

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA



Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas de Agregados Pétreos para la
Elaboración de Concreto Hidráulico en Nueva Cajamarca

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

AUTOR

José Lino Fernández Silva

ASESOR

Christian Edward Ríos Paredes

Rioja, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor

Nombres	JOSE LINO
Apellidos	FERNANDEZ SILVA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	74628329
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	CHRISTIAN EDWARD
Apellidos	RIOS PAREDES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	43164616
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0002-6880-7009

Datos del Jurado

Datos del presidente del jurado

Nombres	FELIX GERMAN
Apellidos	DELGADO RAMIREZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	22264222

Datos del segundo miembro

Nombres	VICTOR
Apellidos	GARCES DIAZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	32860015

Datos del tercer miembro

Nombres	MANUEL ISMAEL
Apellidos	LAURENCIO LUNA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	42362708

Datos de la obra

Materia*	Concreto, resistencia, agregados pétreos, aditivo
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Tesis
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil <input type="checkbox"/>
Grado académico o título profesional	Título Profesional <input type="checkbox"/>
Nombre del programa	Ingeniería Civil <input type="checkbox"/>
Código del programa Consultar el listado: enlace	732016

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).



FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 058-2023-UCSS-FI/TPICIV

**SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
FILIAL RIOJA: NUEVA CAJAMARCA**

Los Olivos, 21 de junio del 2023

Siendo las 12:00 horas del 21 de junio del 2023, utilizando los recursos para la videoconferencia disponibles en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se dio inicio a la sustentación de la Tesis:

Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas de Agregados Pétreos Para la Elaboración de Concreto Hidráulico en Nueva Cajamarca

Por el Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

FERNANDEZ SILVA, JOSE LINO

Ante el Jurado calificador conformado por el:

Dr. DELGADO RAMIREZ, Félix German
Mgr. GARCÉS DÍAZ, Víctor
MSc. LAURENCIO LUNA, Manuel Ismael

Presidente
Secretario
Miembro

Siendo las 13:20 horas, habiendo sustentado y atendido las preguntas realizadas por cada uno de los miembros del jurado; y luego de la respectiva deliberación, el jurado le otorgó la calificación de:

APROBADO

En mérito a la calificación obtenida se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller FERNANDEZ SILVA, JOSE LINO el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,

.....
MSc. LAURENCIO LUNA, Manuel Ismael
Miembro

.....
Mgr. GARCÉS DÍAZ, Víctor
Secretario

.....
Dr. DELGADO RAMIREZ, Félix German
Presidente

Anexo 2

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO

Rioja, 01 de agosto de 2023

Señor(a),
Víctor Garcés Díaz
Jefe del Departamento de Investigación de la Facultad de Ingeniería - UCSS

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que la tesis, bajo mi asesoría, con título: Análisis de las Propiedades Físicas y Mecánicas de Agregados Pétreos Para la Elaboración de Concreto Hidráulico en Nueva Cajamarca, presentado por José Lino Fernández Silva código 2015101998 y DNI 74628329 para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para su publicación.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 9 %**. * Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



RIOS PAREDES, CHRISTIAN EDWARD

DNI N°: 43164616

ORCID: 0000-0002-6880-7009

Facultad de Ingeniería - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

DEDICATORIA

A mi familia en especial a mi mamá JULIA SILVA MEGO y a mi papá AURELIO FERNÁNDEZ MEGO y mis hermanos WILSON, WILMER, ROBERTO, ADOLFO, NELY YANETH, NILDA Y MIRIAN, por haber brindado su apoyo incondicional y darme una enseñanza con valores que me hizo un ser humano que aporta en la sociedad.

Al ingeniero CRISTIAN EDWARD RÍOS PAREDES, por su apoyo y acompañamiento continuo para el desarrollo eficiente de mi investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme las fuerzas y conocimiento continuo para no detenerme durante el desarrollo de la investigación, por el amor incondicional y espiritual que me brinda cada día a pesar de mis debilidades como ser humano. A mi mamá y papá por brindarme la mejor herencia que es el estudio e inculcarme los mejores valores para ser una mejor persona cada día, también a la Universidad Católica Sedes Sapientiae- UCSS, que me permitió aprender las herramientas necesarias para desarrollarme como profesional y aplicarlo en el desarrollo de la sociedad.

RESUMEN

En la presente investigación: Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos para la elaboración de concreto hidráulico en Nueva Cajamarca, El objetivo principal de la presente investigación es analizar las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos para la elaboración de concreto hidráulico en el distrito de Nueva Cajamarca. Ello con el propósito de conocer la resistencia que generan los agregados pétreos (particularmente la grava y arena), para la fabricación de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ La metodología de investigación aplicada fue mediante observación, análisis y conocimientos empíricos usando el método Instituto Americano del Concreto (ACI) en la fabricación de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Asimismo, se realizó análisis estadístico para determinar el comportamiento de los agregados pétreos sometidos a esfuerzos de compresión. Se obtuvo resultados óptimos y coherentes en los ensayos, que se desarrolló en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca.

Palabras clave: Concreto, resistencia, agregados pétreos, aditivo.

ABSTRACT

In the present investigation: Analysis of the physical and mechanical properties of stone aggregates for the production of hydraulic concrete in Nueva Cajamarca. It was carried out with the main objective of analyzing the physical and mechanical properties of stone aggregates to produce hydraulic concrete in the district of Nueva Cajamarca. This with the purpose of knowing the resistance generated by stone aggregates (particularly gravel and sand), in the elaboration of a design $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. The applied research methodology was through observation, analysis, and empirical knowledge using the American Concrete Institute (ACI) method, in the production of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Likewise, statistical analysis was carried out to determine the behavior of the stone aggregates subjected to compressive stresses. Optimum and consistent results were obtained in the tests, which were developed in the laboratory of the Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, of the Nueva Cajamarca district.

Keywords: Concrete, resistance, stone aggregates, additive.

INDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO.....	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
INDICE.....	4
INDICE DE TABLAS.	7
INDICE DE FIGURAS	10
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción de la problemática	14
1.2. Formulación del problema.	15
1.2.1. Problema principal.....	15
1.2.2. Problemas secundarios.	15
1.3. Objetivos de la investigación.	15
1.3.1. Objetivo principal.....	15
1.3.2. Objetivos secundarios.....	15
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	16
1.5. Delimitación del área de investigación	18
1.6. Limitaciones de la investigación	19
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	20

	6
2.1. Antecedentes	20
2.2. Bases Teóricas	25
2.3. Definición de términos básicos	55
CAPITULO III. HIPOTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	56
3.1. Hipótesis principal.....	56
3.2. Hipótesis secundarias.	56
3.3. Variables e indicadores	57
3.4. Operacionalización de las variables.	57
CAPITULO IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	58
4.1. Diseño de ingeniería.....	58
4.2. Métodos y técnicas del proyecto.	59
4.3. Diseño estadístico.....	60
4.4. Técnicas y herramientas estadísticas.....	60
CAPITULO V. DESARROLLO EXPERIMENTAL	61
5.1. Proyecto piloto, pruebas, ensayos, prototipos, modelamiento.	61
5.2 Aplicación estadística.....	80
CAPITULO VI. ANALISIS COSTO/BENEFICIO	87
6.1. Beneficios no financieros.	87
6.2. Impacto social y/o ambiental de la investigación.....	87
CAPITULO VII. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .	88
7.1 Resultados.	88

7.2 Conclusiones	127
7.3 Recomendaciones	131
REFERENCIAS	132
ANEXOS	138

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. <i>Rocas metamórficas</i>	29
Tabla 2. <i>Escala de dureza relativa clasificado por Mohs</i>	30
Tabla 3. <i>Clasificación según su naturaleza de los áridos</i>	34
Tabla 4. <i>Denominación de los áridos por su dimensión</i>	35
Tabla 5. <i>Consistencia del concreto y aplicación según su asentamiento</i>	39
Tabla 6. <i>Tipos de Cemento Portland</i>	44
Tabla 7. <i>Clasificación de tamices según su tamaño</i>	45
Tabla 8. <i>Tipos de agregados por su densidad</i>	49
Tabla 9. <i>Clasificación granulométrica por tamices del agregado fino</i>	50
Tabla 10. <i>Clasificación de los agregados gruesos por su forma</i>	51
Tabla 11. <i>Operacionalización de variables</i>	57
Tabla 12. <i>Métodos y técnicas del proyecto</i>	60
Tabla 13. <i>Resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio a los 7,14 y 28 días de curado</i>	81
Tabla 14. <i>Resultados de resistencias a compresión promedio en porcentaje de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio a los 7, 14 y 28 días de curado</i>	83
Tabla 15. <i>Probabilidad de los grados de libertad</i>	85
Tabla 16. <i>Determinación de Ji - cuadrado para la resistencia a compresión con 10 muestras de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$</i>	86
Tabla 17. <i>Propiedades del agregado grueso y fino de la cantera cerro calero</i>	90
Tabla 18. <i>Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera Cerro Calero</i>	91
Tabla 19. <i>Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera Cerro calero</i>	93

Tabla 20. <i>Propiedades del agregado fino y grueso del centro de acopio Nodaza Constructor</i>	95
Tabla 21. <i>Análisis granulométrico del agregado fino del centro de acopio Nodaza Constructor.</i>	96
Tabla 22. <i>Análisis granulométrico del agregado grueso del centro de acopio Nodaza Constructor.</i>	98
Tabla 23. <i>Propiedades del agregado fino y grueso del centro de acopio Carranza.</i>	100
Tabla 24. <i>Análisis granulométrico del agregado fino del centro de acopio Carranza.</i>	101
Tabla 25. <i>Análisis granulométrico del agregado grueso del centro de acopio Carranza.</i>	103
Tabla 26. <i>Diseño de mezcla según el método de ACI 211 con agregados de la cantera Cerro Calero.</i>	105
Tabla 27. <i>Diseño de mezcla según el método de ACI 211 con agregados del centro de acopio Nodaza Constructor.</i>	109
Tabla 28. <i>Diseño de mezcla según el método de ACI 211 con agregados del centro de acopio Carranza.</i>	112
Tabla 29. <i>Resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio a los 7,14 y 28 días de curado.</i>	115
Tabla 30. <i>Resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con los agregados de la cantera y centros de acopio en porcentaje a los 7, 14 y 28 días de curado</i>	117
Tabla 31. <i>Resultado de pruebas a compresión de las probetas elaboradas con los agregados de la cantera Cerro Calero, centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza a los 7, 14 y 28 días de curado.</i>	119

Tabla 32. <i>Resumen general de las propiedades de agregados de la cantera Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza.....</i>	127
Tabla 33. <i>Resumen de las proporciones y dosificaciones de concreto elaborado con los agregados de la cantera Cerro Calero, centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza.</i>	129
Tabla 34. <i>Resistencias promedio del diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de las probetas elaborados con agregados de la cantera Cerro Calero, centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza.....</i>	130

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Bosquejo de una dorsal oceánica.</i>	26
Figura 2. <i>Rocas sedimentarias químicas.</i>	27
Figura 3. <i>Resistencia del concreto en relación al curado y tiempo.</i>	53
Figura 4. <i>Ubicación de la cantera Cerro Calero.</i>	62
Figura 5. <i>Ubicación del centro de acopio Nodaza Constructor.</i>	63
Figura 6. <i>Ubicación del centro de acopio Carranza</i>	64
Figura 7. <i>Recolección de agregados de la cantera Cerro Calero.</i>	66
Figura 8. <i>Recolección de agregados del centro de acopio Nodaza Constructor.</i>	68
Figura 9. <i>Recolección de agregados del centro de acopio Carranza.</i>	69
Figura 10. <i>Ensayo de granulometría de los agregados finos y gruesos.</i>	70
Figura 11. <i>Ensayo de absorción del agregado fino.</i>	70
Figura 12. <i>Ensayo de absorción del agregado grueso.</i>	71
Figura 13. <i>Ensayo de peso específico del agregado fino.</i>	72
Figura 14. <i>Ensayo de humedad natural del agregado fino y grueso.</i>	73
Figura 15. <i>Ensayo de PUS y PUV, del agregado fino y grueso.</i>	74
Figura 16. <i>Ensayo químicos de los agregados.</i>	76
Figura 17. <i>Preparación de mezcla para los prototipos.</i>	77
Figura 18. <i>Tipo de fallas de prototipos de concreto</i>	79
Figura 19. <i>Rotura de prototipos de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$</i>	80
Figura 20. <i>Grafica de resistencia a compresión de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio a los 7, 14 y 28 días de curado.</i>	82
Figura 21. <i>Resistencias a compresión promedio en porcentaje de las probetas elaboradas con agregado de la cantera y centros de acopio en estudio a los 7, 14 y 28 días de curado.</i>	84

Figura 22. <i>Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Cerro Calero.</i>	92
Figura 23. <i>Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera Cerro Calero.</i>	94
Figura 24. <i>Curva granulométrica del agregado fino del centro de acopio Nodaza Constructor.</i>	97
Figura 25. <i>Curva granulométrica del agregado grueso del centro de acopio Nodaza Constructor.</i>	99
Figura 26. <i>Curva granulométrica del agregado fino del centro de acopio Carranza.</i>	102
Figura 27. <i>Curva granulométrica del agregado grueso del centro de acopio Carranza.</i>	104
Figura 28. <i>Grafica de resistencia a compresión de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio en estudio a los 7, 14 y 28 días de curado.</i>	116
Figura 29. <i>Resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con los agregados de la cantera y centros de acopio en porcentaje a los 7, 14 y 28 días de curado</i>	117

INTRODUCCIÓN

En el Perú los materiales pétreos utilizados en la construcción son diversos, debido a su gran extensión territorial de los que se extraen materiales pétreos, esto genera la búsqueda de agregados de mejor calidad para obtener concretos hidráulicos que presenten las mejores características posibles, es por ello que analizar las propiedades físicas y químicas de los materiales pétreos es importante, asimismo en el distrito de Nueva Cajamarca la construcción de obras de ingeniería se ejecutan de forma continua, utilizando materiales de diferentes afluentes de extracción, por ende en el proyecto de investigación se analizará las propiedades físicas y mecánicas de los materiales pétreos existentes en el distrito de Nueva Cajamarca, será de utilidad para proporcionar un modelo de diseño de mezclas de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

La presente tesis de investigación este conformado por siete capítulos, en cual el cada uno está basado en los siguiente. Capítulo I, planteamiento del problema; Capítulo II, marco teórico; Capítulo III, hipótesis y variables de la investigación; Capítulo IV, diseño de la investigación; Capítulo V, desarrollo experimental; Capítulo VI, análisis costo/ beneficio y Capítulo VII: resultados, conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la problemática

En el siglo XXI, se ha incrementado la demanda de los agregados pétreos en el sector construcción a nivel mundial generando una gran producción en la fabricación de concreto hidráulico, para ser empleados en diferentes construcciones de ingeniería, por ende, el impacto de los materiales pétreos para la elaboración de concreto es un factor de importancia para la seguridad y calidad, para las obras de ingeniería, que se reflejara en el comportamiento mecánico y físico del concreto en estado endurecido y fresco.

La producción de concreto hidráulico en Perú es masiva, debido al crecimiento poblacional en todas sus regiones, una de ellas la Región de San Martín, de tal forma que el crecimiento inmobiliario aumenta a gran escala, y para abastecer las necesidades de crecimiento de la población, es necesario construir viviendas a base de concreto hidráulico que abarca el 60 % al 80 % el uso de materiales pétreos que deben cumplir con parámetros de calidad para garantizar la seguridad de las viviendas; debido a esto se utilizan materiales pétreos que no cuentan con estudios realizados de las propiedades físicas y mecánicas, por tal motivo es necesario realizar estudios básicos que determinen las propiedades de los materiales pétreos que se registrarán a normativas, para su aplicación en la elaboración de concreto hidráulico para garantizar la calidad del concreto hidráulico aplicado en construcciones de ingeniería en general; Bacalla y Vega (2019)

El distrito de Nueva Cajamarca pertenece a la provincia de Rioja departamento de San Martín, que en los últimos años ha incrementado los procesos constructivos en obras de ingeniería, el cual utilizan materiales pétreos existentes en los afluentes de los ríos del valle del Alto Mayo, dichos materiales no cuentan con un estudio previo de caracterización, propiedades físicas, mecánicas y químicas para poder determinar un concreto específico para un tipo de obra en general, teniendo en cuenta que los materiales pétreos tienen procedencias

y recorridos hasta su depósito, de tal manera que existen empresas que proveen materiales pétreos en diferentes presentaciones, para proyectos de obras de ingeniería, pero las cuales no tiene un estudio previo que garantice y cumplan con las normativas específicas para la elaboración de un concreto hidráulico.

La presente de investigación, se enfoca a consecuencia de la carencia de estudios básicos de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos en el distrito de Nueva Cajamarca, para la elaboración de un diseño de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, que cumpla y garantice la elaboración de dichos concretos.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema principal.

¿Cómo influye el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos en la elaboración de concreto hidráulico en Nueva Cajamarca?

1.2.2. Problemas secundarios.

¿De qué manera se podrá determinar las canteras y centros de acopio de materiales pétreos según la inspección in situ para la elaboración de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Nueva Cajamarca?

¿De qué manera se elaborará el diseño de mezclas de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, según el método del Instituto Americano del Concreto (ACI) con los agregados pétreos de Nueva Cajamarca?

¿De qué manera se podrá determinar las resistencias a compresión de las probetas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con los agregados pétreos del distrito de Nueva Cajamarca?

1.3. Objetivos de la investigación.

1.3.1. Objetivo principal.

Analizar las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos para la elaboración de concreto hidráulico en Nueva Cajamarca.

1.3.2. Objetivos secundarios.

Determinar las canteras y centros de acopio de materiales pétreos según la inspección in situ para la elaboración de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Nueva Cajamarca.

Elaborar el diseño de mezclas de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, según el método del Instituto Americano del Concreto (ACI) con los agregados pétreos en Nueva Cajamarca.

Determinar las resistencias a compresión de las probetas de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con los agregados pétreos en Nueva Cajamarca.

1.4. Justificación e importancia de la investigación.

Teórica.

La presente investigación considera la información pública en artículos científicos, tesis, referencias bibliográficas y manuales, para realizar el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados así como la metodología de materiales pétreos, asimismo la aplicación del Instituto Americano del Concreto (ACI) utilizado en diseño de mezcla para la elaboración de concreto hidráulico, como también las normas de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), que se enfoca en ensayos de materiales pétreos y la Normas Técnicas Peruanas (NTP).

Metodológica.

La investigación se basó en la exploración in situ a través de salidas de campo para determinar las canteras y centros de acopio de mayor explotación del distrito de Nueva Cajamarca, así como el reconocimiento de materiales pétreos grueso y finos. De tal forma obtener muestras representativas de agregados para determinar sus propiedades, formas y texturas en función al tipo de procesos mecánicos para su obtención y producción.

La investigación a través de la obtención de datos de los agregados finos y gruesos realizará el diseño de mezcla bajo la metodología del Instituto Americano del Concreto

(ACI), de acuerdo con procedimientos, que permitirá la obtención del diseño de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. para ver el comportamiento a través de su resistencia.

Práctica.

La investigación se ejecutará de forma práctica por la necesidad de plasmar los puntos de extracción de los materiales pétreos en el distrito de Nueva Cajamarca, dentro de ellos poder determinar las propiedades físicas y mecánicas de cada una de estos, de tal forma obtener la dosificación necesaria del diseño hidráulico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

De los puntos de extracción se determinará el potencial, rendimiento, volúmenes y áreas afín de corroborar si las propiedades de los materiales pétreos cumplen con la necesidad de las obras de ingeniería en el distrito de Nueva Cajamarca. Dentro de la elaboración practica se realizará estudios de campo, estudios de laboratorio y prototipos de proporciona miento para diseños $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y así mismo se evaluará las resistencias de cada uno de los concretos realizados para certificar la dosificación necesaria que se empleará en el diseño hidráulico del concretos.

Social.

La presente de investigación se enfoca en la parte social, relacionado al grupo de usuarios que se dedican a construir dentro y fuera del distrito de Nueva Cajamarca. Los estudios realizados de los agregados pétreos, serán tomados en cuenta para la fabricación de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, dichos resultados garantizarán la elaboración del concreto hidráulico, la dosificación necesaria y la calidad de la grava y piedra chancada que se utilizarán para el concreto antes mencionado.

Económica.

La investigación se justifica económicamente, porque realizar la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos y elaboración de diseños hidráulicos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ genera un presupuesto, que usualmente los maestros y empresas

no tienen en consideración en el distrito de Nueva Cajamarca, de esta manera, se propone obtener las dosificaciones necesarias para concretos hidráulicos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de esa manera ser utilizado como fuente de referencia en la elaboraciones de concretos hidráulicos para obras de ingeniería, de esta manera los personas que se dedican al rubro de construcción no generarían gastos económicos en estudios de ingeniería, para el diseño hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$,

Importancia.

El proyecto de investigación es importante bajo criterios teóricos de diseños de concretos hidráulicos establecidos en el método del Instituto Americano del Concreto (ACI), describe procedimientos para realizar los diseños de concretos hidráulicos, así mismo determina los centros de explotación de materiales pétreos en el distrito de Nueva Cajamarca tanto explotación a cielo abierto como chancadoras mecánicas u otro tipos de explotación de agregados, y para determinar las propiedades físicas como químicas de los agregados pétreos se utilizará el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca

1.5. Delimitación del área de investigación

El proyecto de investigación está enfocado en los afluentes de extracción de materiales pétreos que se encuentran en el distrito de Nueva Cajamarca – Rioja - San Martín.

El distrito de Nueva Cajamarca pertenece a la provincia de Rioja y departamento de San Martín; está ubicado en una altitud de 975 metros sobre el nivel del mar, y coordenadas $5^{\circ}56'26''$ sur, $77^{\circ}18'33''$ oeste, además limita por el norte y por el este con la provincia de Moyobamba; por el sur con la provincia de Rioja; por el norte con el distrito de Pardo Miguel Naranjos; y por el oeste con el distrito de Yuracyacu

1.6. Limitaciones de la investigación

Tanto a nivel mundial, nacional y local en estos últimos años se ha interferido las actividades de los diferentes sectores por motivos de pandemia por Covid-19, los factores limitantes fueron el uso de mascarilla y carnet de vacunación con las 3 dosis para el ingreso a laboratorio del Proyecto de Especial Alto Mayo – PEAM.

La falta de laboratorios en el distrito de nueva Cajamarca para desarrollar la parte experimental, además las universidades, entidades públicas y privadas cercanas al distrito no cuentan con equipamiento necesario para el desarrollo del proyecto.

En la Región San Martín, durante los meses de diciembre a abril, se incrementan las lluvias, es por ello que el aumento de caudal de los ríos aumenta, afectando la extracción de materiales pétreos para su análisis en el laboratorio, es por ello que la tesis de investigación puede ser limitado por factor antes descrito.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes internacionales.

Fernandez et al., (2022) en su artículo científico análisis de las propiedades físicas y mecánicas del residuo de caucho de neumático como reemplazo parcial del agregado fino en el hormigón. El objetivo es evaluar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, la metodología consistió en el estudio de agregados de afluentes de la ciudad de Cochabamba, Bolivia así como la incorporación de caucho para evaluar los cambios en sus propiedades de la mezcla de concreto, para el diseño de mezclas se consideró una resistencia de diseño de 21 MPa y porcentajes de caucho por agregado fino, por otro lado las pruebas realizadas al diseño sería resistencia a compresión, tracción y flexión si como masa específica, absorción de agua e índice de vacíos. Se concluye que la adición de caucho disminuye su resistencia del concreto, así como la trabajabilidad de la mezcla, considerado un promedio del 5% en pérdida de su resistencia. Barbosa et al., (2019) en su artículo científico la incorporación de fibras de acero en la resistencia a flexión de concreto. Como objetivo plantean proponer una metodología combinada de densificación por medios manuales y mecánicos y la caracterización mecánica, por el ensayo de flexión en tres puntos en una probeta prismática de hormigón armado con fibras de acero vaciado en seco. La metodología es experimental enfocada en adquirir la caracterización mecánica del concreto por medio del ensayo de flexión en tres puntos de apoyo. Para la el desarrollo se analizó las propiedades de los agregados utilizadas las cuales fueron elegidas de la mejor cantera concluyendo los materiales cumplen para la fabricación del concreto, también su asentamiento fue óptimo reflejado en los óptimos resultados obtenidos a flexión incorporando fibras de acero en condiciones sueltas y encoladas.

Moreno et al., (2018) en su artículo científico denominado Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso, cuyo objetivo es determinar las propiedades del concreto incorporando arcilla triturada en la mezcla. La metodología de la investigación es documental, para evaluar las propiedades con el uso de materiales en el campo de la construcción, además de estudiar las propiedades de los agregados a utilizar para el concreto, así como un estudio comparativo de diferentes diseños de mezclas con aglomerado de arcilla. Se concluye que el concreto con incorporación de arcilla es menos durable con el tiempo ya que la penetración de cloruros al concreto esto debido a la porosidad y absorción del concreto con arcilla como agregado. Por otro lado, la resistencia a compresión disminuye considerablemente debido a que los bloques de arcilla son menos resistentes que el agregado fino este puede variar entre un 20% a 30% por ciento. Por último, se recomienda fabricar y utilizar estos concretos en zonas donde no se requiere resistencias altas. También moreno, por otro lado Díaz y Sagastegui (2018) en su artículo científico que tuvo como objetivo determinar la influencia de tiempo de vibración interna en la resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, cuya metodología consistió en determinar la resistencia de los agregados de la cantera Roca fuerte con la fabricación de 72 probetas de concreto las cuales fueron compactados por vibraciones internas durante periodos de 5 a 25 segundos con intervalos de 5 segundos por muestras y posteriormente fueron analizadas en la prensa hidráulica en periodos de 7,14 y 28 días para verificar si hubo cambios en el comportamiento de la resistencia del concreto, los autores concluyen que la vibración óptima para el concreto es con un tiempo de 20 segundos ya que se alcanzó máximos resultados de las probetas ensayadas.

Amay (2018), en su tesis de investigación sobre el Estudio de los materiales piedra y arena utilizados para la elaboración de hormigón en el cantón la troncal provincia de Cañar, Ecuador. El objetivo del estudio consistió en determinar el comportamiento mecánico de la

arena y piedra en el concreto. La investigación fue cuantitativa enfocada en la exploración y descripción de muestras significativas de dos minas del río Bulu Bulu de mayor envergadura de la provincia del Cañar para analizar las propiedades de los agregados fino y grueso, mediante ensayos de laboratorio; por otro lado la metodología empleada para el muestreo consistió en la observación directa en campo además de la recolección de arena y canto rodado en sacos de nilón, para ser transportados al laboratorio y posteriormente analizados. Para el análisis comparativo de las características de los agregados del río Bulu Bulu el investigador propuso diseños de hormigón de varias resistencias que fueron $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y $450 = \text{kg/cm}^2$ aplicando el método de ACI 211, y obtuvo óptimas resistencias a compresión y buen comportamiento de asentamiento, manejabilidad y moldeamiento, por otro lado el investigador propone la adición de aditivo plastificante para el diseño de $f'c 450 = \text{kg/cm}^2$ ya que su asentamiento fue mínimo dificultando el moldeado en las probetas, Amay concluyó que los agregados finos y gruesos de las dos minas extraídas son de buena calidad aportando gran resistencia para la elaboración de concretos hidráulicos en general, teniendo en cuenta el tipo de diseño y cálculo de proporciones óptimas.

Antecedentes nacionales

Campos (2017), realizó su tesis de investigación sobre la Determinación de las propiedades físico-mecánicas de los agregados extraídos de las canteras Josecito y Manuel Olano y su influencia en la calidad de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Jaén, Perú. Los objetivos fueron obtener las propiedades físicas y mecánicas de los agregados además de realizar un concreto hidráulico para determinar su resistencia a esfuerzos de compresión, con la aplicación del método de Módulo de Finura de la Combinación de Agregados que tiene como consideración fundamental la variación de proporciones de agregado fino y grueso en relación las diferentes resistencias diseñadas de concreto; la metodología empleada para el diseño de mezclas fueron en dos etapas la primera se seleccionó el volumen

absoluto de la pasta y se determinó la relación agua – cemento y la segunda se determinó el volumen absoluto del agregado total en relación al cemento y tamaño del agregado grueso, este es empleado para calcular el porcentaje de agregado fino permitiendo que participen cantidades diferentes de agregado fino y grueso en función al cemento, para luego realizar el diseño de mezclas con las proporciones calculadas. En conclusión, las propiedades de los agregados finos y gruesos (arena y piedra chancada) de las dos canteras en estudio fueron óptimas para la fabricación de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, además que los agregados de la cantera Josecito fueron de mejor calidad con un 2,59 % de resistencia a compresión sobre la cantera Manuel Olano.

Castro y Vera (2017), en su tesis de investigación sobre la Influencia de las características de los agregados de las canteras del sector Milagro - Huanchaco en un diseño de mezcla de concreto, Trujillo 2017, Perú. Los objetivos de la tesis consistieron en determinar las propiedades de la arena gruesa y piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ", así como estimar costos de diseño de mezclas para un concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. El diseño de la investigación fue cuasi experimental y la metodología de muestreo fue no probabilístico por conveniencia por lo que se determinó 4 canteras de estudio: San Bernardo, Calderón, Santa Rosa y Rubio – Jaén, que mediante gráficos estadísticos se analizaron las propiedades de los agregados finos y gruesos de las canteras en estudio; la tesis se desarrolló en dos etapas, en la primera se analizó las propiedades de los agregados de las cuatro canteras el cual obtuvieron resultados desfavorables que no cumplieron con las Normas Técnicas Peruanas (NTP), por lo que se concluye que algunas propiedades físicas y mecánicas de los agregados de las canteras no son óptimas para la elaboración de concretos hidráulicos según los parámetros de la NTP 400,037; y la segunda etapa consistió en modificar los agregados con el propósito de mejorar la calidad de la arena gruesa y piedra chancada, para el diseño de mezcla de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, respecto a esa etapa los autores concluyen que

se mejoró los resultados en las características de los agregados y las resistencias a compresión fueron optimas, teniendo un mayor resultado para la cantera Calderón y Rubio – Jaén. Por otro lado, en el análisis de costos que realizaron a la etapa 2 con respecto a la etapa 1, obtuvieron una variación de s/ 11 soles por metro cubico en la elaboración de concreto, el cual la cantera Calderón tiene un menor precio de producción respecto a las demás canteras.

Abanto (2019), realizó una tesis de investigación sobre el Análisis de calidad de los agregados para el diseño de mezclas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$, distrito de Bagua- Amazonas – 2018, Perú. el objetivo fue analizar las propiedades de los agregados para el diseño de concreto hidráulico; el tipo de investigación fue cuasiexperimental descriptiva y consistió en la identificación de canteras de mayor explotación (Jhosema, Guevara, y Puerto Rentema) para la toma de muestras de materiales pétreos que fueron analizados en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejos; la metodología que aplicaron en la investigación para el diseño de mezclas fue el método del ACI 211 (Instituto Americano del Concreto). El autor obtuvo resultados desfavorables en el análisis de las propiedades físicas y mecánicas en las canteras Jhosema y Guevara, estando por debajo de los limites permisibles según la Normas Técnicas Peruanas para la elaboración de concreto, y favorables para los agregados de la cantera Rentama; en los resultados de esfuerzo a compresión se concluye que la cantera Rentama dio un 12,8 % mayor de resistencia que el diseño base de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y un 8,6 % mayor que la resistencia base de $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días, con respecto a las demás canteras se obtuvieron resultados no óptimos en la resistencia del concreto, por lo que el autor hace mención que se debe mejorar la calidad de los materiales a través de la combinaciones con agregados de mejor calidad.

