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	-
Peso después de lavar (gr.)	-
Fracciones de suelo	
% de suelo grueso	98.3%
% de suelo fino	1.7%
% de grava	0.0%
% de arena	98.3%
% que pasa tamiz ¾"	100.0%
% que pasa tamiz Nº4	100.0%
% que pasa tamiz Nº10	
% que pasa tamiz Nº40	

* La variación entre el peso total y la suma de los pesos de las fracciones debe ser menor al 1% para cumplir con la precisión exigida por la norma ASTM.



PARAMETROS	
Suelo	
Tamaño máximo	Nº4
Tamaño máximo nominal	Nº8
Tamaño promedio	0.969 mm
Diámetro al 60%	1.393 mm
Diámetro al 30%	0.441 mm
Diámetro al 10%	0.189 mm
Coef. de uniformidad	7.36
Coef. de curvatura	0.74
Suelo grueso	
Tam. prom. suelo grueso	1.002 mm
Diámetro al 60%	1.424 mm
Diámetro al 30%	0.462 mm
Diámetro al 10%	0.203 mm
Coef. de uniformidad	7.02
Coef. de curvatura	0.74
Grava	
Tam. prom. gravas >¾"	
Tam. prom. gravas <¾"	6.733 mm
Diámetro al 60%	
Diámetro al 10%	
Coef. de uniformidad	
Arena	
Tamaño promedio arena	1.001 mm
Diámetro al 60%	1.424
Diámetro al 10%	0.203
Coef. de uniformidad	7.02
Suelo grueso < 3/8"	
Módulo de fineza	3.11
FORMA	
Áng. de Fricción estim. (°) *	

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.

* Estimado amólicamente según fracciones de suelo.

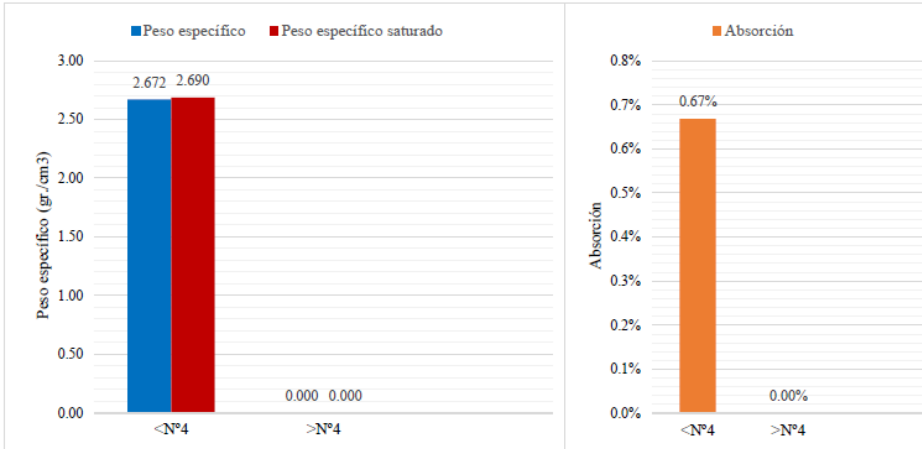
	ALLPA LABORATORIO	Registro SR-854
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	Fecha: 01/09/23
	Referencias: MTC E113, MTC E203, MTC E206, ASTM D854, ASTM C128 y ASTM C127	Muestra: 143014
	V. Br 4.4	Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23

DATOS GENERALES	
PROYECTO :	Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el
SOLICITA :	Bach. Jaime J. Chipana Soria


DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE :	Agregado fino	PUNTO :	-
POSICIÓN :	Cantera Huambutio	MUESTRA :	M-04
HECHO POR :	M.L.M (20/10/2023)	PROFUNDIDAD :	-

MUESTRA	<N°4		>N°4	PARTES DE SUELO
Número de picnómetro	2	2		Suelo (global)
Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)	689.39	689.62		P.E. (gr/cm3)*
Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)	1005.34	1000.68		PEss (gr/cm3)
Temperatura de ensayo del agua (°C)	22.6	20.6		Absorción (%)
Peso de la muestra sumergida (gr.)	315.95	311.06		Suelo <3/4"
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	500.92	495.95		P.E. (gr/cm3)
Peso del contenedor (gr.)	100.88	97.93		PEss (gr/cm3)
Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	598.62	590.44		Absorción (%)
Peso de la muestra seca (gr.)	497.74	492.51		Suelo >N°4
Peso de agua desplazada por partículas (gr.)	184.97	184.89		P.E. (gr/cm3)
Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm3)	0.9977	0.9981		PEss (gr/cm3)
Volumen del agua desplazada por partículas (cm3)	185.40	185.23		Absorción (%)
Peso específico (gr./cm3)	2.685	2.659		Suelo >N°4
Peso específico saturado superficialmente seco (gr./cm3)	2.702	2.677		P.E. (gr/cm3)
Absorción de las partículas	0.64%	0.70%		PEss (gr/cm3)
Peso específico promedio armónico (gr./cm3)	2.672			Absorción (%)
Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr./cm3)	2.690			
Absorción promedio	0.67%			

* P.E.: Peso específico seco, PEss: Peso específico saturado superficialmente seco



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.

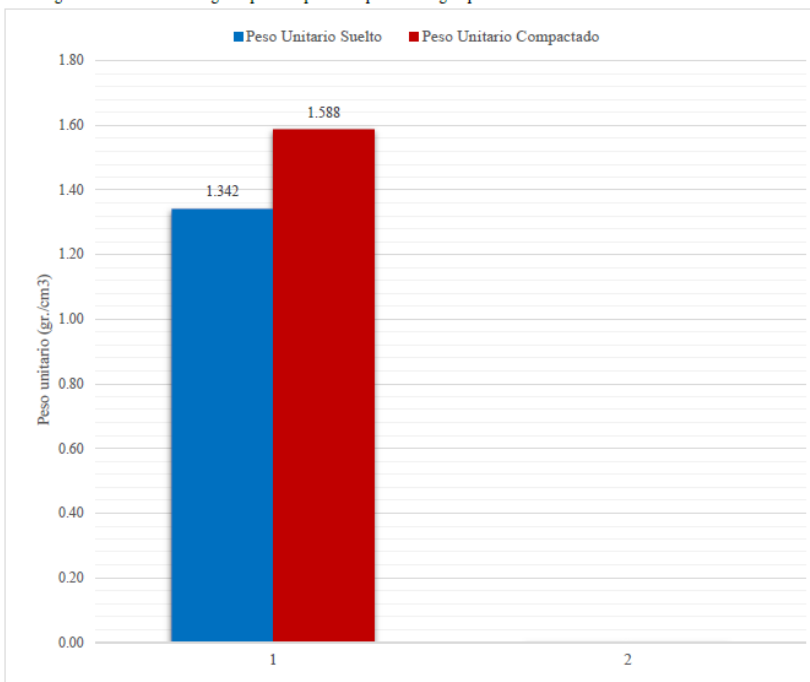
	ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Registro SR-854 Form. Aprob. por: B.C.H.C. Fecha: 01/09/2023
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO Referencias: MTC E203 y ASTM C29	Muestra: 143014 Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023
	V. Br 4.4	

DATOS GENERALES
PROYECTO : Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el diseño SOLICITA : Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS	
DETALLE : Agregado fino POSICIÓN : Cantera Huambutío HECHO POR : M.L.M. (20/10/2023)	PUNTO : - MUESTRA : M-04 PROFUNDIDAD : -

MUESTRA	<N°4				>N°4				
Código de molde	1c								
Diámetro de molde (cm)	15.27								
Altura de molde (cm)	17.76								
Volumen del Molde (cm ³)	3251.17								
Peso de molde (gr.)	8268.20								
Peso unitario suelto									
Peso del molde + muestra (gr.)	12625.20	12637.20	12621.20	12642.30					
Peso de la muestra (gr.)	4357.00	4369.00	4353.00	4374.10					
Densidad (gr/cm ³)	1.340	1.344	1.339	1.345					
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.342								
Rango* (gr/cm ³)	0.006								
Peso unitario compactado									
Peso del molde + muestra (gr.)	13408.60	13443.70	13408.60	13461.80					
Peso de la muestra (gr.)	5140.40	5175.50	5140.40	5193.60					
Densidad (gr/cm ³)	1.581	1.592	1.581	1.597					
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.588								
Rango* (gr/cm ³)	0.016								

* El rango debe ser menor a 0.040 g/cm³ para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



PARÁMETROS ADICIONALES
<N°4
Peso específico (gr/cm ³)
2.672
Relación de vacíos máxima
0.991
Relación de vacíos mínima
0.683
>N°4
Peso específico (gr/cm ³)
Relación de vacíos máxima
Relación de vacíos mínima
Suelo natural
Densidad natural (gr/cm ³)**
Peso específico (gr/cm ³)
Relación de vacíos natural

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.*



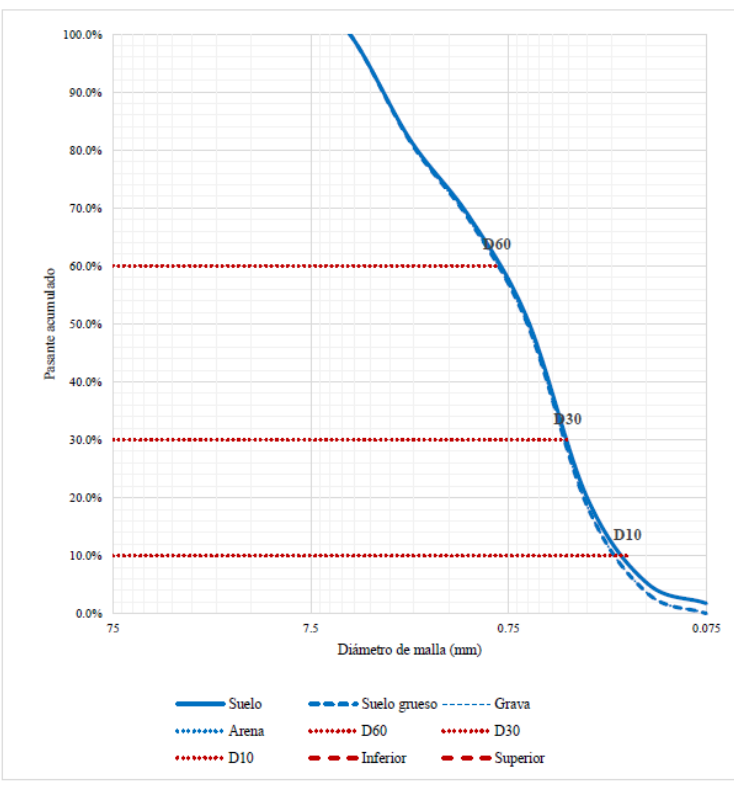
ALLPA LABORATORIO		Registro SR-855
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.C.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO		Fecha: 01/09/23
Referencias: MTC E107, ASTM D422 y ASTM D6913		Muestra: 143015
		Revisión N° 0
		Rev. por: B.H.C.
		Fecha: 31/10/23

DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el diseño de mezcla de
SOLICITA	: Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Hormigón	PUNTO	: -
POSICIÓN	: Cantera Pisac	MUESTRA	: M-05
HECHO POR	: J.H.D (01/09/2023)	PROFUNDIDAD	: -

GRANULOMETRÍA							RESULTADOS	
Malla	Tamaño (mm)	Peso retenido (gr)		Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)	Especificaciones	
		fracción más fina	gruesa				Inferior (%)	Superior (%)
3"	76.200	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2½"	63.500	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
2"	50.800	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1½"	38.100	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
1"	25.400	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
¾"	19.050	0.0		0.0%	0.0%	100.0%		
½"	12.700	0.00		0.0%	0.0%	100.0%		
3/8"	9.525	0.00		0.0%	0.0%	100.0%		
Nº4	4.760	0.00		0.0%	0.0%	100.0%		
Nº8	2.360	529.31		18.2%	18.2%	81.8%		
Nº16	1.180	389.31		13.4%	31.6%	68.4%		
Nº30	0.600	515.06		17.7%	49.3%	50.7%		
Nº50	0.300	894.22		30.7%	80.0%	20.0%		
Nº100	0.150	426.35		14.7%	94.7%	5.3%		
Nº200	0.075	102.84		3.5%	98.2%	1.8%		
< Nº 200	Cazuela	7.66						
Pesos parciales		2864.75	-	Error*	0.3%	-	Gradación Ninguna	

* La variación entre el peso total y la suma de los pesos de las fracciones debe ser menor al 1% para cumplir con la precisión exigida por la norma ASTM.



PARÁMETROS	
Suelo	
Tamaño máximo	Nº4
Tamaño máximo nominal	Nº8
Tamaño promedio	0.591 mm
Diámetro al 60%	0.856 mm
Diámetro al 30%	0.376 mm
Diámetro al 10%	0.187 mm
Coef. de uniformidad	4.57
Coef. de curvatura	0.88
Suelo grueso	
Tam. prom. suelo grueso	0.604 mm
Diámetro al 60%	0.879 mm
Diámetro al 30%	0.387 mm
Diámetro al 10%	0.202 mm
Coef. de uniformidad	4.35
Coef. de curvatura	0.84
Grava	
Tam. prom. gravas >3/4"	
Tam. prom. gravas <3/4"	
Diámetro al 60%	
Diámetro al 10%	
Coef. de uniformidad	
Arena	
Tamaño promedio arena	0.604 mm
Diámetro al 60%	0.879
Diámetro al 10%	0.202
Coef. de uniformidad	4.35
Suelo grueso < 3/8"	
Módulo de fineza	2.79
FORMA	
Ang. de Fricción estim. (°) *	

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.

* Estimado armónicamente según fracciones de suelo.

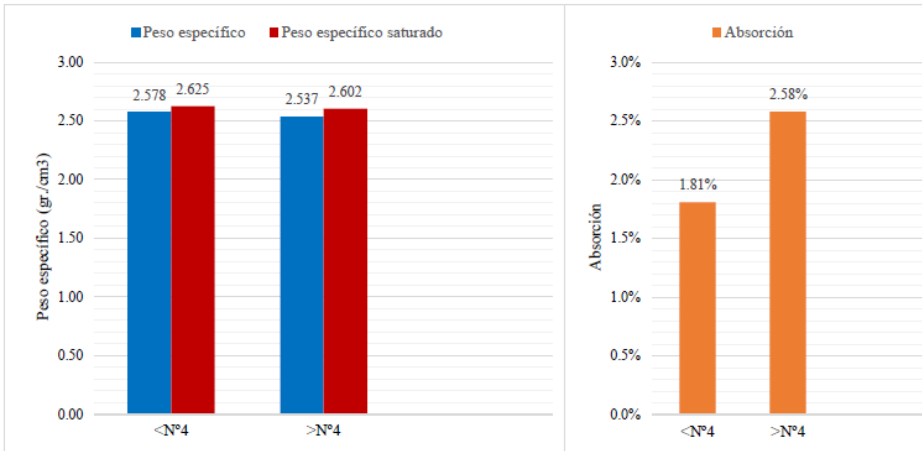
	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-855
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	PESO ESPECÍFICO DEL SUELO		Fecha: 01/09/23
	Referencias: MTC E113, MTC E203, MTC E206, ASTM D854, ASTM C128 y ASTM C127		Muestra: 143015
	V. Br 4.4		Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23

DATOS GENERALES	
PROYECTO :	Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el
SOLICITA :	Bach. Jaime J. Chipana Soria


DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE :	Hormigón	PUNTO :	-
POSICIÓN :	Cantera Pisac	MUESTRA :	M-05
HECHO POR :	M.L.M (01/09/2023)	PROFUNDIDAD :	-

MUESTRA	<N°4		>N°4		PARTES DE SUELO
	Número de picnómetro	2	2	/	
Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)	689.63	689.75	P.E. (gr/cm3)*		
Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)	999.35	999.99	PEss (gr/cm3)	2.625	
Temperatura de ensayo del agua (°C)	20.5	19.3	16.8	17	Absorción (%)
Peso de la muestra sumergida (gr.)	309.72	310.24	626.50	442.80	1.81%
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	500.09	500.39	1019.30	716.82	Suelo <3/4"
Peso del contenedor (gr.)	55.60	59.31	55.83	56.38	P.E. (gr/cm3)
Peso del contenedor + muestra seca (gr.)	546.74	550.86	1044.10	758.92	PEss (gr/cm3)
Peso de la muestra seca (gr.)	491.14	491.55	988.27	702.54	Absorción (%)
Peso del agua desplazada por partículas (gr.)	190.37	190.15	392.80	274.02	Suelo >N°4
Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm3)	0.9982	0.9984	0.9989	0.9988	P.E. (gr/cm3)
Volumen del agua desplazada por partículas (cm3)	190.72	190.46	393.25	274.34	2.537
Peso específico (gr./cm3)	2.575	2.581	2.513	2.561	2.602
Peso específico saturado superficialmente seco (gr./cm3)	2.622	2.627	2.592	2.613	2.59%
Absorción de las partículas	1.82%	1.80%	3.14%	2.03%	
Peso específico promedio armónico (gr./cm3)	2.578		2.537		
Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr./cm3)	2.625		2.602		
Absorción promedio	1.81%		2.59%		

* P.E.: Peso específico seco, PEss: Peso específico saturado superficialmente seco



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.

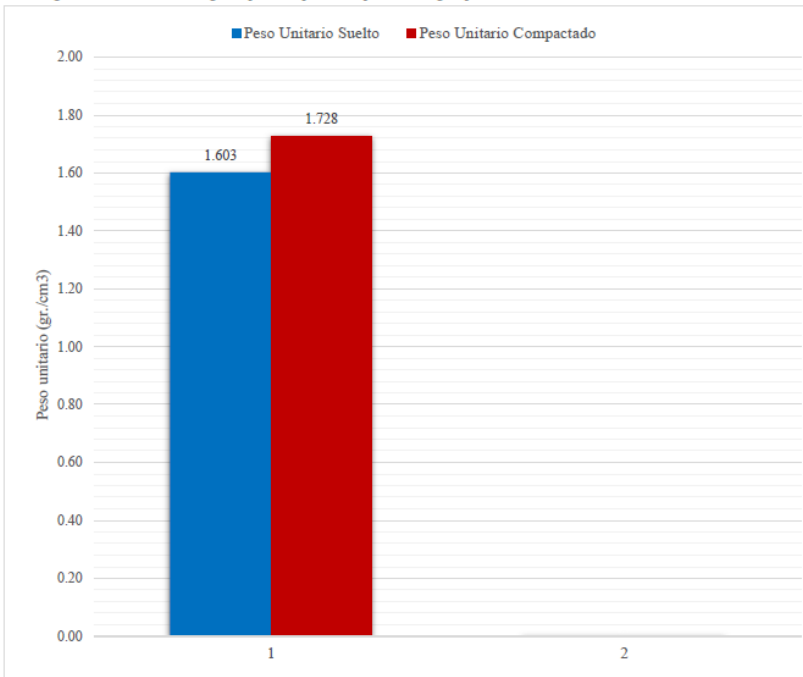
	ALLPA LABORATORIO	Registro SR-855
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por: B.H.C.
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO	Fecha: 01/09/2023
	Referencias: MTC E203 y ASTM C29	Muestra: 143015
	V. Br 4.4	Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023

DATOS GENERALES	
PROYECTO :	Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el
SOLICITA :	Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE :	Hormigón	PUNTO :	-
POSICIÓN :	Cantera Pisac	MUESTRA :	M-05
HECHO POR :		PROFUNDIDAD :	-

MUESTRA	Global				>3/8"			
Código de molde	1c							
Diámetro de molde (cm)	15.27							
Altura de molde (cm)	17.76							
Volumen del Molde (cm ³)	3251.17							
Peso de molde (gr.)	8267.60							
Peso unitario suelto								
Peso del molde + muestra (gr.)	13481.70	13485.70	13494.80	13457.70				
Peso de la muestra (gr.)	5214.10	5218.10	5227.20	5190.10				
Densidad (gr/cm ³)	1.604	1.605	1.608	1.596				
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.603							
Rango* (gr/cm ³)	0.011							
Peso unitario compactado								
Peso del molde + muestra (gr.)	13867.40	13908.40	13880.90	13881.80				
Peso de la muestra (gr.)	5599.80	5640.80	5613.30	5614.20				
Densidad (gr/cm ³)	1.722	1.735	1.727	1.727				
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.728							
Rango* (gr/cm ³)	0.013							

* El rango debe ser menor a 0.040 g/cm³ para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



PARÁMETROS ADICIONALES	
Global	
Peso específico (gr/cm ³)	2.578
Relación de vacíos máxima	0.608
Relación de vacíos mínima	0.492
>3/8"	
Peso específico (gr/cm ³)	2.537
Relación de vacíos máxima	
Relación de vacíos mínima	
Suelo natural	
Densidad natural (gr/cm ³)**	
Peso específico (gr/cm ³)	2.578
Relación de vacíos natural	

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.



ALLPA LABORATORIO		Registro SR-856
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.C.
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO		Fecha: 01/09/23
Referencias: MTC E107, ASTM D422 y ASTM D6913		Muestra: 143016
		Revisión N° 0
		Rev. por: B.H.C.
		Fecha: 31/10/23

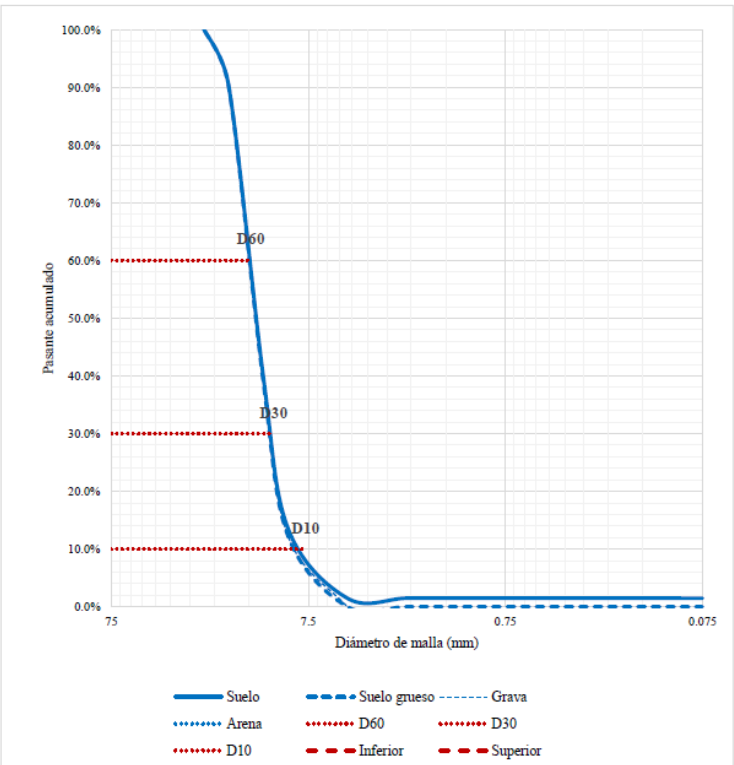
DATOS GENERALES	
PROYECTO	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el diseño de mezcla de
SOLICITA	: Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE	: Agregado grueso	PUNTO	: -
POSICIÓN	: Cantera Pisac	MUESTRA	: M-06
HECHO POR	: J.H.H.D (01/09/2023)	PROFUNDIDAD	: -

GRANULOMETRÍA							
Tamiz	Peso retenido (gr)	Fracción más		Retenido parcial (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)	
		fina	gruesa				
Malla	Tamaño (mm)					Especificaciones	
						Inferior (%) Superior (%)	
3"	76.200	0.0		0.0%	0.0%	100.0%	
2½"	63.500	0.0		0.0%	0.0%	100.0%	
2"	50.800	0.0		0.0%	0.0%	100.0%	
1½"	38.100	0.0		0.0%	0.0%	100.0%	
1"	25.400	0.0		0.0%	0.0%	100.0%	
¾"	19.050	600.5		9.7%	9.7%	90.3%	
½"	12.700	3127.55		50.5%	60.2%	39.8%	
3/8"	9.525	1623.92		26.2%	86.4%	13.6%	
Nº4	4.760	750.60		12.1%	98.5%	1.5%	
Nº8	2.360	0.00		0.0%	98.5%	1.5%	
Nº16	1.180	0.00		0.0%	98.5%	1.5%	
Nº30	0.600	0.00		0.0%	98.5%	1.5%	
Nº50	0.300	0.00		0.0%	98.5%	1.5%	
Nº100	0.150	0.00		0.0%	98.5%	1.5%	
Nº200	0.075	0.84		0.0%	98.5%	1.5%	
< Nº 200	Cazuela	3.02					
Pesos parciales		6106.41	-	Error*	0.0%	-	
						Gradación	
						Ninguna	

RESULTADOS	
Peso total húmedo (gr.)	-
Peso total seco (gr.)	6194.4
Fracción más fina (submuestra)	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	6194.37
Peso después de lavar (gr.)	6103.87
Factor de amplificación	-
Fracción más gruesa	
Peso húmedo (gr.)	-
Peso seco (gr.)	-
Peso después de lavar (gr.)	-
Fracciones de suelo	
% de suelo grueso	98.5%
% de suelo fino	1.5%
% de grava	98.5%
% de arena	0.0%
% que pasa tamiz ¾"	90.3%
% que pasa tamiz Nº4	1.5%
% que pasa tamiz Nº10	
% que pasa tamiz Nº40	

* La variación entre el peso total y la suma de los pesos de las fracciones debe ser menor al 1% para cumplir con la precisión exigida por la norma ASTM.



PARÁMETROS	
Suelo	
Tamaño máximo	1"
Tamaño máximo nominal	¾"
Tamaño promedio	13.782 mm
Diámetro al 60%	14.710 mm
Diámetro al 30%	11.262 mm
Diámetro al 10%	7.751 mm
Coef. de uniformidad	1.90
Coef. de curvatura	1.11
Suelo grueso	
Tam. prom. suelo grueso	13.864 mm
Diámetro al 60%	15.005 mm
Diámetro al 30%	11.533 mm
Diámetro al 10%	8.361 mm
Coef. de uniformidad	1.79
Coef. de curvatura	1.06
Grava	
Tam. prom. gravas >¾"	21.997 mm
Tam. prom. gravas <¾"	13.335 mm
Diámetro al 60%	15.006
Diámetro al 10%	8.366
Coef. de uniformidad	1.79
Arena	
Tamaño promedio arena	0.106 mm
Diámetro al 60%	
Diámetro al 10%	
Coef. de uniformidad	
Suelo grueso < 3/8"	
Módulo de fineza	5.99
FORMA	
Ang. de Fricción estim. (°) *	

Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.

* Estimado armónicamente según fracciones de suelo.

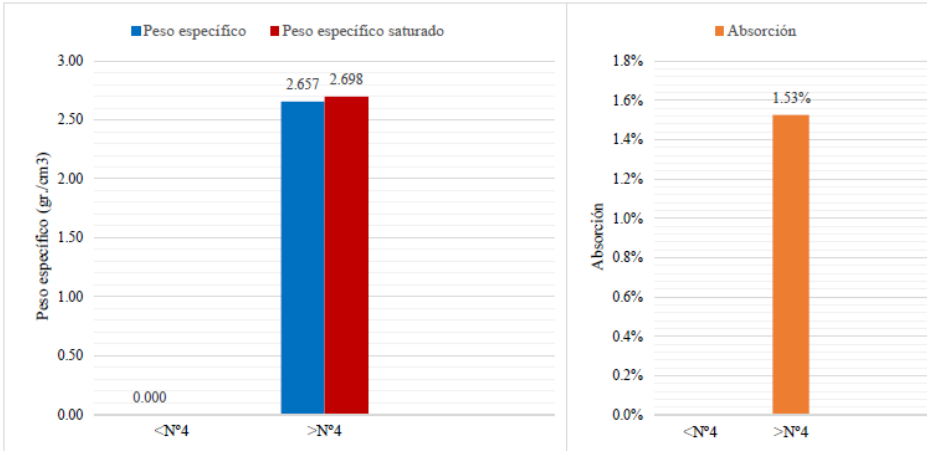
	ALLPA LABORATORIO	Registro SR-856
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	Fecha: 01/09/23
	Referencias: MTC E113, MTC E205, MTC E206, ASTM D854, ASTM C128 y ASTM C127	Muestra: 143016
	V. Br 4.4	Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/23

DATOS GENERALES	
PROYECTO :	Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el
SOLICITA :	Bach. Jaime J. Chipana Soria


DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE :	Agregado grueso	PUNTO :	-
POSICIÓN :	Cantera Pisac	MUESTRA :	M-06
HECHO POR :	M.L.M (01/09/2023)	PROFUNDIDAD :	-

MUESTRA	<N°4		>N°4		PARTES DE SUELO
Número de picnómetro			/		Suelo (global)
Peso del picnómetro + agua a temp. de ensayo (gr.)					P.E. (gr/cm3)*
Peso del picnómetro + muestra + agua (gr.)					PEsss (gr/cm3)
Temperatura de ensayo del agua (°C)			16.7	16.7	Absorción (%)
Peso de la muestra sumergida (gr.)			640.70	649.50	Suelo <3/4"
Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)			1012.39	1036.52	P.E. (gr/cm3)
Peso del contenedor (gr.)			56.84	57.20	PEsss (gr/cm3)
Peso del contenedor + muestra seca (gr.)			1055.33	1076.78	Absorción (%)
Peso de la muestra seca (gr.)			998.49	1019.58	Suelo >N°4
Peso del agua desplazada por partículas (gr.)			371.69	387.02	P.E. (gr/cm3)
Densidad del agua a temperatura de ensayo (gr./cm3)			0.9989	0.9989	PEsss (gr/cm3)
Volumen del agua desplazada por partículas (cm3)			372.11	387.46	Absorción (%)
Peso específico (gr./cm3)			2.683	2.631	Suelo >N°4
Peso específico saturado superficialmente seco (gr./cm3)			2.721	2.675	P.E. (gr/cm3)
Absorción de las partículas			1.39%	1.66%	PEsss (gr/cm3)
Peso específico promedio armónico (gr./cm3)			2.657		Absorción (%)
Peso específico saturado superficialmente seco armón. (gr./cm3)			2.698		Suelo >N°4
Absorción promedio			1.53%		P.E. (gr/cm3)

* P.E.: Peso específico seco, PEsss: Peso específico saturado superficialmente seco



Observaciones: El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.