Bacalla y Vega (2019), en su tesis denominada Estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando fibra natural de coco como material de construcción

en la provincia de Rioja, Perú. los autores tienen como objetivo analizar las propiedades del agregado fino y grueso de la cantera Naranjillo, así como las propiedades de la fibra obtenida del fruto del coco para la elaboración de concreto hidráulico. El diseño de la tesis fue científica – descriptiva y experimental, por otro lado los investigadores aplicaron el análisis estadístico del Ji – cuadrado para la delimitación y verificación de resultados; la metodología de la investigación consistió en la elaboración de concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados finos y gruesos de la cantera del rio Naranjillo y compararlo con un concreto elaborado con la adición de fibra natural obtenida del fruto de coco en porcentajes de 3 %, 5 % y 8 % en relación al peso neto del concreto y así se determinar si la fibra añadida al concreto aumento las propiedades de resistencia a compresión con respecto al porcentaje agregado. Los autores concluyen que la adición menor al 3 % de fibra natural obtenida del fruto del coco es más óptima para mejorar la resistencia del concreto, por otro lado, la adición del 3 % al 8 % de fibra genera perdida de resistencia a compresión del concreto.

2.2. Bases Teóricas

Materiales pétreos

Son materiales inorgánicos naturales o artificiales que resultan de la descomposición de grandes bloques de rocas, y se encuentran en diferentes formas y diferentes tamaños en la corteza terrestre, de la otra forma hay materiales pétreos que son procesados de forma industrial esto dependiendo de su calidad y nombre. Ortiz (2014)

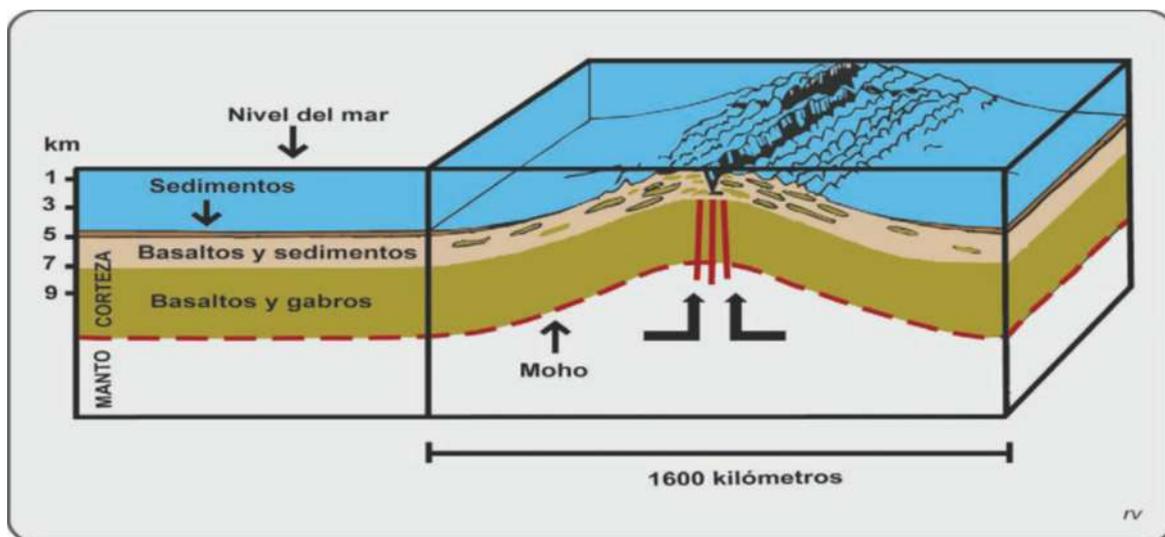
Clasificación geológica de los materiales pétreos

Ígneas. Se generan de material líquido de las erupciones volcánicas llamado magma, que por enfriamiento a temperatura ambiente se generan solidos por procesos de cristalización según el conjunto de minerales que la complementan, es por ello, las rocas ígneas también se llaman rocas magmáticas; Valera (2014, p. 47)

La Figura 1, se presenta los niveles estratigráficos de la tierra y la formación de erupciones volcánicas en función a la distancia en kilómetros bajo la superficie terrestre

Figura 1.

Bosquejo de una dorsal oceánica.



Nota. Adaptado de *Manual de geología* (p. 47), por Valera, 2014.

Rocas ígneas plutónicas o intrusivas. Son aquellas que se generan del magma sólido en cantidades masivas en el interior de la corteza terrestre. El magma, se encuentra acompañado de rocas ya existentes, que pasan por un enfriamiento lento, lo que permite a los minerales que generen cristales de gran tamaño que se pueden visualizar a simple vista llamadas rocas de grano grueso. Las intrusiones de magma a partir de las que se inician las rocas plutónicas se llaman plutones, el cual son visibles cuando la corteza asciende y la erosión desaparece los fragmentos que cubren la intrusión. Entre algunas rocas tenemos granito, pegmatita, sienita, gabro, etc.; Tafur y Cruz (2013, p. 8)

Rocas ígneas volcánicas o extrusivas. Son todo lo contrario de las rocas plutónicas que a diferencia de ellas se producen en con el enfriamiento en la superficie de la corteza terrestre, después de una erupción de un volcán. De otra forma el enfriamiento es más rápido que de las rocas plutónicas, las moléculas ionizadas de los minerales no se clasifican en

cristales de gran tamaño, es por ello que las rocas volcánicas son de grano fino; Tafur y Cruz (2013, p. 8) las rocas extrusivas más comunes son: escoria volcánica, pumita obsidiana y basalto.

Sedimentarias. La meteorización, erosión, transporte y sedimentación son partes esenciales del ciclo petrológico porque son las que dan paso al inicio y depósito de partículas en forma de sedimentos que se convierten en rocas sedimentarias. La nomenclatura sedimento hace referencia a todas las partículas de rocas ya existentes generadas por la meteorización, minerales que se derivan de fragmentos que contiene partículas disueltas durante el proceso de meteorización química y mineral extraído de ríos, lagos etc. Monroe et al., (2008, p. 163)

Rocas sedimentarias dendríticas o clásticas. Son acumulaciones de sedimentos de rocas preexistentes llamadas clastos formados por las partículas producidas por la intemperie y erosión en la superficie; que posteriormente son trasladado y acopiados, es por ello que muestran una textura llamada clástica; SGM (2017)

Según, Duque (2016), las rocas sedimentarias clásticas son generalmente detritos que, transportados y acopiados, se litifican por consolidación o sedimentación. El cual su clasificación se basa principalmente por el tamaño del grano partículas que lo componen.

Rocas sedimentarias químicas o no clásticas. Son los provienen de partículas o materiales acopiados por medios químicos, con las formaciones cristalinas son unidos por unión química o entrelazados unas dentro de otras. Las partículas, ya en forma de polvos son acarreados y concentrados conformando minerales que se juntan en agregados y luego son litificados como en las rocas detríticas, para formar una roca. Casi todas estas rocas se originan por precipitación química en extensiones de agua superficial, ya sea por proceso químicos inorgánicos o por la actividad química de los organismos. SGM (2017)

En la Figura 2, se presenta las rocas sedimentarias más conocidas

Figura 2.*Rocas sedimentarias químicas.*

SEDIMENTO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	ROCA
Grava	>2mm	Partículas redondeadas	Conglomerado 
		Partículas angulosas	Brecha  Villa Madero, Mich.
Arena	1/16 a 2mm	Principalmente arena de cuarzo	Arenisca de cuarzo 
		Cuarzo con >25% de feldespato	Arkosa
		>25% de fragmentos de roca	Grawaca
Lodo	<1/16mm	Principalmente limo	Limolita
		Limo y arcilla	Limonlita
		Principalmente arcilla	Lutita y Arcillita 

Nota. Adaptado de *rocas sedimentarias* (Fotografía), Servicio geológico de México, 2017, Gobierno de México (<https://acortar.link/2agJ8d>).

Metamórficas. Se originan de transformación de rocas preexistentes, que han pasado por reajustes de estructura y mineralógica bajo parámetros tanto físicos como químicos, o mixtas, como la temperatura, presión y/o el comportamiento químico de fluidos agentes de metamorfismo. Estos cambios, se producen bajo la superficie, que trasforman las partículas originalmente sin cambiar el estado sólido dando paso a la formación de una roca metamórfica. El tipo de la roca creada depende de la textura y composición de las rocas originales, así como del lapso del tiempo que la roca original duro sometida a los procesos de metamorfismo; SGM (2017).

Rocas metamórficas foliadas. Estas rocas se producen cuando son sometidas temperaturas y presión durante el proceso de metamorfismo que son alineaciones paralelas

de minerales, este proceso da paso a una roca la apariencia de capas o bandas. El tipo de foliación depende del tamaño y de la forma de los granos minerales que puede clasificarse desde fina hasta tosca; SGM (2017)

Rocas metamórficas no foliadas. Son rocas donde la composición de sus granos no presenta una desviación preferencial distinguible, por lo que generalmente presentan un mosaico de minerales equidimensionales, que resultan del metaforismo de contacto, o regionales en rocas que no tiene la presencia de partículas minerales de forma alargada o laminar; SGM (2017).

En la Tabla 1, se observa el ciclo para obtener rocas metamórficas, que inicia en roca base luego pasa por un estado de transmisión y finalmente se convierten en rocas metamórficas.

Tabla 1.

Rocas metamórficas.

Roca Base	Estado de Trasmisión	Roca Metamórfica
Shale (lutita)	Meta sedimentos	Pizarra, filita, esquisto paragneis
Arenisca	Meta sedimentos	Cuarcita, hornes
Caliza	Caliza cristalina	Mármol
Basalto	Meta vulcanita	Esquisto, anfibolita
Granito	Intrusivo gnésico	Ortogneis
Carbones	Meta sedimentos grafitosos	Esquistos grafitosos

Nota. Adaptado de *Manual de geología para ingenieros* (p, 295), por Duque, 2020.

Tipos de materiales pétreos

Materiales pétreos naturales. Los materiales naturales a los se desglosan de rocas que han pasado por procesos diferentes de evolución y tiene similares características. Estas partículas se extraen de yacimientos, ríos o sitios donde contengan agregados que sirvan para su uso como tal y que pueden ser sometidos a clasificación por su tamaño.

Materiales pétreos artificiales. Son aquellos con aspecto similar a los naturales, pero que son obtenidos de un proceso de fabricación, de esa manera mejorar sus propiedades de los pétreos naturales. Los materiales artificiales se producen por la necesidad de contar con sustitutos de las piedras naturales o con materiales de diferentes propiedades y características que tiene los que se explotan de las canteras comúnmente. Estos pueden ser hormigones, yesos, cementos, asfaltos entre otros; Los pétreos artificiales se originan de los pétreos naturales con propósitos de producir material que aporte, o bien obtengan otras características de mayor calidad, como su formación, composición, capacidad de resistencia, etc. Los grupos que los materiales artificiales se clasifican son: de forma cerámica, vítricos y aglomerantes, que estos dan cavidad a las morteros y pastas, estos materiales son caracterizados por qué forma de endurecer se realiza por fenómenos diferentes tales como: la cocción, enfriamiento e hidratación; Materiales (2017).

Propiedades físicas y mecánicas de los materiales pétreos

Dureza. Es la capacidad que una partícula puede soportar o estar propenso a una, rayadura o penetración. La dureza de una partícula depende de la composición mineral que contenga y de la cohesión de sus masas de los materiales. Para obtener resultados de dureza de cualquier material se requiere de la utilización de la escala de Mohs, que los ordena de los más blandos a los de mayor resistencia; Herrera y Vargas (2015, p. 41)

Según la Tabla 2, se observa la clasificación en escala del I al X del geólogo alemán Mohs.

Tabla 2.

Escala de dureza relativa clasificado por Mohs.

Escala de Mohs		
Dureza	Roca	Denominación
I	Talco	Disgregable a efecto de uña
II	Yeso	Dañado mediante la uña
III	Calcita	Dañado por una moneda
IV	Fluorita	Dañado fácilmente por un cuchillo
V	Apatito	Dañado por cuchillo
VI	Ortosa	Dañado por lima
VII	Cuarzo	Dañado por un cristal
VIII	Topacio	Dañado por herramientas con tungsteno
IV	Corindón	Dañado con el carburo de silicio
X	Diamante	Dañado por un diamante

Nota. Adaptado de *Pontificia Universidad Javeriana* (p, 45), por Giordani y Lanzone, 2015.

Densidad. Es la correlación de una partícula entre su cantidad masa y su volumen que ocupa, de un determinado solido o roca, dichas rocas conformadas por densidad d_m y orificios, que cuyo volumen que este ocupa viene dado por la porosidad P_o . La gravimetría tiene como objetivo determinar la distribución de densidades en las rocas de la corteza terrestre de acuerdo a la observación de las perturbaciones que las masas de la composición geológica originan en campo gravitatorio terrestre sujeto a medida por encima de la superficie; Plata (2009, p. 6)

Composición térmica. Por lo consiguiente, el incremento de calor en un determinado material o agregado genera un factor de aumento en el volumen de dicho material. Esto se produce debido que la energía termina es penetrada e induce al incremento de vibraciones de las moléculas atómicas constitutivas de la masa o materia, de esa manera genera un crecimiento de las distancias interatómicas. Este suceso se denomina como expansión volumétrica; Karen y Martínez (2016, p. 42)

Resistencia. Las resistencias de los materiales pétreos están sometidos a esfuerzos por cargas ya sean internas o por efectos externos a los de su propia masa, dentro del esfuerzo tenemos:

Resistencia a compresión. Es la capacidad de fallar de un material que es sometido a cargas o pesos determinados por unidades de área, estas son fracturadas por cizalla o extensionales. De describe que las rocas de origen natural tienen mejor resistencia a compresión que a flexión y a tensión, pero las rocas sedimentarias tienen menor capacidad de resistencia por su mayor cantidad de poros; Karen y Martínez (2016, p. 34)

Resistencia a tensión. Es la capacidad que soporta a tensión una masa o material por unidad de área. Esta propiedad, viene indicada por el grado de coherencia de la partícula para soportar esfuerzos tirantes, se verá reflejada dependiendo de la resistencia que los minerales soporten, del área entre granos y del cementante intergranular e intragranular; Karen y Martínez (2016, p. 39)

La resistencia a flexión. Es la capacidad que presenta un material para ser flexurado. Esta medida se aplica sobre soportes de material sobre pivotes y aplicando peso en el centro de la barra (ASTM C 99-52); Karen y Martínez (2016, p. 42)

Materiales áridos

Definición de áridos. Los áridos son un conjunto de partículas de forma granular sin vida conocidos generalmente como arenas, gravillas, arenas basaltos, etc. Estos tienden a ser abundantes en la corteza terrestre. Es por ello que se producen a gran masa generando el menor costo de adquisición además de indagar en la ubicación para su explotación en puntos de producción cercanos con el fin de reducir costos de transporte; Villanueva, (2008, p. 3). Según Herrera (2006); los áridos que se utilizan para la construcción son definidos como materiales que pueden cumplir con las siguientes especificaciones:

- Procedentes de yacimientos naturales o artificiales
- Ser materiales minerales.

- Composición sólida y demás inertes
- Estandarizados granulométricamente y de forma regular
- Utilizado, con mezclas estrechas con cementantes de activación hidráulica
- Hormigones
- Productos artificiales resistentes
- Aglomerantes asfálticos,
- Rellenos de diversos tipos
- Materiales primos para la industria (cementos y yesos, arenas para filtros y moldes), etc

Clasificación de los áridos por su origen y naturaleza

En la Tabla 3, se presenta los tres tipos de áridos, según su naturaleza, así como la clasificación de las rocas naturales en ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Tabla 3.*Clasificación según su naturaleza de los áridos*

NATURALES		RECICLADOS	ARTIFICIALES	
		✓ Procedentes del de la clasificación de restos de construcción y demolición	✓ Procedentes de escorias de otras industriales generadas en procesos térmicos.	
✓ Obtenidos de la corteza terrestre		✓ Actualment e representan menos del 1 % del consumo total de áridos	✓ Actualment e su uso es insignificante	
✓ El 99 % son áridos utilizados				
Rocas íneas	Rocas sedimentarias	Rocas metamórficas		
Plutónicas	Carbonatadas			
Granitos	Calizas	Gneises	Hormigones	
Granodioritas	Dolomitas	Cuarcitas	Ladrillos	Escorias de horno
Gabros	Detríticas	Mármoles	Tejas	alto escorias de
Pórfidos	Arenas	Corneanas	Carreteras	acería otras escorias
Volcánicas	Gravas		Mezclas	
Ofitas	Conglomerados			
Basaltos				
Riolitas	Areniscas			
Traquitas	Grauvacas			
Andesitas				

Nota. Adaptado de *Los áridos* (p. 6), por Villanueva, 2008.

Áridos naturales. Son áridos de forma granular que se obtiene de gravas, cuyo material es utilizados después de pasar por un proceso de lavado y clasificado. Áridos machaqueos, son obtenidos al pasar por un trituración o molienda mecánica o manual el cual son clasificadas de diferentes rocas y centros de extracción o por su granulometría de rechazo de áridos granulares; Herrera (2006, p. 5)

Áridos artificiales. Según Herrera (2006, p. 5), Están formados por residuos que pasan por un proceso industrial, que se denominan escorias siderúrgicas, así como las cenizas volantes generadas de combustión del carbón, etc. terminología es para los áridos que resultan de procedimientos industriales que pasan por un cambio físico-químicas o de otro tipo.

Áridos reciclados. Según Herrera (2006, p. 6), proceden de partículas o materiales extraídos de las demoliciones o derribos de edificaciones, así como de estructuras antiguas.

Clasificación de los materiales áridos por su tamaño.

Áridos gruesos o gravas. Son aquellos áridos que su diámetro es mayor o igual a 5 milímetros

Áridos finos o arenas. Son áridos que su dimensión diametral está por debajo de 5 milímetros y las arenas son de dimensión diametral inferior a 0,08.

En la Tabla 4, se presenta las dimensiones de los áridos finos y gruesos partiendo de milímetros hasta centímetros según le tipo de material

Tabla 4.*Denominación de los áridos por su dimensión*

ÁRIDOS GRUESOS	ÁRIDOS FINOS
Gravón o morro > 32 cm	5mm > Arena gruesa > 2,5mm
32 cm > Grava gruesa > 16 cm	2.5mm > Arena media >1,25mm
16 cm > Gravón mediana > 8 cm	1.25 mm > Arena fina > 0,63 mm
8 cm > Gravilla > 4 cm	0.63 mm > Arenilla > 0,32 mm
40 mm > Almendrilla > 20 mm	0.32 mm > Polvo > 0,16 mm
20 mm > Garbancillo > 10 mm	0.16 mm > Polvillo > 0,08 mm
10 mm > Piñoncillo > 5 mm	0.08 mm > Limos > 0,04 mm

Nota. Tomado de *Tecnología de la construcción conglomerantes, morteros y hormigones*, por Construmatica, 2010, (<https://acortar.link/zhBxjp>).

Diseño de mezclas.

Llamado diseño de mezclas al procedimiento de caracterización requeridas del concreto que se pueden especificar. Dichas características se verán reflejadas en su comportamiento de propiedades de un concreto hidráulico cuando este está moldeable y endurecido, inclusión y exclusión de componentes específicos; Kosmatka et al., (2004, p. 185)

Propiedades del Agregado Grueso y fino para el diseño de mezclas. Según Huanca (2006, p. 4), la información requerida para la elaboración del diseño de mezclas es

- Granulometría del Af y Ag.
- Peso unitario apisonado de Af y Ag.
- Peso específico de agregados finos y gruesos agregados
- Cantidad en porcentaje de agua retenida y absorción de los Af y Ag.
- Silueta y textura de los Af y Ag.
- Tipo de cemento.

- Especificaciones del cemento.
 - Relación agua/ cemento (a/c)
 - Procesos para el diseño de mezclas.
-
- Af = Agregado fino
 - Ag = Agregado grueso

Métodos de diseño de mezclas

Método de peso nominal según ACI 211. Los diseños de mezclas de concretos según la normativa del ACI 211, está basado en la determinación de las proporciones o cantidades de cada material que lo compone a un determinado diseño de concreto. Es por ello que el comité 211 del ACI, brinda procedimientos simples y esquemáticos de diseño que se detallan por procesos, estos se reflejan en tablas, gráficos y ábacos que pueden utilizarse como referencia para adquirir una guía de combinaciones adecuadas de cada material o componente que lo compone por unidad de metro cubico. Por otro lado, este método es aplicado para diseños de mezclas de concreto con un peso nominal de 2250 a 2400 kg/cm³; citado de Giraldo y Ramos, (2014, p. 36)

Método de FÜLLER. Dicho método es de forma general que se utiliza cuando los materiales áridos tanto gruesos como finos no cumplen con parámetros establecidos por la norma ASTM C 33. De otra forma, es recomendable utilizarlo para concretos con dosificación mayor de 300 kilogramos de cemento, por unidad de m³ concreto, en tamaños de ¾ y 2 pulgadas de agregados; Huanca (2006, p. 11)

Concreto hidráulico.

Definición de concreto hidráulico. El concreto como pasta está constituido por dos grupos: uno en estado fresco que es pastoso y moldeable, que tiene la capacidad de endurecer en un lapso de tiempo a temperatura ambiente, y el segundo grupo este compuesto por agregados pétreos que forman parte y engloban a la pasta, además de un tercer subgrupo que

la hidratación de los dos anteriores que es el agua, y el aglomerante que es el cemento a utilizar. El agua permite que la mezcla tenga, grado de fluidez y cumplir una reacción importante con el cemento dando lugar al endurecimiento de la pasta en estado fresco; Porrero et al., (2009, p. 31)

Propiedades en estado fresco del concreto. El concreto en estado fresco, es cuando la pasta está en estado fluido, donde los componentes son mezclados e inicia el fraguado inicial, de la pasta que se denomina periodo plástico que tiene duraciones diferentes de acuerdo a la cantidad, proporción, aditivos y ambiente donde se mezclen; Porrero et al., (2009, p. 45)

Trabajabilidad o manejabilidad. Es la factibilidad para que el concreto sea mezclado, manejado, transportado, colocado y compactado sin que pierda su homogeneidad. La trabajabilidad adecuada para una determinada edificación dependerá de la forma y tamaño de los componentes estructurales que se requieran construir; Rivera (2015, p. 83)

Consistencia. Es el estado de fluides que una pasta de concreto presenta, de tal modo hace referencia a que tan compacta o blanda es una mezcla, cuando está en un estado fresco, es decir es la gradación de humedad de una determinada mezcla de concreto; Sánchez (2001, p. 208)

Plasticidad. Es la capacidad de un concreto cuando se puede moldear fácilmente, y además de adaptarse a formas de moldeo de un determinado recipiente que lo contenga. Por otro lado, no puede considerarse como una pasta de concreto consistente a mezclas de consistencia en estado plástico que deben ser ligeras y trabajables, para tener mejor calidad con lo definido se debe considerar que hay factores que limitan, de otra forma las mezclas más fluidas o húmedas son fáciles de trabajar, que cuando la mezcla es menos fluida; Sánchez (2001, p. 112)

Temperatura. El concreto fresco tiene un grado de temperatura al mezclar todos sus componentes, esta propiedad viene afectando a todas las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto, de forma directa al asentamiento y la cantidad de aire, por lo que, se debe verificar. Por otro lado, las temperaturas altas en una mezcla de concreto generan mayor incorporación de agua para el mezclado de esa manera mantener un asentamiento adecuado y se debe dar soporte con un aditivo que proporcione aire para generar el contenido de aire establecido, dicha propiedad depende directamente del aporte de calor que cada componente aporta según su calor específico; Sánchez (2001, p. 124)

Segregación. Esta propiedad se describe como la facilidad de un agregado grueso al separarse del mortero anexo al cemento y arena. Esto depende a muchos factores uno de ellos que la cantidad de agregado grueso no es la óptima, y los demás componentes están en cantidades mayores a su diseño, es por ello que la parte que tiene menor cantidad de agregado grueso tiende a retraerse y tener mayor facilidad de fisura, aportando poca capacidad de carga a abrasión; Kosmatka et al., (2004, p. 222)

Exudación. Porrero et al., (2009, p. 453), define a esta propiedad como el flujo de una determinada mezcla, que tiende a subir a la superficie, esto se debe a la auto compactación de la mezcla, esto se produce cuando la mezcla está en su estado fluido o recién vaciado a un determinado lugar.

Asentamiento. Según Rivera (2015), es la capacidad de una mezcla al asentarse debido a su peso de sus materiales que lo componen esto de inicia en su estado inicial del concreto hidráulico. La NTP 339.035 (2009), Indica el ensayo para determinar la medida del asentamiento de concreto utilizando cemento Portland.

En la Tabla 5. Se presenta las recomendaciones del uso del concreto según su estado de consistencia y en función al asentamiento.

Tabla 5.

Consistencia del concreto y aplicación según su asentamiento.

Consistencia	Asentamiento (mm)	Tipo de edificación	Tipo de aplicación	Tipo de compactación
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de muros de cimentación	Con vibradores de formaleta	elementos a vibración secundaria, puede requerirse presión
Seca	20-35	Plataformas de pavimento	Pavimentación con vibrador	Elementos que pasan por vibraciones intensas
Semi seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple. Losas poco reforzadas	Colocación con máquinas operadas manualmente	Elementos mejorados con vibración
Media (plástica)	50-100	Pavimentos compactados a mano, todos los elementos de edificación	Forma manual	Elementos mejorados con vibración
Húmeda	100-150	Elementos estructurales reforzados	Lanzado	Secciones muy reforzadas con vibración
Muy húmeda	150-200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos in situ	Tubo embudo tremie	Secciones altamente reforzadas sin vibración
Super fluida	Mas de 200	Elementos muy esbeltos	Autonivelante, autocompactante	Secciones muy forzadas sin vibración no pasan por proceso de vibración

Nota. Adaptado de *Concreto simple*, (p. 85), por Rivera, 2015.

Propiedades del concreto en estado endurecido

Durabilidad. Según Porrero et al., (2009, p. 452), es la capacidad de concreto en estado endurecido para soportar agentes destructivos de origen ambiental, químicos, biológicos, y diferentes condiciones de deterioro que estén expuesta.

Resistencia a compresión. Es una propiedad netamente mecánica del concreto que es la capacidad de resistir una masa o peso determinado por unidad de área y que esta expresada naturalmente en kg/cm^2 , MPa y en algunos casos en lb/in^2 (psi). Para determinar en condiciones numéricas la cantidad y resisten de un concreto se realiza en el sayo de probetas de forma cilíndrica que cuentan con moldes de material especia con medidas de 15 cm (D) y 30 cm (A1), según las normas del NTC 550 y 673; Osorio (2013)

Resistencia a flexión. Esta propiedad está dirigida a vigas o losas de concreto que naturalmente no están reforzadas, se recomienda que las vigas deben tener dimensiones de 15x15 cm de sección transversal con y su peso debe ser 3 veces el espesor. Esta propiedad tiene como unidades MPa – kg.f/cm^2 y el ensayo está bajo lineamientos de la noma NTC 2871; Osorio (2013)

Elasticidad. El concreto como los demás materiales tiene un porcentaje de grado de elasticidad, de pues de soportar cargas de deformación unitaria que aumenta con el transcurso del tiempo, de otra forma el concreto presenta fluencia, además de estar sujeto a carga; Rivera (2015, p. 160)

Extensibilidad. Se presenta si un concreto es deformado sin la presencia de agrietamiento. Esta se establece según la deformación unitaria máxima del concreto sí es que presenta algún tipo de fisura, esto dependerá del grado de elasticidad y flujo plástico, a consecuencia de la deformación que una mezcla tiene, cuando se aplica un peso constante durante un determinado tiempo; Rivera (2015).

Tipos de concreto hidráulico

Ciclópeo. Conocido también como hormigón ciclope, es definido a aquellos concretos que tiene incorporado rocas de tamaño mayor a lo normal en otros concretos, dichas rocas llevan como nombre cantos rodados extraídos de ríos, el cual tiene denominación de tamaño que supera las 2 pulgadas y su masa puede ser hasta 50 kgf; Becosan (2020)

Simple. Concreto que no tiene refuerzo, que se emplean en gran parte de una construcción, de tal forma que sus cuantías de refuerzo están por debajo de lo requerido por las normas que lo rigen. Las especificaciones para la aplicación de este tipo de concreto deben ser inferiores a 210 kg/cm^2 en su resistencia; Porrero et al., (2009, p. 318)

Armado o reforzado. Este concreto anexo a la pasta y mezcla de agregados que lo componen se incorpora barras o mallas de acero en dicha masa para generar una mayor resistencia, en otros términos, el concreto armado tiene una estructura metálica interna y puede ser reforzado no solo con piezas de acero sino con fibras de diferentes procedencias y clases, dichas fibras modifican parte del concreto y tiene semejante rol que los concretos que tiene acero; Becosan (2020)

Premezclado. Este concreto se caracteriza por ser mezclado fuera del punto de vaciado o anexo a la obra en ejecución, este es entregado por una planta procesadora de mezclado que entrega listo para su colocación, el uso de este tipo de concreto es utilizado en grandes cantidades por las ventajas que este ofrece en comparación al mezclado tradicional que se realiza en obra; Rivera (2015, p. 258)

Materiales que lo componen al concreto hidráulico

Cemento. El cemento es un aglomerante que su principal propiedad es la capacidad de adherencia y cohesión, que permite la unión entre partículas de origen mineral y se solidifican obteniendo propiedades de resistencias y durabilidad aceptable. Los cementos

también contemplan variedades de aglomerantes como cales, alquitranes y asfaltos; Sánchez (2001, p. 27)

Peso específico del cemento. Es la relación que existe entre una masa determinada y su volumen absoluto. El peso específico del cemento varía de forma mínima y en un cemento portland de uso normal su peso específico es de 3,10 a 3,15 g/cm³, se hace mención que los cementos que contengan adiciones de componentes externos su peso es menor, debido a que la cantidad de Clinker por tonelada de cemento es menor y está en el rango de 3,00 y 3,00 g/cm³; Sánchez (2001, p. 41)

En la Tabla 6, se observa los tipos de cemento Portland, así como su aplicación según el tipo de concreto que se requiera.

Tabla 6.*Tipos de Cemento Portland.*

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND	
<p>Tipo 1. Para usos generales sin especificaciones detalladas</p> <p>T 1-M. tiene mayor capacidad de resistencias que el tipo 1.</p> <p>Tipo 2. Utilizado en obras de concreto expuestas a moderado ataque de sulfatos y en construcciones que requieren moderado calor de hidratación</p> <p>Tipo 3. Tiene altas resistencias iniciales</p> <p>Tipo 4. Desarrolla bajo calor de hidratación</p> <p>Tipo 5. Ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos</p>	<p>Blanco. Es el que se obtiene de insumos de color blanco ampliamente seleccionados.</p> <p>Incorporadores de aire. Son aquellos a los que se les adiciona un material incorporador de aire durante la pulverización</p> <p>Tipo 1-A. es el tipo 1 al cual se le adiciona un material incorporador de aire.</p> <p>Tipo 1-M A. Cemento portland tipo 1-M, el cual se le adiciona un material incorporador de aire</p> <p>Tipo 2-A. Cemento tipo 2 el cual se le adiciona un material incorporador de aire</p> <p>Tipo 3-A. Cemento tipo 3, el cual se le adiciona un material incorporador de aire</p>

Nota. Adaptado de *Tecnología del concreto y del mortero*, (p. 49), por Sánchez, 2001, Biblioteca de la construcción.

Agregados. Los agregados están compuestos por partículas que proceden de la naturaleza o de procedencia artificial, los agregados presentan tamaños variados desde partículas microscópicas a macroscópicas, estos materiales al ser unidos con el agua y agentes cementantes generan la producción de concretos. el 60 % al 75 % del volumen de un concreto este compuesto por agregados gruesos y finos, los agregados para su adecuado

uso deben ser clasificados, transportados y acopiados de forma confinada evitando la segregación e inclusión de materia orgánica que pueda perjudicar sus propiedades.

Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

Granulometría. Es la clasificación por tamaños de las partículas que lo conforman a un agregado, para realizar la gradación de los agregados finos y gruesos se hace una clasificación granulométrica de agregados, seleccionando una cantidad de muestra representativa de igual tamaño. La medida de la cuantía de cada una de estas fracciones es lo que se denomina como granulometría; Sánchez (2001, p. 72)

Las especificaciones para el ensayo de análisis granulométrico del agregado fino y grueso se detallan en la NTP 400.012 (2018)

En la Tabla 7, se presenta el tamiz 6, 5, 4 ½, 4, 3 ½, 3, 2 ½, 2, 1 ½, 1, ¾, ½, 3/8, N° – 4, N° – 8, N° – 16, N° – 30, N° – 50, N° – 100 y N° - 200 utilizado para el análisis granulométrico de agregados finos y gruesos designados en milímetros (mm) y micrómetros (µm).

Tabla 7.*Clasificación de tamices según su tamaño*

TAMIZ (in)	Designación (in)	DESIGNACIÓN (mm)
6	6	152,4
5	5	127
4 ½	4 ½	114,3
4	4	101,6
3 ½	3 ½	90,5
3	3	76,1
2 ½	2 ½	64,00
2	2	50,8
1 ½	1 ½	38,1
1	1	25,4
¾	¾	19,00
½	½	12,7
3/8	3/8	9,51
Nº - 4	3/16	4,76
Nº - 8	3/32	2,38
Nº - 16	3/64	1,19
Nº - 30	3/128	0,595
Nº - 50	3/256	0,297
Nº - 100	3/512	0,149
Nº - 200	3/1024	0,74

Nota. Tomado de *Concreto simple*, (p. 57), por Rivera, 2015.

Densidad. Es la relación de la masa de una partícula por unidad de volumen, la densidad de los agregados está conformado por determinadas masas y vacíos, que tiene contacto directo con la superficie denominados poros que pueden ser permeables además contienen vacíos que no tienen contacto con la superficie y quedan dentro de las partículas del agregado; Rivera (2015, p. 64)

Las especificaciones para el ensayo, de la densidad, densidad relativa, peso específico del agregado fino se detallan en a NTP.400.022 (2013)

Las especificaciones para el ensayo normalizado, de densidad relativa (peso específico) del agregado grueso se detallan en la NTP.400.021 (2002)

Densidad real. Masa por unidad de volumen promedio del agregado, sin contar con los vacíos permeables o saturados e impermeables y no saturados

Densidad nominal. Masa por unidad de volumen promedio, sin contar con los vacíos permeables o saturables

Densidad aparente. Masa por unidad de volumen promedio, que se añade los vacíos permeables y saturados como impermeables y no saturados.

Humedad. Es el porcentaje de líquido o agua superficial que tiene una determinada partícula, este porcentaje de agua influye en la mezcla de un concreto ya que a mayor humedad del agregado menor cantidad de agua a utilizar y viceversa

$$\% \text{ humedad} = ((\text{Peso natural} - \text{Peso seco}) / (\text{Peso seco})) \times 100$$

Las especificaciones para el ensayo normalizado, porcentaje de humedad de agregado fino y grueso, se detallan en la NTP 339.185, (2002)

Absorción. Esta propiedad es el incremento de masa de las partículas por la incorporación de agua en los vacíos o poros, esta se determina cuando una determinada muestra es saturada por 24 horas, una vez terminada la saturación se realiza el secado superficial del agregado, la cantidad de agua absorbida estima la porosidad de las partículas de agregado, Constructor civil (2010)

$$\% \text{ Absorción} = ((\text{Masa sss} - \text{Masa seca}) / (\text{Masa seca})) \times 100$$

- Masa sss = Masa saturada superficialmente seca

Las especificaciones para el ensayo normalizado de absorción del agregado fino, se detallan en a NTP.400.022 (2013)

Las especificaciones para el ensayo normalizado de absorción del agregado grueso se detallan en a NTP.400.021 (2002)

Masa unitaria. Los agregados tienen su masa unitaria respectiva que es necesaria para llenar un determinado recipiente en unidades de volumen unitario. En la masa unitaria además del volumen de las partículas del agregado se tiene en cuenta los vacíos que hay entre partículas, de tal forma que esta masa unitaria puede determinarse de forma compacta o suelta; Rivera (2015, p. 66)

Las especificaciones para el ensayo de masa unitaria Af y Ag, se detallan en la NTP 400.017 (1999)

Resistencia. Es la capacidad que tiene una partícula para soportar cargas y está en función a la abrasión, desgaste y dureza. La resistencia de los agregados también es definitiva para la capacidad de carga de un concreto fabricado. Si una mezcla cuenta con proporciones elevadas, no se va a percibir aumento en la resistencia de concreto, las mezclas de concretos hechos con agregados de resistencias bajas tienen poca resistencia al desgaste; Porrero et al., (2009, p. 78)

Las especificaciones para el ensayo de dureza de materiales de tamaño grande que están sujetas a abrasión e impacto en un equipo denominado máquina de los Ángeles se detallan en a NTP 400,020 (2020), y para agregados de tamaños menores se detalla en la NTP 400,019 (2020)

Clasificación de los agregados

Clasificación según su procedencia

Agregados naturales. Estos agregados son extraídos de lugares naturales como de, depósitos por arrastres fluviales formado por arenas y gravas, de otra forma se extraen en canteras y de piedras naturales como se denomina cerros de explotación a cielo abierto, estos agregados se usan tal y como se extraen, así como también tras un proceso de clasificación por su forma, textura y tamaño; Rivera (2015, p. 42)

Agregados artificiales. Según Rivera (2015, p. 45), los agregados en su mayoría se extraen de demoliciones industriales, así como fragmentos expandidos, escorias, Clinker, y otros, que por lo general tienen mayor o menor densidad que los agregados normales.

Según la Tabla 8, se presentan los agregados pesados y livianos además de su clasificación según su uso en estructuras, albañilería y como aislantes térmicos.

Tabla 8.

Tipos de agregados por su densidad

Agregados	Clasificación
Agregado liviano	Concretos con aislante térmico.
	Grupo I: son de materiales dispersos
	Grupo II: son de materiales dispersos y cocidos (escorias, arcillas, diatomitas, esquistos o pizarras, pumitas y tufos)
	Concretos estructurales
	Tipo I: son de materiales dispersos paletizados (escoria, arcillas, diatomitas, esquistos y pizarras)
	Tipo II: origen natural (pumitas, escorias o tufos)
Agregado pesado (hormigones para protección)	En albañilería
	Tipo I: son de materias expandidas, paletizadas o sinterizadas (escoria, diatomitas, pizarras, arcillas, esquistos)
	Tipo II. Son de procesos naturales (pumitas, escorias)
	Tipo III. Resultan de la combustión del carbón
<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="679 1615 1310 1704">1. Tiene alta densidad entre ellos: barita, magnetita, hematita, y serpentina <li data-bbox="679 1756 1350 1794">2. Agregados sintéticos: acero, hierro, ferro, fosforosos <li data-bbox="679 1823 1390 1910">3. Son agregados de grano fino como: arena natural. Y de grano grueso como piedra chanchada 	

Nota. Adaptado de *Definición y clasificación de agregados para uso de morteros y hormigones* (p. 8), por Norma Técnica Peruana- NTP 400.011, 2008.

Agregados normales. Se usan en construcciones en general, cuyo porcentaje de uso es 90 % y su peso unitario (PU) está entre 1000 a 1800 kg/ m³

Agregados livianos. Cuyos agregados cuentan con pes unitario (PU) menor a 100 kg/ m³ (700 a 800 kg/ m³) y se utiliza en concretos livianos.

Agregados pesados. Su PU es mayor a 2000 kg/cm³ y se explotan de piedras que tiene elementos pesados en su interior.

Clasificación según su tamaño

Agregado fino. Según la NTP 400.011 (2008), define como gravas pequeñas inertes derivadas de la roca que previamente ha sido desintegrada natural o artificialmente y que están estandarizados por el tamiz, 5 mm (3/8 in) y deben regirse con la NTP 400.037 (2018).

Según la Tabla 9, se describe la clasificación del agregado fino en función al porcentaje que pasa por cada tamiz.

Tabla 9.

Clasificación granulométrica por tamices del agregado fino.

Milímetros	Tamiz	% pasa
9,5	3/8 in	100
4,75	N° - 4	95 - 100
2,36	N° - 8	80 - 100
1,18	N° - 16	50 - 85
600 μm	N° - 30	26 - 60
300 μm	N° - 50	05 - 30
150 μm	N° - 100	0 - 10

Nota. Tomado de *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto* (p. 8), por Norma Técnica Peruana - NTP 400.037, 2018.

Agregados gruesos. Según la NTP 400.011 (2008), son agregados que quedan retenidos en la malla 4,75 mm (N° - 4), y que se rijan estándares de la NTP 400.037 (2018), que viene de la disgregación natural o artificial de la roca.

En la Tabla 10, se describen los agregados gruesos según su forma y textura superficial.

Tabla 10.

Clasificación de los agregados gruesos por su forma.

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeado	Rosada por efecto del agua o friccionada	Agregados de ríos; arena de las playas desérticas
Irregular	De forma no regular, que es moldeada por fricción	Gravas anexas como pedernal de tierra o excavada
Laminar	Tiene espesor mínimo, en concordancia con otras de diferente dimensión	Roca en forma de lamina
Angular	Tiene contornos definidos reflejados en caras planas	Roca triturada de todo tipo,
Alargada	Partícula de forma angular en donde su longitud predomina en tamaño	-----

Nota. Adaptado de *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones* (p. 10), por Norma Técnica Peruana - NTP 400.011, 2008.

Agua. Es un ingrediente de la mezcla de concreto y reacciona al ponerse en contacto con el cemento, este inicia el fenómeno del fraguado y se solidifica para formar un todo compacto con los demás componentes; Sánchez (2001, p. 57)

Agua de mezclado. Cantidad de agua aplicada por unidad de volumen unitario, que el cemento requiera, esta deberá ser considerable para mantener una hidratación fluida y, permite la lubricación de los agregados, cuando el concreto está en estado fresco

Agua de curado. Es la cantidad adicional de agua que se suministra al concreto en estado fresco además de la humedad que el medio ambiente proporciona, el curado sirve

para hidratar y mejorar la resistencia del concreto, por otro lado, el aporte adicional de agua de curado dependerá de las condiciones climáticas del lugar de ubicación de la obra, ya que la pérdida de agua ocurre, cuando es menor la humedad relativa del aire.

Características químicas y físicas del agua para la mezcla del concreto hidráulico.

- Potable
- De consumo humano
- No genere olor
- Que sea incolora
- No contenga aceites o grasas
- No contenga materia orgánica
- No contenga sal

Se detalla que el agua por estar en contacto con el suelo y otros medios de transporte acarrea contaminantes disueltos en grandes o pequeñas concentraciones, tales como las sales, azúcares, cítricos entre otros, estos agentes perjudican directamente al concreto en estado fresco o endurecido; Sánchez (2001, p. 60)

El agua a utilizar para la elaboración del concreto no debe contener ion cloro, además el porcentaje de salinidad de 3,5 % disminuye la resistencia del concreto a los 28 días en 12 %, y si la salinidad es de 5 % disminuye la resistencia en 30 %, además que produce agentes de oxidación en el hierro del concreto armado; Rivera (2015, p. 152)

Aditivos. Los aditivos son componentes químicos que se incorporan en la mezcla del concreto en proporciones grandes o pequeñas dependiendo a las especificaciones requeridas, con el propósito de alterar las características de la mezcla en estado endurecido como fresco. Los aditivos se han desarrollado e incorporado para la elaboración de concretos aplicados en diferentes ciudades y tipos de construcciones; Porrero et al., (2009).

Tipos de aditivos

Según, Kosmatka et al., (2004, p. 138 - 147). Los tipos más usados de aditivos son:

Aditivos reductores de agua. Utilizado para reducir la humedad de la mezcla del concreto

Reductores de agua a medio rango. Utilizado para reducir significativamente el agua en un 6 a 12 por ciento.

Reductores de agua de alto rango. Tiene mayor capacidad de la mejora de la trabajabilidad del concreto.

Superplastificantes con concretos fluidos. Se utiliza para mejorar la fluidez del concreto.

Aditivos retardadores. Son utilizados para alargar el periodo de fragua de la mezcla

Aditivos acelerantes. Se utiliza para acelerar el fraguado del concreto

Inhibidoras de corrosión. Utilizado en construcciones marinas o donde el concreto este en contacto con cloruros o sulfatos.

Aditivos reductores de retracción (contracción). Se utiliza en obras hidráulicas como puentes, losas y construcciones donde no se requiere de fisuras

Aditivos colorantes. Son de origen natural o sintéticos que se aplican al concreto para dar color por razones estéticas y climáticas

Aditivos impermeabilizantes. Este aditivo genera aumento del periodo de tiempo de curado para menos de 0,5.

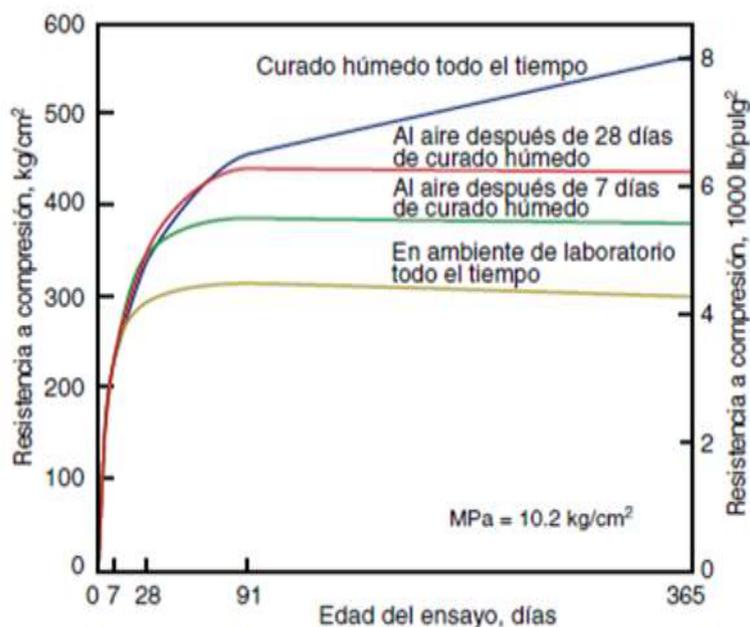
Curado del concreto.

El curado del concreto consiste en controlar la temperatura de hidratación, así como la cantidad de humedad requerida para la buena resistencia de concreto, por un periodo que inicia después del colado y acabado, para lograr mejorar las propiedades del concreto como la resistencia y durabilidad se debe optimizar el curado que tiene gran impacto en las características de la mezcla hidráulica en estado seco, es por ello que el curado oportuno en el concreto genera mejoras en sus propiedades; Kosmatka et al., (2004, p. 261)

La resistencia del concreto aumenta, en relación al tiempo de curado, como se presenta en la Figura 3.

Figura 3.

Resistencia del concreto en relación al curado y tiempo.



Nota. Obtenido de *Diseño y control de mezclas de concreto* (p. 261), por Kosmatka et al., 2004.

Curado inicial. Se refiere a todas las medidas que se tomen para evitar la evaporación excesiva de agua, en el periodo comprendido entre el inicio de la colocación y el término del acabado superficial. El objetivo fundamental del curado inicial es el de evitar fisuras por retracción plástica, especialmente en hormigones con poca exudación o baja relación A/C; Solas y Giani (2010, p. 47)

Curado intermedio. Es aquel comprendido entre el final de acabado superficial y el final de graduado. Debe tenerse presente que en este periodo la posibilidad de evaporación es máxima, ya que existe una gran cantidad de poros saturados y el agua que contiene es libre de evaporarse. Alternativamente al curado húmedo puede utilizarse láminas de curado

aplicados con aspersores, generalmente compuestos por ceras o resinas disueltas en solventes orgánicos. Solas y Giani (2010, p. 47)

Curado final. Se refiere a los procedimientos de curado aplicados después del término del periodo de fraguado del hormigón. El curado final puede realizarse prolongadamente los métodos de curado inicial o intermedio, o bien aplicando otros, que permiten un aporte de agua continuo alternativamente eviten la evaporación; Solas y Giani (2010, p. 47)

2.3. Definición de términos básicos

Aditivos. Sustancias químicas, que se añaden al concreto para cambiar su comportamiento físico, mecánico y químico, para variar sus propiedades según se requiera

Agregados finos. Material de gránulos finos llamados arenas utilizadas para la elaboración de concreto, empastado y pegado de bloques.

Agregado grueso. Material grueso granular llamados piedras chancadas, cantos rodados, utilizados para la elaboración de todo tipo de concreto.

Agregados. Material de procedencia natural o procesado de forma granular como arena, grava, roca triturada, canto rodado.

Cantera. Lugar o centro de acopio de todo tipo de materiales extraídos ya sea de afluentes naturales o de ríos.

Concreto. Material empleado en la construcción que se compone de cemento, agua, agregados y en algunos casos aditivos.

Curado del concreto. Proceso en cual el concreto es humedecido con agua permitiendo el endurecimiento al transcurrir el tiempo llegando a su máxima resistencia a los 28 días.

Diseño. Capacidad de realizar nuevos métodos para crear un determinado material, por medio de diferentes parámetros que sus componentes tienen.

Piedra chancada. Rocas que pasaron por un proceso de trituración mecánica o manual para luego ser separadas según su diámetro a través de tamizado para ser utilizado en diferentes obras de ingeniería.

Propiedades. Características de un determinado material ya sean físicas, químicas o mecánicas que suelen ser diferentes dependiendo al tipo de materia.

Resistencia a compresión. Medida general que representa la capacidad de soportar una carga un determinado elemento u objeto

CAPITULO III. HIPOTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis principal

El análisis de las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos influirá en la elaboración de concreto hidráulico en Nueva Cajamarca

3.2. Hipótesis secundarias.

Será posible determinar las canteras y centros de acopio de materiales pétreos según la inspección in situ para la elaboración de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Nueva Cajamarca.

Existirá la posibilidad de elaborar el diseño de mezclas de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, según el Instituto Americano del Concreto (ACI) con los agregados pétreos en Nueva Cajamarca.

Existirá la posibilidad de determinar las resistencias a compresión de las probetas de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con los agregados pétreos de nueva Cajamarca.

3.3. Variables e indicadores

Variable independiente.

Agregados pétreos

Variable dependiente.

Concreto hidráulico

3.4. Operacionalización de las variables.

En la Tabla 11, se presenta la operacionalización de variables de la tesis de investigación.

Tabla 11.*Operacionalización de variables.*

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
Variable independiente Agregados pétreos	Pueden ser de origen natural, de composición mineral y se caracterizan por tener diversas formas y texturas	Agregado fino (arenas)	Granulometría	%
			Módulo de fineza	%
			Peso específico	g/cm ²
			Peso unitario	kg/m ³
			Absorción	%
		Agregado grueso (piedra chancada, hormigón, o ver, canto rodado)	Humedad	%
			Cloruros	ppm
			Sulfatos	ppm
			Sales	ppm
			Asentamiento	in
Variable dependiente Concreto hidráulico	Son distinciones intrínsecas de los concreto, y son sometidos esfuerzos en estado fresco y endurecido	Concreto fresco	Fluidez	-
			Adherencia	mpa
		Concreto endurecido	Porcentaje de aire atrapado	%
			Resistencias	kg/cm ²
			Durabilidad	-

Nota. Elaboración propia.

CAPITULO IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Diseño de ingeniería.

El diseño de ingeniería de la presente tesis, se enfocó en una investigación científica, en el marco de la línea de construcción y gestión de edificaciones, en el campo de materiales para la construcción, en base a los lineamientos de la normatividad de los campos de investigación de la facultad de ingeniería, de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.

La presente investigación científica es cuantitativa, porque se realizó mediante la obtención y análisis de datos, de esa forma se dio veracidad a las preguntas de la investigación, así como también a las hipótesis. De tal forma este tipo de investigación está sujeta a la medición de carácter numérica; Borja, (2016, p. 11)

A través de la obtención de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos en estudio, se determinaron proporciones y dosificaciones para obtener un diseño de mezclas, con una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

La investigación tiene un diseño Cuasi-experimental porque a través de los estudios de materiales pétreos el investigador manipuló deliberadamente la variable independiente (materiales pétreos) y posteriormente se realizó los análisis estadísticos en hojas de cálculo Excel, afín de determinar la variable dependiente (concreto hidráulico).

4.2. Métodos y técnicas del proyecto.

Según, Hernández (2014), los enfoques de investigación presentan elecciones que pueden enfrentar los problemas de la investigación. Estos métodos son los más utilizados y mejores estructurados hasta la fecha y se utilizan para investigar y producir conocimiento.

Las técnicas para el análisis de datos dependieron de las características de los datos obtenidos durante los trabajos in situ de campo y gabinete. En el caso de datos cuantitativos será adecuado codificarlos y analizarlos en una base de datos Excel, o herramientas que ayuden a entender y procesar la información obtenida, para posteriormente realizar el

análisis cuantitativo o estadístico de cada variable de estudio. Así mismos las operaciones y cálculos en los que se analizarán los datos obtenidos, se realizarán con el propósito de alcanzar lo requerido en el estudio aplicados en la investigación, que serán medidas cuantitativamente de forma numérica. Borja, (2016, p. 35)

En la Tabla 12, se presenta los métodos, técnicas e indicadores de la tesis de investigación.

Tabla 12.

Métodos y técnicas de la tesis de investigación.

Métodos	Técnicas	Indicadores
Estudio de canteras	Extracción de muestras Identificación de los materiales pétreos	Cuestionarios Normatividad (MTC-NTP-ASTM)
Estudios de los materiales pétreos	Ensayos de laboratorio de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos	Formatos Normatividad de ensayos (ASTM-NTP)
Diseño de mezclas	Fabricación de concreto $f'c = 210$ kg/cm ² , con el método del ACI	Instituto Americano del Concreto ACI Tablas
Resistencia a la compresión	Prensa hidráulica.	Testigo de concreto de 6x12 in ² s con un diseño de $f'c = 210$ kg/cm ²

Nota. Elaboración propia.

4.3. Diseño estadístico.

Para analizar estadísticamente la investigación se utilizará como principio la prueba estadística de Ji - cuadrado, que consiste en la estadística inferencial para estudiar variables a través de la recolección y análisis de datos, de las variables de estudio, para ver el grado

de aceptación o rechazo de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para el diseño de mezclas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

4.4. Técnicas y herramientas estadísticas.

Técnicas estadísticas de recolección de datos.

- Fichaje: para documentar la información que sea necesaria de campo y ensayos de laboratorio.
- Fotografías y videos: para grabar las acciones de campo y procesos de laboratorio.
- Observación: Para observar las características de los agregados pétreos y actividades a realizar durante toda la investigación.
- Cuaderno de anotaciones: Para obtener la información sistemática y organizada.

Herramientas estadísticas para el análisis de datos.

- Micosof Excel

CAPITULO V. DESARROLLO EXPERIMENTAL

5.1. Proyecto piloto, pruebas, ensayos, prototipos, modelamiento.

Pruebas de campo

Las pruebas de campo tuvieron como finalidad realizar una inspección visual in situ de los materiales pétreos existentes para su explotación y así determinar los volúmenes, potencia de explotación, así mismo la toma de datos necesarios para la ubicación de la cantera Cerro Calero, centro de acopio Carranza y centro de acopio Nodaza Constructor.

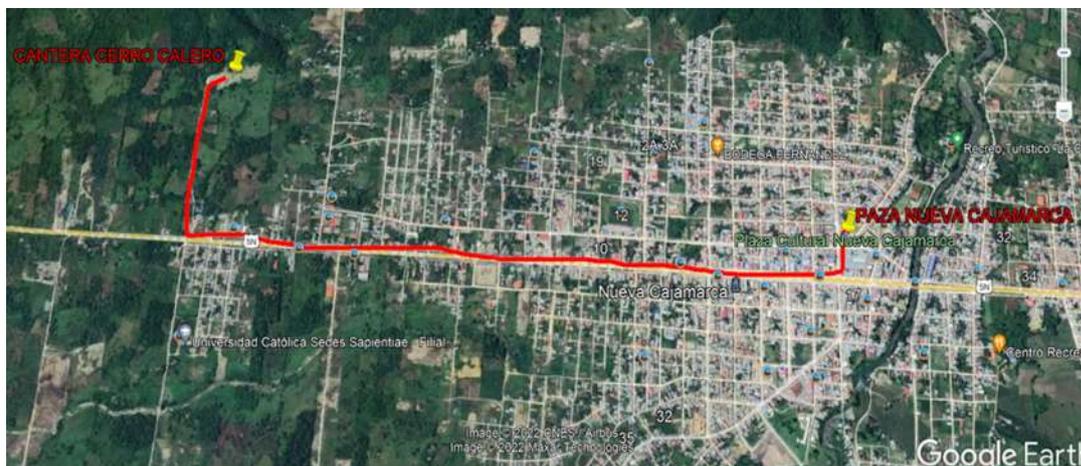
Cantera Cerro Calero. La exploración de los materiales pétreos de la cantera Cerro Calero, son de origen natural del macizo rocoso, las cuales están localizadas a 840 metros de la Carretera Fernando Belaunde Terry, con una altitud de 868 metros sobre el nivel del mar, y con coordenadas UTM 245141,71E-9339877,38N, en el sector Keiko Sofia, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento San Martín.

Accesibilidad. Para llegar a la cantera Cerro Calero, se parte de la Plaza de Armas del distrito de Nueva Cajamarca con dirección a la provincia de Rioja por la carretera Fernando Belaunde Terry a unos 3,21 kilómetros aproximadamente, luego por derecha 840 metros hasta la cantera Cerro Calero.

En la Figura 4, se presenta el recorrido, desde la Plaza de Armas del distrito de Nueva Cajamarca hacia la cantera Cerro Calero.

Figura 4.

Ubicación de la cantera Cerro Calero.



Nota. Google Earth Pro

Centro de acopio Nodosa Constructor. Los agregados pétreos que el centro de acopio Nodaza Constructor explota, son extraídos del Rio Naranjillo, el centro de acopio se encuentra a 100 metros de la Carretera Fernando Belaunde Terry, con una altitud de 841 metros sobre el nivel del mar, y con coordenadas UTM 255666,00E – 9332782,00N, en el Cruce Yuracyacu, provincia de Rioja, departamento San Martin.

Accesibilidad: Partiendo de la Plaza de Armas del distrito de Nueva Cajamarca con dirección a la provincia de Rioja por la Carretera Fernando Belaunde Terry uno 15,7 kilómetros, se visualiza el Cruce Yuracyacu, luego por la derecha a 100 metros hasta llegar al centro de acopio Nodaza Constructor.

En la Figura 5, se presenta el recorrido, desde la Plaza de Armas del distrito de Nueva Cajamarca hacia el centro de acopio de Nodaza Constructor Calero.

Figura 5.

Ubicación del centro de acopio Nodaza Constructor



Nota. Google Earth Pro.

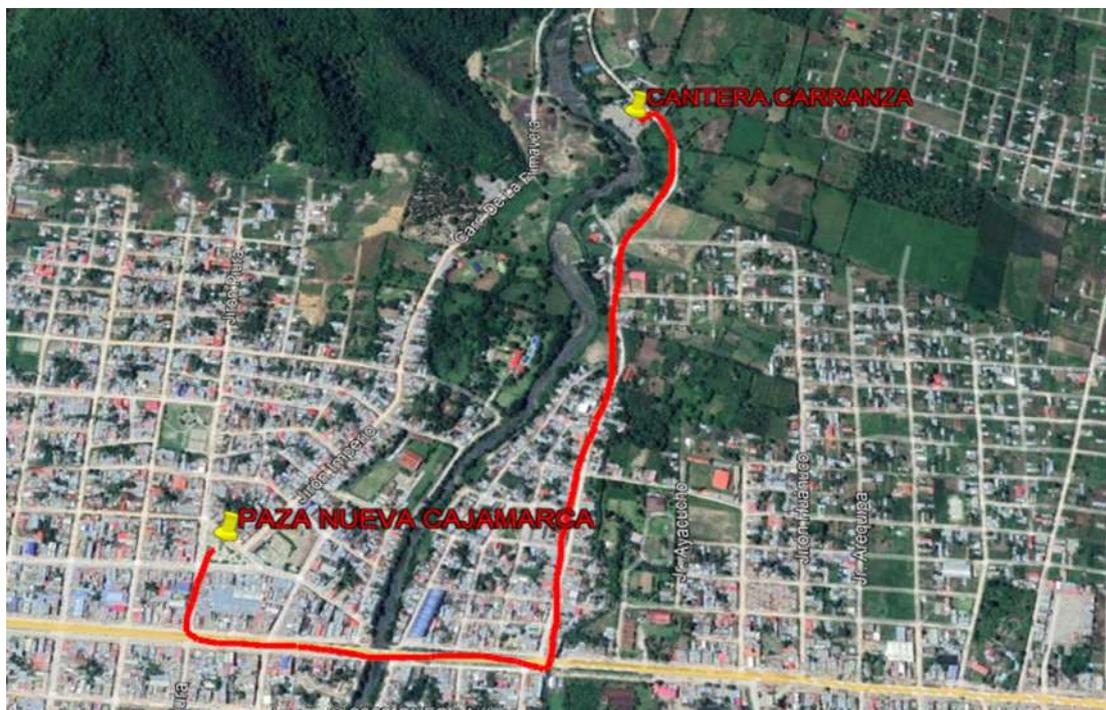
Centro de acopio Carranza. La explotación de agregados pétreos que el centro de acopio Carranza explota, son de origen aluvial del río Yuracyacu, localizada a 1,36 kilómetros de la Carretera Fernando Belaunde Terry, con una altitud de 860 metros sobre el nivel del mar, y con coordenadas UTM 243056,00E – 9342971,00N, en la carretera la Florida, distrito de Nueva Cajamarca- Rioja - San Martín.

Accesibilidad: Partiendo de la Plaza de Armas del distrito de Nueva Cajamarca con dirección al distrito de Pardo Miguel Naranjos por la Carretera Fernando Belaunde Terry unos 878 metros, luego por la izquierda con dirección al centro Poblado de la Florida aproximadamente 1,40 kilómetros hasta llegar al centro de acopio Carranza.

En la Figura 6, se presenta el recorrido, desde la Plaza de Armas del distrito de Nueva Cajamarca hacia el centro de acopio Carranza.

Figura 6.

Ubicación del centro de acopio Carranza



Nota. Google Earth Pro

Extracción de muestras de agregados gruesos y finos. Para la extracción de las muestras de los agregados finos y gruesos de las canteras Cerro Calero, Carranza y Nodaza Constructor se ha utilizado herramientas manuales como: palana, balde y zapapicos

Reconocimiento de cantera. Para el reconocimiento de cada una de las canteras se obtuvo referencias de los lugares de explotación existentes en la zona del Valle del Alto Mayo, el cual se realizó mediante la visualización in situ de las canteras Cerro Calero, centro de acopio Carranza y Nodaza Constructor, para así obtener muestras de agregados finos y gruesos que será material de estudio en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo, para finalmente determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

Recolección de muestras. La recolección de muestras de las canteras se obtuvo bajo parámetros y recomendaciones establecidas en la norma de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM D75), para posteriormente ser trasladadas al laboratorio de

suelos y concreto del Proyecto Especial Alto Mayo- Nueva Cajamarca y realizar la caracterización de los agregados finos y gruesos.

Cantera Cerro Calero: la cantera Cerro Calero por tener formaciones de roca caliza son explotadas mediante fragmentación o sistema de chancado las cuales produce materiales menores de 2 pulgadas como tamaño máximo del agregado, asimismo la fragmentación es de arena triturada con diámetros menores de 4,75 mm.

Los agregados son fragmentados y triturados en la planta procesadora mecánica, que se encuentra en las faldas del cerro Calero, además la explotación es a base de dinamita y martillo mecánico, estos agregados serán utilizados para el diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, tiene un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ in

Potencia de producción: 40 m^3 por hora.

Rendimiento: Aproximadamente de 70 %.

En la Figura 7, se observa la toma de muestras del agregado grueso de la cantera Cerro Calero

Figura 7.

Recolección de agregados de la cantera Cerro Calero.



Nota. La recolección de muestras fue de agregados fino (arena) y agregado grueso (piedra chancada de 1/2”), de la cantera Cerro Calero, se depositó en sacos plásticos, con una cantidad necesaria para realizar los ensayos de laboratorio y diseño de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Centro de acopio Nodaza Constructor: el centro de acopio Nodaza Constructor cuenta con un rendimiento de producción de agregados gruesos y finos, procedentes de canteras aluviales del Rio Naranjillo, dicho centro de acopio produce diferentes diámetros de agregados para obras de ingeniería civil, tales como: piedra chancada, arena triturada, over hormigón entre otros, de las cuales para el proyecto de investigación se ha extraído la muestra del tamaño máximo del agregado de ¾ in

Potencia: 60 m³ por hora.

Rendimiento: Aproximadamente de 85 %

En la Figura 8, se observa la recolección de muestras del agregado grueso del centro de acopio Nodaza Constructor.

Figura 8.

Recolección de agregados del centro de acopio Nodaza Constructor.



Nota. La recolección de muestras fue de agregados fino (arena) y agregado grueso (piedra chancada de 1/2”), del centro de acopio Nodaza Constructor, se depositó en sacos plásticos, con una cantidad necesaria para realizar los ensayos de laboratorio y diseño de concreto hidráulico $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Centro de acopio Carranza: el centro de acopio Carranza cuenta con un rendimiento de producción de agregados gruesos y finos, procedentes de canteras aluviales del Rio Yuracyacu, dicho centro de acopio produce diferentes diámetros de agregados para obras de ingeniería civil, tales como: piedra chancada, arena triturada, over, hormigón entre otros, de las cuales para el proyecto de investigación se ha extraído la muestra del tamaño máximo del agregado de $\frac{3}{4}$ in

Potencia: 20 m³ por hora.

Rendimiento: Aproximadamente de 25 %

En la Figura 9, se observa la recolección de muestras del agregado fino del centro de copio Carranza.

Figura 9.

Recolección de agregados del centro de acopio Carranza.



Nota. La recolección de muestras fue de agregados fino (arena) y agregado grueso (piedra chancada de 1/2”), del centro de acopio Carranza, se depositó en sacos plásticos, con una cantidad necesaria para realizar los ensayos de laboratorio y diseño de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Ensayos físicos y mecánicos de los agregados en el laboratorio de suelos de Proyecto Especial Alto Mayo- PEAM - Nueva Cajamarca.

Para desarrollar la investigación se ha tomado como referencia las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM), que aportan parámetros y procedimientos para los diferentes ensayos tanto físicos como mecánicos que se realizaron en el laboratorio del PEAM- Nueva Cajamarca.

Ensayo de análisis granulométrico de agregado fino y grueso. El ensayo se desarrolló con los parámetros de la ASTM C 136 (2017), aplicada para obtener la gradación de agregados. El resultado será utilizado para determinar la gradación de los agregados. MTC E 204 (2016, p. 303).

En la Figura 10, se presenta el ensayo de granulometría del agregado grueso.

Figura 10.

Ensayo de granulometría de los agregados finos y gruesos.



Nota. Los ensayos de granulometría se realizaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca, los ensayos realizados fueron de agregado fino (arena) y grueso (piedra chancada) con muestra de 3000 gramos, de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Carranza y Nodaza Constructor. Del centro de acopio Carranza del agregado fino con una muestra de 2250 gramos.

Ensayo de absorción del agregado fino y grueso. El ensayo se desarrolló con los parámetros de la norma NTP 400, 022 (2013), Que determina la cantidad de agua que los agregados absorben durante 24 horas, y procedimientos para el ensayo de absorción de agregados finos. MTC E 204 (2016, p. 303)

En la Figura 11, se presenta el ensayo del cono para determinar la absorción del agregado fino.

Figura 11.

Ensayo de absorción del agregado fino.



Nota. Los ensayos de absorción del agregado fino (arena) de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Carranza y Nodaza Constructor, se realizaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca. Para este ensayo se aplicó el método del cono.

En la Figura 12, se presenta el ensayo de probetas para determinar la absorción de los agregados gruesos.

Figura 12.

Ensayo de absorción del agregado grueso.



Nota. Los ensayos de absorción del agregado grueso (piedra chancada) de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Carranza y Nodaza Constructor, se realizaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca. Para este ensayo se aplicó el método de probetas.

Peso específico del agregado fino. El ensayo se desarrolló con los parámetros de la NTP.400.021 (2002), que establece procedimientos para obtener la cantidad de peso en estado seco, el peso específico saturado con superficie seca con respecto al peso remojado durante 24 horas. MTC E 204 (2016, p. 312).

En la Figura 13, se presenta el ensayo del método de la fiola del agregado fino y se presentan fiolas volumétricas de vidrio de 500 ml.

Figura 13.

Ensayo de peso específico del agregado fino.



Nota. Los ensayos de peso específico del agregado fino (arena) de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Carranza y Nodaza Constructor, se realizaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca. Para este ensayo se aplicó el método de la fiola.

Humedad natural de los agregados. El ensayo se desarrolló de acuerdo a parámetros de la NTP 339.185 (2002), que proporciona procedimientos que estiman cierto porcentaje de humedad perdida en una muestra de agregado que es secado en estufa con controles de humedad de 110 °C. MTC E 400 (2016, p. 398).

En la Figura 14, se muestra el proceso de pesado de la muestra para determinar el ensayo de humedad natural de los agregados.

Figura 14.

Ensayo de humedad natural del agregado fino y grueso.



Nota. Los ensayos de humedad natural del agregado fino (arena) y grueso (piedra chancada) de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Carranza y Nodaza Constructor, se realizaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca.

Peso unitario suelto y varillado del agregado fino y grueso. El ensayo se desarrolló bajo parámetros de la NTP 400.017 (1999), que determina la forma compacta o suelta además de la cantidad de vacíos de un agregado en porcentaje; MTC E 400 (2016, p. 28)

En la Figura 15, se presenta el compactado del ensayo de peso unitario varillado, en el cubo de madera.

Figura 15.

Ensayo de PUS y PUV, del agregado fino y grueso.



Nota. Los ensayos peso unitario suelto (PUS) y peso unitario varillado (PUV), del agregado fino (arena) y grueso (piedra chancada) de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Carranza y Nodaza Constructor, se realizaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca. Se aplicó cubos de madera con volumen de $0,0283 \text{ m}^3$

Ensayo químico de los agregados en el laboratorio del PEAM - Nueva Cajamarca. Los ensayos químicos de sales y conductividad eléctrica fueron del agregado fino de las canteras: Cerro Calero, Nodaza Constructor y Carranza.

En la Figura 16, se presenta el ensayo con el espectrómetro de muestras de agregado fino.

Figura 16.

Ensayo químicos de los agregados.



Nota. Los ensayos peso conductividad eléctrica y sales de los agregados finos (arena), de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Carranza y Nodaza Constructor, se realizaron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca.

Prototipos de proyecto de investigación.

Los procesos y parámetros para la preparación y modelamiento de mezclas de concreto hidráulico se desarrolló según el método del ACI- 211; este método nos recomienda que los testigos de modelamiento deben ser acero o hierro forjado u otros materiales que no tengan capacidad de absorción y no presenten alguna reacción con el concreto, los testigos o prototipos son de 150 milímetros diámetro y 300 milímetros de altura que deben registrarse bajo la norma ASTM C- 470.

Para la presente investigación se realizaron prototipos con un diseño de mezclas base de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con los agregados finos (arena) y gruesos (piedra chancada), extraídos de las canteras Cerro Calero, centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza.

La cantidad de prototipos fueron 10 probetas por cada periodo de ruptura de 7, 14 y 28 días, de esa manera tener mayor confiabilidad en los resultados obtenidos.

En la Figura 17, se observa la preparación de la mezcla para un concreto y el compactado de las probetas.

Figura 17.

Preparación de mezcla para los prototipos.



Nota. La preparación de la mezcla fue con proporciones que se obtuvieron en el cálculo de diseño de mezclas, para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ según el procedimiento del Instituto Americano del Concreto - ACI 211, con los agregados de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Carranza y Nodaza Constructor. Los prototipos se hicieron en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca. La cantidad de prototipos fueron 10 probetas por cada periodo de ruptura, de 7, 14 y 28 días

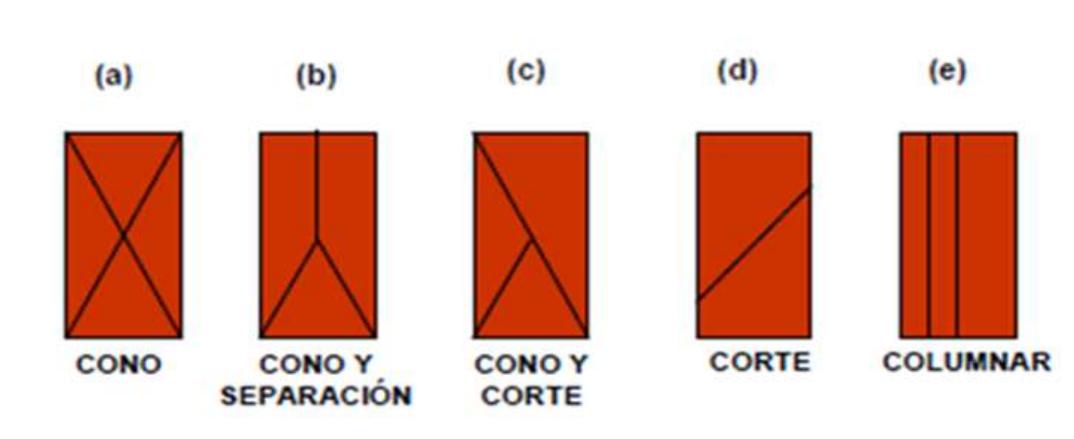
Modelamiento de los testigos de concreto. Para la investigación realizada se determinó las resistencias de esfuerzos de compresión de las probetas de concreto, diseñados con una $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de la cantera Cerro Calero, centro de acopio Carranza y Nodaza Constructor, estos fueron sometidos a esfuerzo de compresión en la maquina hidráulica, en periodos de rotura de 7, 14 y 28 días, para así determinar la resistencia de cada prototipo e identificar qué tipo de falla presentan los testigos, esto dependerá del tipo de agregados y al esfuerzo que soporten.

- Para 07 días debe ser el 68 % o más del $f'c$ de diseño
- Para 14 días debe ser el 86 % o más del $f'c$ de diseño
- Para 28 días debe ser el 100 % o más del $f'c$ diseño

En la figura 18, se presenta los tipos de fallas que se pueden verificar en la prueba de esfuerzo a la compresión.

Figura 18.

Tipo de fallas de prototipos de concreto.



En la Figura 19, se presenta el tipo de falla de un prototipo de concreto $f'_c = 210$ kg/cm² a los 28 días, así como el proceso de rotura en la prensa hidráulica

Figura 19.

Rotura de prototipos de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Nota. La cantidad de prototipos sometidos a esfuerzos de compresión fueron 10 por cantera y centro de acopio en periodos de 7, 14 y 28 días, la rotura se desarrolló en la prensa hidráulica del laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, del distrito de Nueva Cajamarca.

5.2 Aplicación estadística.

La aplicación estadística de la investigación está basada en cuadros, gráficos, formulas, tablas, y otros componentes estadísticos del Excel y también el Ji - cuadrado, que es un método de la estadística inferencial para estudiar variables a través de la recolección y

análisis de datos de las variables de estudio, en este caso para determinar cómo se va comportando los bloques de concreto en cuanto al esfuerzo a compresión y tipos de fallas.

Para la aplicación estadística se inicia de los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino y grueso de la cantera Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, además del diseño de mezclas y los esfuerzos a compresión de prototipos de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ obtenidos.

En la Tabla 13, se presenta el resultado promedio de esfuerzo a compresión de los prototipos a los 7, 14 y 28 días curado sometido en la prensa hidráulica, de las canteras y centros de acopio en estudio.

Tabla 13.

Resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio a los 7,14 y 28 días de curado.

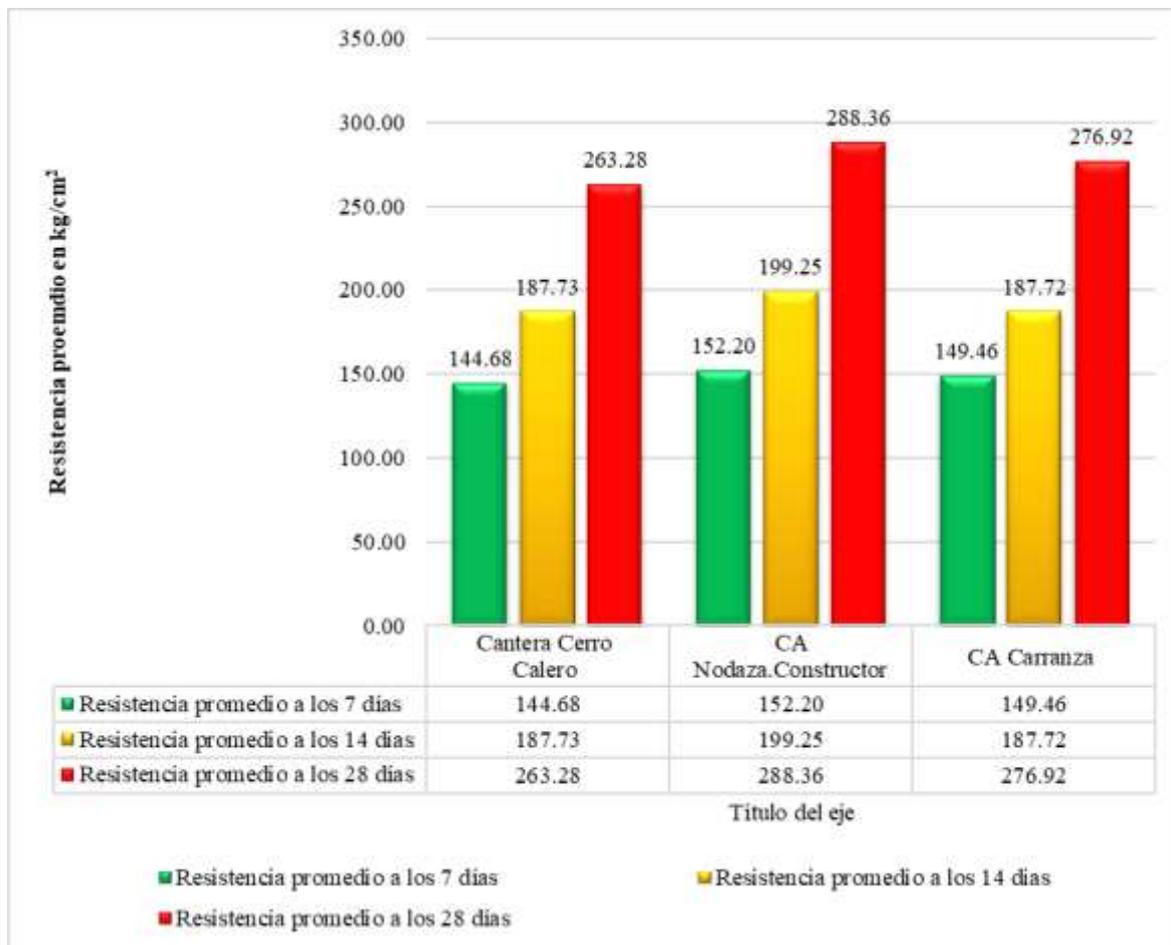
F'c de diseño 210 kg/cm²	Cantera Cerro Calero	CA Nodaza Constructor	CA Carranza
Resistencia promedio	(kg/cm²)	(kg/cm²)	(kg/cm²)
7 días	144,68	152,20	149,46
14 días	187,73	199,25	187,72
28 días	263,28	288,36	276,92

Nota. Los resultados de esfuerzo a compresión están representados en kg/cm^2 , el cual fueron obtenidos en prototipos de 7,14 y 28 días desde la elaboración.

En la figura 20, se observa el grafico de barras de resistencias a compresión promedios de las canteras y centros de acopio (CA) en estudio.

Figura 20.

Grafica de resistencia a compresión de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio a los 7, 14 y 28 días de curado



Nota. Según la gráfica de barras el valor de esfuerzo a compresión más alto a los 7, 14 y 28 días fue para las probetas elaboradas con agregados del centro de acopio Nodaza Constructor con 152,20 kg/cm², 199,25 kg/cm² y 288,36 kg/cm² respectivamente, y el valor más bajo de resistencia a los 7 y 28 días es de la cantera Cerro Calero con 144,68 kg/cm² y 263,28 kg/cm² respectivamente y a los 7 días del Centro de acopio Carranza con 187,72 kg/cm².

En la Tabla 14, se presenta la resistencia promedio de las probetas elaboradas con agregados de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza en porcentaje (%), en relación al porcentaje requerido.

Tabla 14.

Resultados de resistencias a compresión promedio en porcentaje de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio a los 7, 14 y 28 días de curado.

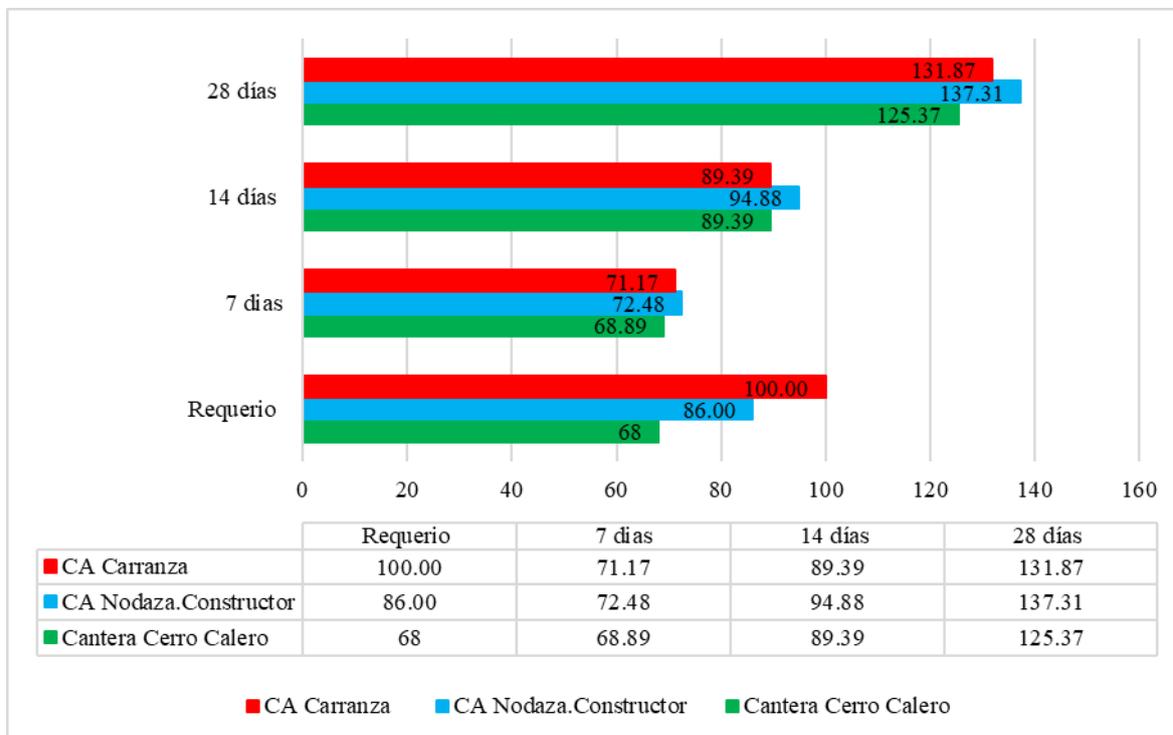
f'c de diseño 210 kg/cm²	Cantera Cerro Calero	CA Nodaza Constructor	CA Carranza
Requerido	68 %	86 %	100 %
7 días	68,89 %	72,48 %	71,17 %
14 días	89,39 %	94,88 %	89,39 %
28 días	125,37 %	137,31 %	131,87 %

Fuente. Elaborado por el autor.

En la Figura 21, se presenta la gráfica de barras de las resistencias a compresión promedio en porcentaje de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio en estudio.

Figura 21.

Resistencias a compresión promedio en porcentaje de las probetas elaboradas con agregado de la cantera y centros de acopio en estudio a los 7, 14 y 28 días de curado.



Nota. Elaboración propia.

Análisis de χ^2

La fórmula que se utiliza para la prueba del Ji cuadrado determina las frecuencias visualizadas en procesos ordenados en filas i de comunas j , y es la siguiente:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Determina las frecuencias teóricas, se considera como la cantidad de casos que se esperan con referencia a cada fila y columna. También definida como la frecuencia que define si las diferentes variables son independientes.

En la Tabla 15, se presenta las probabilidades que tiene los grados de libertad en relación del alfa.

Tabla 15.*Probabilidad de los grados de libertad*

Grados de Libertad	Probabilidad de dato mayor - Alfa (α)				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59

Nota. Los valores de la tabla sirven como referencia para el análisis del Ji cuadrado de la presente investigación; Tomado de *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f'c$ 210 kg/cm² usando fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de Rioja* (p, 93) por Bacalla y Vega, 2019.

Después se plantea un contraste estadístico de la hipótesis nula entre la alterna.

HO. El análisis de las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos influye en la elaboración de concreto hidráulico en Nueva Cajamarca

Ha. El análisis de las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos no influye en la elaboración de concreto hidráulico en Nueva Cajamarca

Bajo la hipótesis nula de independencia, se menciona que el valor estadístico X^2 se asocia según las distribuciones determinadas como Ji-cuadrado, estas están sujetos a valores llamados grados de libertad- GL.

Para determinar los GL se multiplica el número de filas menos 1, el cual para la tesis sería: $5-1 = 4$

En la Tabla 16, se presenta los valores de Ji – cuadrado, de resistencias a compresión de 7, 14 y 28 días.

Tabla 16.

Determinación de Ji - cuadrado para la resistencia a compresión con 10 muestras de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

	X² promedio resistencia de 10 testigos a los 7 días	X² promedio resistencia de 10 testigos a los 14 días	X² promedio resistencia de 10 testigos a los 28 días
Cantera Cerro Calero	0,733	1,285	12,174
CA Nodaza. Constructor	0,704	1,034	3,745
CA Carranza	0,546	1,375	6,425
Promedio	0,661	1,231	7,448
	Resultado del	X² = 9,34	

Nota. Considerando un factor de seguridad del 95 % ($\alpha = 0,05$) el valor del X² con 9 grados de libertad es 16,92, y el valor del X² calculado es de 9,37 el cual no excede al valor crítico, se concluye que la eficiencia de compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ no es independiente por lo que ($p < 0,01$), es por ello que se acepta la hipótesis.

CAPITULO VI. ANALISIS COSTO/BENEFICIO

6.1. Beneficios no financieros.

Para el desarrollo de la investigación se emplearon recursos humanos como logísticos, que fueron primordiales para el desarrollo de la investigación, de tal manera que los trabajos de campo, estudios de laboratorio, traslado de muestras, diseño de mezclas, modelamiento de los agregados de las canteras: Carranza, Cerro Calero y Nodaza Constructor, fueron desarrollados bajo parámetros de normativas como Norma Técnica Peruana (NTP), Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM) y al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), de tal forma cumplir con todos los requisitos de un buen estudio, las actividades realizadas generan un costo que fue financiado por el tesista en su totalidad.

6.2. Impacto social y/o ambiental de la investigación

El impacto de la investigación social y ambiental se evaluará posteriormente a la ejecución de la tesis en un determinado periodo de tiempo, puesto que indirectamente afecta al entorno social y físico de la naturaleza en cuanto a explotación de materiales pétreos y aplicación del concreto hidráulico para la población del distrito de Nueva Cajamarca, de tal forma se hace mención que:

La explotación de los agregados de las canteras Cerro Calero, Carranza y Nodaza Constructor, generan impacto ambiental tales como:

- Erosión de los afluentes de extracción (ríos, cerros naturales)
- Desvíos de caudal de ríos
- En la producción de los agregados triturados generan, contaminación sonora, emisión de polvareda, emisión de gases tóxicos.

Por lo que se debe tener en cuenta las normativas de explotación de canteras para mitigar los impactos anteriormente mencionados.

CAPITULO VII. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Resultados.

Durante el desarrollo de la presente investigación, se identificó las canteras y centros de acopio con más explotación y envergadura de las que se extraen materiales pétreos del distrito de Nueva Cajamarca, conocidos como centro de acopio Carranza y Nodaza Constructor y la cantera Cerro Calero, se determinaron las propiedades del agregado grueso y fino (piedra chancada, arena), en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM, y finalmente se elaboró un diseño de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con los materiales de cada una de las canteras en estudio, para determinar cuánto influye sus agregados en la resistencia del concreto a los 7, 14 y 28 días.

Pruebas de campo

Del proyecto de investigación se determinó las canteras y centros de acopio que fueron proveedores de agregado grueso y fino, el cual se detallan a continuación:

Cantera Cerro Calero.

- Explotación: Cerro natural
- Altitud: 868 metros sobre el nivel del mar.
- Coordenadas: UTM 245141,71E-9339877,38N
- Ubicación: Sector Keiko Sofia, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento San Martin.
- Potencia de producción: 40 m³ por hora.
- Rendimiento: Aproximadamente de 70 %

Centro de acopio Nodosa Constructor.

- Explotación: Rio Naranjillo
- Altitud: 841 metros sobre el nivel del mar
- Coordenadas: UTM 255666,00E – 9332782,00N
- Ubicación: Cruce Yuracyacu, provincia de Rioja, departamento San Martin.
- Potencia: 60 m³por hora.
- Rendimiento: Aproximadamente de 85 %

Centro de acopio Carranza.

- Explotación: Rio Yuracyacu
- Altitud: de 860 metros sobre el nivel del mar
- Coordenadas: UTM 243056,00E – 9342971,00N
- Ubicación: la Florida, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento San Martín.
- Potencia: 20 m³ por hora
- Rendimiento: Aproximadamente de 25 %

Ensayos de laboratorio de análisis físicos, mecánicos y químicos del agregado fino y grueso de las Canteras Cerro Calero, centro de acopio Carranza y Nodaza Constructor, en el laboratorio del PEAM.

- **Cantera Cerro Calero**

En la tabla 17, se presenta los resultados promedios de cada ensayo de las propiedades de los agregados finos y gruesos.

Tabla 17.*Propiedades del agregado grueso y fino de la cantera cerro calero.*

Ensayos de laboratorio	Unidad	Resultado	Validación
Módulo de Fineza del agregado fino	%	3,31	Cumple (NTP 400.037)
Peso específico del agregado grueso	g/cm ³	2,54	-
Peso específico del agregado fino	g/cm ³	2,67	-
Peso unitario varillado agregado grueso	kg/m ³	1,699	-
Peso unitario varillado agregado fino	kg/m ³	1,358	-
Peso unitario suelto agregado fino	kg/m ³	1,252	-
Peso unitario suelto agregado grueso	kg/m ³	1,566	-
Porcentaje de absorción agregado grueso	%	1,12	-
Porcentaje de absorción agregado fino	%	0,35	-
Porcentaje de humedad agregado grueso	%	0,30	-
Porcentaje de humedad agregado fino	%	1,61	-
Contenido de cloruro	ppm	43,37	No agresivo
Contenido de sulfatos	ppm	29,08	No agresivo
Contenidos de sales	ppm	102,98	Cumple. Max 0.3%

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 18, se presenta los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría, desarrollado en el laboratorio del Proyecto Especial

Alto Mayo – PEAM del Distrito de Nueva Cajamarca

Tabla 18.

Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera Cerro Calero

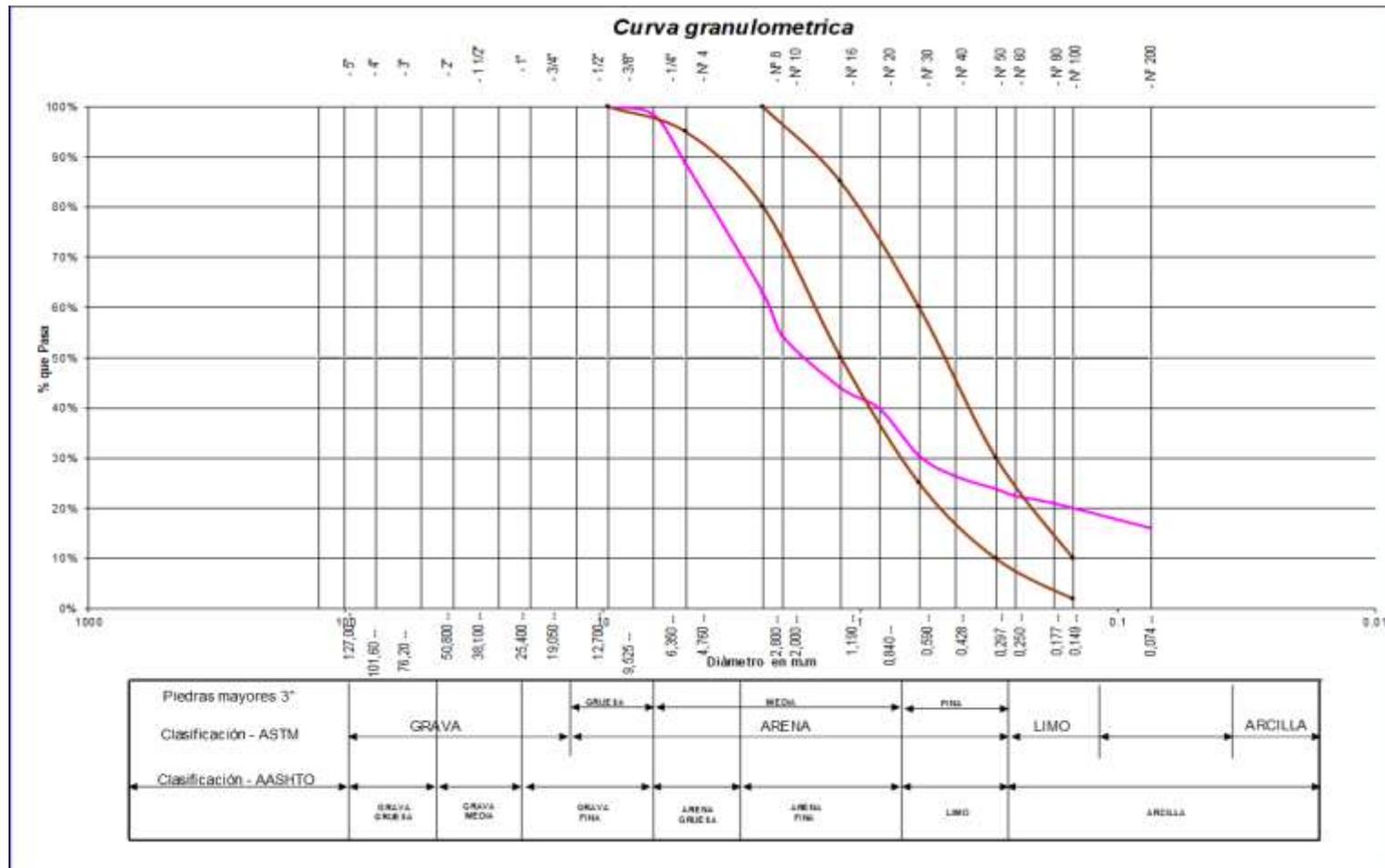
Tamices Ø	mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones %	Cumple (NTP 400.037)	Descripciones	
½ in	12,700								
3/8 in	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100	si	Módulo de fineza AF 3,31
¼ in	6,350	49,32	1,64	1,64	98,36				% Terrones 0,12
Nº 4	4,760	292,90	9,76	11,41	88,59	95	100	no	Par. Livianas 0,08
Nº 8	2,380	775,33	25,84	37,25	62,75	80	100	no	% ARC 16,62
Nº 10	2,000	256,65	8,56	45,81	54,19				Arena zarandeada de la
Nº 16	1,190	307,17	10,24	56,05	43,95	50	85	no	Cantera Cerro Calero
Nº 20	0,840	124,88	4,16	60,21	39,79				
Nº 30	0,590	280,62	9,35	69,56	30,44	25	60	si	
Nº 40	0,426	121,79	4,06	73,62	26,38				
Nº 50	0,297	76,37	2,55	76,17	23,83	10	30	si	
Nº 60	0,250	41,22	1,37	77,54	22,46				
Nº 80	0,177	44,13	1,47	79,01	20,99				
Nº 100	0,149	42,86	1,43	80,44	19,56	2	10	no	
Nº 200	0,074	88,17	2,94	83,38	16,62				
Fondo	0,01	498,59	16,62	100,00	0,00				
PESO INICIAL		3000,00							

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 22, se presenta el análisis gráfico y curva granulométrica de los datos obtenidos del ensayo de granulometría del agregado fino

Figura 22.