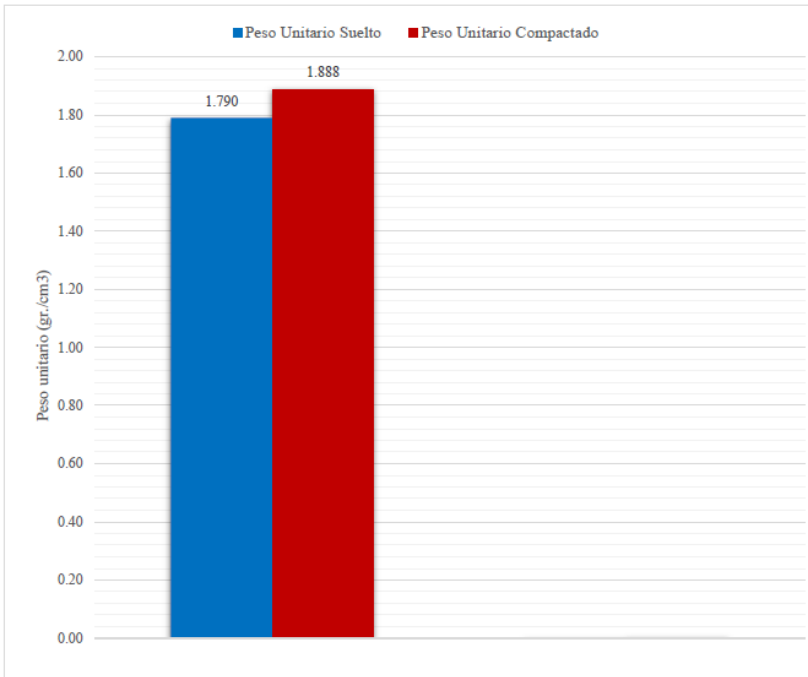
	ALLPA LABORATORIO		Registro SR-856
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Form. Aprob. por: B.C.H.C.
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO		Fecha: 01/09/2023
	Referencias: MTC E203 y ASTM C29		Muestra: 143016
	V. Br 4.4		Revisión N° 0 Rev. por: B.H.C. Fecha: 31/10/2023

DATOS GENERALES	
PROYECTO :	Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de tres canteras, para el diseño
SOLICITA :	Bach. Jaime J. Chipana Soria

DATOS ESPECÍFICOS			
DETALLE :	Agregado grueso	PUNTO :	-
POSICIÓN :	Cantera Pisac	MUESTRA :	M-06
HECHO POR :	M.L.M (12/09/2023)	PROFUNDIDAD :	-

MUESTRA	
Código de molde	1c
Diámetro de molde (cm)	15.27
Altura de molde (cm)	17.76
Volumen del Molde (cm ³)	3251.17
Peso de molde (gr.)	6805.67
Peso unitario suelto	
Peso del molde + muestra (gr.)	12631.10
Peso de la muestra (gr.)	5825.43
Densidad (gr/cm ³)	1.792
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.790
Rango* (gr/cm ³)	0.018
Peso unitario compactado	
Peso del molde + muestra (gr.)	12940.20
Peso de la muestra (gr.)	6134.53
Densidad (gr/cm ³)	1.887
Densidad promedio (gr/cm ³)	1.888
Rango* (gr/cm ³)	0.016

* El rango debe ser menor a 0.040 g/cm³ para cumplir con la precisión exigida por el MTC.



PARÁMETROS ADICIONALES
Peso específico (gr/cm ³)
Relación de vacíos máxima
Relación de vacíos mínima
Peso específico (gr/cm ³)
Relación de vacíos máxima
Relación de vacíos mínima
Suelo natural
Densidad natural (gr/cm ³)**
Peso específico (gr/cm ³)
Relación de vacíos natural

Observaciones: *El ensayo se ha realizado según las exigencias de la norma ASTM.*
El ensayo cumple con la precisión exigida por la norma ASTM.

INFORME
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS
CILINDRICOS DE CONCRETO

TESIS: “ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”



SOLICITA:

Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA

Contenido

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	213
1.1 GENERALIDADES	213
1.1.1 OBJETIVO.....	213
1.1.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	213
1.1.3 MÉTODOS DE ESTUDIO.....	213
1.1.5 MATERIALES.....	214
2 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	214
2.1 CANTERA HUAMBUTIO	214
2.2 EVALUACIÓN DE RESISTENCIA.....	214
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	215

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1 GENERALIDADES

A solicitud del Bachiller en ingeniería civil de la universidad Continental con sede en la ciudad del Cusco, JAIME JOSE CHIPANA SORIA, se realiza la evaluación a la resistencia de especímenes cilíndricos de hormigono o concreto pertenecientes al proyecto de tesis: **“ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c=210$ Kg/cm² EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”**

La presente evaluación contiene: ensayos de laboratorio, evaluación de la resistencia, conclusiones y recomendaciones.

1.1.1 OBJETIVO.

El fin del presente estudio es evaluar la resistencia de testigos cilíndricos de concreto, previa rotura de los mismos.

1.1.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO.

La metodología de estudio se basa en los siguientes estudio y ensayos:

Ensayos de laboratorio (rotura de testigos).

Evaluación de la resistencia.

1.1.3 MÉTODOS DE ESTUDIO.

Los procedimientos y los cálculos necesarios en la realización del presente estudio se han realizado según lo exigido en las siguientes normas:

- MTC E 704 Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos, con referencia en las normas ASTM C 39 - 39M-2005e2 Standard Test Method compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens y AASHTO T 22-2005 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete.
- “MTC E 703 Refrentado de Cilindros de Concreto, con referencia en las normas ASTM C 617 Standard Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens y AASHTO T 231 Standard Practices for Capping Cylindrical Concrete Specimens”.
- MTC E 726, Método para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido, con referencia en la norma ASTM C 1231 Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders.
- E 060 Concreto Armado.

1.1.4 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

Los equipos y herramientas utilizados en la realización del presente estudio son los exigidos en las normas mencionadas en el anterior ítem.

1.1.5 MATERIALES.

Los testigos y sus características fueron proveídos por el solicitante, consistente en 4 testigos cilíndricos.

2 ENSAYOS DE LABORATORIO.

En el laboratorio se obtuvieron los resultados de los ensayos, se encuentran en los anexos.

2.1 CANTERA HUAMBUTIO

Tabla 1. *Ensayo de rotura de briquetas*

ITEM	FECHA DE ENSAYO	CANTIDAD DE ESPECIMENES ENSAYADOS (Unidades)
1	18/12/2023	4
2	25/12/2023	4
3	08/01/2024	4
TOTAL, DE BRIQUETAS		12

2.2 EVALUACIÓN DE RESISTENCIA.

Los exámenes realizados de resistencia a los testigos cilíndricos de concreto, se hizo de acuerdo a lo indicado en el ítem 5.6.3.3 (b) de la Norma E-060 Concreto Armado:

“Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que $f'c$ en más de 3,5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor, o en más de 0,1 $f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa.

Un ensayo de resistencia también se puede considerar como el promedio de tres cilindros, para fines de mayor precisión.

Para la evaluación de los ensayos de resistencia, cuyas edades sean menores a 28 días, se ha proyectado su resistencia considerando la siguiente relación de porcentaje de resistencia y tiempo:

Tabla 2. *Evolución estimada del porcentaje de resistencia vs tiempo.*

Días	1	3	7	14	28	46	90	360
Evolución (%)	0.16	0.4	0.65	0.9	1	1.06	1.2	1.35

En función de lo indicado, se evalúa los datos obtenidos de las pruebas de resistencia según los siguientes rangos de resistencia a la compresión:

Tabla 3. *Rangos de resistencia a la compresión.*

DENOMINACIÓN	CRITERIO
CUMPLE	La resistencia de la briketa es igual o mayor a la resistencia de diseño. (Norma E-060 Concreto Armado).
EN EL RANGO	La resistencia de la briketa es igual o mayor a la resistencia de diseño menos 210 kg/cm ² si la resistencia de diseño es menor a 210 kg/cm ² , caso contrario, la resistencia de la briketa es igual o mayor al 90% de la resistencia de diseño (Norma E-060 Concreto Armado).
NO CUMPLE	La resistencia de la briketa es menor a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ² si la resistencia de diseño es menor a 356.9 kg/cm ² , caso contrario, la resistencia de la briketa es menor al 90% de la resistencia de diseño (Norma E-060 Concreto Armado).


3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Todos los ensayos de resistencia cumplen con la resistencia de diseño que se encuentra en el rango admisible (ref. Norma E060 Concreto Armado).
- Se recomienda romper pares de briquetas, según lo recomienda la Norma E060 Concreto armado.

Tabla 4. *Ensayo de rotura de briquetas*

ITEM	FECHA DE ENSAYO	CANTIDAD DE ESPECIMENES ENSAYADOS (Unidades)	ENSAYO
1	18/12/2023	4	CUMPLE
2	25/12/2023	4	CUMPLE
3	08/01/2024	4	NO CUMPLE
TOTAL, DE BRIQUETAS		12	

ANEXO

	ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22		Form. Aprob. por: _____ L.C.C.
	Fecha: 16/08/2019		Fecha: 16/08/2019
	Registro CC-235		Revisión N° 0
	Rev. por: val.h.d		Rev. por: val.h.d
V. Bt. 338		Fecha: 20/07/2023	

DATOS GENERALES

TESIS : Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto f'c = 210 Kg/cm2 en la ciudad de Cusco - 2023

SOLICITA : Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS DE LA MUESTRA

FECHA	: 10/01/2024	Díámetro Promedio	10.000 cm ²	Resistencia de Diseño:	210 kg/cm ²
CANTERA HUAMBUTIO		Altura Promedio	20.575 cm ²	Área	78.540 cm ²

DATOS ESPECÍFICOS

N° de Juego	N° de Bríq.	Cód. de Testigo	Elemento	Fecha de		Edad (Días)	Carga Máx. (kN)	Resistencia (Kg/cm ²)		Porcentaje f'c		Observación		
				Moldeo	Rotura			x Testigo	Promedio	Debe tener	Promedio		Debe tener	
1	1	T01	PB-01	11/12/2023	18/12/2023	7	114.000	147.99	158.63	136.50	108.42%	116.21%	65.00%	SI CUMPLE
2	1	T02	PB-02	11/12/2023	18/12/2023	7	110.770	143.80	158.63	136.50	105.35%	116.21%	65.00%	SI CUMPLE
3	1	T03	PB-03	11/12/2023	18/12/2023	7	150.850	195.83	158.63	136.50	143.47%	116.21%	65.00%	SI CUMPLE
4	1	T04	PB-04	11/12/2023	18/12/2023	7	113.150	146.89	158.63	136.50	107.61%	116.21%	65.00%	SI CUMPLE
5	2	T05	PB-05	11/12/2023	25/12/2023	14	134.900	175.13	178.71	189.00	92.66%	94.56%	90.00%	SI CUMPLE
6	2	T06	PB-06	11/12/2023	25/12/2023	14	137.410	178.38	178.71	189.00	94.38%	94.56%	90.00%	SI CUMPLE
7	2	T07	PB-07	11/12/2023	25/12/2023	14	143.110	185.78	178.71	189.00	98.30%	94.56%	90.00%	SI CUMPLE
8	2	T08	PB-08	11/12/2023	25/12/2023	14	135.220	175.54	178.71	189.00	92.88%	94.56%	90.00%	SI CUMPLE
9	3	T09	PB-09	11/12/2023	08/01/2024	28	157.980	205.09	206.68	210.00	97.66%	98.42%	100.00%	NO CUMPLE
10	3	T10	PB-10	11/12/2023	08/01/2024	28	158.780	206.13	206.68	210.00	98.16%	98.42%	100.00%	NO CUMPLE
11	3	T11	PB-11	11/12/2023	08/01/2024	28	160.180	207.94	206.68	210.00	99.02%	98.42%	100.00%	NO CUMPLE
12	3	T12	PB-12	11/12/2023	08/01/2024	28	159.890	207.57	206.68	210.00	98.84%	98.42%	100.00%	NO CUMPLE

OBSERVACIONES

1.0 Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.

CUMPLE La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño.

2.0 EN EL RANGO La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².

NO CUMPLE La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².

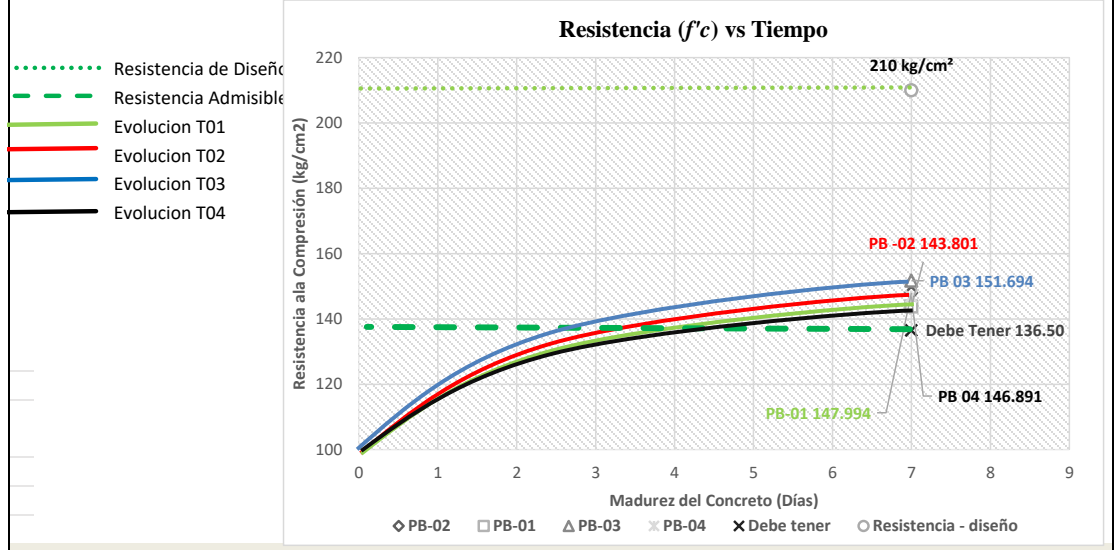
	Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02	
	Form. Aprob. por: _____	
	L.C.C. _____	
	Fecha: 16/08/2019	
ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Registro CC-235
		Revisión N° 0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22		Rev. por: v.a.h.d
		V. Br 3.8 Fecha: 20/07/2023

DATOS GENERALES

TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023
SOLICITANTE	Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo		T01	T02	T03	T04
FECHA	10/01/2024	Resistencia - diseño		210 kg/cm ²			
CANTERA HUAMBTIO		Tipo - Cemento		I			
		Aditivo		Sin aditivo			
		Diámetro (cm)		10.000	10.000	10.000	10.000
		Altura (cm)		20.400	20.600	20.700	20.600
		Área transv. (cm ²)		78.540	78.540	78.540	78.540
		Carga Máxima (kN)		114.000	110.770	116.850	113.150
		Fecha de moldeo		11/12/2023			
		Fecha de rotura		18/12/2023			

N°	Código	Elemento	Edad (Días)	Resistencia (kg/cm ²)			Porcentaje $f'c$		Observación
				Calculada	Debe tener	Promedio	Calculada	Promedio	
1	T01	PB-01	7	147.994	136.50	147.60	70.473%	SI CUMPLE	
1	T02	PB-02	7	143.801	136.50	147.60	68.477%		
1	T03	PB-03	7	151.694	136.50	147.60	72.235%		
1	T04	PB-04	7	146.891	136.50	147.60	69.948%		



OBSERVACIONES

1.0 Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.

CUMPLE La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño.

2.0 **EN EL RANGO** La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².

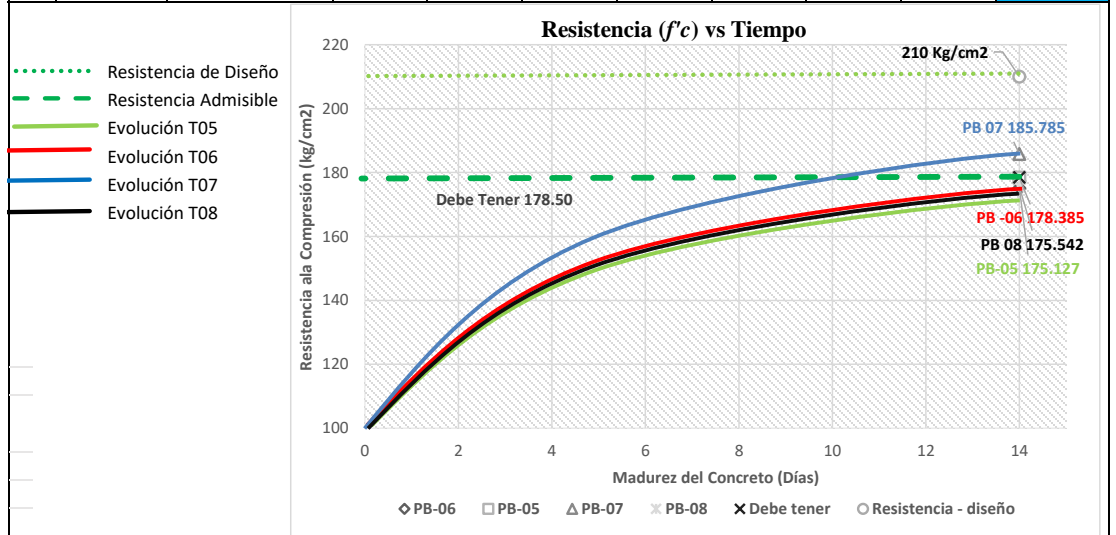
NO CUMPLE La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².

	Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02	
	Form. Aprob. por:	
	L.C.C.	
	Fecha: 16/08/2019	
	Registro CC-235	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22		Revisión N° 0
		Rev. por: v.a.h.d
V. Br 3.8		Fecha: 20/07/2023

DATOS GENERALES	
TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023
SOLICITANTE	Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo				T01	T02	T03	T04
FECHA	10/01/2024	Resistencia - diseño				210 Kg/cm ²			
CANTERA HUAMBTIO		Tipo de Cemento				I			
		Aditivo				Sin aditivo			
		Diámetro (cm)				10.000	10.000	10.000	10.000
		Altura (cm)				20.400	20.500	20.600	20.400
		Área transv. (cm ²)				78.540	78.540	78.540	78.540
		Carga Máxima (kN)				134.900	137.410	143.110	135.220
		Fecha de moldeo				11/12/2023			
		Fecha de rotura				25/12/2023			

N°	Código	Elemento	Edad (Días)	Resistencia (kg/cm ²)			Porcentaje $f'c$			Observación
				Calculada	Debe tener	Promedio	Calculada	Promedio	Debe tener	
2	T05	PB-05	14	175.127	178.50	178.71	83.394%	85.100%	0.85%	SI CUMPLE
2	T06	PB-06	14	178.385	178.50	178.71	84.945%			
2	T07	PB-07	14	185.785	178.50	178.71	88.469%			
2	T08	PB-08	14	175.542	178.50	178.71	83.591%			



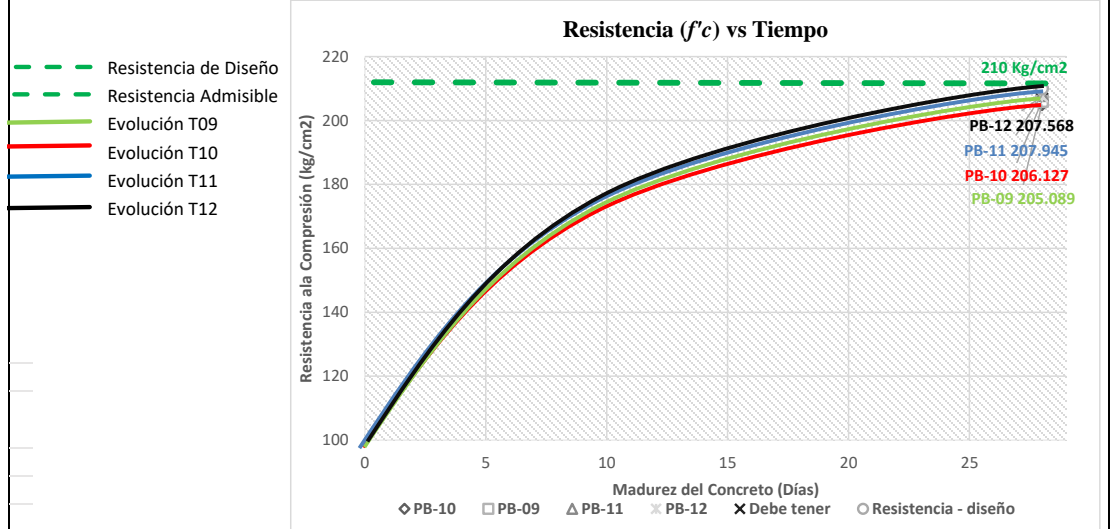
OBSERVACIONES	
1.0	Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.
CUMPLE	La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño.
2.0	La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ² .
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ² .

	Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02
	Form. Aprob. por: L.C.C.
	Fecha: 16/08/2019
	Registro CC-235
	Revisión N° 0
	Rev. por: v.a.h.d
	V. Br 3.8 Fecha: 20/07/2023

DATOS GENERALES	
TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023
SOLICITANTE	Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo				T01	T02	T03	T04
FECHA	10/01/2024	Resistencia - diseño				210 Kg/cm2			
CANTERA HUAMBTIO		Tipo de Cemento				I			
		Aditivo				Sin aditivo			
		Diámetro (cm)				10.000	10.000	10.000	10.000
		Altura (cm)				20.200	20.300	20.200	20.300
		Área transv. (cm2)				78.540	78.540	78.540	78.540
		Carga Máxima (kN)				157.980	158.780	160.180	159.890
		Fecha de moldeo				11/12/2023			
		Fecha de rotura				08/01/2024			

N°	Código	Elemento	Edad (Días)	Resistencia (kg/cm2)			Porcentaje f'c			Observación
				Calculada	Debe tener	Promedio	Calculada	Promedio	Debe Tener	
2	T09	PB-09	28	205.089	210.00	206.68	97.661%	98.420%	100.00%	NO CUMPLE
2	T10	PB-10	28	206.127	210.00	206.68	98.156%			
2	T11	PB-11	28	207.945	210.00	206.68	99.021%			
2	T12	PB-12	28	207.568	210.00	206.68	98.842%			



OBSERVACIONES	
1.0	Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.
CUMPLE	La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño.
2.0	La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm2.
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm2.

	Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02			
	ALLPA LABORATORIO			
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO			
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES CILÍNDRICOS			
	NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22			
	Form. Aprob. por:			
	L.C.C.			
	Fecha: 16/08/2019			
	Registro CC-235			
	Revisión N° 0			
	Rev. por: v.a.h.d			
	V. Br 3.8	Fecha: 20/07/2023		

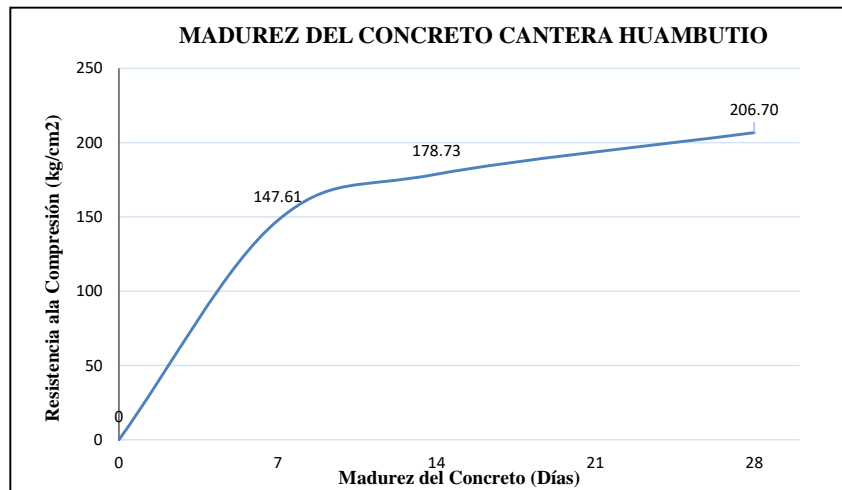
DATOS GENERALES

TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023.
SOLICITANTE	Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo				
FECHA	10/01/2024	T01	T02	T03	T04	
CANTERA HUAMBTIO		Resistencia - diseño				
		210 Kg/cm ²				
		Tipo de Cemento				
		I				
		Aditivo				
		Sin aditivo				
		Diámetro (cm)	10.000	10.000	10.000	10.000
		Altura (cm)	20.400	20.500	20.400	20.300
		Área transv. (cm ²)	78.540	78.540	78.540	78.540
		Carga Máxima (kN)	196.440	199.410	198.820	199.230
		Fecha de moldeo	11/12/2023			
		Fecha de rotura	08/01/2024			

MADUREZ DEL CONCRETO CANTERA HUAMBTIO

CONCRETO	Distintas edades de madurez $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la resistencia a la compresión del concreto			
	0.00	7.00	14.00	28.00
Madurez del Concreto (Días)	0.00	7.00	14.00	28.00
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	0.00	147.61	178.73	206.70



OBSERVACIONES

- Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.
 - CUMPLE** La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño.
- EN EL RANGO** La resistencia a la compresión de los testigos, con proyección a los 28 días, debe de ser superior o igual a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².
 - NO CUMPLE** La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².

INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS

TESIS “ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”



SOLICITA:

Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA

Contenido

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	224
1.1 GENERALIDADES	224
1.1.1 OBJETIVO.....	224
1.1.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	224
1.1.3 MÉTODOS DE ESTUDIO.....	224
1.1.5 MATERIALES.....	225
2 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	225
2.1 CANTERA PISAC.....	225
2.2 EVALUACIÓN DE RESISTENCIA.....	225
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	226

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1 GENERALIDADES

A solicitud del Bachiller en ingeniería civil de la universidad Continental, con sede en la ciudad del Cusco, JAIME JOSE CHIPANA SORIA, se realiza la evaluación a la resistencia de especímenes cilíndricos de hormigón o concreto pertenecientes al proyecto de tesis: **“ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”**

La presente evaluación contiene: ensayos de laboratorio, evaluación de la resistencia, conclusiones y recomendaciones.

1.1.1 OBJETIVO.

El fin del presente estudio es evaluar la resistencia de testigos cilíndricos de concreto, previa rotura de los mismos.

1.1.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO.

La metodología de estudio se basa en los siguientes estudio y ensayos:

Ensayos de laboratorio (rotura de testigos).

Evaluación de la resistencia.

1.1.3 MÉTODOS DE ESTUDIO.

Los procedimientos y los cálculos necesarios en la realización del presente estudio se han realizado según lo exigido en las siguientes normas:

- MTC E 704 Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos, con referencia en las normas ASTM C 39- 39M-2005e2 Standard Test Method compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens y AASHTO T 22-2005 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete.
- MTC E 703 Refrentado de Cilindros de Concreto, con referencia en las normas ASTM C 617 Standard Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens y AASHTO T 231 Standard Practices for Capping Cylindrical Concrete Specimens.
- MTC E 726 Método para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido, con referencia en la norma ASTM C 1231 Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders.
- E 060 Concreto Armado.

1.1.4 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

Los equipos y herramientas utilizados en la realización del presente estudio son los exigidos en las normas mencionadas en el anterior ítem.

1.1.5 MATERIALES.

Los testigos y sus características fueron proveídos por el solicitante, consistente en 4 testigos cilíndricos.

2 ENSAYOS DE LABORATORIO.

En el laboratorio se obtuvieron resultados de los ensayos, se encuentran en los anexos.

2.1 CANTERA PISAC.

Tabla 1. *Ensayo de rotura de briquetas.*

ITEM	FECHA DE ENSAYO	CANTIDAD DE ESPECIMENES ENSAYADOS (Unidades)
1	16/11/2023	4
2	23/11/2023	4
3	07/12/2023	4
TOTAL, DE BRIQUETAS		12

2.2 EVALUACIÓN DE RESISTENCIA.

Los exámenes realizados de resistencia a los testigos cilíndricos de concreto, se hizo de acuerdo a lo indicado en el ítem 5.6.3.3 (b) de la Norma E-060 Concreto Armado:

“Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que $f'c$ en más de 3,5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor, o en más de 0,1 $f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa.

Un ensayo de resistencia también se puede considerar como el promedio de tres cilindros, para fines de mayor precisión.

Para la evaluación de los ensayos de resistencia, cuyas edades sean menores a 28 días, se ha proyectado su resistencia considerando la siguiente relación de porcentaje de resistencia y tiempo:

Tabla 2. *Evolución estimada del porcentaje de resistencia vs tiempo.*

Días	1	3	7	14	28	46	90	360
Evolución (%)	0.16	0.4	0.65	0.9	1	1.06	1.2	1.35

En función de lo indicado, se evalúa los resultados de los ensayos de resistencia según los siguientes rangos de resistencia a la compresión:

Tabla 3. *Rangos de resistencia a la compresión.*

DENOMINACIÓN	CRITERIO
CUMPLE	La resistencia de la briketa es igual o mayor a la resistencia de diseño.
EN EL RANGO	La resistencia de la briketa es igual o mayor a la resistencia de diseño menos 210 kg/cm ² si la resistencia de diseño es menor a 210 kg/cm ² , caso contrario, la resistencia de la briketa es igual o mayor al 90% de la resistencia de diseño.
NO CUMPLE	La resistencia de la briketa es menor a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ² si la resistencia de diseño es menor a 356.9 kg/cm ² , caso contrario, la resistencia de la briketa es menor al 90% de la resistencia de diseño.


3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Todos los ensayos de resistencia cumplen con la resistencia de diseño que se encuentra en el rango admisible (ref. Norma E060 Concreto Armado).
- Se recomienda romper pares de briquetas, según lo recomienda la Norma E060 Concreto armado.