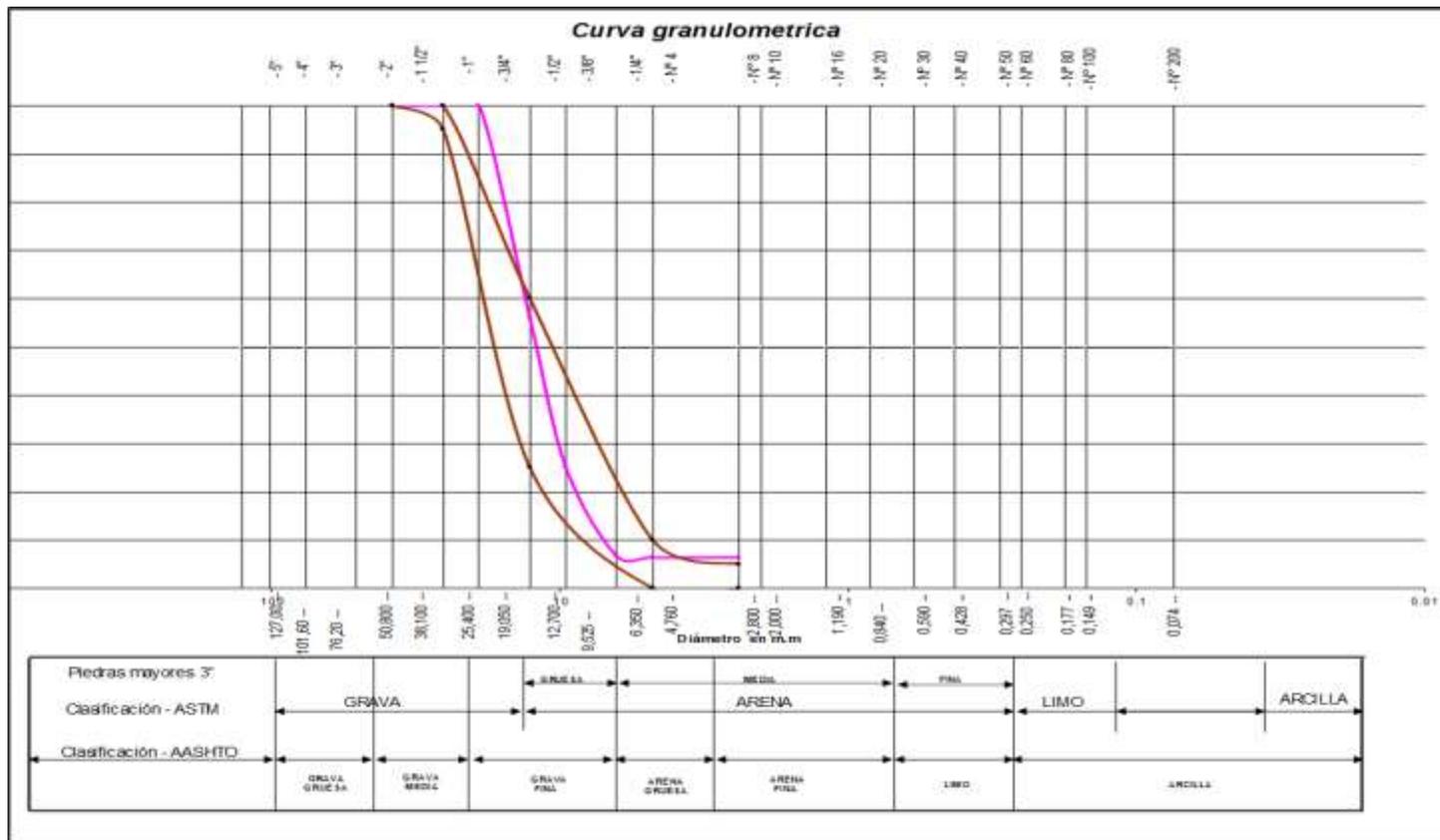
Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Cerro Calero.



En la Figura 23, se presenta el análisis gráfico y curva granulométrica de los datos obtenidos del ensayo de granulometría del agregado grueso

Figura 23.

Curva granulométrica del agregado grueso de la cantera Cerro Calero.



- **Centro de acopio Nodaza Constructor**

En la tabla 20, se presenta los resultados obtenidos de las propiedades de los agregados finos y gruesos de cada ensayo.

Tabla 20.

Propiedades del agregado fino y grueso del centro de acopio Nodaza Constructor

Ensayos de laboratorio	Unidad	Resultado	Validación
Módulo de Fineza del agregado fino	%	2,61	Cumple NTP 400.037
Peso específico del agregado grueso	g/cm ³	2,56	-
Peso específico del agregado fino	g/cm ³	2,63	-
Peso unitario varillado agregado grueso	kg/m ³	1,652	-
Peso unitario varillado agregado fino	kg/m ³	1,393	-
Peso unitario suelto agregado fino	kg/m ³	1,253	-
Peso unitario suelto agregado grueso	kg/m ³	1,560	-
Porcentaje de absorción agregado grueso	%	1,14	-
Porcentaje de absorción agregado fino	%	0,92	-
Porcentaje de humedad agregado grueso	%	0,37	-
Porcentaje de humedad agregado fino	%	2,29	-
Cantidad de cloruros	ppm	37,38	No agresivo
Cantidad s de sulfatos	ppm	22,09	No agresivo
Cantidad de sales	ppm	81,45	Cumple. Max 0.3%

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 21, se presenta los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría, desarrollado en el laboratorio del Proyecto Especial

Alto Mayo – PEAM del Distrito de Nueva Cajamarca

Tabla 21.

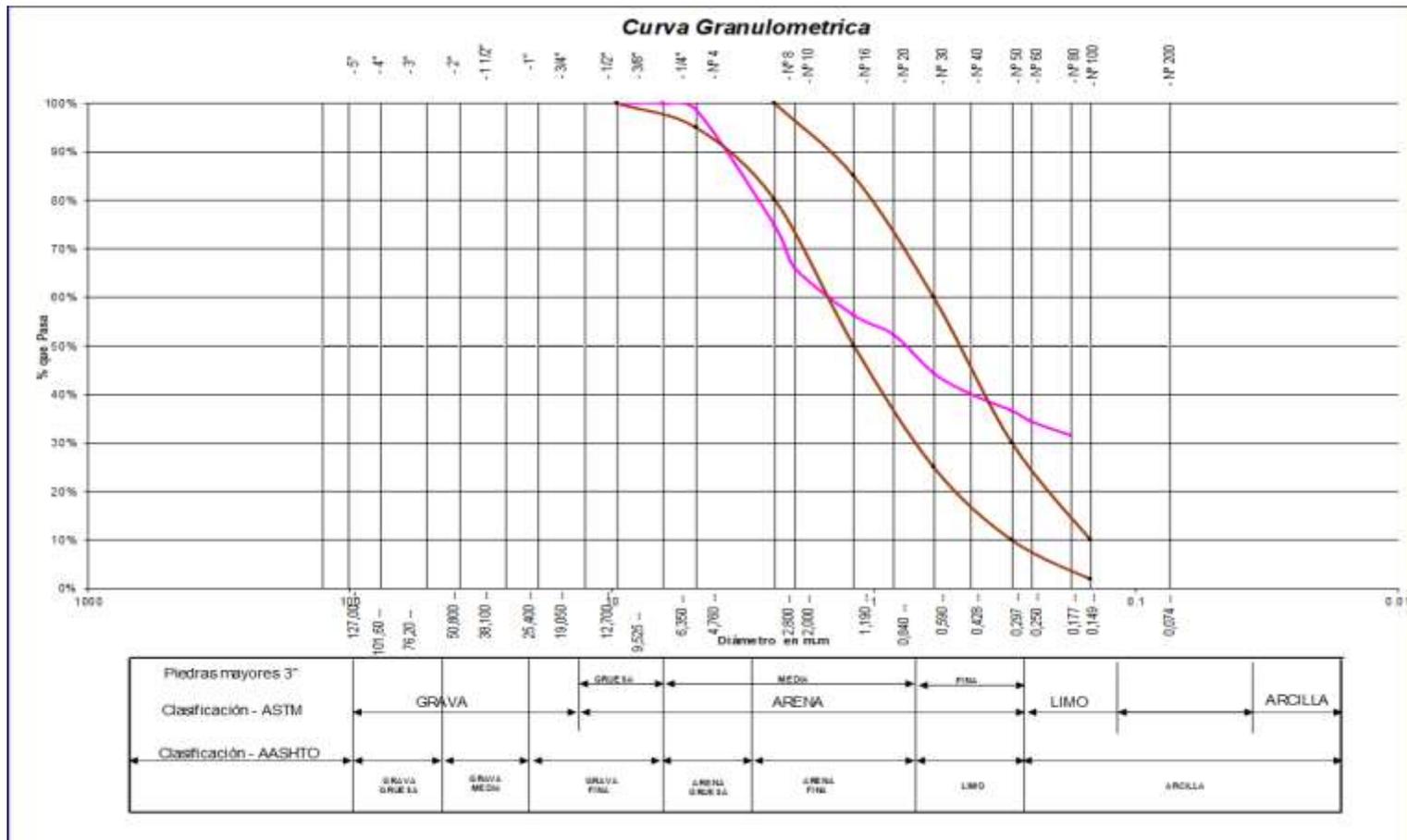
Análisis granulométrico del agregado fino del centro de acopio Nodaza Constructor.

Tamices Ø	mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones %		Cumple (NTP 400.037)	Descripciones
½ in	12,700								
3/8 in	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100	si	Módulo de fineza Ag 2,61
¼ in	6,350	0,00	0,00	0,00	100,00				% Terrones 0,13
Nº 4	4,760	39,84	1,33	1,33	98,67	95	100	si	Par. Livianas 0,08
Nº 8	2,380	721,79	24,06	25,39	74,61	80	100	no	%ARC 22,05
Nº 10	2,000	257,70	8,59	33,98	66,02				
Nº 16	1,190	291,15	9,71	43,68	56,32	50	85	si	Arena zarandeada del centro de Acopio de Nodaza Constructor – Extraído del Rio Naranjillo
Nº 20	0,840	120,67	4,02	47,71	52,30				
Nº 30	0,590	239,14	7,97	55,68	44,32	25	60		
Nº 40	0,426	127,92	4,26	59,94	40,06			si	
Nº 50	0,297	103,11	3,44	63,38	36,62	10	30	no	
Nº 60	0,250	67,36	2,25	65,62	34,38				
Nº 80	0,177	85,33	2,84	68,47	31,53				
Nº 100	0,149	92,20	3,07	71,54	28,46	2	10	no	
Nº 200	0,074	192,39	6,41	77,95	22,05				
Fondo	0,01	661,40	22,05	100,00	0,00				
PESO INICIAL		3000,00							

En la Figura 24, se presenta el análisis gráfico y curva granulométrica de los datos obtenidos del ensayo de granulometría del agregado fino

Figura 24.

Curva granulométrica del agregado fino del centro de acopio Nodaza Constructor.



En la Tabla 22, se presenta los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría, desarrollado en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM del Distrito de Nueva Cajamarca

Tabla 22.

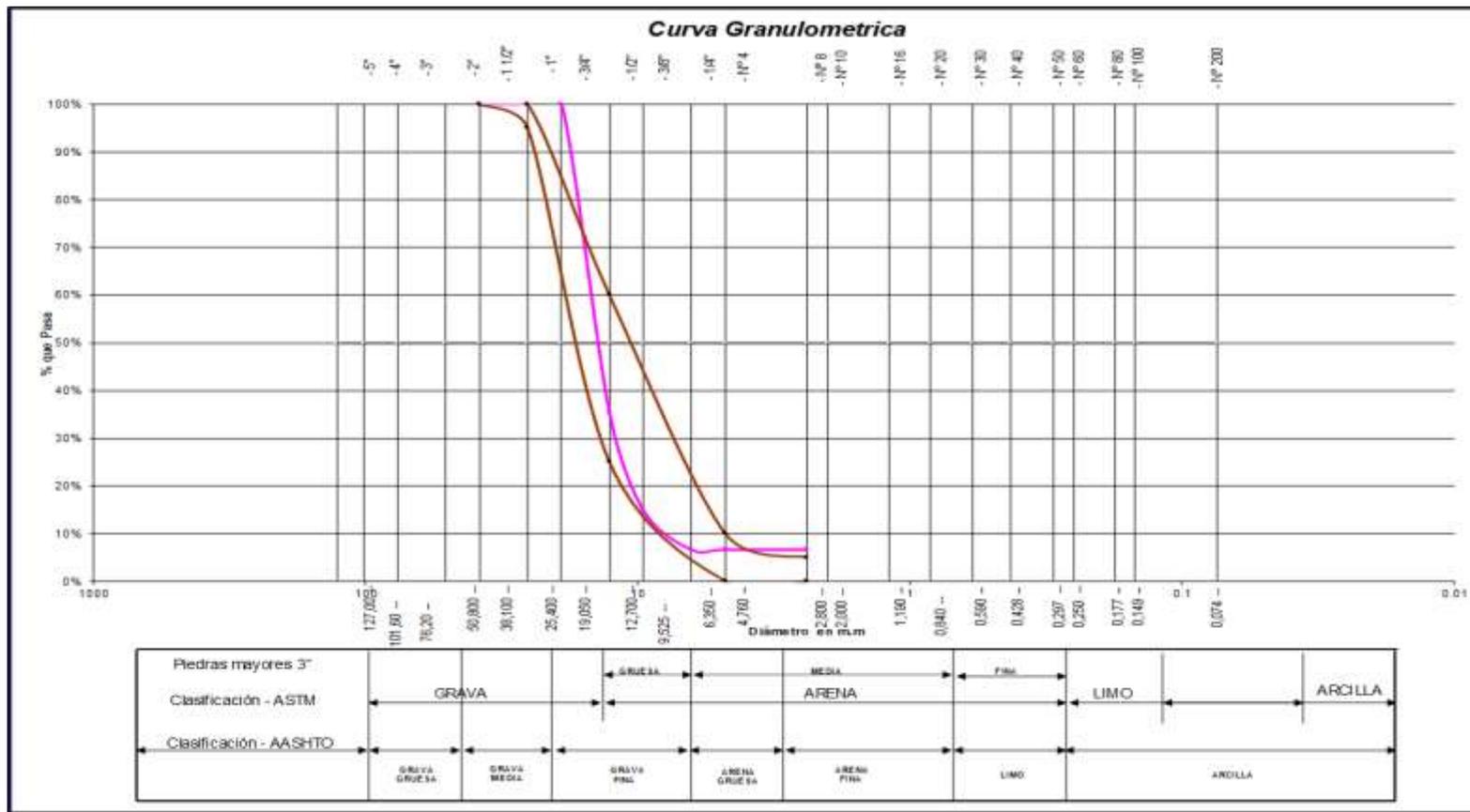
Análisis granulométrico del agregado grueso del centro de acopio Nodaza Constructor

Tamices Ø	Peso Retenido mm	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones %	Cumple (NTP 400.037)	Descripciones	
5 in	127,00						% Terrones	0,03
4 in	101,60						Par. Livianas	0,23
3 in	76,20						% ARC	0,00
2 in	50,80							
1 ½ in	38,10	0,00	0,00	100,00	100	100	si	Piedra chancada zarandeada
1 in	25,40	0,00	0,00	100,00	95	100	si	del centro de acopio Nodaza
¾ in	19,050	0,00	0,00	100,00				Constructor- extraído del Río
½ in	12,700	1938,00	64,60	35,40	25	60	si	Naranjillo
3/8 in	9,525	615,40	20,51	14,89				
1/4 in	6,350	247,80	8,26	93,37	6,63			
Nº 4	4,760	0,00	0,00	93,37	6,63	0	10	si
Nº 8	2,380	0,00	0,00	93,37	6,63	0	5	no
Nº 10	2000							
PESO INICIAL	3000,00							

En la Figura 25, se presenta el análisis gráfico y curva granulométrica de los datos obtenidos del ensayo de granulometría del agregado grueso

Figura 25.

Curva granulométrica del agregado grueso del centro de acopio Nodaza Constructor.



- **Centro de acopio Carranza.**

En la tabla 23, se presenta los resultados obtenidos de las propiedades de los agregados finos y gruesos de cada ensayo.

Tabla 23.

Propiedades del agregado fino y grueso del centro de acopio Carranza.

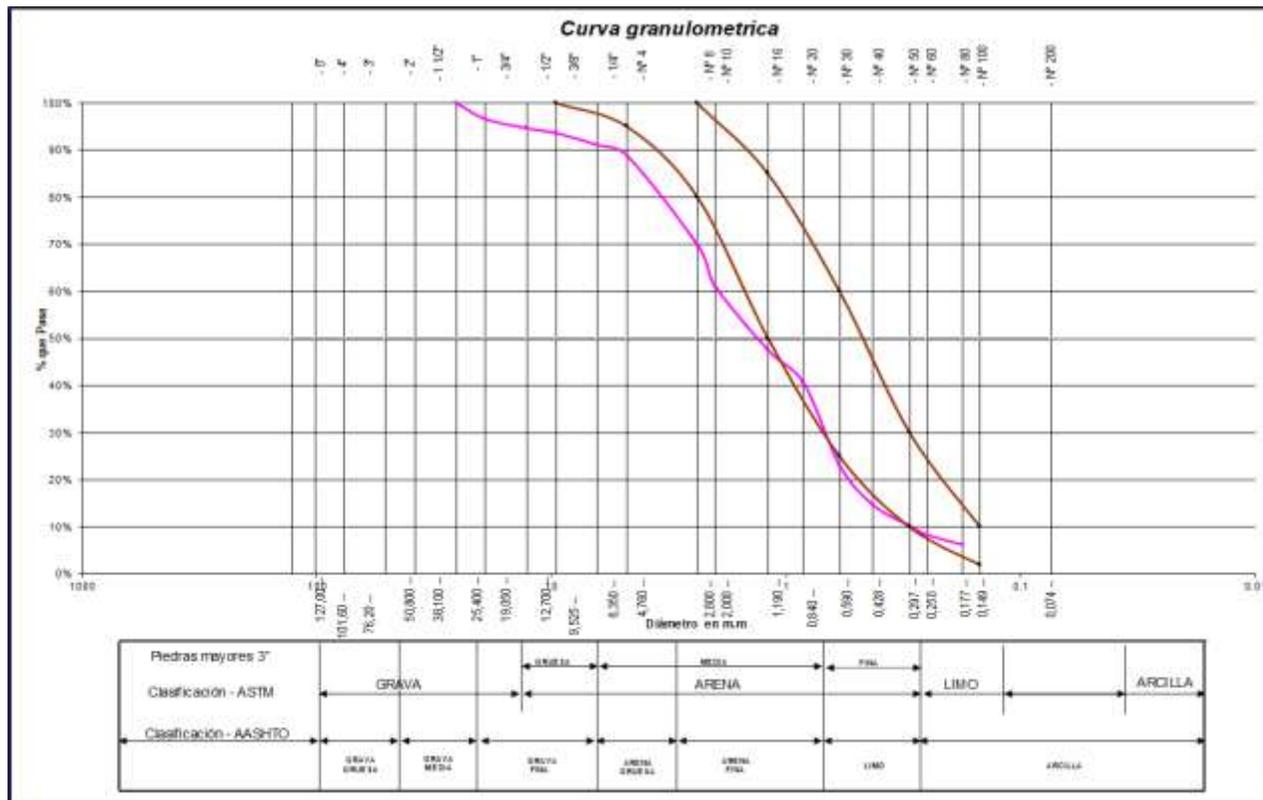
Ensayos de laboratorio	Unidad	Resultado	Validación
Módulo de Fineza del agregado fino	%	3,56	No cumple NTP 400.037
Peso específico del agregado grueso	g/cm ³	2,64	-
Peso específico del agregado fino	g/cm ³	2,64	-
Peso unitario varillado agregado grueso	kg/m ³	1,564	-
Peso unitario varillado agregado fino	kg/m ³	1,711	-
Peso unitario suelto agregado fino	kg/m ³	1,536	-
Peso unitario suelto agregado grueso	kg/m ³	1,494	-
Porcentaje de absorción agregado grueso	%	0,61	-
Porcentaje de absorción agregado fino	%	0,43	-
Porcentaje de humedad agregado grueso	%	2,48	-
Porcentaje de humedad agregado fino	%	3,88	-
Cantidad de cloruros	ppm	38,24	No agresivo
Cantidad de sulfatos	ppm	23,64	No agresivo
Cantidad de sales	ppm	93,65	Cumple. Max 0.3%

Nota. Elaboración propia

En la Figura 26, se presenta el análisis gráfico y curva granulométrica de los datos obtenidos del ensayo de granulometría del agregado fino

Figura 26.

Curva granulométrica del agregado fino del centro de acopio Carranza.



En la Tabla 25, se presenta los resultados obtenidos en el ensayo de granulometría, desarrollado en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM del Distrito de Nueva Cajamarca.

Tabla 25.

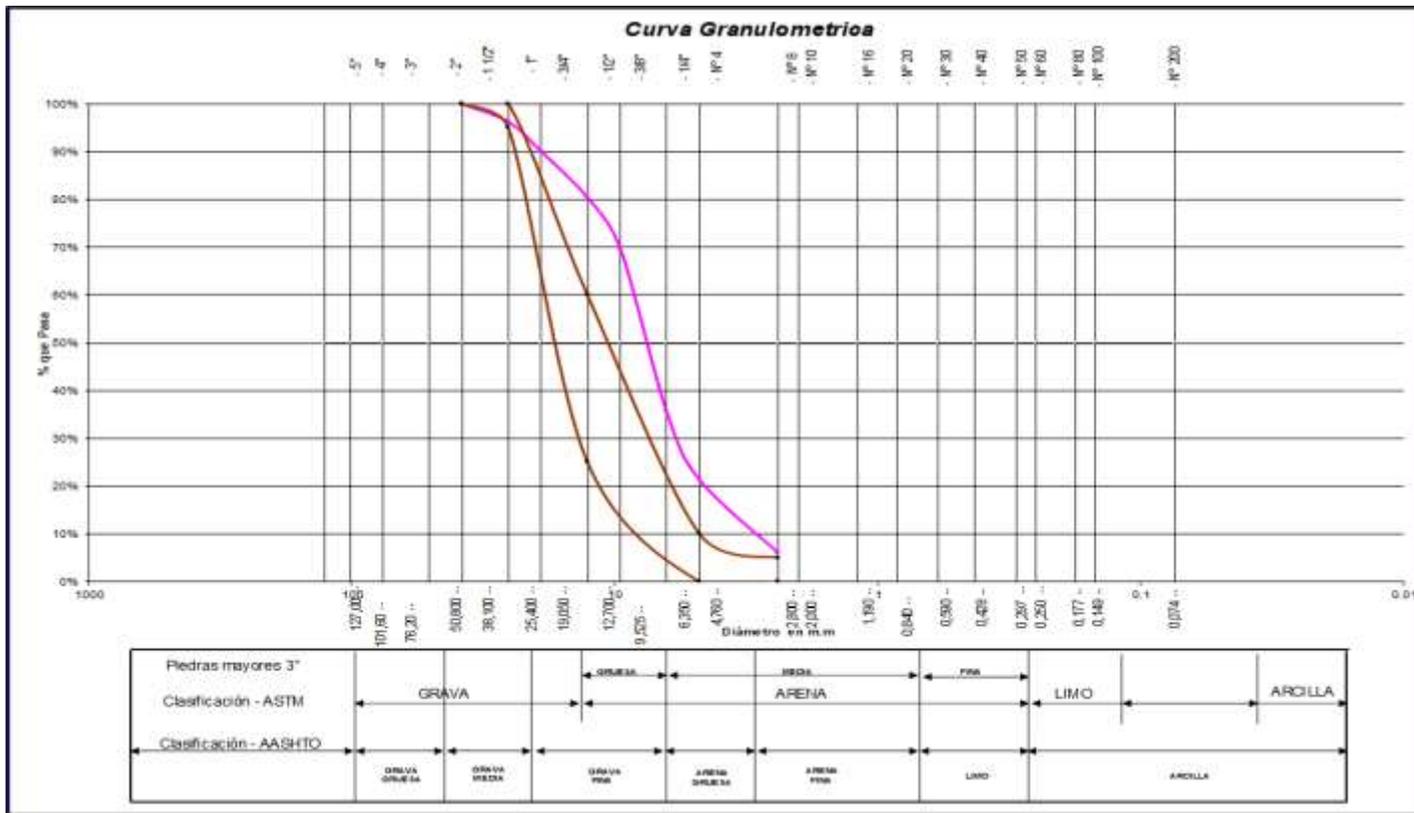
Análisis granulométrico del agregado grueso del centro de acopio Carranza.

Tamices Ø	mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones %	Cumple (NTP 400.037)	Descripciones	
5 in	127,00							% Terrones	0,03
4 in	101,60							Par. Livianas	0,23
3 in	76,20							% ARC	0,00
2 in	50,80								
1 ½ in	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100	si	Piedra chancada zarandeada del centro de acopio Carranza
1 in	25,40	83,39	3,71	3,71	96,29	95	100	si	
¾ in	19,050	139,62	6,21	9,91	90,09				
½ in	12,700	217,09	9,65	19,56	80,44	25	60	no	
3/8 in	9,525	239,90	10,66	30,22	69,78				
1/4 in	6,350	766,33	34,06	64,28	35,72				
Nº 4	4,760	323,54	14,38	78,66	21,34	0	10	no	
Nº 8	2,380	344,92	15,33	93,99	6,01	0	5	no	
Nº 10	2,000								
PESO INICIAL		2225,00							

En la Figura 27, se presenta el análisis gráfico y curva granulométrica de los datos obtenidos del ensayo de granulometría del agregado grueso

Figura 27.

Curva granulométrica del agregado grueso del centro de acopio Carranza



Diseño de prototipos de la investigación según el Método ACI 211 del concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

En la tabla 26, se presenta el cálculo de diseño de mezclas para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregado fino y grueso.

Tabla 26.

Diseño de mezcla según el método de ACI 211 con agregados de la cantera Cerro Calero.

Diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – piedra triturado tamaño máximo $\frac{3}{4}$ in – cantera Cerro Calero			
Descripción			
F'c Diseño	210	kg/cm ²	Piedra chancada lavada
F'c promedio	294	kg/cm ²	Arena sin lavar
Tamaño máximo del agregado grueso	3/4	in	Aire atrapado 1,50
Tamaño nominal máximo del agregado grueso	1/2	in	
Slump	4	in	
Volumen unitario de agua	210	L/m ³	
Volumen absoluto de agua	0,210	m ³	
Contenido de aire atrapado	1,50	%	
Volumen absoluto del aire atrapado	0,015	m ³	
Contenido de aire incorporado	0,00	%	
Volumen absoluto de aire incorporado	0,00	m ³	
Contenido de aire total	0,015	m ³	
Cemento Pacasmayo extraforte			
a/c	0,6		
Peso específico del cemento	3110,00		

Diseño de f'c = 210 kg/cm² – piedra triturado tamaño máximo ¾ in – cantera Cerro Calero

Cemento	350,00	kg/cm ³	= 8,24 bls/m ³
Volumen absoluto del cemento	0,113	m ³	Se adopta la mayor cantidad de E. T
Peso del agregado grueso seco varillado	1699,00	kg/cm ³	Según ensayo de laboratorio
Peso específico del agregado grueso	2,54	kg/cm ³	Según ensayo de laboratorio
Módulo de fineza del agregado fino	3,31	%	Según ensayo de laboratorio
Factor	0,63		
Peso del agregado grueso seco	1070,00	kg/m ³	
Volumen absoluto del agregado grueso	0,421	m ³	
Suma de volúmenes conocidos	0,759	m ³	
Volumen absoluto del agregado fino	0,241	m ³	
Peso específico del agregado fino	3,31	kg/m ³	Según ensayo de laboratorio
Peso del agregado fino seco	798,00	kg/m ³	

RESULTADOS

		Peso por m³		Peso por m³ corregido		
Contenido de cemento	350,00	kg	350,00	kg		
Contenido de agua	210,00	L	195,10	L		
Contenido de aire	-					
Contenido de agregado grueso	1088,60	kg	1060,00	kg		55 %
Contenido de agregado fino	710,40	kg	850,00	kg		45 %

Diseño de f'c = 210 kg/cm² – piedra triturado tamaño máximo ¾ in – cantera Cerro Calero

2459,00 **2455,10**

Proporciones en peso (C:P: A)

	1,00	3,03	2,43	0,56
	Cemento	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Agua
	kg.	kg.	kg	L

Proporciones en volumen

Agregado fino

Peso unitario suelto seco **1252,00** kg/m²

Pes unitario suelto /35,32 **35,45** kg/pie³

Agregado grueso

Peso unitario suelto seco **1566,00** kg/pie³

Peso unitario suelto / 35,32 **44,34** kg/pie³

Proporción en obra por bolsa Proporción en obra por bolsa

Contenido cemento **42,50** kg/pie³ **1,00** bls (pie³)

Contenido de agua **23,67** L **0,84** L

Contenido de agregado grueso **128,78** kg/pie³ **2,90** Pie³/bls

Contenido de agregado fino **103,28** kg/pie³ **2,91** Pie³/bls

Proporciones en volumen (C: P: A)

1,00 **2,90** **2,91** **0,84**

Diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – piedra triturado tamaño máximo $\frac{3}{4}$ in – cantera Cerro Calero

Cemento	Agre. Grueso	Agreg. Fino	Agua
pie³	pie³	pie³	pie³

En la tabla 27, se presenta el cálculo de diseño de mezclas para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregado fino y grueso.

Tabla 27.

Diseño de mezcla según el método de ACI 211 con agregados del centro de acopio Nodaza Constructor.

Diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – piedra triturado tamaño máximo $\frac{3}{4}$ in – centro de acopio Nodaza Constructor			
Descripción			
F'c Diseño	210	kg/cm ²	Piedra chancada lavada
F'c promedio	294	kg/cm ²	Arena sin lavar
Tamaño máximo del agregado grueso	3/4	in	Aire atrapado 1,50
Tamaño nominal máximo del agregado grueso	1/2	in	
Slump	4	in	
Volumen unitario de agua	210	L/m ³	
Volumen absoluto de agua	0,210	m ³	
Contenido de aire atrapado	1,50	%	
Volumen absoluto del aire atrapado	0,015	m ³	
Contenido de aire incorporado	0,00	%	
Volumen absoluto de aire incorporado	0,00	m ³	
Contenido de aire total	0,015	m ³	
Cemento Pacasmayo extraforte			
a/c	0,6		
Peso específico del cemento	3110,00		

Diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – piedra triturado tamaño máximo $\frac{3}{4} \text{ in}$ – centro de acopio Nodaza Constructor

Cemento	350,00	kg/cm ³	= 8,24 bls/m ³	Se adopta la mayor cantidad de cemento E.T.	
Volumen absoluto del cemento	0,113	m ³			
Peso del agregado grueso seco varillado	1652,00	kg/cm ³		Según ensayo de laboratorio	
Peso específico del agregado grueso	2,56	kg/cm ³		Según ensayo de laboratorio	
Módulo de fineza del agregado fino	2,61	%		Según ensayo de laboratorio	
Factor	0,68				
Peso del agregado grueso seco	1123,00	kg/m ³			
Volumen absoluto del agregado grueso	0,439	m ³			
Suma de volúmenes conocidos	0,777	m ³			
Volumen absoluto del agregado fino	0,223	m ³			
Peso específico del agregado fino	2,63	kg/m ³		Según ensayo de laboratorio	
Peso del agregado fino seco	586,00	kg/m ³			
RESULTADOS					
		Peso por m³		Peso por m³ corregido	
Contenido de cemento	350,00	kg	350,00	kg	
Contenido de agua	210,00	L	195,10	L	
Contenido de aire	-				
Contenido de agregado grueso	1142,50	kg	1010,00	kg	55 %
Contenido de agregado fino	595,10	kg	810,00	kg	45 %
	2297,60		2455,10		

Diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – piedra triturado tamaño máximo $\frac{3}{4}$ in – centro de acopio Nodaza Constructor

Proporciones en peso (C: P: A)

	1,00	2,89	2,31	0,56
Cemento		Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Agua
kg.		kg.	kg	L

Proporciones en volumen

Agregado fino

 Peso unitario suelto seco **1253,00** kg/m²

 Pes unitario suelto /35,32 **35,48** kg/pie³

Agregado grueso

 Peso unitario suelto seco **1560,00** kg/pie³

 Peso unitario suelto / 35,32 **44,17** kg/pie³
Proporción en obra por bolsa
Proporción en obra por bolsa

Contenido cemento	42,50	kg/pie ³	1,00	Bls (pie ³)
Contenido de agua	23,67	L	0,84	L
Contenido de agregado grueso	122,83	kg/pie ³	2,78	Pie ³ /bls
Contenido de agregado fino	98,18	kg/pie ³	2,77	Pie ³ /bls

Proporciones en volumen (C: P: A)

	1,00	2,78	2,77	0,84
Cemento		Agre. Grueso	Agreg. Fino	Agua
pie³		pie³	pie³	pie³

En la tabla 28, se presenta el cálculo de diseño de mezclas para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con agregado fino y grueso.

Tabla 28.

Diseño de mezcla según el método de ACI 211 con agregados del centro de acopio Carranza.

Diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – piedra triturado tamaño máximo $\frac{3}{4}$ in – centro de acopio Carranza			
Descripción			
F'c Diseño	210	kg/cm ²	Piedra chancada lavada
F'c promedio	294	kg/cm ²	Arena sin lavar
Tamaño máximo del agregado grueso	3/4	in	Aire atrapado 1,50
Tamaño nominal máximo del agregado grueso	1/2	in	
Slump	4	in	
Volumen unitario de agua	210	L/m ³	
Volumen absoluto de agua	0,210	m ³	
Contenido de aire atrapado	1,50	%	
Volumen absoluto del aire atrapado	0,015	m ³	
Contenido de aire incorporado	0,00	%	
Volumen absoluto de aire incorporado	0,00	m ³	
Contenido de aire total	0,015	m ³	
Cemento Pacasmayo extraforte			
a/c	0,6		
Peso específico del cemento	3110,00		

Diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ piedra triturado tamaño máximo $\frac{3}{4} \text{ in}$ – centro de acopio Carranza

Cemento	350,00	kg/cm^3	= 8,24 bls/m³		
Volumen absoluto del cemento	0,113	m^3		Se adopta la mayor cantidad de cemento E.T.	
Peso del agregado grueso seco varillado	1564,00	kg/cm^3		Según ensayo de laboratorio	
Peso específico del agregado grueso	2,64	kg/cm^3		Según ensayo de laboratorio	
Módulo de fineza del agregado fino	3,56	%		Según ensayo de laboratorio	
Factor	0,70				
Peso del agregado grueso seco	1095,00	kg/m^3			
Volumen absoluto del agregado grueso	0,415	m^3			
Suma de volúmenes conocidos	0,753	m^3			
Volumen absoluto del agregado fino	0,247	m^3			
Peso específico del agregado fino	2,64	kg/m^3		Según ensayo de laboratorio	
Peso del agregado fino seco	652,00	kg/m^3			
RESULTADOS					
		Peso por m³	Peso por m³ corregido		
Contenido de cemento	350,00	kg	350,00	kg	
Contenido de agua	210,00	L	195,10	L	
Contenido de aire	-				
Contenido de agregado grueso	1114,10	kg	1025,00	kg	55 %
Contenido de agregado fino	662,20	kg	825,00	kg	45 %

Diseño de f'c = 210 kg/cm² – piedra triturado tamaño máximo ¾ in – centro de acopio Carranza

2336,30**2395,10****Proporciones en peso (C: P: A)**

1,00	2,93	2,36	0,56
Cemento	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Agua
kg.	kg.	kg	L

Proporciones en volumen

Agregado fino

Peso unitario suelto seco **1536,00** kg/m²Pes unitario suelto /35,32 **43,49** kg/pie³

Agregado grueso

Peso unitario suelto seco **1494,00** kg/pie³Peso unitario suelto / 35,32 **42,30** kg/pie³**Proporción en obra por bolsa****Proporción en obra por bolsa**

Contenido cemento	42,50	kg/pie ³	1,00	bls (pie ³)
Contenido de agua	23,67	L	0,84	L
Contenido de agregado grueso	124,53	kg/pie ³	2,94	Pie ³ /bls
Contenido de agregado fino	100,30	kg/pie ³	2,31	Pie ³ /bls

Proporciones en volumen (C: P: A)

1,00	2,94	2,31	0,84
Cemento	Agre. Grueso	Agreg. Fino	Agua
pie³	pie³	pie³	pie³

Resultados del Modelamiento del diseño $f'c$ 210 kg/cm²

En la Tabla 29, se presenta el resultado promedio de esfuerzo a compresión de los prototipos a los 7, 14 y 28 días de rotura, de las canteras y centros de acopio en estudio.

Tabla 29.

Resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio a los 7,14 y 28 días de curado.

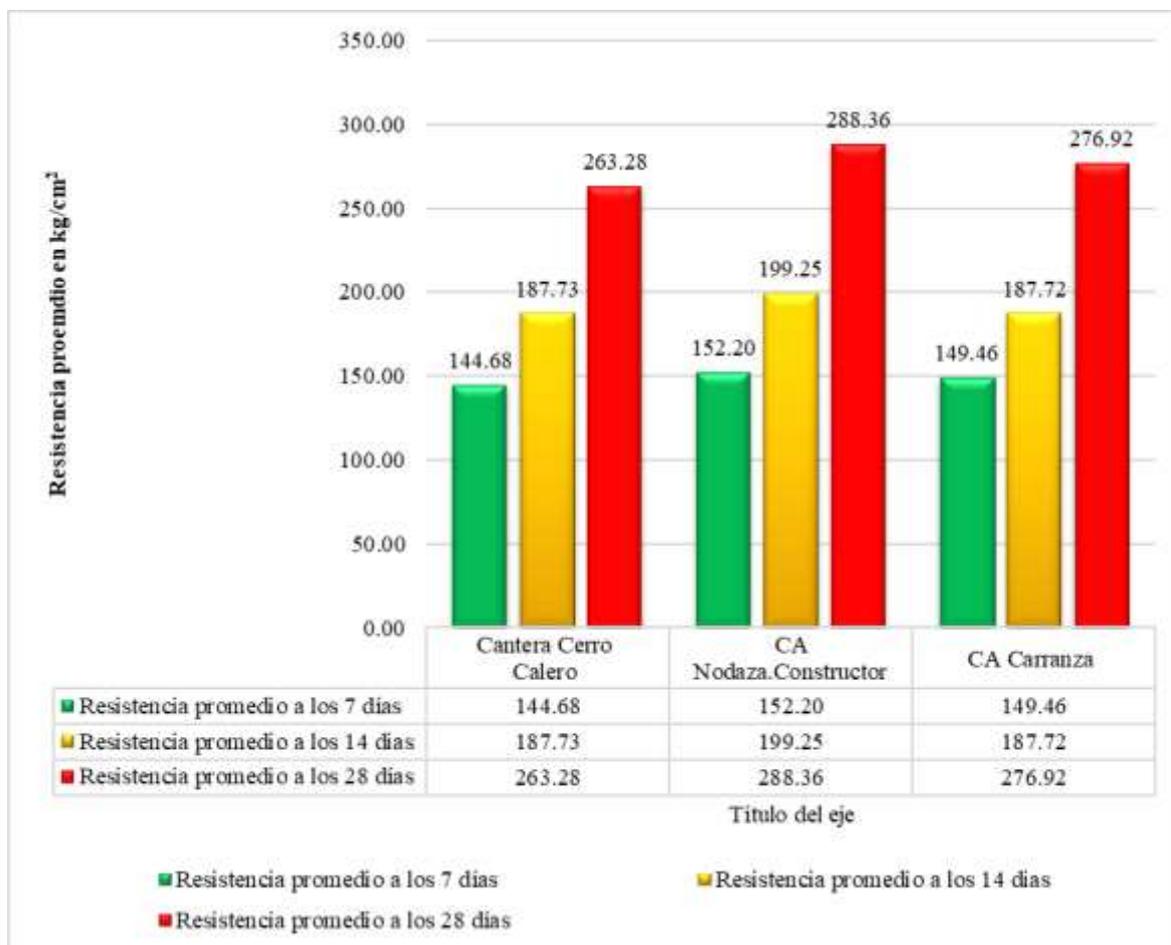
Resistencia promedio $f'c$ de diseño 210 = kg/cm²	Cantera Cerro Calero (kg/cm²)	CA Nodaza Constructor (kg/cm²)	CA Carranza (kg/cm²)
7 días	144,68	152,20	149,46
14 días	187,73	199,25	187,72
28 días	263,28	288,36	276,92

Nota. Los resultados de esfuerzo a compresión están representados en kg/cm², el cual fueron obtenidos en prototipos de 7,14 y 28 días desde elaboración.

En la figura 28, se observa el grafico de barras con las resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con los agregados de las canteras y centros de acopio (CA) en estudio.

Figura 28.

Grafica de resistencia a compresión de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio en estudio a los 7, 14 y 28 días de curado.



Nota. Según la gráfica de barras el valor de esfuerzo a compresión de las probetas elaboradas con los agregados de la cantera y centros de acopio más alto a los 7, 14 y 28 días de curado fue del centro de acopio Nodaza Constructor con 152,20 kg/cm², 199,25 kg/cm² y 288,36 kg/cm² respectivamente, y el valor más bajo a los 7 y 28 días de curado es de cantera Cerro Calero con 144,68 kg/cm² y 263,28 kg/cm² respectivamente y a los 7 días de curado del Centro de acopio Carranza con 187,72 kg/cm².

En la Tabla 30, se presenta la resistencia promedio de las probetas elaboradas con agregados de la cantera Cerro Calero y centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza en porcentaje (%), en relación al porcentaje requerido.

Tabla 30.

Resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con los agregados de la cantera y centros de acopio en porcentaje a los 7, 14 y 28 días de curado

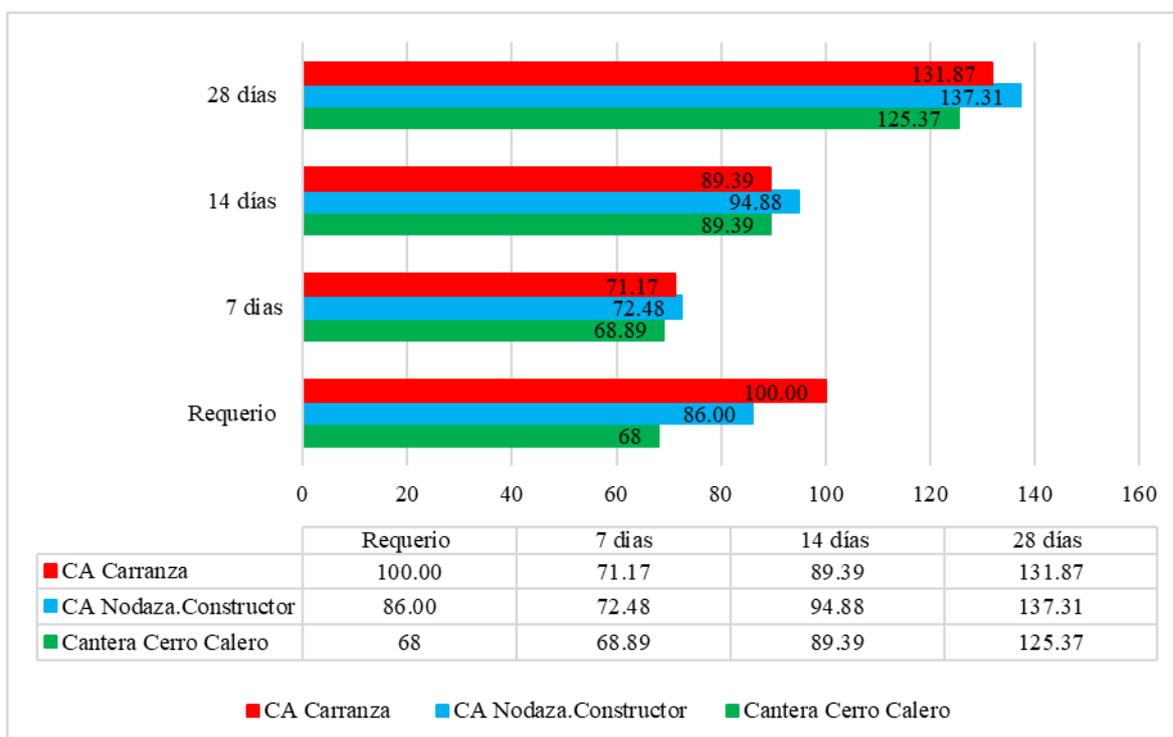
f'c de diseño 210 kg/cm²	Cantera Cerro Calero	CA Nodaza Constructor	CA Carranza
Requerido	68 %	86 %	100 %
7 días	68,89 %	72,48 %	71,17 %
14 días	89,39 %	94,88 %	89,39 %
28 días	125,37 %	137,31 %	131,87 %

Fuente. Elaborado por el autor.

En la Figura 29, se presenta la gráfica de barras de las resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con agregados de la cantera y centros de acopio en porcentaje

Figura 29.

Resistencias a compresión promedio de las probetas elaboradas con los agregados de la cantera y centros de acopio en porcentaje a los 7, 14 y 28 días de curado



Nota. Elaboración propia.

Resultados de pruebas a compresión

En la tabla 31, se presenta los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a compresión de las probetas de concreto con diseño de $f'c$ 210 = kg/cm², realizado en la prensa hidráulica del laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo – PEAM del distrito de Nueva Cajamarca

Tabla 31.

Resultado de pruebas a compresión de las probetas elaboradas con los agregados de la cantera Cerro Calero, centros de acopio Nodaza

Constructor y Carranza a los 7, 14 y 28 días de curado.

Cantera	Numero de probeta	Fecha de moldeado	Fecha de rotura	Edad (días)	Slum (in)	Carga (kN)	Carga (kg)	Área probeta (cm ²)	f c. muestra (kg/cm ²)	f c de diseño (kg/cm ²)	% de muestra	Promedio de (%)	Especificaciones (%)
CERRO CALERO	1	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	261,69	26,685	176,71	151,01	210	71,91		
	2	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	245,78	25,063	177,02	141,58	210	67,42		
	3	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	250,36	25,530	176,86	144,35	210	68,74		
	4	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	254,36	25,938	175,93	147,43	210	70,21		
	5	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	249,30	25,422	176,17	144,30	210	68,72	68,89	68
	6	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	241,00	24,575	176,59	139,17	210	66,27		
	7	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	247,09	25,196	177,12	142,26	210	67,74		
	8	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	251,36	25,632	177,36	144,52	210	68,82		
	9	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	256,14	26,119	176,89	147,66	210	70,31		
	10	07/03/2022	14/03/2022	7	3 - 4	249,36	25,428	175,99	144,48	210	68,80		
	11	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	310,69	31,682	176,45	179,55	210	85,50		
	12	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	330,28	33,679	176,91	190,38	210	90,65		
	13	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	320,69	32,701	177,37	184,37	210	87,79		

Cantera	Numero de probeta	Fecha de moldeado	Fecha de rotura	Edad (días)	Slum (in)	Carga (kN)	Carga (kg)	Área probeta (cm ²)	f c. muestra (kg/cm ²)	f c de diseño (kg/cm ²)	% de muestra	Promedio de (%)	Especificaciones (%)
CERRO CALERO	14	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	320,46	32,678	177,83	183,76	210	87,50		
	15	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	321,60	32,794	175,36	187,01	210	89,05		
	16	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	329,68	33,618	175,86	191,16	210	91,03		
	17	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	341,13	34,786	176,18	197,44	210	94,02	89,39	86
	18	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	329,46	33,596	176,68	190,15	210	90,55		
	19	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	328,36	33,484	175,93	190,32	210	90,63		
	20	08/03/2022	22/03/2022	14	3 - 4	318,9	32,519	177,56	183,14	210	87,21		
	21	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	410,69	41,879	176,36	237,46	210	113,08		
	22	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	426,68	43,509	177,69	244,86	210	116,60		
	23	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	435,94	44,454	177,68	250,19	210	119,14		
CERRO CALERO	24	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	459,78	46,885	177,79	263,71	210	125,58		
	25	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	451,25	46,015	177,83	258,76	210	123,22		
	26	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	504,89	51,485	176,69	291,38	210	138,75	125,37	100
	27	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	514,69	52,484	176,25	297,78	210	141,80		
	28	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	454,56	46,352	175,68	263,85	210	125,64		
	29	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	447,75	45,658	176,38	258,86	210	123,27		
	30	09/03/2022	06/04/2022	28	3 - 4	457,19	46,621	175,28	265,98	210	126,66		
	1	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	274,59	28,028	177,12	158,24	210	75,35		
	2	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	258,949	26,406	177,46	148,80	210	70,86		

Cantera	Numero de probeta	Fecha de moldeado	Fecha de rotura	Edad (días)	Slum (in)	Carga (kN)	Carga (kg)	Área probeta (cm ²)	f c. muestra (kg/cm ²)	f c de diseño (kg/cm ²)	% de muestra	Promedio de (%)	Especificaciones (%)
NODAZA CONSTRUCTOR	3	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	263,529	26,873	175,48	153,14	210	72,92	72,48	68
	4	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	267,529	27,280	176,97	154,15	210	73,41		
	5	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	262,469	26,764	175,36	152,63	210	72,68		
	6	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	254,169	25,918	177,56	145,97	210	69,51		
	7	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	260,259	26,539	177,22	149,75	210	71,31		
	8	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	264,529	26,975	177,52	151,96	210	72,36		
	9	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	269,309	27,462	176,89	155,25	210	73,93		
	10	10/03/2022	17/03/2022	7	3 - 4	262,529	26,771	175,98	152,12	210	72,44		
	11	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	330,500	33,702	175,99	191,50	210	91,19		
	12	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	350,09	35,699	176,00	202,84	210	96,59		
NODAZA CONSTRUCTOR	13	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	340,501	34,721	177,18	195,97	210	93,32	94,88	86
	14	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	340,27	34,698	176,68	196,39	210	93,52		
	15	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	341,41	34,814	176,64	197,09	210	93,85		
	16	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	349,49	35,638	177,82	200,42	210	95,44		
	17	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	360,94	36,806	176,93	208,02	210	99,06		
	18	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	349,27	35,616	176,48	201,81	210	96,10		
	19	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	348,17	35,504	175,12	202,74	210	96,54		
	20	11/03/2022	25/03/2022	14	3 - 4	338,71	34,539	176,45	195,74	210	93,21		
	21	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	490,37	50,004	176,84	282,76	210	134,65		
	22	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	536,36	54,694	175,78	311,15	210	148,17		

Cantera	Numero de probeta	Fecha de moldeado	Fecha de rotura	Edad (días)	Slum (in)	Carga (kN)	Carga (kg)	Área probeta (cm ²)	f c. muestra (kg/cm ²)	f c de diseño (kg/cm ²)	% de muestra	Promedio de (%)	Especificaciones (%)
NODAZA CONSTRUCTOR	23	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	475,62	48,500	175,69	276,05	210	131,45	137,31	100
	24	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	509,46	51,951	175,40	296,18	210	141,04		
	25	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	490,93	50,061	177,10	282,67	210	134,61		
	26	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	484,57	49,413	176,80	279,48	210	133,09		
	27	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	494,37	50,412	175,48	287,28	210	136,80		
	28	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	524,24	53,458	177,90	300,49	210	143,09		
	29	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	487,43	49,704	176,84	281,07	210	133,84		
	30	12/03/2022	09/04/2022	28	3 - 4	496,87	50,667	176,90	286,42	210	136,39		
	1	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	270,38	27,571	177,09	155,69	210	74,14		
	2	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	254,47	25,949	177,50	146,19	210	69,61		
CARRANZA	3	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	259,05	26,416	177,20	149,07	210	70,99	71,17	68
	4	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	263,05	26,824	176,89	151,64	210	72,21		
	5	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	257,99	26,308	176,32	149,20	210	71,05		
	6	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	249,69	25,461	175,29	145,25	210	69,17		
	7	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	255,78	26,082	175,90	148,28	210	70,61		
	8	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	260,05	26,518	178,00	148,98	210	70,94		
	9	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	264,83	27,005	177,68	151,99	210	72,38		
	10	13/03/2022	20/03/2022	7	3 - 4	258,05	26,314	177,46	148,28	210	70,61		
	11	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	309,88	31,599	175,42	180,13	210	85,78		
	12	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	329,47	33,597	175,99	190,90	210	90,91		

Cantera	Numero de probeta	Fecha de moldeado	Fecha de rotura	Edad (días)	Slum (in)	Carga (kN)	Carga (kg)	Área probeta (cm ²)	f c. muestra (kg/cm ²)	f c de diseño (kg/cm ²)	% de muestra	Promedio de (%)	Especificaciones (%)
CARRANZA	13	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	319,88	32,619	176,48	184,83	210	88,01		
	14	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	319,65	32,595	177,30	183,84	210	87,54		
	15	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	320,79	32,712	177,67	184,11	210	87,67		
	16	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	328,87	33,536	175,69	190,88	210	90,89	89,39	86
	17	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	340,32	34,703	175,19	198,09	210	94,33		
	18	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	328,65	33,513	176,04	190,37	210	90,65		
	19	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	327,55	33,401	175,09	190,76	210	90,84		
	20	14/03/2022	28/03/2022	14	3 - 4	318,09	32,436	177,03	183,22	210	87,25		
	21	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	437,86	44,611	176,39	252,91	210	120,43		
CARRANZA	22	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	483,76	49,301	176,79	278,87	210	132,79		
	23	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	452,736	46,166	175,89	262,47	210	124,99		
	24	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	476576	48,597	177,49	273,80	210	130,38		
	25	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	508,046	51,806	177,04	292,63	210	139,35	131,87	100
	26	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	471,686	48,099	177,06	271,65	210	129,36		
	27	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	481,466	49,096	175,36	279,97	210	133,32		
	28	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	521,356	53,164	175,40	303,10	210	144,33		
	29	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	474,546	48,390	176,28	27451	210	130,72		
	30	15/03/2022	12/04/2022	28	3 - 4	483,986	49,353	176,69	279,32	210	133,01		

Nota. Elaboración propia

Análisis de resultados

Los módulos de fineza obtenidos de acuerdo a los ensayos de análisis granulométrico son: para la cantera Cerro Calero es de 3,31 %, centro de acopio Nodaza Constructor 2,61 % y del centro de acopio Carranza de 3,56 %, obteniendo mayor módulo de fineza del centro de acopio Carranza con un 3,56 %, el procedimiento del ensayo se realizó según la norma ASTM D 422.

Los pesos específicos de los agregados gruesos obtenidos en los ensayos de laboratorio bajo lineamientos de la norma ASTM C 128, son: para los materiales de la cantera Cerro Calero 2,54 g/cm³, el centro de acopio Nodaza Constructor de 2,56 g/cm³ y el centro de acopio Carranza de 2,54 g/cm³, siendo los materiales del centro de acopio Nodaza Constructor la que presenta mayor peso específico con 2,56 g/cm³.

Los pesos específicos de los agregados finos obtenidos en el laboratorio se realizaron bajo procedimientos de la norma ASTM C 128, son: para los materiales de la cantera Cerro Calero 2,67 g/cm³, del centro de acopio Nodaza Constructor de 2,63 g/cm³ y el centro de acopio Carranza de 2,64 g/cm³, siendo los materiales de la Cantera Cerro Calero la que presenta mayor peso específico con 2,67 g/cm³ respecto a las demás canteras.

Los pesos unitarios varillados del agregado grueso de la cantera Cerro Calero es de 1699 kg/m³ de Nodaza Constructor es de 1652 kg/m³ y del centro de acopio Carranza 1564 kg/m³, proporcionando un mayor peso varillado por metro cubico los agregados de la Cantera Cerro Calero con 1699 kg/m³ respecto a las demás canteras bajo parámetros de la norma ASTM C 29.

Los pesos unitarios varillados del agregado fino de las canteras son: Cerro Calero es de 1358 kg/m³, Nodaza Constructor 1393 kg/m³ y carranza 1711 kg/m³, concluyendo que el centro de acopio Carranza cuenta con mayor peso varillado de su agregado con 1711 kg/m³, esto según la norma ASTM C 29.

Los pesos unitarios sueltos del agregado grueso de las canteras son: Cerro Calero 1566 kg/m³, Nodaza Constructor 1560 kg/m³ y Carranza 1494 kg/m³, siendo la cantera Cerro Calero la que cuenta con mayor peso por metro cubico respecto a las demás.

Los pesos unitarios promedios sueltos del agregado fino de las canteras son: Cerro Calero 1252 kg/m³, Nodaza Constructor 1253 kg/m³ y Carranza 1536 kg/m³, siendo el centro de acopio Carranza la que cuenta con mayor peso por metro cubico respecto a las demás.

Según la norma ASTM C 128, provee procedimientos y parámetros para determinar el porcentaje de absorción de los agregados gruesos de las canteras, obteniendo como resultado en los ensayos de laboratorio los siguiente: la cantera Cerro Calero 1.12 %, centro de acopio Nodaza Constructor 1,14 % y el centro de acopio Carranza 0,61 %, siendo el centro de acopio carranza la que presenta menor capacidad de absorción con 0,61 % en su agregado grueso respecto a las dos canteras.

Según la norma ASTM C 128, provee procedimientos y parámetros para determinar el porcentaje de absorción de los agregados finos de las canteras, dando como resultado en los ensayos de laboratorio lo siguiente: la cantera Cerro Calero 0,35 %, centro de acopio Nodaza Constructor 0,92 % y el centro de acopio Carranza 0,43 %, siendo el centro de acopio Nodaza Constructor la que presenta mayor capacidad de absorción con 0,92 % en su agregado fino respecto a las dos canteras.

Porcentaje de humedad se determina bajo procesos establecidos en la norma ASTM D 2216, obteniendo como resultados de laboratorio lo siguiente: la Cantera Cerro Calero 0,30 %, Nodaza Constructor 0,37 % y el centro de acopio Carranza de 2,48 %, por consiguiente, el mayor contenido de agua el agregado grueso es del centro de acopio Carranza.

Porcentaje de humedad se determina bajo procesos establecidos en la norma ASTM D 2216, obteniendo como resultados de laboratorio lo siguiente: la Cantera Cerro Calero 1.61 %, Nodaza Constructor 2,29 % y el centro de acopio Carranza de 3,88 %, por consiguiente, el mayor contenido de agua el agregado fino es del centro de acopio Carranza.

De los resultados de esfuerzo a compresión obtenidos de las probetas realizadas con agregados finos y gruesos de las tres canteras en estudio a los 7 días.

Los esfuerzos a compresión de las probetas realizadas con agregados de las tres canteras en estudio, los resultados obtenidos de resistencia a compresión a los 7 días de curado fueron mayores para las probetas del centro de acopio Nodaza Constructor, con 152 kg/cm², estando el 4,48 % por encima de la resistencia especificada según normativa.

Los esfuerzos a compresión de las probetas elaboradas con agregados de las tres canteras en estudio, los resultados obtenidos de resistencia a compresión a los 14 días de curado fueron mayores para las probetas del centro de acopio Nodaza Constructor, con 199 kg/cm², estando el 8,88 % por encima de la resistencia especificada según normativa.

Los esfuerzos a compresión de las probetas realizadas con agregados de las tres canteras en estudio, en la rotura de 28 días se obtuvo una mayor resistencia para las probetas del centro de acopio Nodaza Constructor, con 288 kg/cm², estando el 37,31 % por encima de la resistencia especificada según normativa.

Las resistencias a compresión obtenidas de las probetas elaboradas con los agregados del centro de acopio Carranza y Nodaza Constructor tiene resistencias semejantes esto debido a que los agregados son extraídos de afluentes de ríos, a diferencia de la resistencia de las probetas elaboradas con agregados de la cantera Cerro Calero que su resistencia es menor, esto se debe a que la arena es procedente de la trituración de roca caliza.

7.2 Conclusiones

Se logró analizar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de la Cantera Cerro Calero, centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza del distrito de Nueva Cajamarca, estos fueron empleados para el diseño y elaboración de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, mediante las normas NTP y ASTM que establecen lineamientos para la elaboración de los ensayos de laboratorio y el método de ACI 211 para el diseño de mezclas, que se detallan a continuación.

En la tabla 32, se presenta la relación de ensayos de laboratorio que se realizaron de a los agregados pétreos gruesos y finos de la cantera y centros de acopio en estudio.

Tabla 32.

Resumen general de las propiedades de agregados de la cantera Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza

Ensayos de laboratorio	Unidad	Cerro Calero	Nodaza Constructor	Carranza
Módulo de Fineza del agregado fino	%	3,31	2,61	3,56
Peso específico del agregado grueso	g/cm ³	2,54	2,56	2,64
Peso específico del agregado fino	g/cm ³	2,67	2,63	2,64
Peso unitario varillado agregado grueso	kg/m ³	1,699	1,652	1,564
Peso unitario varillado agregado fino	kg/m ³	1,358	1,393	1,711
Peso unitario suelto agregado fino	kg/m ³	1,252	1,253	1,536
Peso unitario suelto agregado grueso	kg/m ³	1,566	1,560	1,494
Porcentaje de absorción agregado grueso	%	1,12	1,14	0,61
Porcentaje de absorción agregado fino	%	0,35	0,92	0,43
Porcentaje de humedad agregado grueso	%	0,30	0,37	2,48
Porcentaje de humedad agregado fino	%	1,61	2,29	3,88
Cantidad de cloruros	ppm	43,37	37,38	38,24
Cantidad de sulfatos	ppm	29,08	22,09	23,64
Cantidad de sales	ppm	81,45	81,45	93,64

Se determino las canteras y centros de acopio de materiales pétreos para la elaboración de concreto hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ del distrito de Nueva Cajamarca el cual se detallan a continuación:

Cantera Cerro Calero.

- Explotación: Cerro natural
- Altitud: 868 metros sobre el nivel del mar
- Coordenadas: UTM 245141,71E-9339877,38N
- Ubicación: Sector Keiko Sofia, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento San Martin.
- Potencia de producción: 40 m^3 por hora.
- Rendimiento: Aproximadamente de 70 %

Centro de acopio Nodosa Constructor.

- Explotación: Rio Naranjillo
- Altitud: 841 metros sobre el nivel del mar
- Coordenadas: UTM 255666,00E – 9332782,00N
- Ubicación: Cruce Yuracyacu, provincia de Rioja, departamento San Martin.
- Potencia: 60 m^3 por hora.
- Rendimiento: Aproximadamente de 85 %

Centro de acopio Carranza.