Tabla 4. *Ensayo de rotura de briquetas*

ITEM	FECHA DE ENSAYO	CANTIDAD DE ESPECIMENES ENSAYADOS (Unidades)	ENSAYO
1	16/11/2023	4	CUMPLE
2	23/11/2023	4	CUMPLE
3	07/12/2023	4	CUMPLE
TOTAL, DE BRIQUETAS		12	

ANEXO

	Código del Proyecto: 1540-AL-CM-02 Form. Aprob. por: L.C.C. Fecha: 16/08/2019 Registro CC-235 Revisión N° 0 Rev. por: va.h.d Fecha: 20/07/2023 V. Br. 3.8	
	ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22	

DATOS GENERALES

TESIS : Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f_c = 210$ kg/cm² en la ciudad de Cusco - 2023

SOLICITA : Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA

FECHA : 10/12/2023	Diámetro Promedio	10.188 cm ²	Resistencia de Diseño:	210 kg/cm ²
CANTERA PISAC	Altura Promedio	20.625 cm ²	Área	81.521 cm ²

DATOS ESPECÍFICOS

N°	N° de Juego	N° de Bríq.	Cód. de Testigo	Elemento	Fecha de		Edad (Días)	Carga Máx. (kN)	Resistencia (kg/cm ²)		Porcentaje f'c		Observación		
					Moldeo	Rotura			x Testigo	Promedio	Debe tener	Promedio		Debe tener	
1	1	1	T01	PB-01	09/11/2023	16/11/2023	7	136.000	170.10	180.30	210.00	81.00%	85.86%	65.00%	SI CUMPLE
2	1	2	T02	PB-02	09/11/2023	16/11/2023	7	153.700	192.24	180.30	210.00	91.54%	85.86%	65.00%	SI CUMPLE
3	1	3	T03	PB-03	09/11/2023	16/11/2023	7	139.000	173.85	180.30	210.00	82.79%	85.86%	65.00%	SI CUMPLE
4	1	4	T04	PB-04	09/11/2023	16/11/2023	7	147.940	185.03	180.30	210.00	88.11%	85.86%	65.00%	SI CUMPLE
5	2	5	T05	PB-05	09/11/2023	23/11/2023	14	170.830	213.66	207.76	210.00	101.74%	98.93%	90.00%	SI CUMPLE
6	2	6	T06	PB-06	09/11/2023	23/11/2023	14	169.280	211.72	207.76	210.00	100.82%	98.93%	90.00%	SI CUMPLE
7	2	7	T07	PB-07	09/11/2023	23/11/2023	14	160.300	200.49	207.76	210.00	95.47%	98.93%	90.00%	SI CUMPLE
8	2	8	T08	PB-08	09/11/2023	23/11/2023	14	164.030	205.16	207.76	210.00	97.69%	98.93%	90.00%	SI CUMPLE
9	3	9	T09	PB-09	09/11/2023	07/12/2023	28	196.440	245.69	248.24	210.00	117.00%	118.21%	100.00%	SI CUMPLE
10	3	10	T10	PB-10	09/11/2023	07/12/2023	28	199.410	249.41	248.24	210.00	118.77%	118.21%	100.00%	SI CUMPLE
11	3	11	T11	PB-11	09/11/2023	07/12/2023	28	198.820	248.67	248.24	210.00	118.41%	118.21%	100.00%	SI CUMPLE
12	3	12	T12	PB-12	09/11/2023	07/12/2023	28	199.230	249.18	248.24	210.00	118.66%	118.21%	100.00%	SI CUMPLE

OBSERVACIONES

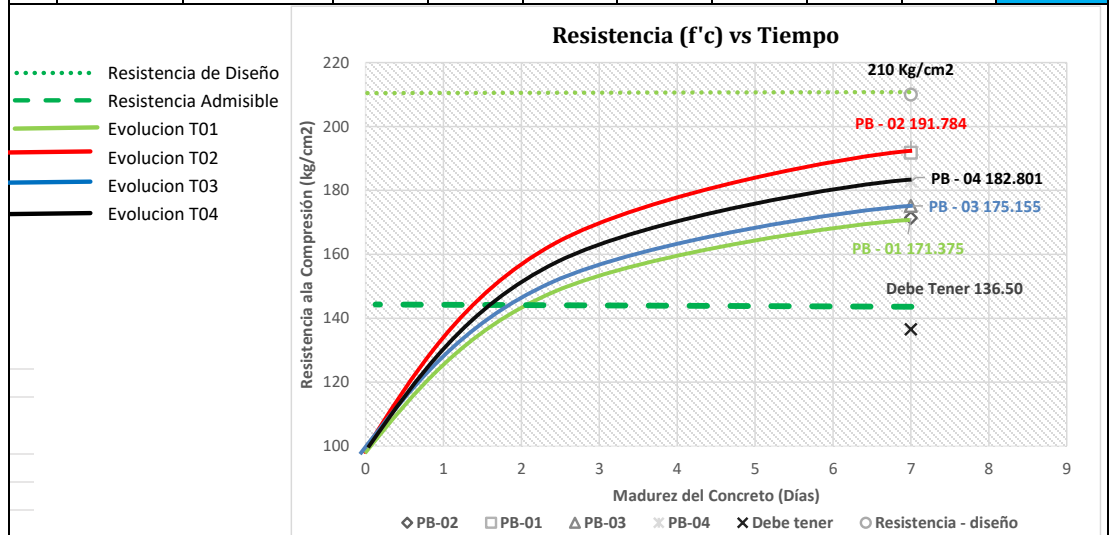
- 1.0** Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.
CUMPLE La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño.
EN EL RANGO La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm²
NO CUMPLE La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².

	Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02	
	Form. Aprob. por:	
	L.C.C.	
	Fecha: 16/08/2019	
	Registro CC-235	
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22		Revisión N° 0
		Rev. por: v.a.h.d
		V. Br 3.8 Fecha: 20/07/2023

DATOS GENERALES	
TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023
SOLICITANTE	Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo				
FECHA	10/12/2023	T01	T02	T03	T04	
CANTERA PISAC		Resistencia - diseño				
		210 Kg/cm ²				
		Tipo de Cemento				
		I				
		Aditivo				
		Sin aditivo				
		Diámetro (cm)	10.150	10.200	10.150	10.250
		Altura (cm)	20.600	20.700	20.700	20.500
		Área transv. (cm ²)	80.914	81.713	80.914	82.516
		Carga Máxima (kN)	136.000	153.700	139.000	147.940
		Fecha de moldeo	09/11/2023			
		Fecha de rotura	16/11/2023			

N°	Código	Elemento	Edad (Días)	Resistencia (kg/cm ²)			Porcentaje $f'c$			Observación
				Calculada	Debe tener	Promedio	Calculada	Promedio	Debe tener	
1	T01	PB-01	7	171.375	136.50	180.28	81.607%	85.847%	0.65	SI CUMPLE
1	T02	PB-02	7	191.784	136.50	180.28	91.326%			
1	T03	PB-03	7	175.155	136.50	180.28	83.407%			
1	T04	PB-04	7	182.801	136.50	180.28	87.048%			



OBSERVACIONES	
1.0	Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.
CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño.
2.0	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ²
EN EL RANGO	
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ² .



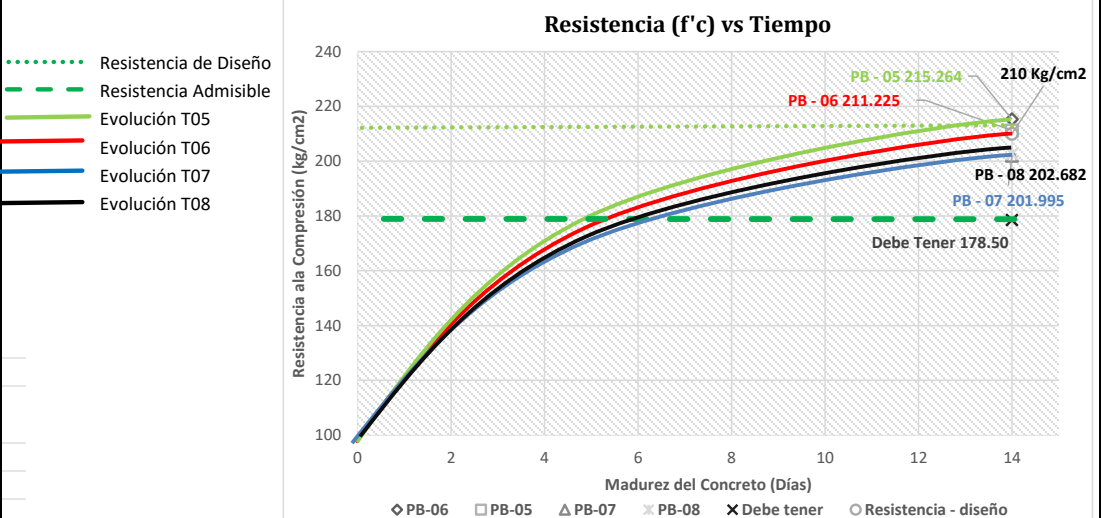
ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22		Form. Aprob. por: L.C.C.
		Fecha: 16/08/2019
		Registro CC-235
		Revisión N° 0
		Rev. por: v.a.h.d
		Fecha: 20/07/2023

DATOS GENERALES

TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023
SOLICITANTE	Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo				T01	T02	T03	T04
FECHA	10/12/2023	Resistencia - diseño				210 Kg/cm ²			
CANTERA PISAC		Tipo de Cemento				I			
		Aditivo				Sin aditivo			
		Diámetro (cm)				10.150	10.200	10.150	10.250
		Altura (cm)				20.600	20.700	20.700	20.500
		Área transv. (cm ²)				80.914	81.713	80.914	82.516
		Carga Máxima (kN)				170.830	169.280	160.300	164.030
		Fecha de moldeo				09/11/2023			
		Fecha de rotura				23/11/2023			


N°	Código	Elemento	Edad (Días)	Resistencia (kg/cm ²)			Porcentaje $f'c$			Observación
				Calculada	Debe tener	Promedio	Calculada	Promedio	Debe tener	
2	T05	PB-05	14	215.264	178.50	207.79	102.507%	98.948%	0.85%	SI CUMPLE
2	T06	PB-06	14	211.225	178.50	207.79	100.583%			
2	T07	PB-07	14	201.995	178.50	207.79	96.188%			
2	T08	PB-08	14	202.682	178.50	207.79	96.515%			



OBSERVACIONES

1.0 Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.

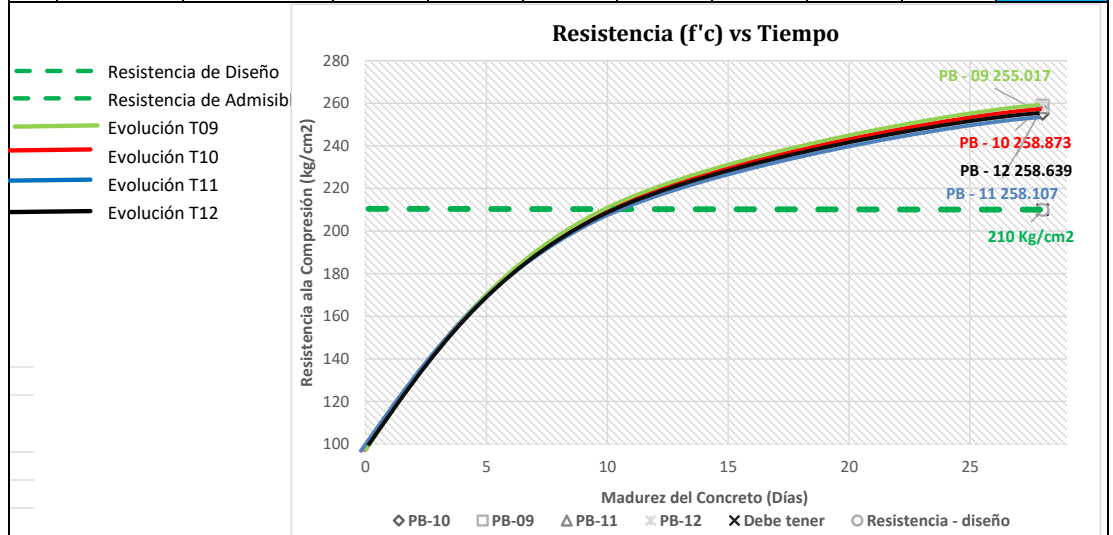
CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño.
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ²
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ² .

	Código del Proyecto:	1340-AL-CM-02
	Form. Aprob. por:	L.C.C.
	Fecha:	16/08/2019
	Registro CC-235	Revisión N° 0
ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Rev. por: v.a.h.d
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22		Fecha: 20/07/2023
V. Br 3.8		

DATOS GENERALES	
TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023
SOLICITANTE	Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo				T01	T02	T03	T04
FECHA	10/12/2023	Resistencia - diseño				210 Kg/cm ²			
CANTERA PISAC		Tipo de Cemento				I			
		Aditivo				Sin aditivo			
		Diámetro (cm)				10.000	10.000	10.000	10.000
		Altura (cm)				20.400	20.500	20.400	20.300
		Área transv. (cm ²)				78.540	78.540	78.540	78.540
		Carga Máxima (kN)				196.440	199.410	198.820	199.230
		Fecha de moldeo				09/11/2023			
		Fecha de rotura				07/12/2023			

N°	Código	Elemento	Edad (Días)	Resistencia (kg/cm ²)			Porcentaje $f'c$			Observación
				Calculada	Debe tener	Promedio	Calculada	Promedio	Debe tener	
2	T09	PB-09	28	255.017	210.00	257.66	121.437%	122.695%	100.00%	SI CUMPLE
2	T10	PB-10	28	258.873	210.00	257.66	123.273%			
2	T11	PB-11	28	258.107	210.00	257.66	122.908%			
2	T12	PB-12	28	258.639	210.00	257.66	123.162%			



OBSERVACIONES	
1.0	Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.
CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño.
2.0	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ²
EN EL RANGO	
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ² .



Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02	
ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22	
Form. Aprob. por:	L.C.C.
Fecha: 16/08/2019	Registro CC-235
Revisión N° 0	Rev. por: v.a.h.d
V. Br 3.8	Fecha: 20/07/2023

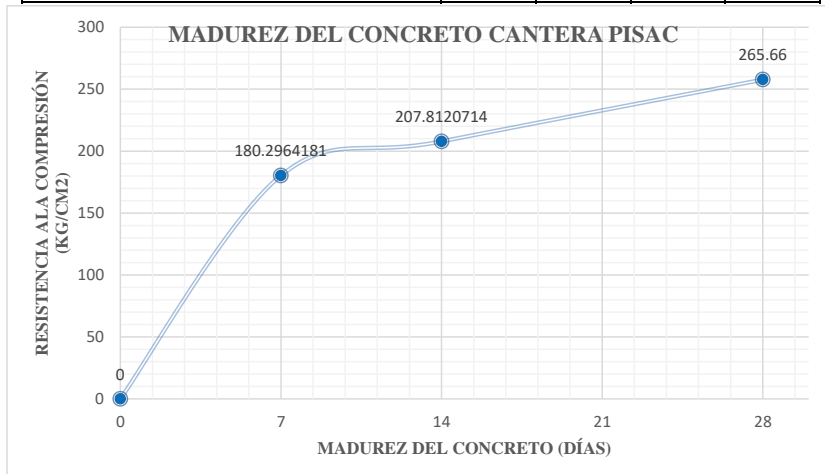
DATOS GENERALES

TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023
SOLICITANTE	Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo		T01	T02	T03	T04
FECHA	07/12/2023	Resistencia - diseño		210 Kg/cm2			
CANTERA PISAC		Tipo de Cemento		I			
		Aditivo		Sin aditivo			
		Diámetro (cm)		10.000	10.000	10.000	10.000
		Altura (cm)		20.400	20.500	20.400	20.300
		Área transv. (cm ²)		78.540	78.540	78.540	78.540
		Carga Máxima (kN)		196.440	199.410	198.820	199.230
		Fecha de moldeo		09/11/2023			
		Fecha de rotura		07/12/2023			

MADUREZ DEL CONCRETO CANTERA PISAC

CONCRETO	Resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades de madurez f_c (210kg/cm ²)			
Madurez del Concreto (Días)	0.00	7.00	14.00	28.00
Resistencia ala Compresión (kg/cm ²)	0.00	180.30	207.81	257.66



OBSERVACIONES

- 1.0 Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.
 - CUMPLE** La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño.
- 2.0 **EN EL RANGO** La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².
 - NO CUMPLE** La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².

INFORME DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS

TESIS “ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c=210$ Kg/cm² EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”



SOLICITA:

Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA

Contenido

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	235
1.1 GENERALIDADES	235
1.1.1 OBJETIVO.....	235
1.1.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO.	235
1.1.3 MÉTODOS DE ESTUDIO.	235
1.1.5 MATERIALES.....	236
2 ENSAYOS DE LABORATORIO	236
2.1 CANTERA ZURITE.	236
2.2 EVALUACIÓN DE RESISTENCIA.....	236
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	237

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1 GENERALIDADES

A solicitud del Bachiller en ingeniería civil de la universidad Continental, con sede en la ciudad del Cusco, JAIME JOSE CHIPANA SORIA, se realiza la evaluación de la resistencia de especímenes cilíndricos de hormigón o concreto pertenecientes al proyecto de tesis: **“ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c=210$ Kg/cm² EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”**

La presente evaluación contiene: ensayos de laboratorio, evaluación de la resistencia, conclusiones y recomendaciones.

1.1.1 OBJETIVO.

El fin del presente estudio es evaluar la resistencia de testigos cilíndricos de concreto, previa rotura de los mismos.

1.1.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO.

La metodología de estudio se basa en los siguientes estudio y ensayos:

Ensayos de laboratorio (rotura de testigos).

Evaluación de la resistencia.

1.1.3 MÉTODOS DE ESTUDIO.

Los procedimientos y los cálculos necesarios en la realización del presente estudio se han realizado según lo exigido en las siguientes normas:

- MTC E 704 Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos, con referencia en las normas ASTM C 39- 39M-2005e2 Standard Test Method compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens y AASHTO T 22-2005 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete.
- MTC E 703 Refrentado de Cilindros de Concreto, con referencia en las normas ASTM C 617 Standard Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens y AASHTO T 231 Standard Practices for Capping Cylindrical Concrete Specimens.
- MTC E 726 Método para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido, con referencia en la norma ASTM C 1231 Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders.
- E 060 Concreto Armado.

1.1.4 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

Los equipos y herramientas utilizados en la realización del presente estudio son los exigidos en las normas mencionadas en el anterior ítem.

1.1.5 MATERIALES.

Los testigos y sus características fueron proveídos por el solicitante, consistente en 4 testigos cilíndricos.

2 ENSAYOS DE LABORATORIO.

En el laboratorio se obtuvieron resultados de los ensayos, se encuentran en los anexos.

2.1 CANTERA ZURITE.

Tabla 1. *Ensayo de rotura de briquetas*

ITEM	FECHA DE ENSAYO	CANTIDAD DE ESPECIMENES ENSAYADOS (Unidades)
1	24/11/2023	4
2	01/12/2023	4
3	15/12/2023	4
TOTAL, DE BRIQUETAS		12

2.2 EVALUACIÓN DE RESISTENCIA.

La evaluación de la resistencia de testigos cilíndricos se realiza de acuerdo a lo indicado en el ítem 5.6.3.3 (b) de la Norma E060 Concreto Armado:

“Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que $f'c$ en más de 3,5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor, o en más de 0,1 $f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa”.

Un ensayo de resistencia también se puede considerar como el promedio de tres cilindros, para fines de mayor precisión.

Para la evaluación de los ensayos de resistencia, cuyas edades sean menores a 28 días, se ha proyectado su resistencia considerando la siguiente relación de porcentaje de resistencia y tiempo:

Tabla 2. *Evolución estimada del porcentaje de resistencia vs tiempo.*

Días	1	3	7	14	28	46	90	360
Evolución (%)	0.16	0.4	0.65	0.9	1	1.06	1.2	1.35

En función de lo indicado, se evalúa los resultados de los ensayos de resistencia según los siguientes rangos de resistencia a la compresión:

Tabla 3. *Rangos de resistencia a la compresión.*

DENOMINACIÓN	CRITERIO
CUMPLE	La resistencia de la briketa es igual o mayor a la resistencia de diseño.
EN EL RANGO	La resistencia de la briketa es igual o mayor a la resistencia de diseño menos 210 kg/cm ² si la resistencia de diseño es menor a 210 kg/cm ² , caso contrario, la resistencia de la briketa es igual o mayor al 90% de la resistencia de diseño.
NO CUMPLE	La resistencia de la briketa es menor a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ² si la resistencia de diseño es menor a 356.9 kg/cm ² , caso contrario, la resistencia de la briketa es menor al 90% de la resistencia de diseño.


3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Todos los ensayos de resistencia cumplen con la resistencia de diseño que se encuentra en el rango admisible (ref. Norma E060 Concreto Armado).
- Se recomienda romper pares de briquetas, según lo recomienda la Norma E060 Concreto armado.

Tabla 4. *Ensayo de rotura de briquetas.*

ITEM	FECHA DE ENSAYO	CANTIDAD DE ESPECIMENES ENSAYADOS (Unidades)	ENSAYO
1	24/11/2023	4	CUMPLE
2	01/12/2023	4	CUMPLE
3	15/12/2024	4	CUMPLE
TOTAL, DE BRIQUETAS		12	

ANEXO

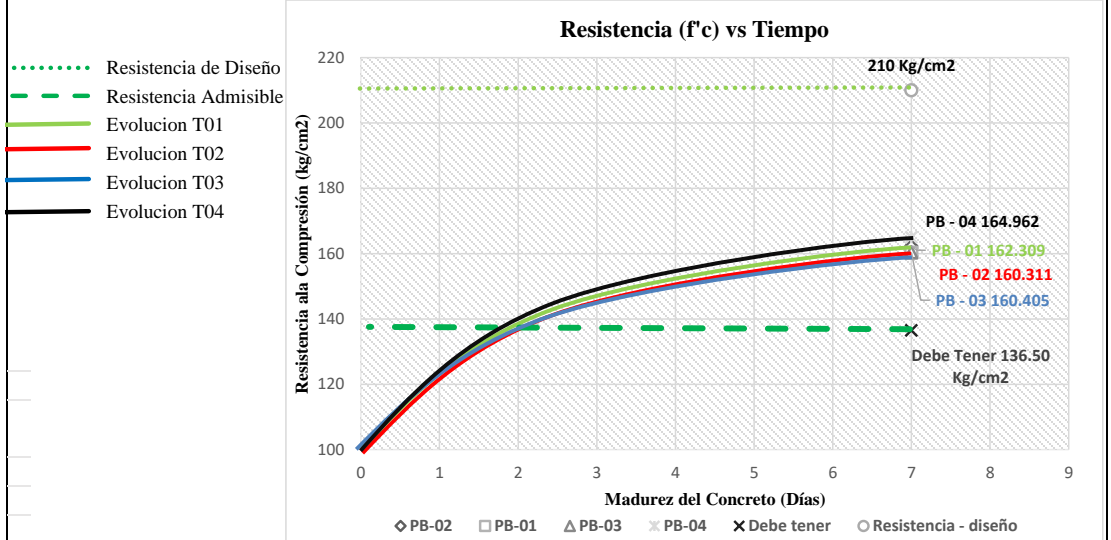
		ALPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO										Código del Proyecto	1340-AL-CM-02		
		RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, y AASHTO T 22										Form. Aprob. por:	L.C.C.		
V. Bp. 3/8 Fecha: 20/07/2023															
DATOS GENERALES															
TESIS		: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023													
SOLICITA		: Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA													
FECHA		: 17/12/2024													
CANTERA ZURITE		Diámetro Promedio 10.020 cm ² Resistencia de Diseño: 210 kg/cm ² Área 78.854 cm ²													
DATOS ESPECÍFICOS															
N°	N° de Juego	N° de Briq.	Cód. de Testigo	Elemento	Fecha de		Edad (Días)	Carga Máx. (kN)	Resistencia (kg/cm ²)		Porcentaje f'c		Observación		
					Moldeo	Rotura			x Testigo	Promedio	Debe tener	x Testigo		Promedio	Debe tener
1	1	1	T01	PB-01	17/11/2023	24/11/2023	7	127.540	164.91	162.97	136.50	120.81%	119.39%	65.00%	SI CUMPLE
2	1	2	T02	PB-02	17/11/2023	24/11/2023	7	125.970	162.88	162.97	136.50	119.33%	119.39%	65.00%	SI CUMPLE
3	1	3	T03	PB-03	17/11/2023	24/11/2023	7	123.560	159.77	162.97	136.50	117.04%	119.39%	65.00%	SI CUMPLE
4	1	4	T04	PB-04	17/11/2023	24/11/2023	7	127.070	164.30	162.97	136.50	120.37%	119.39%	65.00%	SI CUMPLE
5	2	5	T05	PB-05	17/11/2023	01/12/2023	14	146.490	189.41	184.15	189.00	100.22%	97.43%	90.00%	SI CUMPLE
6	2	6	T06	PB-06	17/11/2023	01/12/2023	14	144.470	186.80	184.15	189.00	98.84%	97.43%	90.00%	SI CUMPLE
7	2	7	T07	PB-07	17/11/2023	01/12/2023	14	139.270	180.08	184.15	189.00	95.28%	97.43%	90.00%	SI CUMPLE
8	2	8	T08	PB-08	17/11/2023	01/12/2023	14	139.440	180.30	184.15	189.00	95.40%	97.43%	90.00%	SI CUMPLE
9	3	9	T09	PB-09	17/11/2023	15/12/2023	28	162.940	210.68	214.12	210.00	100.33%	101.96%	100.00%	SI CUMPLE
10	3	10	T10	PB-10	17/11/2023	15/12/2023	28	167.260	216.27	214.12	210.00	102.99%	101.96%	100.00%	SI CUMPLE
11	3	11	T11	PB-11	17/11/2023	15/12/2023	28	159.640	206.42	214.12	210.00	98.29%	101.96%	100.00%	SI CUMPLE
12	3	12	T12	PB-12	17/11/2023	15/12/2023	28	172.540	223.10	214.12	210.00	106.24%	101.96%	100.00%	SI CUMPLE
OBSERVACIONES															
1.0 Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.															
2.0 <ul style="list-style-type: none"> ■ CUMPLE La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño. ■ EN EL RANGO La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm² ■ NO CUMPLE La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm². 															

	Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02	
	Form. Aprob. por: _____	
	L.C.C. _____	
	Fecha: 16/08/2019	
	Registro CC-235	
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22		Revisión N° 0
		Rev. por: v.a.h.d
V. Br 3.8		Fecha: 20/07/2023

DATOS GENERALES	
TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023
SOLICITANTE	: Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo			
FECHA		T01	T02	T03	T04
	: 17/12/2024	Resistencia - diseño: 210 Kg/cm ²			
CANTERA ZURITE	Tipo de Cemento	I			
	Aditivo	Sin aditivo			
	Diámetro (cm)	10.100	10.100	10.000	10.000
	Altura (cm)	20.500	20.700	20.600	20.700
	Área transv. (cm ²)	80.118	80.118	78.540	78.540
	Carga Máxima (kN)	127.540	125.970	123.560	127.070
	Fecha de moldeo	17/11/2023			
	Fecha de rotura	24/11/2023			

N°	Código	Elemento	Edad (Días)	Resistencia (kg/cm ²)			Porcentaje f'c		Observación
				Calculada	Debe tener	Promedio	Calculada	Promedio	
1	T01	PB-01	7	162.309	136.50	162.00	77.290%	SI CUMPLE	
1	T02	PB-02	7	160.311	136.50	162.00	76.339%		
1	T03	PB-03	7	160.405	136.50	162.00	76.383%		
1	T04	PB-04	7	164.962	136.50	162.00	78.553%		



OBSERVACIONES

1.0 Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.

CUMPLE La resistencia de la briquea, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño.

2.0 **EN EL RANGO** La resistencia de la briquea, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm²

NO CUMPLE La resistencia de la briquea, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².

	Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02	
	Form. Aprob. por: L.C.C.	
	Fecha: 16/08/2019	
	Registro CC-235	
	Revisión N° 0 Rev. por: v.a.h.d	
ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		V. Br 3.8 Fecha: 20/07/2023
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22		

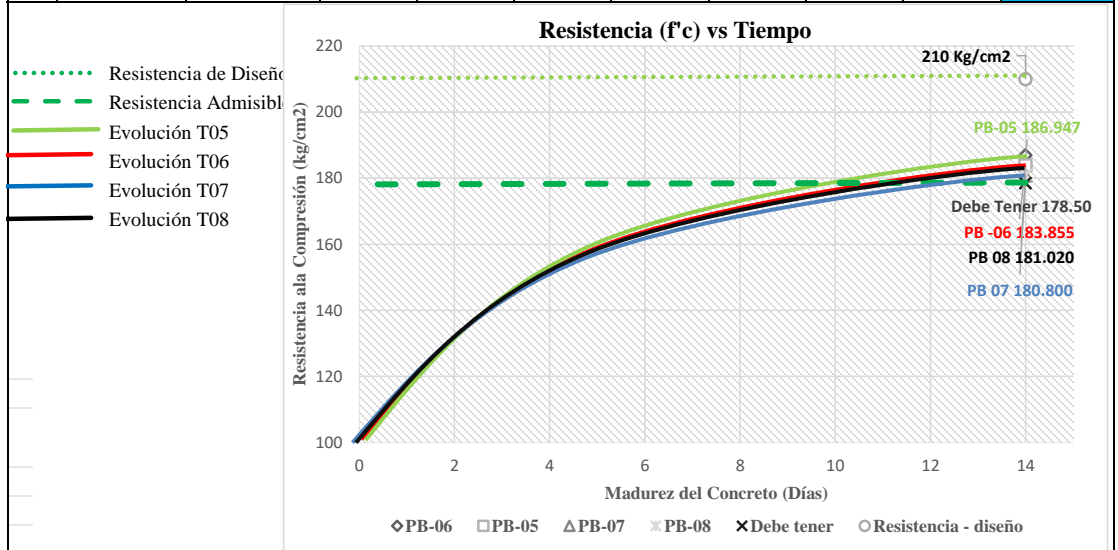
DATOS GENERALES

TESIS : Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Cusco - 2023

SOLICITANTE Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo				T01	T02	T03	T04
FECHA	: 17/12/2024	Resistencia - diseño				210 Kg/cm ²			
CANTERA ZURITE		Tipo de Cemento				I			
		Aditivo				Sin aditivo			
		Diámetro (cm)				10.100	10.100	10.000	10.000
		Altura (cm)				20.500	20.700	20.600	20.700
		Área transv. (cm ²)				80.118	80.118	78.540	78.540
		Carga Máxima (kN)				146.900	144.470	139.270	139.440
		Fecha de moldeo				17/11/2023			
		Fecha de rotura				01/12/2023			

N°	Código	Elemento	Edad (Días)	Resistencia (kg/cm ²)			Porcentaje $f'c$			Observación
				Calculada	Debe tener	Promedio	Calculada	Promedio	Debe tener	
2	T05	PB-05	14	186.947	178.50	183.16	89.022%	87.217%	0.85%	SI CUMPLE
2	T06	PB-06	14	183.855	178.50	183.16	87.550%			
2	T07	PB-07	14	180.800	178.50	183.16	86.095%			
2	T08	PB-08	14	181.020	178.50	183.16	86.200%			



OBSERVACIONES

1.0 Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.