- Explotación: Rio Yuracyacu
- Altitud: de 860 metros sobre el nivel del mar
- Coordenadas: UTM 243056,00E – 9342971,00N
- Ubicación: la Florida, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento San Martin.
- Potencia: 20 m^3 por hora
- Rendimiento: Aproximadamente de 25 %

Se determinó las dosificaciones de los diseños de mezclas para un concreto $f'c = 210$ kg/cm² según los lineamientos de método del ACI 211, utilizando los agregados tanto fino como grueso de la cantera Cerro Calero, centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza.

En la tabla 33, se presenta las proporciones y dosificaciones del diseño de mezclas de un concreto $f'c = 210$ kg/cm².

Tabla 33.

Resumen de las proporciones y dosificaciones de concreto elaborado con los agregados de la cantera Cerro Calero, centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza.

Datos	Cerro Calero	Nodaza Constructor	Carranza	
Diseño	$f'c = 210\text{kg/cm}^2$	$f'c = 210\text{kg/cm}^2$	$f'c = 210\text{kg/cm}^2$	
Relación en peso (C:P: A)	1:3,03:2,43	1:2,98:2,31	1:2,93:2,36	
Relación en volumen (C:P: A)	1:2,90:2,91	1:2,78:2,77	1:2,94:2,31	
Relación (A/C)	0,60	0,60	0,60	
Factor cemento (bol/m ³)	8,24	8,24	8,24	
Asentamiento (in)	3 – 4	3 – 4	3 – 4	
Dosificación para 1 m³				
En peso (kg)	Cemento	350	350	350
	Agr- grueso	1060	1010	1025
	Agr- fino	850	810	825
	Agua	195,10	195,10	195,10
En volumen (m ³)	Cemento	0,233	0,233	0,233
	Agr- grueso	0,677	0,647	0,686
	Agr- fino	0,679	0,646	0,539
	Agua	0,195	0,474	0,195

Se determinó las resistencias obtenidas en la prueba de compresión, de los diseños hidráulicos $f'c = 210$ kg/cm², utilizando agregado fino y grueso (piedra chancada y arena) de las Canteras Cerro Calero, Nodaza Constructor y Carranza en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo- PEAM- del distrito de Nueva Cajamarca.

Del diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, los prototipos que mayor esfuerzo a compresión resistieron en la prensa hidráulica fueron para el centro de acopio Nodaza Constructor a los 7, 14 y 28 días de curado, el cual fue 152 kg/cm^2 , 199 kg/cm^2 y 288 kg/cm^2 respectivamente, teniendo como dosificación en peso de 1:2,98:2,31, relación agua cemento de 0,60, además de la dosificación por 1 m^3 , de cemento $0,233 \text{ m}^3$, agregado grueso $0,677 \text{ m}^3$, agregado fino $0,679 \text{ m}^3$ y agua $0,195 \text{ m}^3$, con un asentamiento de 3 a 4 pulgadas

En la tabla 34, se presenta el resumen de los esfuerzos a compresión de las probetas obtenidos de la cantera y centros de acopio en estudio, en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo - PEAM

Tabla 34.

Resistencias promedio del diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de las probetas elaborados con agregados de la cantera Cerro Calero, centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza

Cantera	Edad (días)	Promedio carga (kg)	Promedio $f'c$ de la muestra (kg/cm^2)	Promedio de %	Especificaciones %	$f'c$ de diseño (kg/cm^2)
CERRO CALERO	7	25,559	145	68,89	68	210
	14	33,154	188	89,39	86	
	28	46,534	263	125,37	100	
NODAZA. CONSTRUCTOR	7	26,902	152	72,48	68	
	14	35,174	199	94,88	86	
	28	50,886	288	137,31	100	
CARRANZA	7	26,445	149	71,17	68	
	14	33,071	188	89,39	86	
	28	48,858	277	131,87	100	

7.3 Recomendaciones

Realizar los ensayos de laboratorio, utilizar equipos calibrados y en óptimo funcionamiento, herramientas y materiales en buen estado que no contenga impurezas como aceites, grasas, polvo, óxido, etc. que alteran los resultados de laboratorio, así como también la aplicación de Normas Técnicas Peruana (NTP), Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), procedimientos y los equipos de protección personal de laboratorio.

Utilizar los agregados de los centros de acopio Nodaza Constructor y Carranza para construcciones del Valle Del Alto Mayo, la arena triturada de la cantera Cerro Calero es recomendable mezclar con arena de río para mejorar sus propiedades y ser utilizadas en obras de ingeniería.

Extraer los agregados de las canteras en épocas de verano, considerar las temporadas de lluvias de la zona de San Martín, ya que esto puede afectar las propiedades y granulometría del agregado fino, afectando considerablemente en la resistencia del concreto hidráulico.

REFERENCIAS

- Abanto, E. (2019). *Análisis de calidad de agregados para el diseño de mezclas de concreto $f'c:210\text{kg/cm}^2$ y $f'c:245\text{kg/cm}^2$, distrito de Bagua-Amazonas – 2018* (tesis de pregrado, Universidad César Vallejo).
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35370>
- Amay, C. (2018). *Estudio de los materiales piedra y arena utilizados para la elaboración del hormigón en el cantón la troncal provincia del Cañar* (tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil).
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2263>
- ASTM C 136 – 01 (2017). *Método estándar de ensayo para análisis por tamizado de agregados fino y grueso*. <https://acortar.link/V4R8MQ>
- ASTM C 177 – 01 (2017). *Método de ensayo estándar para material más fino que la malla 200 (75 un)*. <https://acortar.link/V4R8MQ>
- Bacalla, S., y Vega, M. (2019). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de Rioja*. (tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae).
<http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/734>
- Barbosa De Oliveira, M., Rodrigues Da Cunha, R., Souza Picanço, M., Carvalho De Oliveira, D. R., Leal Soares, E. M., & Pereira Da Silva, M. (2019). Análisis de la influencia del método de prueba y las propiedades de la adición de fibra de acero sobre el concreto bajo la tracción por flexión de tres puntos. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 28(3).
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071833052020000300373&lang=es

- Becosan. (2020). *Concreto reforzado*. BECOSAN. <https://www.becosan.com/es/concreto-reforzado/>
- Borja, M. (2016). *Metodología de la investigación*. (1ra edición). https://www.academia.edu/33692697/Metodología_de_Investigación_Científica_para_ingeniería_Civil
- Campos, E. (2017). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de los agregados extraídos de las canteras Josecito y Manuel Olano y su influencia en la calidad de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Jaén* (tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca)
- Caren, P., y Martinez, M. (2016). *Explotación*. Universidad Nacional de Loja. https://www.academia.edu/27042634/Explotación_KarenMartínez_Fund_Min
- Castro, J., y Vera, M. (2017). *Influencia de las características de los agregados de las canteras del sector el Milagro - Huanchaco en un diseño de Mezcla de concreto, Trujillo 2017* (tesis para pregrado, Universidad Privada del Norte). <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11586>
- Constructor civil. (2010). *La absorción de los agregados*. <https://www.elconstructorcivil.com/2010/12/la-absorcion-de-losagregados.html>
- Díaz pretel, Edgar Gianmarco Sagastegui vásquez, G. (2018). *Influencia del tiempo de vibrado interno en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$. 2018*,
- Duque, G. (2020). *Manual de geología para ingenieros*. Universidad Nacional de Colombia. <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/LIB-205.pdf>.
- Fernandez Torrez, L. A., Aquino Rocha, J. H., & Cayo Chileno, N. G. (2022). Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del residuo de caucho de neumático como reemplazo parcial del agregado fino en el hormigón. *Habitat Sustentable*, 12(2), 52–65. <https://doi.org/10.22320/07190700.2022.12.02.04>

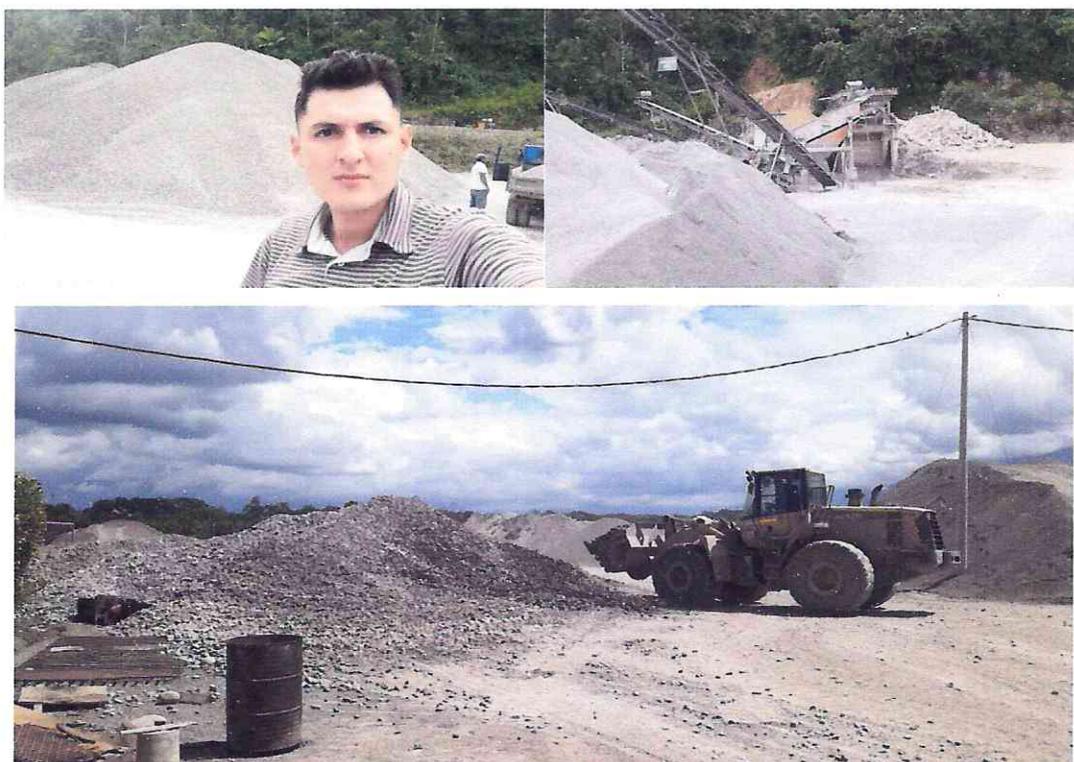
- Giordani, C., y Lanzone, G. (2015). *Minerales y rocas*. Universidad Tecnológica Nacional.
- Giraldo, E., y Ramos, A. (2014). *Diseño de mezcla y caracterización físico - mecánica de un concreto de alta resistencia fabricado con cemento*. (tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana de Cali).
- Guzmán, D. S. De. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero* (5th edición). Bhandar Editores LTDA. DOI: 9589247040
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). Mc Grae Hill Education. DOI: /9781456223960
- Herrera, J. (2006). *Métodos de minería a cielo abierto*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Herrera, J., y Vargas, C. (2015). *Caracterización de los materiales pétreos procedentes del río Ariari del municipio de Cubarral, Puerto Arriari – Meta* (tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia).
- Huanca, L. (2006). *Diseño e mezclas de concreto*. Universidad Nacional Del Altiplano, 20. <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=220f5b5b-02cd-362f-6029-192483b2beb5&documentId=cce25102-7042-31b2-a0df-60ec73706061>
- INA Construcción. (2019). *Recomendaciones para realizar un vaciado de concreto*. INA Construcción. <https://acortar.link/V4R8MQ>
- Kosmatka, S., Panarese, W., y Jussara, T. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto* (P. C. Association; 1st ed., Vol. 1). DOI: 0893122335
- López, A., y Alcalde, A. (2020). *Historia de la piedra*. Universidad de Burgos. DOI: /978-84-16283-96-5
- Materiales, T. (2017). *Materiales pétreos artificiales*. <https://wordsonascreendotcom.wordpress.com/2017/05/09/materiales-petres-artificiales/>

- Molina, J., y Maldonado, C. (25 de mayo del 2021). *Incorporación de áridos artificiales y reciclados al hormigón: el cambio clave que abre la puerta a la economía circular en la construcción*. PAÍS CIRCULAR. <https://acortar.link/BSKTgJ>
- Monroe, J., Wicander, R., y Pozo, R. (2008). *Dinámica y evolución de la Tierra* (4th ed.). De la fuente rojo. DOI: 978-84-9732-459-5.
- Moreno Anselmi, L. Á., Ángel Ospina, G. M., & Rodríguez Polo, K. A. (2018). Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo de agregado grueso.
- MTC. (2016). Edición mayo de 2016. *Manual de Ensayo de Materiales* (1st ed.). Ministerio de transportes y comunicaciones. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual Ensayo de Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- NTP.400.021. (2002). *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Norma Técnica Peruana-INDECOPI, 2da edición. https://www.academia.edu/26938679/NORMA_TÉCNICA_NTP_400_021_PERUANA_2002
- NTP.400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Norma Técnica Peruana- INDECOPI, 3ra edición. <https://es.scribd.com/document/348322764/NTP-400-022-2013>
- NTP 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Instituto Nacional de Calidad, 3ra. edición. <https://pdfcoffee.com/ntp-3390352009pdf-pdf-free.html>

- NTP 339.185. (2002). *Método de ensayo normalizado para determinar el contenido de humedad total evaporable del agregado por secado*. Norma Técnica Peruana-INDECOPI. <https://pdfcoffee.com/ntp-339185-contenido-de-humedad-de-agregadospdf-5-pdf-free.html>
- NTP 400.011. (2008). *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones*. Norma Técnica Peruana-INDECOPI. <https://es.scribd.com/document/366617176/NTP-400-011-2008>
- NTP 400.012. (2018). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Norma Técnica Peruana, 3ra edición.
- NTP 400.017. (1999). *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. 2da edición, 14. <https://pdfslide.net/documents/norma-tecnica-peruana-tres-400017.html?pe=1>
- NTP 400.037. (2018). *Agregados para el concreto. requisitos*. Norma Técnica Peruana-INDECOPI. <https://es.scribd.com/document/469184279/NTP-400-037-2018>
- Ortiz, M. (2014). *Materiales pétreos y sus propiedades*. El Medio Ambiente. <https://sites.google.com/site/elmedioambienteylatecnologia/materiales-petres-y-sus-propiedades>
- Osorio, E. (2019). *Materiales pétreos y cerámicos*. https://issuu.com/osoriorresestefania/docs/materiales_p_treos_y_cer_micos
- Osorio, J. (2013). *Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión*. Argos 360. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion/>
- Plata, L. (2009). *Establecimiento de bases metodológicas para la obtención de cartografía gravimétrica 1:50.000. aplicación a la modelización 2d y 3d en varias zonas de la península ibérica*. (Archivo PDF). <https://acortar.link/Y9GepZ>

- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., y Velazco, G. (2009). *Manual del concreto estructural* (tercera edición). DOI: 9806403665
- Rivera, A. (2015). *Concreto simple*. In Civilgeeks.com (Ed.), Universidad del Cauca. https://www.academia.edu/13569512/CONCRETO_SIMPLE
- SGM. (2017). *Rocas sedimentarias*. Servicio Geológico Mexicano. <http://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Rocas-sedimentarias.html>
- Solas, A., y Giani, R. (2010). *Tecnología del hormigón* (1st ed.). Universidad Católica de Chile. DOI: 978-956-14-1140-1
- Tafur, K., y Cruz, T. (2013). *Rocas ígneas*. Universidad Peruana Unión, 17. <https://es.slideshare.net/lobi7o/rocas-igneas-29161546>
- Valera, R. (2014). *Manual de geología*. Universidad Nacional de la Plata- CONICET. <https://doi.org/1668-3242>
- Villanueva, T. (2008). *Los áridos*. (Archivo PDF). <https://es.scribd.com/document/377106867/Los-Aridos>

ANEXOS



INFORME: ESTUDIO DE CANTERA, CENTROS DE ACOPIO Y PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS PÉTREOS DE LAS CANTERAS, CERRO CALERO, CENTRO DE ACOPIO NODAZA CONSTRUCTOR Y CARRANZA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO F'C 210 KG/CM²

UBICACIÓN

DISTRITO : Nueva Cajamarca
PROVINCIA : Rioja
DEPARTAMENTO : San Martín

Nueva Cajamarca - Enero del 2022



Christian Evaristo Perles
CHRISTIAN EVARISTO PERLES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

ÍNDICE

I.	GENERALIDADES	3
1.1.	Alcances del trabajo efectuado	3
1.2.	Metodología de estudio de canteras y fuente de agua.....	3
1.3.	Objetivo Principal	4
1.4.	Ubicación y descripción del Proyecto en ejecución	4
1.5.	Accesibilidad.	4
II.	INVESTIGACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	7
2.1.	Trabajos de Campo	7
2.2.	Ubicación y descripción de las canteras	7
2.3.	Recolección de Muestras.	7
2.4.	Trabajos de Laboratorio.....	8
2.5.	Ensayos de Laboratorio	8
2.6.	Trabajo de Gabinete.....	9
III.	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DE CANTERA.....	9
3.1.	Descripción de la Cantera Cerro Calero	9
3.2.	Descripción deL ACentro de Acopio Nodaza.Constructor.....	9
3.3.	Descripción del Centro de Acopio Carranza	10
IV.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE AGREGADOS	
	PÉTREOS (ARENA Y PIEDRA CHANCADA).....	10
4.1.	Cantera Cerro Calero.	10
1.1.	Centro de Acopio Nodaza Constructor	19
1.2.	Centro de Acopio Carranza.....	28
II.	CONCLUSIONES	37
III.	RECOMENDACIONES:.....	38



Christian Edwin Torres Perles
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

I. GENERALIDADES

El informe corresponde al estudio de la cantera Cerro Calero, Centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para conocer las propiedades de agregados pétreos y proponer la elaboración de un concreto hidráulico con resistencia de $f'c$ 210 kg/cm², el cual deben cumplir con parámetros normativos de NTP, ASTM, y aci 211. Para la el desarrollo de la investigación denominada: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS PÉTREOS DE LA CANTERA, CERRO CALERO, CENTRO DE ACOPIO NODAZA CONSTRUCTOR Y CARRANZA, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRAULICO F'c 210 KG/CM²-Nueva Cajamarca**, con la finalidad de complementar los estudios de caracterización de los agregados que permitan ser utilizados en las distintas construcciones del Distrito de nueva Cajamarca y ciudades aledañas, además de la selección de canteras que demuestren la calidad y cantidad de material existente para la construcción.

Los trabajos de campo se orientan a explorar las canteras existentes de fuentes naturales, aluviales y residuales, mediante la recolección de muestras del área de las canteras, se tomaron muestras distribuida de cada una de las exploraciones ejecutadas las mismas que fueres estudiadas en el laboratorio de mecánica de suelos del PEAM

1.1. Alcances del trabajo efectuado

El presente informe es de obtener información necesaria que permita apoderarse de parámetros analísticos para reanalizar un diseño de concreto, por lo que se ha llevado a cabo ensayos de laboratorio sobre los materiales pétreos obtenidos en campo para evaluar sus características y ser utilizadas el concreto hidráulico $f'c$ 210 kg/cm²

1.2. Metodología de estudio de canteras y fuente de agua

El estudio de canteras del presente informe, comprende en la ubicación, investigación y verificación de las propiedades físico, mecánicas y químicas de los materiales pétreos de cantera para la elaboración de concreto hidráulico.

Se seleccionó únicamente aquellas canteras que demuestren la mayor demanda y calidad y cantidad de los materiales existente son adecuados y suficientes para la construcción total de la vía.



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

1.3. Objetivo Principal

Estudiar las características físicas mecánicas de los materiales pétreos que van a ser utilizados en la elaboración de concreto hidráulico f^c 210 kg/cm²

- Ubicación de las canteras
- Toma de muestras
- Ejecución de los ensayos en laboratorio
- Diseño de mezclas
- Conclusiones y recomendaciones

1.4. Ubicación y descripción del Proyecto en ejecución

Se ubica en el distrito de Nueva Cajamarca, Provincia Moyobamba Región San Martín; a una altura promedio respecto al nivel medio del mar de 870.00 m.s.n.m.

Su ubicación Política es:

Región : San Martín

Provincia : Rioja

Distritos : Nueva Cajamarca

Coordenadas de Centro de Acopio Nodaza.Constructor : 255666.00E-9332782.00N

Coordenadas de Cantera Cerro Calero : 245141.71E-9339877.38N

Coordenadas de Centro de Acopio Carranza : 243056.00E-9342971.00N



Imagen 1. Imagen satelital de las Cantera y centros de acopio de la investigación

1.5. Accesibilidad.

El acceso a la zona de trabajo es accesible en todo sentido, por vía terrestre.



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PERLES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

➤ **Cantera Cerro Calero**

Para llegar a la cantera Cerro Calero, se parte de la Plaza de Armas del Distrito de Nueva Cajamarca con dirección a la Provincia de Rioja por la Carretera Fernando Belaunde Terry unos 3,21 kilómetros aproximadamente, luego se toma el camino a la derecha 840 metros hasta la cantera Cerro Calero.



Imagen 2. Imagen satelital (Google Earth), de ubicación de la cantera Cerro Calero

➤ **Centro de Acopio Nodaza Constructor.**

Partiendo de la Plaza de Armas del Distrito de Nueva Cajamarca con dirección a la Provincia de Rioja por la Carretera Fernando Belaunde Terry uno 15,7 kilómetros, se visualiza el Cruce Yuracyacu, luego se toma 100 metros a la derecha hasta la llegar a la Centro de acopio Nodaza Constructor.

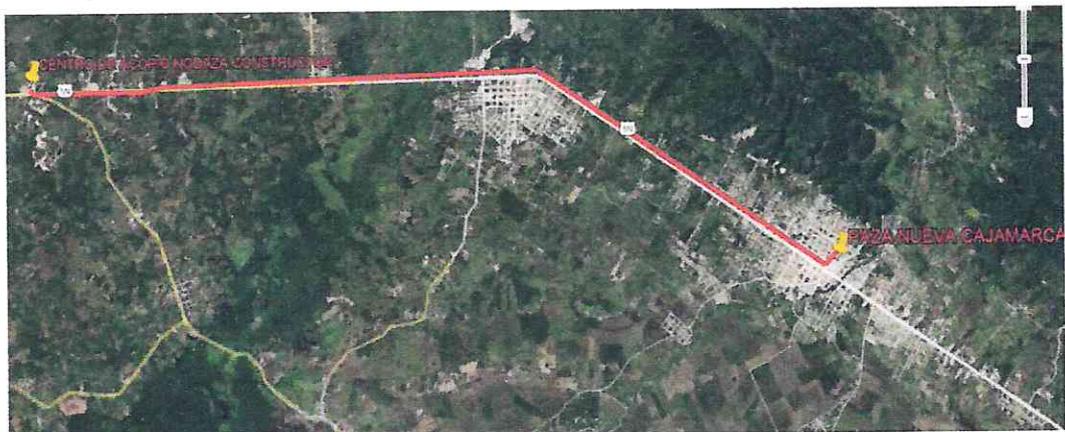


Imagen 3. Imagen satelital (Google Earth) de ubicación de Centro de acopio Nodaza Constructor.



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PERLES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

➤ **Centro de Acopio Carranza**

Partiendo de la Plaza de Armas del Distrito de Nueva Cajamarca con dirección al Distrito de Pardo Miguel Naranjos por la Carretera Fernando Belaunde Terry unos 878 metros, se toma a la izquierda con dirección al Centro Poblado de la Florida, aproximadamente 1,40 kilómetros hasta llegar al centro de acopio Carranza.



Imagen 4. Imagen satelital (Google Earth) de ubicación de la Centro de acopio Carranza.


 CHRISTIAN EDWARD RÍOS PERLES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

II. INVESTIGACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

2.1. Trabajos de Campo

El trabajo consiste en la recopilación de toda la información del material que existente que será empleado como muestras de estudio de laboratorio y utilizados para la elaboración de concreto hidráulico, del mismo modo determinar las características físicas y mecánicas.

Se realizó la caracterización del materiales pétreos y materiales de cerro, las cuales fueron extraídas, registradas y debidamente almacenadas remitidas al laboratorio de PEAM- Nueva Cajamarca, para ser analizadas y dar su interpretación y la determinación del cumplimiento que rige las especificaciones requeridas y establecidas por las normas.

2.2. Ubicación y descripción de las canteras

- **Centro de Acopio Nodaza.Constructor - Río Naranjillo – Sector Rioja**

Los agregados pétreos que la Cantera Nodaza Constructor explota son de extraídos del Río Naranjillo, la Cantera se encuentra a 100 metros de la Carretera Fernando Belaunde Terry, con una altitud de 841 msnm, y con coordenadas UTM 255666.00E-9332782.00N, en el Cruce Yuracyacu, Provincia de Rioja, Departamento San Martin.

- **Cantera Cerro Calero - Cerro de explotación - Sector Nuevo Edén**

Los agregados pétreos que la Cantera Cerro Calero explota son de origen natural, localizada a 840 metros de la Carretera Fernando Belaunde Terry, con una altitud de 868 msnm, y con coordenadas UTM 245141.71E-9339877.38N, en el Sector Keiko Sofia, Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Departamento San Martin.

- **Cantera Carranza – Río Yuracyacu - Sector la Florida.**

Los agregados pétreos que la Cantera Carranza explota son del río Yuracyacu, localizada a 1.36 kilómetros de la Carretera Fernando Belaunde Terry, con una altitud de 860 msnm, y con coordenadas UTM 243056.00E-9342971.00N, en el tramo de la carretera la Florida, Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Departamento San Martin

2.3. Recolección de Muestras.

Para los ensayos de laboratorio programados se tomaron muestras representativas cada una de las canteras, y la cantidad suficiente como para realizar los diferentes ensayos de



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

clasificación e identificación de sus propiedades como elaboración de concreto, luego de tener la suficiente muestra se trasladó al laboratorio para realizar los estudios correspondientes.

2.4. Trabajos de Laboratorio

Con toda la información obtenida en el campo referido a la descripción y ubicación de cada una de las canteras, basado a los resultados que se vienen obteniendo en el laboratorio se podrá obtener las características físicas y mecánicas de los materiales patrios, arena y piedra triturada para la elaboración de diseño de concreto hidráulico.

2.5. Ensayos de Laboratorio

Se ejecutaron los ensayos de laboratorio para determinar las características físico-mecánicas. El programa de ensayos comprende de las siguientes pruebas de laboratorio, Tecnología del Concreto, siguiendo las Normas NTP, AASHTO, ACI 221 y ASTM y son las siguientes

Estudios de laboratorio	Normas
Granulometría del agregado grueso y fino	ASTM D - 422
Peso específico del agregado grueso y fino	NTP 400.021
Peso unitario varillado grueso	ASTM C - 29
Peso unitario varillado fino	ASTM C - 29
Peso unitario suelto fino	ASTM C - 29
Peso unitario suelto grueso	ASTM C - 29
Porcentaje de absorción agregado grueso y fino	AASHTO T - 85
Porcentaje de humedad agregado grueso y fino	ASTM D - 2216
Resistencia a la compresión	NTP 339.034, MTC E 704, ASTM C 39
Curado de testigos	NTP 339.183
Diseño de mezclas de concreto	(METODO ACI 211)
Ensayo de conductividad eléctrica	
Ensayo de espectrómetro de los agregados	



CHRISTIAN E. RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

2.6. Trabajo de Gabinete.

El estudio de gabinete, consistió en la clasificación del tipo agregados que conforma las muestras de cerro natural y de las canteras y su respectiva verificación con los parámetros mínimos que cumplen con las especificaciones técnicas de las normativas correspondientes.

III. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DE CANTERA

De acuerdo a los resultados obtenidos en campo y sobre todo en laboratorio se determina:

3.1. Descripción de la Cantera Cerro Calero

De los ensayos realizados en laboratorio e información de campo se redacta las siguientes características de cada cantera en estudio.

CANTERA CERRO CALERO	
Fuente de explotación	Explotación de cerro natural
Ubicación	UTM 245141.71E-9339877.38N
Propietario	Privado
Rendimiento	70%
Uso	Elaboración de concreto
Periodo de explotación	Todo el año
Método de explotación	Dinamita, chancadora mecánica, zaranda tractor frontal
Tipo de material	Piedra caliza y arena triturada gruesa

3.2. Descripción de la Cantera Centro de Acopio Nodaza Constructor

De los ensayos realizados en laboratorio e información de campo se redacta las siguientes características de cada cantera en estudio.

CANTERA NODAZA.CONSTRUCTOR	
Fuente de explotación	Rio Naranjillo
Ubicación	UTM 255666.00E-9332782.00N
Propietario	Privado
Rendimiento	85%
Uso	Elaboración de concreto

Periodo de explotación	Todo el año
Método de explotación	Tractor, volquetes, chancadora mecánica, zaranda, tractor frontal
Tipo de material	Canto rodado, hormigón, arena gruesa, piedra triturada

3.3. Descripción del Centro de Acopio Carranza

De los ensayos realizados en laboratorio e información de campo se redacta las siguientes características de cada cantera en estudio.

CANTERA CARRANZA

Fuente de explotación	RIO YURACYACU
Ubicación	UTM 255666.00E-9332782.00N
Propietario	Privado
Rendimiento	25%
Uso	Elaboración de concreto
Periodo de explotación	Todo el año
Método de explotación	Tractor, volquetes, chancadora mecánica, zaranda, tractor frontal
Tipo de material	Canto rodado, hormigón, arena gruesa, piedra triturada

IV. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE AGREGADOS PÉTREOS (ARENA Y PIEDRA CHANCADA)

4.1. Cantera Cerro Calero.

Los materiales pétreos de la cantera Cerro Calero son obtenidas de cerro natural, con una explotación mecánica, las cuales los resultados de análisis de laboratorio se detallan en las siguientes tablas.