CUMPLE La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño.

2.0 **EN EL RANGO** La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm²

NO CUMPLE La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².

	Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02	
	Form. Aprob. por:	
	L.C.C.	
	Fecha: 16/08/2019	
	Registro CC-235	
ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO		Revisión N° 0
		Rev. por: v.a.h.d
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22		V. Br 3.8
		Fecha: 20/07/2023

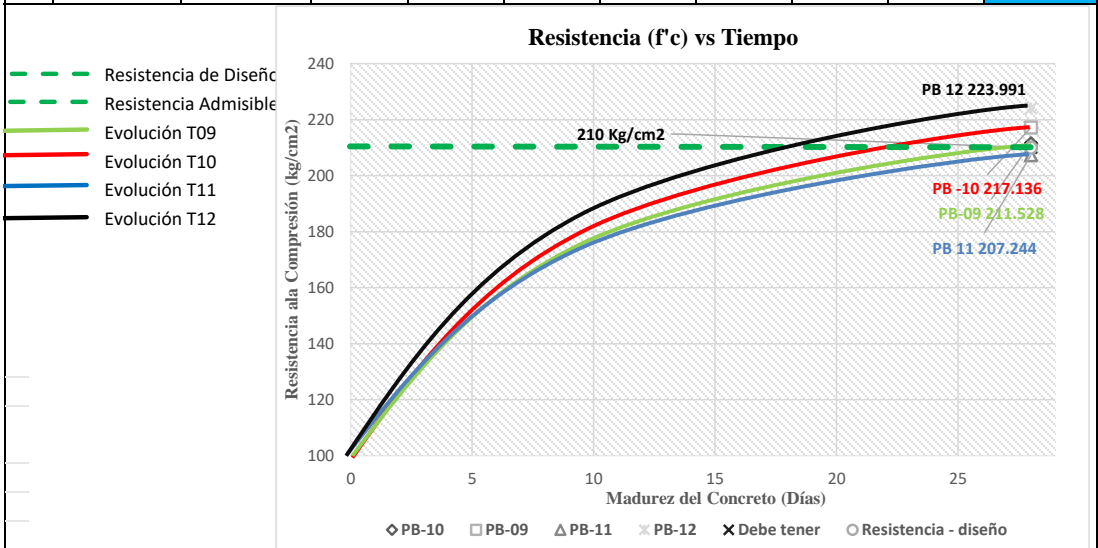
DATOS GENERALES

TESIS : Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Cusco - 2023

SOLICITANTE Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo	T01	T02	T03	T04
FECHA	: 17/12/2024	Resistencia - diseño	210 Kg/cm ²			
CANTERA ZURITE		Tipo de Cemento	I			
		Aditivo	Sin aditivo			
		Diámetro (cm)	10.000	10.000	10.000	10.000
		Altura (cm)	20.600	30.700	30.600	20.600
		Área transv. (cm ²)	78.540	78.540	78.540	78.540
		Carga Máxima (kN)	162.940	167.260	159.640	172.540
		Fecha de moldeo	17/11/2023			
		Fecha de rotura	15/12/2023			

N°	Código	Elemento	Edad (Días)	Resistencia (kg/cm ²)			Porcentaje f'c		Observación	
				Calculada	Debe tener	Promedio	Calculada	Promedio		
2	T09	PB-09	28	211.528	210.00	214.97	100.728%	102.369%	100.00%	SI CUMPLE
2	T10	PB-10	28	217.136	210.00	214.97	103.398%			
2	T11	PB-11	28	207.244	210.00	214.97	98.688%			
2	T12	PB-12	28	223.991	210.00	214.97	106.662%			



OBSERVACIONES

1.0 Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.

2.0 **CUMPLE** La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño.

2.0 **EN EL RANGO** La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm²

2.0 **NO CUMPLE** La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm².



Código del Proyecto: 1340-AL-CM-02	
ALLPA LABORATORIO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOMECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO	
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILÍNDRICOS NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39 y AASHTO T 22	
Form. Aprob. por:	L.C.C.
Fecha:	16/08/2019
Registro CC-235	Revisión N° 0
Rev. por: v.a.h.d	Fecha: 20/07/2023
V. Br 3.8	

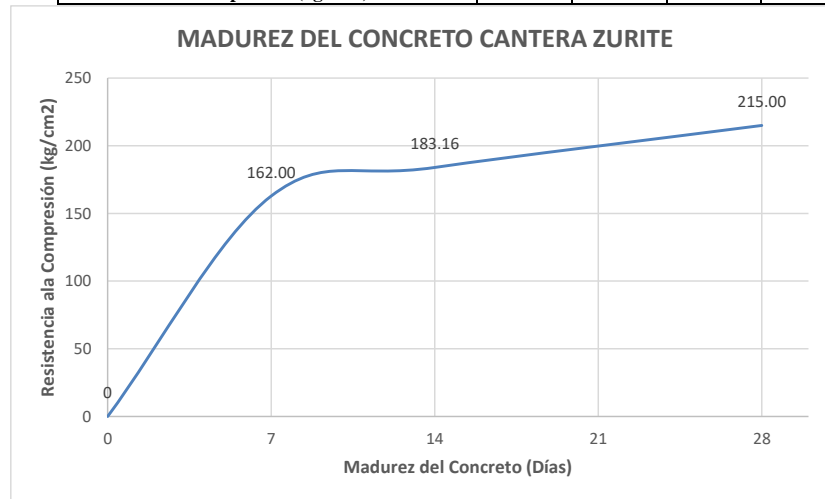
DATOS GENERALES

TESIS	: Análisis y caracterización de las propiedades mecánicas y físicas de los agregados de las tres canteras, para el diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ Kg/cm ² en la ciudad de Cusco - 2023
SOLICITANTE	Bach: JAIME JOSE CHIPANA SORIA

DATOS ESPECÍFICOS		Datos del Testigo				T01	T02	T03	T04
FECHA	: 17/12/2024	Resistencia - diseño				210 Kg/cm ²			
		Tipo de Cemento				I			
		Aditivo				Sin aditivo			
		Diámetro (cm)				10.000	10.000	10.000	10.000
		Altura (cm)				20.600	30.700	30.600	20.600
		Área transv. (cm ²)				78.540	78.540	78.540	78.540
		Carga Máxima (kN)				162.940	167.260	159.640	172.540
		Fecha de moldeo				17/11/2023			
		Fecha de rotura				15/12/2023			

MADUREZ DEL CONCRETO CANTERA ZURITE

CONCRETO	Resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades de madurez f_c (210 kg/cm ²)			
Madurez del Concreto (Días)	0.00	7.00	14.00	28.00
Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	0.00	162.00	183.16	215.0



1.0 Los ensayos fueron realizados a temperatura ambiente entre 14°C y 17°C.

CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño.
EN EL RANGO	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es igual o superior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ²
NO CUMPLE	La resistencia de la briqueta, con proyección a los 28 días, es inferior a la resistencia de diseño menos 35.7 kg/cm ² .

ENSAYOS DE CONTROL CALIDAD DE MATERIALES


(ABRASION EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES)

TESIS: “ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”

SOLICITA : Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA
UBICACIÓN : REGIÓN : CUSCO
: PROVINCIA : PAUCARTAMBO
: DISTRITO : LUCRE

FECHA : CUSCO, NOVIEMBRE DE 2023

ABRASION

	REPORTE DE ENSAYO	CODIGO	UNI-01 020
	NTP 400.020 (2020)	VERSION	1.0
	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑO GRANDE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES	FECHA	20/11/2023

SOLICITADO POR: Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA.
TESIS: “ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c=210$ Kg/cm² EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”

DATOS GENERALES

MATERIAL: Piedra chancada.

N° DE REGISTRO: LAB-109 -24

N° ENSAYO: 001-00001

CODIGO DE MUESTRA: Cantera Huambutio (Tres de mayo 95)

ENSAYADO POR: Técnico. Gabriel Cama Meneses

FECHA DE ENSAYO: 20/11/2023

REGISTRO DE DATOS

Tabla 1. Gradación de muestras para el ensayo de agregados entre 37.5 mm y 2.36 mm

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
25,0 mm (1")	19,0 mm (¾")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
19,0 mm (¾")	12,5 mm (½")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
12,5 mm (½")	9,5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (¼")	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
6,3 mm (¼")	4,75 mm (N° 4)	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	-.-	-.-	-.-	5 000
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Nota: Tomado de Manual de Ensayo de Materiales MTC E 207. ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½").

Tabla 2. Elección de la carga de ensayo.

Granulometría de ensayo	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Nota: Tomado de Manual de Ensayo de Materiales MTC, ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½"). Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g.

RESULTADO DE ENSAYO

Tabla 3. Resultados obtenidos del ensayo.

CANTERA HUAMPUTIO			
Material	Agregado Grueso	Fecha:	20/11/2023
Tamaño Máximo Nominal	1/2"		
DESCRIPCION			TIPO
Gradación de la Muestra			B
Pasante \emptyset 3/4" y Retenido en \emptyset 1/2" (gr)			2500.40
Pasante \emptyset 1/2" y Retenido \emptyset 3/8" (gr)			2500.70
Peso Total Para El Ensayo (gr)			5001.10
Peso Retenido en la Malla N° 12 (gr)			3756.00
% DE DESGASTE			24.90

PORCENTAJE DE PERDIDA POR ABRASION: 24.9%

OBSERVACIONES: La muestra fue cuarteada según la normativa NTP 400.010.

CANTERA PARA CONCRETO:

1. El agregado evaluado de la Cantera Huambutio (tres de mayo 95), (Piedra Chancada), si cumple con las especificaciones para su uso como agregado para concreto.
2. Cumplen con los límites de las normas: ASTM C-131, ASTM C-33, ASTM C-127 y ASTM C- 136.

Tabla 4. Resumen de parámetros obtenidos en laboratorio.

AGREGADO GRUESO				
Nro.	ENSAYOS	PIEDRA CHANCADA		
		RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
1	Abrasión (%)	24.9%	40.00 Max.	Cumple

**PANEL FOTOGRAFICO:
DATOS GENERALES**

MATERIAL: Piedra chancada.

N° DE REGISTRO: LAB-109 -24

N° ENSAYO: 001-00001

CODIGO DE MUESTRA: Cantera Huambutio (Tres de mayo 95)

ENSAYADO POR: Técnico. Gabriel Cama Meneses

FECHA DE ENSAYO: 20/11/2023

PANEL FOTOGRAFICO.



Figura 1. Selección del material para el ensayo de abrasión de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95).

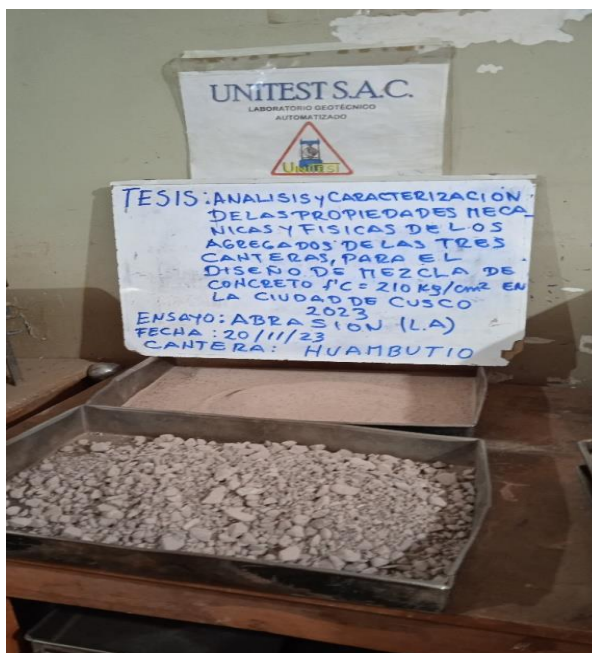


Figura 2. Agregado ensayado en la Máquina de Los Ángeles cantera Huambutio (Tres de mayo 95).

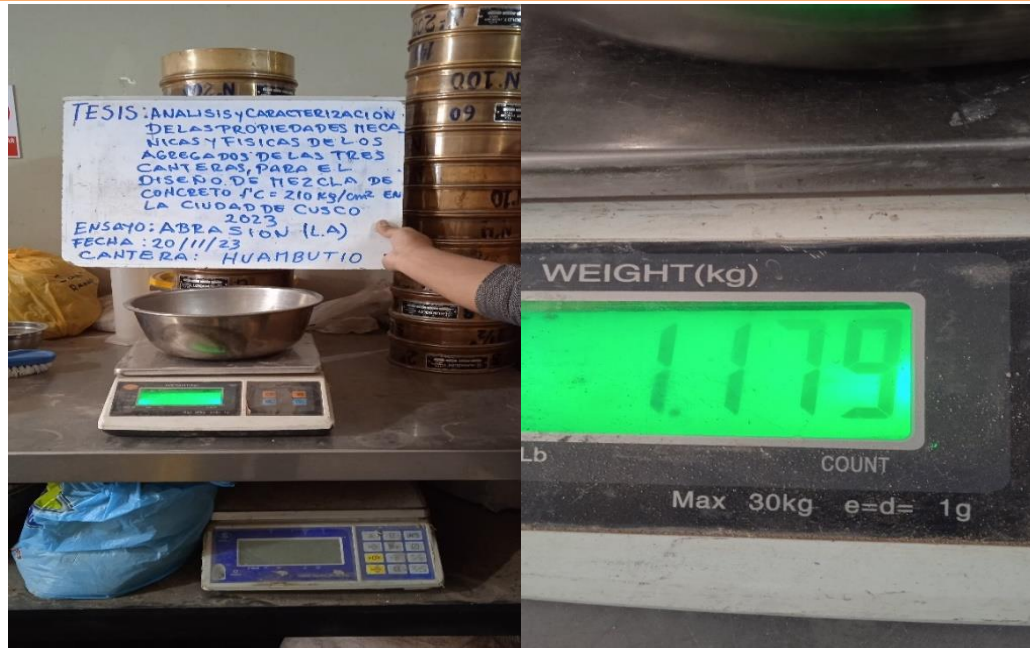


Figura 3. Toma de peso del agregado fino de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95).

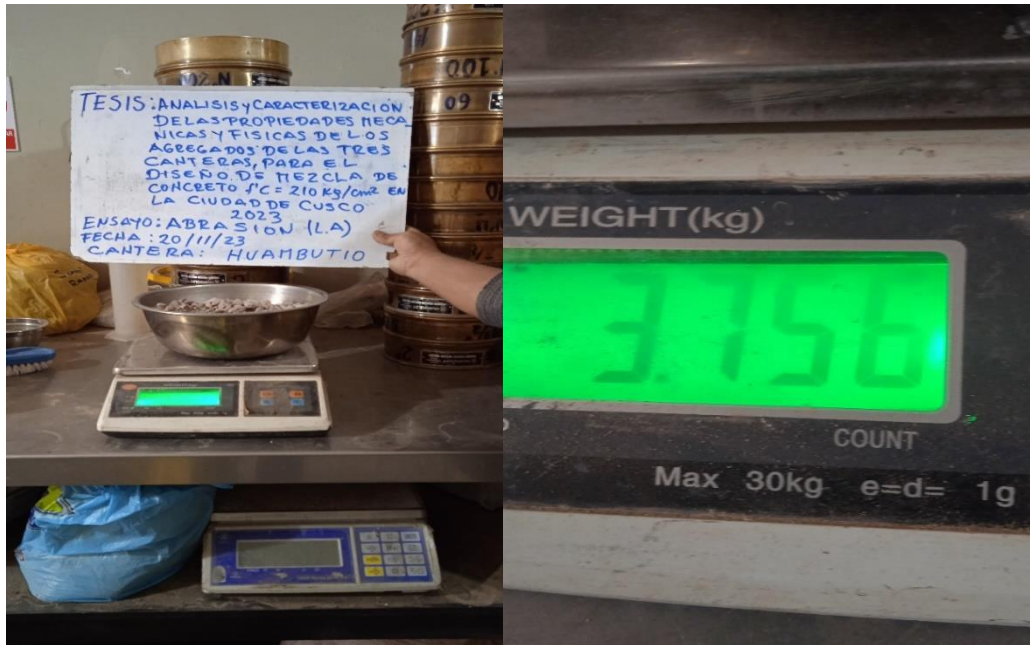


Figura 4. Toma de peso del agregado grueso de la cantera Huambutio (Tres de mayo 95).

ENSAYOS DE CONTROL CALIDAD DE MATERIALES

(ABRASION EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES)


TESIS: “ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”

SOLICITA : Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA

UBICACIÓN : REGIÓN : CUSCO
: PROVINCIA : CALCA
: DISTRITO : PISAC

FECHA : CUSCO, NOVIEMBRE DE 2023

ABRASION

	REPORTE DE ENSAYO	CODIGO	UNI-01-020
	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑO GRANDE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES- NTP 400.020 (2020)	VERSION	1.0
		FECHA	20/11/2023

SOLICITADO POR: Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA
TESIS: “ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”

DATOS GENERALES

MATERIAL: Piedra chancada.

Nº DE REGISTRO: LAB-111 - 24.

Nº ENSAYO: 003-00003.

CODIGO DE MUESTRA: Cantera Pisac.

ENSAYADO POR: Técnico. Gabriel Cama Meneses.

FECHA DE ENSAYO: 20/11/2023.

REGISTRO DE DATOS

Tabla 1. Gradación de muestras para el ensayo de agregados entre 37.5 mm y 2.36 mm.

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 1/2")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (Nº 4)	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	-.-	-.-	-.-	5 000
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Nota: Tomado de Manual de Ensayo de Materiales MTC E 207. ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2").

Tabla 2. Elección de la carga de ensayo.

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Nota: Tomado de Manual de Ensayo de Materiales MTC, ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2"). Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg.) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g.

RESULTADO DE ENSAYO

CANTERA PISAC			
Material	Agregado Grueso	Fecha:	20/11/2023
Tamaño Máximo Nominal	1/2"		
DESCRIPCION			TIPO
Gradación de la Muestra			B
Pasante Ø ¾" y Retenido en Ø ½" (gr)			2500.00
Pasante Ø ½" y Retenido Ø 3/8" (gr)			2500.50
Peso Total para el Ensayo (gr)			5000.50
Peso Retenido en la Malla N° 12 (gr)			3993.00
% DE DESGASTE			20.15

PORCENTAJE DE PERDIDA POR ABRASION: 20.15%

OBSERVACIONES: La muestra fue cuarteada según la normativa NTP 400.010.

CANTERA PARA CONCRETO:

1. El agregado evaluado de la Cantera Pisac, (Piedra Chancada), si cumple con las especificaciones para su uso como agregado para concreto.
2. Cumplen con los límites de las normas: ASTM C-131, ASTM C-33, ASTM C-127 y ASTM C- 136.

Tabla 4. Resumen de parámetros obtenidos en laboratorio.

AGREGADO GRUESO				
Nro.	ENSAYOS	PIEDRA CHANCADA		
		RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
1	Abrasión (%)	20.15%	40.00 Max.	Cumple

**PANEL FOTOGRAFICO:
DATOS GENERALES**

MATERIAL: Piedra chancada.

N° DE REGISTRO: LAB-111 -24.

N° ENSAYO: 003-00003.

CODIGO DE MUESTRA: Cantera Pisac.

ENSAYADO POR: Técnico. Gabriel Cama Meneses.

FECHA DE ENSAYO: 20/11/2023.

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 1. Selección del material para el ensayo de abrasión de la cantera Pisac



Figura 2. Agregado ensayado en la Maquina de Los Ángeles cantera Pisac.

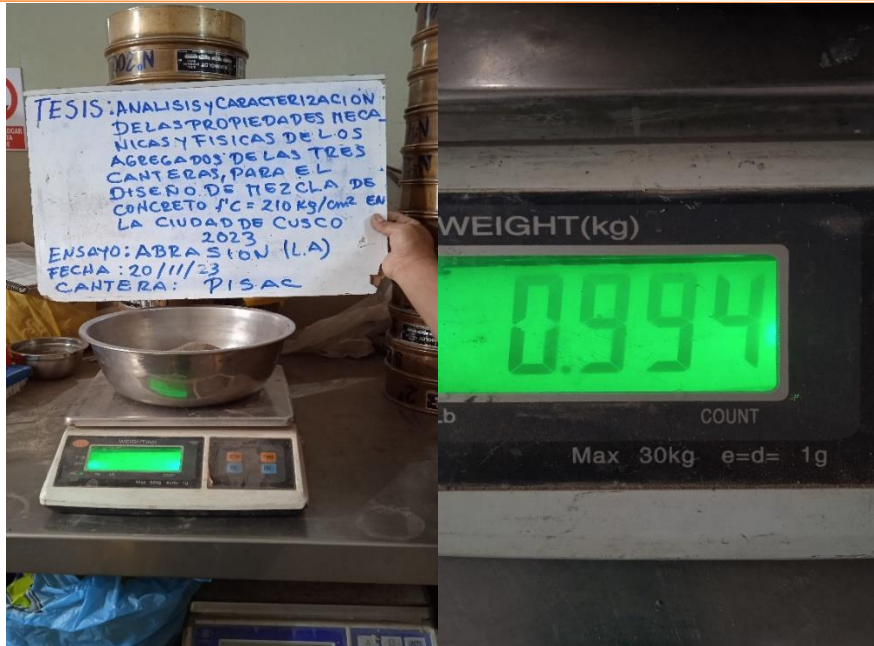


Figura 3. Pesado del agregado fino de la cantera de Pisac.



Figura 4. Pesado del agregado grueso de la cantera Pisac.

ENSAYOS DE CONTROL CALIDAD DE MATERIALES

(ENSAYO DE ABRASION EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES)

TESIS: “ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”

SOLICITA : Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA

UBICACIÓN : REGION : CUSCO

: PROVINCIA : ANTA

: DISTRITO : ZURITE

FECHA : CUSCO, NOVIEMBRE DE 2023

ABRASION

	REPORTE DE ENSAYO	CODIGO	UNI-01-020
	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑO GRANDE POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES- NTP 400.020 (2020)	VERSION	1.0
		FECHA	20/11/2023

DATOS GENERALES

SOLICITADO POR: Bach. JAIME JOSE CHIPANA SORIA
TESIS: “ANALISIS Y CARACTERIZACION DE LAS PROPIEDADES, MECANICAS Y FISICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS TRES CANTERAS, PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE CUSCO, 2023”

MATERIAL: Piedra chancada.

N° DE REGISTRO: LAB-110 -24.

N° ENSAYO: 002-00002.

CODIGO DE MUESTRA: Cantera Zurite.

ENSAYADO POR: Técnico. Gabriel Cama Meneses.

FECHA DE ENSAYO: 20/11/2023.

REGISTRO DE DATOS

Tabla 1. Gradación de muestras para el ensayo de agregados entres 37.5 mm y 2.36 mm.

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 1/2")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	-.	-.	-.
25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1 250 ± 25	-.	-.	-.
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.	-.
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.	-.
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	-.	-.	2 500 ± 10	-.
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (N° 4)	-.	-.	2 500 ± 10	-.
4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	-.	-.	-.	5 000
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Nota: Tomado de Manual de Ensayo de Materiales MTC E 207. ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2").

Tabla 2. Elección de la carga de ensayo.

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

Nota: Tomado de Manual de Ensayo de Materiales MTC, ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2"). Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg.) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g.

RESULTADO DE ENSAYO

CANTERA ZURITE			
Material	Agregado Grueso	Fecha:	20/11/2023
Tamaño Máximo Nominal	1/2"		
DESCRIPCION			TIPO
Gradación de la Muestra			B
Pasante \emptyset 3/4" y Retenido en \emptyset 1/2" (gr)			2500.00
Pasante \emptyset 1/2" y Retenido \emptyset 3/8" (gr)			2500.50
Peso Total Para El Ensayo (gr)			5000.50
Peso Retenido en la Malla N° 12 (gr)			3959.00
% DE DESGASTE			20.83

PORCENTAJE DE PERDIDA POR ABRASION: 20.83%

OBSERVACIONES: La muestra fue cuarteada según la normativa NTP 400.010.

CANTERA PARA CONCRETO:

1. El agregado evaluado de la Cantera Zurite, (Piedra Chancada), si cumple con las especificaciones para su uso como agregado para concreto.
2. Cumplen con los límites de las normas: ASTM C-131, ASTM C-33, ASTM C-127 y ASTM C-136.

Tabla 4. Resumen de parámetros obtenidos en laboratorio.

AGREGADO GRUESO				
Nro.	ENSAYOS	PIEDRA CHANCADA		
		RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
1	Abrasión (%)	20.83 %	40.00 Max.	Cumple

PANEL FOTOGRAFICO:

DATOS GENERALES

MATERIAL: Piedra chancada.

N° DE REGISTRO: LAB-110 -24.

N° ENSAYO: 002-00002.

CODIGO DE MUESTRA: Cantera Zurite.

ENSAYADO POR: Técnico. Gabriel Cama Meneses.

FECHA DE ENSAYO: 20/11/2023.

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 1. Selección del material para el ensayo de abrasión de la cantera Zurite.



Figura 2. Agregado ensayado en la Maquina de Los Ángeles cantera Zurite.

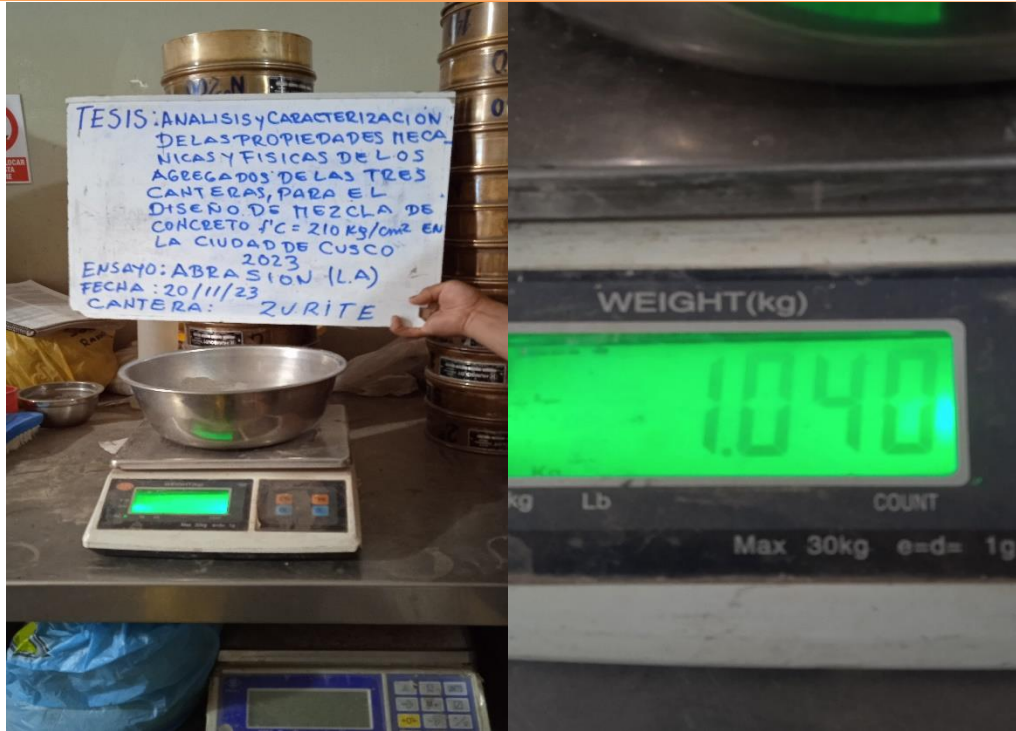


Figura 3. Toma de peso del agregado fino de la cantera Zurite.

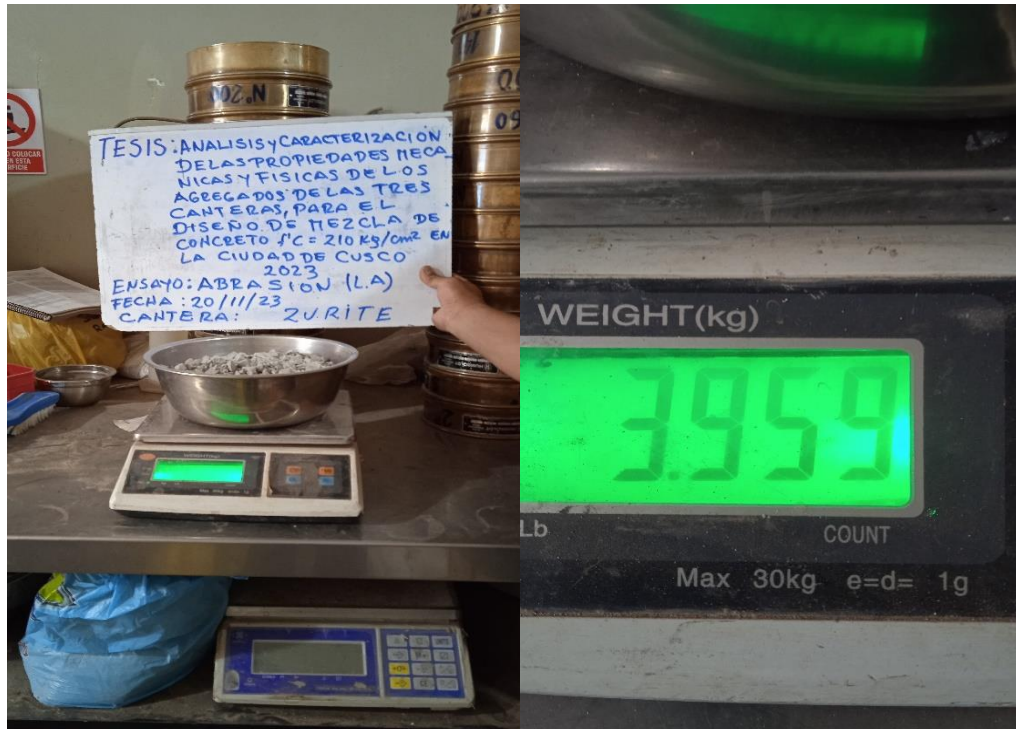


Figura 4. Toma de peso del agregado grueso de la cantera Zurite.