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Keiko Sofia- Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Cantera Cerro Calero – Cerro natural
Material:	Arena Zarandeada
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.75	24.46	24.52
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	151.64	151.77	151.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	149.51	149.61	149.52
PESO DEL AGUA grs	2.13	2.16	1.73
PESO DEL SUELO SECO grs	124.76	125.15	125.00
% DE HUMEDAD	1.71	1.73	1.38
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.61		

ABSORCION AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.82	25.48	23.82
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	155.50	155.84	157.31
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	154.99	155.37	156.64
PESO DEL AGUA grs	0.51	0.47	0.67
PESO DEL SUELO SECO grs	130.17	129.89	132.82
% DE ABSORCION	0.33	0.30	0.43
PROMEDIO % ABSORCION	0.35		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Keiko Sofia- Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Cantera Cerro Calero – Cerro natural
Material:	Piedra chancada zarandeada de ½"
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	25.36	24.08	24.65
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	179.95	152.94	152.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	179.50	152.56	151.85
PESO DEL AGUA grs	0.45	0.38	0.40
PESO DEL SUELO SECO grs	154.14	128.48	127.20
% DE HUMEDAD	0.29	0.30	0.31
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.30		

ABSORCION AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	25.47	24.69	24.52
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	152.35	152.48	152.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	150.80	150.88	150.36
PESO DEL AGUA grs	1.55	1.60	1.89
PESO DEL SUELO SECO grs	125.33	126.19	125.84
% DE ABSORCION	1.03	1.06	1.26
PROMEDIO % DE HUMEDAD	1.12		

Proyecto: Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm²

Localización: Keiko Sofía- Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Cantera Cerro Calero – Cerro natural

Material: Arena Zarandeada

Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado

PESO ESPECIFICO

			1	2	3
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE)	gr.	233.65	234.15	233.85
B	PESO FRASCO + AGUA	gr.	655.52	656.36	655.48
C	PESO FRASCO + AGUA + A	gr.	889.17	890.51	889.33
D	PESO DEL MATERIAL + AGUA EN EL FRASCO	gr.	731.80	730.62	730.88
E	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIO	gr	157.37	159.89	158.45
F	PESO DE MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)	gr	122.25	118.70	120.52
G	VOLUMEN DE MASA	cc	45.97	44.44	45.12
	PE APARENTE (BASE SECA)	gr./cc	2.66	2.67	2.67
PROMEDIO DE PESO ESPECIFICO		gr./cc	2.67		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Keiko Sofia- Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Cantera Cerro Calero - Cantera de cerro natural
Material:	Piedra Chancada de 1/2"
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

PESO ESPECIFICO - AASHTO T - 84

		1	2	3	
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE)	gr.	126.55	127.79	126.98
B	LECTURA INICIAL	gr.	250.00	250.00	250.00
C	LECTURA FINAL	cc	300.00	300.00	300.00
D	VOLUMEN EXPANDIDO	gr.	50.00	50.00	50.00
E	VOLUMEN DE MASA (C - (A - D))	cc	223.45	222.21	223.02
	PE APARENTE (BASE SECA) (D / E)	gr./cc	2.53	2.56	2.54
Promedio de peso especifico		gr./cc	2.54		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Keiko Sofia- Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Cantera Cerro Calero - Cantera de cerro natural
Material:	Arena Zarandeada
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	39,390	39,530	39,580	kg.
PESO DE MOLDE	4,080	4,080	4,080	kg.
PESO DE MATERIAL	35,310	35,450	35,500	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	m ³
PESO UNITARIO	1,248	1,253	1,254	kg./m ³
PROMEDIO PUS	1,252			kg./m ³

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	42,420	42,640	42,500	kg.
PESO DE MOLDE	4,080	4,080	4,080	kg.
PESO DE MATERIAL	38,340	38,560	38,420	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	kg.
PESO UNITARIO	1,355	1,363	1,358	kg./m ³
PROMEDIO PUV	1,358			kg./m ³

Proyecto: Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm²

Localización: Keiko Sofia- Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Cantera Cerro Calero - Cantera de cerro natural

Material: Piedra Chancada de 1/2"

Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado

Fecha: Enero del 2022

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	48,350	48,480	48,370	kg.
PESO DE MOLDE	4,080	4,080	4,080	kg.
PESO DE MATERIAL	44,270	44,400	44,290	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	m ³
PESO UNITARIO	1,564	1,569	1,565	kg./m ³
PROMEDIO PUS	1,566			kg./m ³

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29

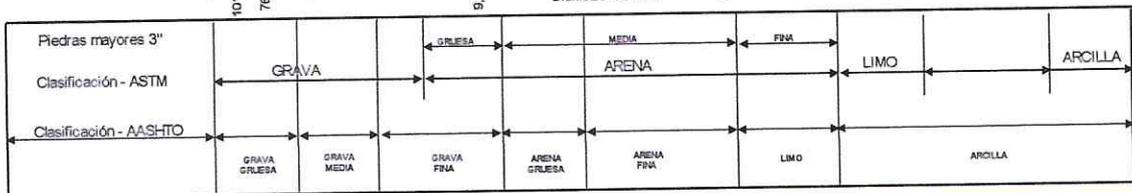
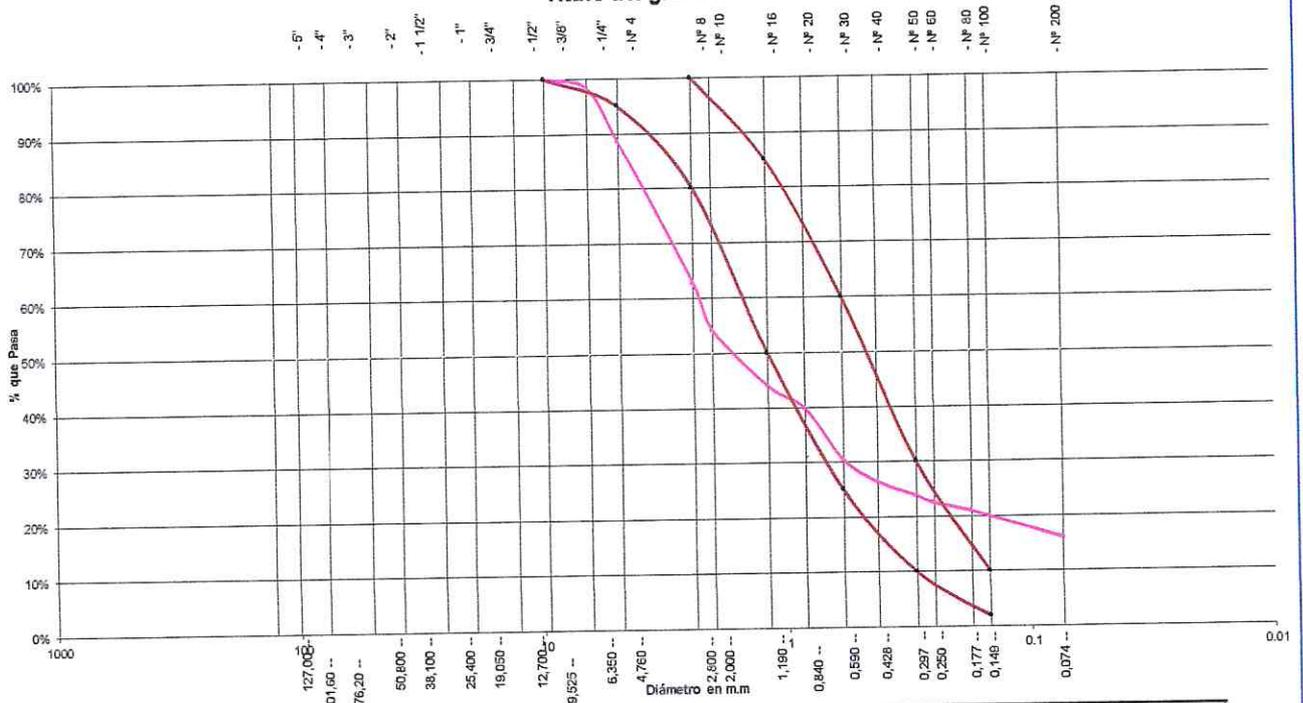
ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	52,840	52,720	52,640	kg.
PESO DE MOLDE	4,660	4,660	4,660	kg.
PESO DE MATERIAL	48,180	48,060	47,980	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	kg.
PESO UNITARIO	1,702	1,698	1,695	kg./m ³
PROMEDIO PUV	1,699			kg./m ³

Proyecto: Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza
 Localización: Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm²
 Muestra: Keiko Sofia- Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
 Material: Cantera de cerro natural
 Para Uso: Arena Zarandeada
 Fecha: Diseño de Mezcla por Separado
 Enero del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:	
Ø	(mm)						Modulo de Fineza AF:	3.31
5"	127.00						Modulo de Fineza AG:	
4"	101.60						Equivalente de Arena:	
3"	76.20						Descripción Muestra: Arena Zarandeada	
2"	50.80						SUCS =	
1 1/2"	38.10						AASHTO =	
1"	25.40						LL =	WT =
3/4"	19.050						LP =	WT+SAL =
1/2"	12.700						IP =	WSAL =
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	IG =	% Terrones = 0.12
1/4"	6.350	49.32	1.64%	1.64%	98.36%	98%	D 90 =	Par. Liviana: = 0.08
Nº 4	4.760	292.90	9.76%	11.41%	88.59%	95%	D 60 =	%ARC. =
Nº 8	2.380	775.33	25.84%	37.25%	62.75%	80%	D 30 =	%ERR. =
Nº 10	2.000	256.65	8.56%	45.81%	54.19%	50%	D 10 =	Cc =
Nº 16	1.190	307.17	10.24%	56.05%	43.95%	60%		Cu =
Nº 20	0.840	124.88	4.16%	60.21%	39.79%	25%	Observaciones:	
Nº 30	0.590	280.62	9.35%	69.56%	30.44%	60%	Arena Zarandeada Cantera Cerro Calero - Sector Keiko Sofia	
Nº 40	0.426	121.79	4.06%	73.62%	26.38%			
Nº 50	0.297	76.37	2.55%	76.17%	23.83%	10%		
Nº 60	0.250	41.22	1.37%	77.54%	22.46%			
Nº 80	0.177	44.13	1.47%	79.01%	20.99%			
Nº 100	0.149	42.86	1.43%	80.44%	19.56%	2%		
Nº 200	0.074	88.17	2.94%	83.38%	16.62%	10%		
Fondo	0.01	498.59	16.62%	100.00%	0.00%			
PESO INICIAL		3000.00						

Título del gráfico



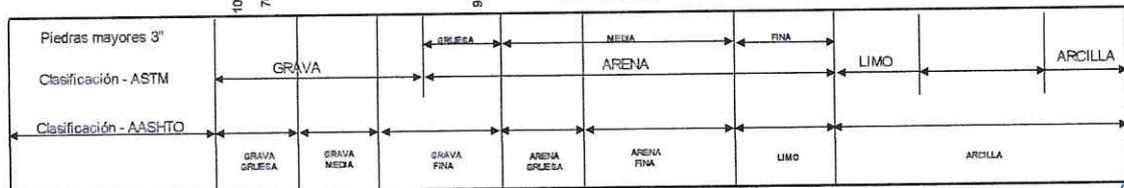
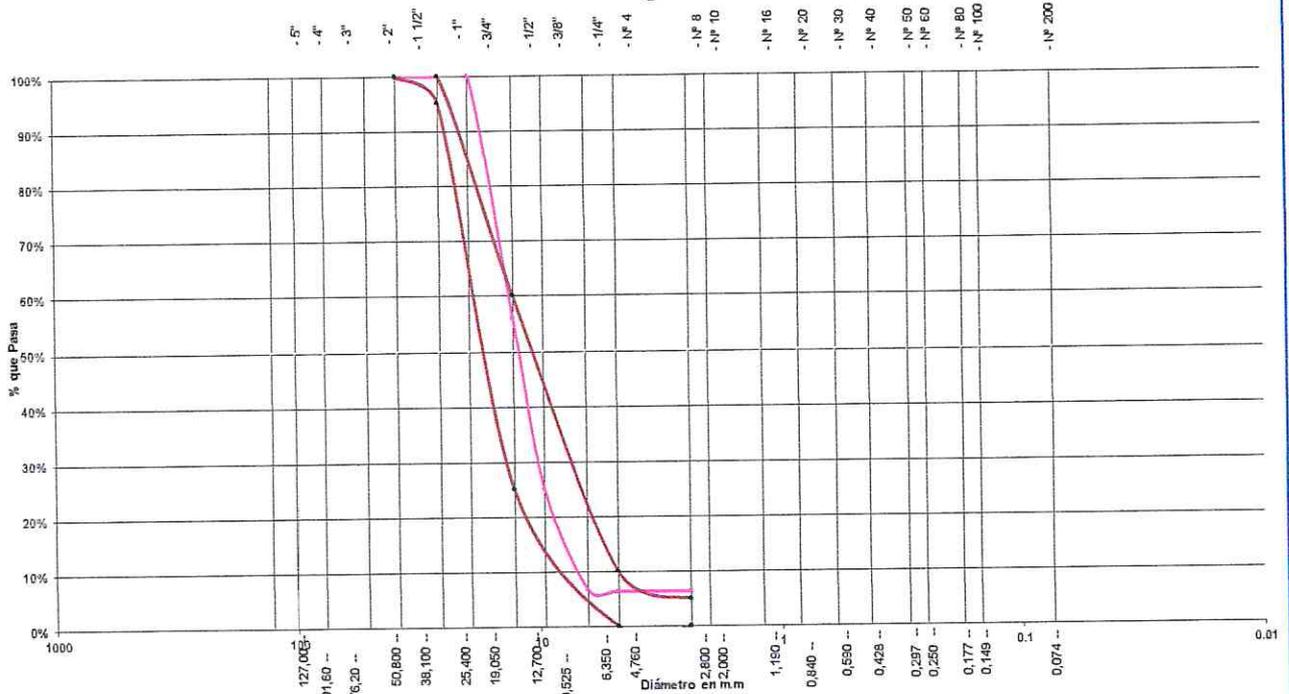
Proyecto: Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza
Localización: Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico $P_c 210 \text{ kg/cm}^2$
Muestra: Keiko Sofia- Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Material: Cantera de cerro natural
Para Uso: Piedra Chancada de 1/2"
Fecha: Diseño de Mezcla por Separado
 Enero del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa		
Ø	(mm)						
5"	127.00						
4"	101.60						
3"	76.20						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	95%	100%
3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1/2"	12.700	1319.95	44.00%	44.00%	56.00%	25%	60%
3/8"	9.525	929.55	30.99%	74.98%	25.02%		
1/4"	6.350	549.40	18.31%	93.30%	6.70%		
Nº 4	4.760	9.85	0.33%	93.63%	6.38%	0%	10%
Nº 8	2.380	0.85	0.03%	93.65%	6.35%	0%	5%
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426						
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
Fondo	0.01						
PESO INICIAL	3000.00						

Tamaño Máximo:	
Modulo de Fineza AF:	
Modulo de Fineza AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	Piedra Chancada Zarandeada
SUCS =	AASHTO =
LL =	WT =
LP =	WT+SAL =
IP =	WSAL =
IG =	% Terrones = 0.03
	Par. Livianas = 0.23
D 90 =	%ARC. = 0.00
D 60 =	%ERR. =
D 30 =	Ce =
D 10 =	Cu =
Observaciones:	
Piedra Chancada Zarandeada de Tamaño Máximo 1 1/2 de Cantera Rio Naranjillo - Sector Tupac Amaru	

Título del gráfico



Resumen de ensayos de la cantera Cerro Calero

Ensayos de laboratorio	Unidad	Resultado
Módulo de Fineza del agregado fino	%	3,31
Peso específico del agregado grueso	g/cm ³	2,54
Peso específico del agregado fino	g/cm ³	2,67
Peso unitario varillado agregado grueso	kg/m ³	1,699
Peso unitario varillado agregado fino	kg/m ³	1,358
Peso unitario suelto agregado fino	kg/m ³	1,252
Peso unitario suelto agregado grueso	kg/m ³	1,566
Porcentaje de absorción agregado grueso	%	1,12
Porcentaje de absorción agregado fino	%	0,35
Porcentaje de humedad agregado grueso	%	0,30
Porcentaje de humedad agregado fino	%	1,61
Contenido de cloruro	ppm	43,37
Contenido de sulfatos	ppm	29,08
Contenidos de sales	ppm	102,98

1.1. Centro de Acopio Nodaza Constructor

Los materiales pétreos del centro de acopio Nodaza Constructor, son obtenidas de Rio Naranjillo, con una explotación mecánica, las cuales los resultados de análisis de laboratorio se detallan en la siguiente tabla.

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Cruce yuracyacu - Dist. Rioja / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Nodaza Constructor - Rio Naranjillo
Material:	Arena Zarandeada
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.72	24.71	24.65
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	151.91	151.77	151.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	148.99	148.76	148.65
PESO DEL AGUA grs	2.92	3.01	2.60
PESO DEL SUELO SECO grs	124.27	124.05	124.00
% DE HUMEDAD	2.35	2.43	2.10
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.29		

ABSORCION AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.54	24.25	24.11
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	152.65	153.45	152.65
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	151.25	152.05	151.25
PESO DEL AGUA grs	1.40	1.40	1.40
PESO DEL SUELO SECO grs	126.71	127.80	127.14
% DE ABSORCION	0.93	0.92	0.93
PROMEDIO % ABSORCIÓN	0.92		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Cruce yuracyacu - Dist. Rioja / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Nodaza Constructor - Rio Naranjillo
Material:	Piedra Chancada de 1/2"
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.79	24.68	24.52
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	156.91	165.80	165.24
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	156.53	165.25	164.65
PESO DEL AGUA grs	0.38	0.55	0.59
PESO DEL SUELO SECO grs	131.74	140.57	140.13
% DE HUMEDAD	0.29	0.39	0.42
PROMEDIO % DE HUMEDAD	0.37		

ABSORCION AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	22.82	23.81	23.65
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	151.14	151.23	151.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	149.57	149.28	149.65
PESO DEL AGUA grs	1.57	1.95	1.60
PESO DEL SUELO SECO grs	126.75	125.47	126.00
% DE ABSORCION	1.05	1.31	1.07
PROMEDIO % ABSORCION	1.14		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Cruce yuracyacu - Dist. Rioja / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Nodaza Constructor - Rio Naranjillo
Material:	Arena Zarandeada
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

PESO ESPECIFICO

		1	2	3
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE)	gr. 235.65	235.45	234.88
B	PESO FRASCO + AGUA	gr. 655.25	655.36	655.51
C	PESO FRASCO + AGUA + A	gr. 890.90	890.81	890.39
D	PESO DEL MATERIAL + AGUA EN EL FRASCO	gr. 733.53	730.92	731.94
E	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIO	gr 157.37	159.89	158.45
F	PESO DE MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)	gr 125.98	121.85	123.54
G	VOLUMEN DE MASA	cc 47.70	46.29	47.11
	PE APARENTE (BASE SECA)	gr./cc 2.64	2.63	2.62
PROMEDIO PESO ESPECIFICO			2.63	

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Cruce yuracyacu - Dist. Rioja / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Nodaza Constructor - Rio Naranjillo
Material:	Piedra Chancada de 1/2"
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

PESO ESPECIFICO AASHTO T - 84

			1	2	3
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE)	gr.	128.31	127.42	127.65
B	LECTURA INICIAL	gr.	250.00	250.00	250.00
C	LECTIRA FINAL	cc	300.00	300.00	300.00
D	VOLUMEN EXPANDIDO	gr.	50.00	50.00	50.00
E	VOLUMEN DE MASA	cc	221.69	222.58	222.35
	PE APARENTE (BASE SECA)	gr./cc	2.57	2.55	2.55
PROMEDIO DE PESO ESPECFICO		gr./cc	2.56		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Cruce yuracyacu - Dist. Rioja / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Nodaza Constructor - Rio Naranjillo
Material:	Arena Zarandeada
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	39,690	39,650	39,480	kg.
PESO DE MOLDE	4,080	4,080	4,080	kg.
PESO DE MATERIAL	35,610	35,570	35,400	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	m ³
PESO UNITARIO	1,258	1,257	1,251	kg./m ³
PROMEDIO PUS	1,255			kg./m ³

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	43,490	43,530	43,480	kg.
PESO DE MOLDE	4,080	4,080	4,080	kg.
PESO DE MATERIAL	39,410	39,450	39,400	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	kg.
PESO UNITARIO	1,393	1,394	1,392	kg./m ³
PROMEDIO PUV	1,393			kg./m ³

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Cruce yuracyacu - Dist. Rioja / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Nodaza Constructor - Rio Naranjillo
Material:	Piedra Chancada de 1/2"
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	48,220	48,200	48,240	kg.
PESO DE MOLDE	4,080	4,080	4,080	kg.
PESO DE MATERIAL	44,140	44,120	44,160	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	m3
PESO UNITARIO	1,560	1,559	1,560	kg./m3
PROMEDIO PUS	1,560			kg./m3

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	51,590	51,330	51,280	kg.
PESO DE MOLDE	4,660	4,660	4,660	kg.
PESO DE MATERIAL	46,930	46,670	46,620	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	kg.
PESO UNITARIO	1,658	1,649	1,647	kg./m3
PROMEDIO PUV	1,652			kg./m3

Proyecto: Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm²

Localización: Cruce yaracayacu - Dist. Rioja / Prov. rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Centro de Acopio Nodaza Constructor - Río Naranjillo

Material: Arena Zarandeada

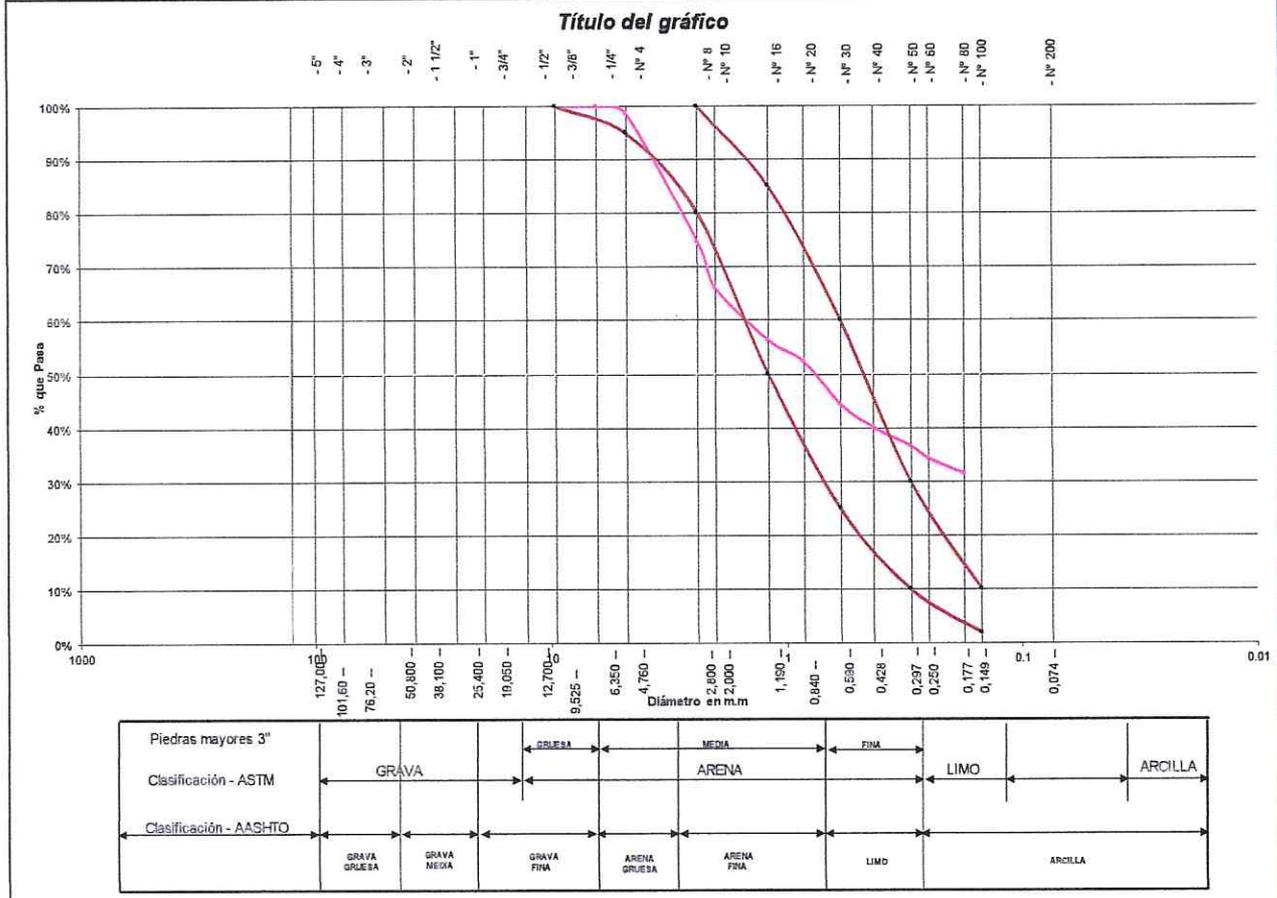
Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	
Ø	(mm)						
5"	127.00						
4"	101.60						
3"	76.20						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
Nº 4	4.760	39.84	1.33%	1.33%	98.67%	98%	100%
Nº 8	2.380	721.79	24.06%	25.39%	74.61%	80%	100%
Nº 10	2.000	257.70	8.59%	33.98%	66.02%		
Nº 16	1.190	291.15	9.71%	43.68%	56.32%	50%	85%
Nº 20	0.840	120.67	4.02%	47.71%	52.30%		
Nº 30	0.590	239.14	7.97%	55.68%	44.32%	25%	60%
Nº 40	0.426	127.92	4.26%	59.94%	40.06%		
Nº 50	0.297	103.11	3.44%	63.38%	36.62%	10%	30%
Nº 60	0.250	67.36	2.25%	65.62%	34.38%		
Nº 80	0.177	85.33	2.84%	68.47%	31.53%		
Nº 100	0.149	92.20	3.07%	71.54%	28.46%	2%	10%
Nº 200	0.074	192.39	6.41%	77.95%	22.05%		
Fondo	0.01	661.40	22.05%	100.00%	0.00%		
PESO INICIAL		3000.00					

Tamaño Máximo:	2.61
Módulo de Finera AF:	
Módulo de Finera AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	Arena Zarandeada
SUCS =	AASHTO =
LL =	WT =
LP =	WT+SAL =
IP =	WSAL =
IG =	% Terrones = 0.12
	Par. Lávianas = 0.08
D 90 =	%ARC. = 22.05
D 60 =	%ERR. =
D 30 =	Cc =
D 10 =	Cu =
Observaciones:	

Arena Zarandeada del Río Naranjillo - Sector Tupac Amari



Proyecto: Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm²

Localización: Cruce yurayacu - Dist. Rioja / Prov. rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Centro de Acopio Nodaza Constructor - Río Naranjillo

Material: Piedra Chancada de 1/2"

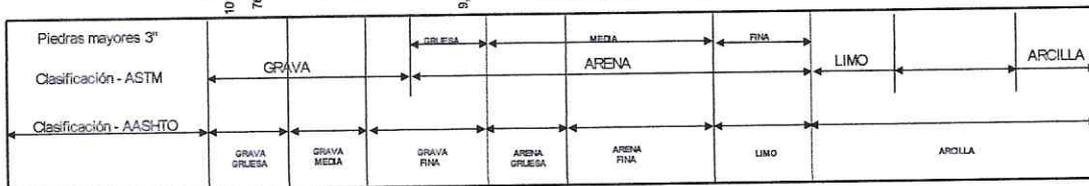
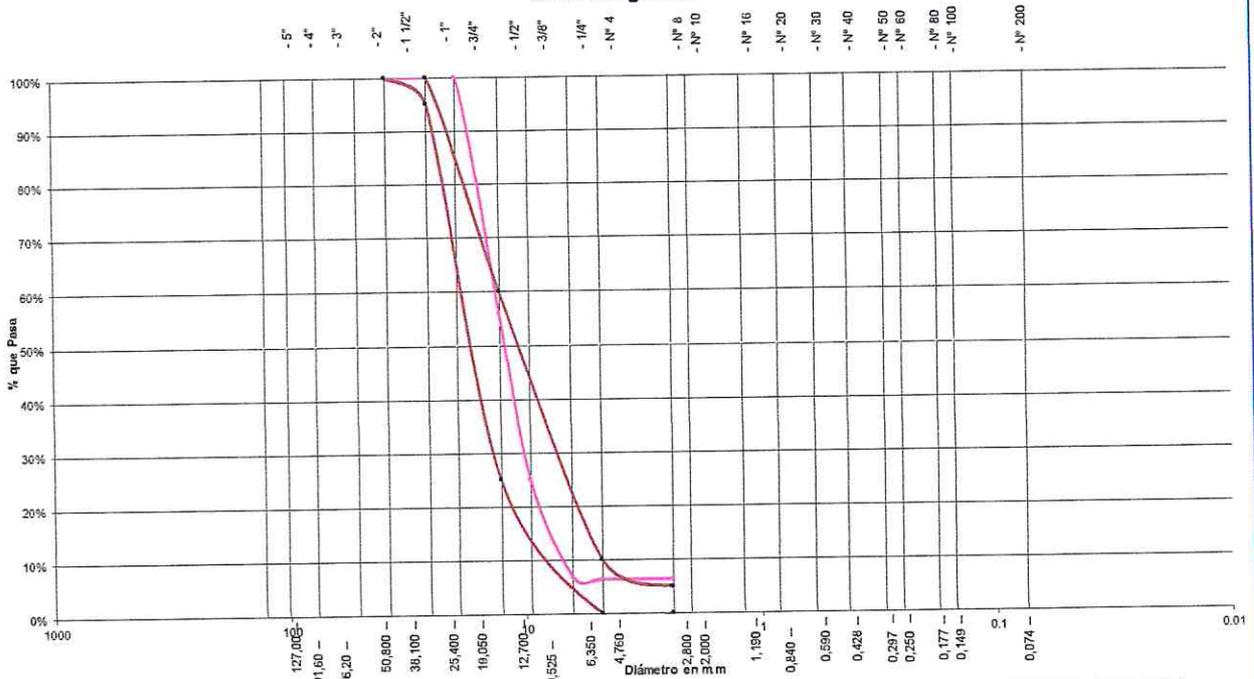
Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa		
Ø	(mm)					SUCS =	AASHTO =
5"	127.00						
4"	101.60						
3"	76.20						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	95%	100%
3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1/2"	12.700	1938.00	64.60%	64.60%	35.40%	25%	60%
3/8"	9.525	615.40	20.51%	85.11%	14.89%		
1/4"	6.350	247.80	8.26%	93.37%	6.63%		
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	93.37%	6.63%	0%	10%
Nº 8	2.380	0.00	0.00%	93.37%	6.63%	0%	5%
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.425						
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
Fondo	0.01						
PESO INICIAL		3000.00					

Tamaño Máximo:	
Modulo de Finesa AF:	
Modulo de Finesa AG:	
Equivalente de Arena:	
Descripción Muestra:	Piedra Chancada Zarandeada
LL =	WT =
LP =	WT+SAL =
IP =	WSAL =
IG =	% Terrones = 0.03
D 90 =	Par. Lúvianas = 0.23
D 60 =	%ARC. = 0.00
D 30 =	%ERR. =
D 10 =	Cc =
	Cu =
Observaciones :	
Piedra Chancada Zarandeada de Tamaño Máximo 1 1/2" de Cantera Río Naranjillo - Sector Typac Amaru	

Título del gráfico



Resumen de ensayos del Centro de Acopio Nodaza Constructor

Ensayos de laboratorio	Unidad	Resultado
Módulo de Fineza del agregado fino	%	2,61
Peso específico del agregado grueso	g/cm ³	2,56
Peso específico del agregado fino	g/cm ³	2,63
Peso unitario varillado agregado grueso	kg/m ³	1,652
Peso unitario varillado agregado fino	kg/m ³	1,393
Peso unitario suelto agregado fino	kg/m ³	1,255
Peso unitario suelto agregado grueso	kg/m ³	1,560
Porcentaje de absorción agregado grueso	%	1,14
Porcentaje de absorción agregado fino	%	0,92
Porcentaje de humedad agregado grueso	%	0,37
Porcentaje de humedad agregado fino	%	2,29
Cantidad de cloruros	ppm	37,38
Cantidad s de sulfatos	ppm	22,09
Cantidad de sales	ppm	81,45

1.2. Centro de Acopio Carranza

Los materiales pétreos del centro de acopio Carranz, son obtenidas del Rio Yuracyacu, con una explotación mecánica, las cuales los resultados de análisis de laboratorio se detallan en la siguiente tabla.

Proyecto: Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm²

Localización: Carre. Florida - Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Centro de Acopio Carranza - Rio Yuracyacu

Material: Arena Zarandeada

Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado

Fecha: Enero -2022

HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.98	24.76	24.52
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	150.66	150.58	150.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	145.98	145.76	145.65
PESO DEL AGUA grs	4.68	4.82	4.60
PESO DEL SUELO SECO grs	121.00	121.00	121.13
% DE HUMEDAD	3.87	3.98	3.80
PROMEDIO % DE HUMEDAD	3.88		

ABSORCION AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.88	24.79	24.65
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	158.98	157.04	157.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	157.98	156.55	156.69
PESO DEL AGUA grs	1.00	0.49	0.56
PESO DEL SUELO SECO grs	133.10	131.76	132.04
% DE ABSORCION	0.63	0.31	0.36
PROMEDIO % ABSORCION	0.43		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Carre. Florida - Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Carranza - Rio Yuracyacu
Material:	Piedra chancada zarandeada de ½"
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.55	24.59	24.65
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	151.66	151.23	151.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	148.39	148.31	148.25
PESO DEL AGUA grs	3.27	2.92	3.00
PESO DEL SUELO SECO grs	123.84	123.72	123.60
% DE HUMEDAD	2.64	2.36	2.43
PROMEDIO % DE HUMEDAD	2.48		

ABSORCION AASHTO T - 85

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	24.86	24.79	24.65
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	158.98	157.04	157.65
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	157.87	156.52	156.40
PESO DEL AGUA grs	1.11	0.52	1.25
PESO DEL SUELO SECO grs	133.01	131.73	131.75
% DE ABSORCION	0.70	0.33	0.80
PROMEDIO % ABSORCIO	0.61		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Carre. Florida - Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Carranza - Rio Yuracyacu
Material:	Arena Zarandeada
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero -2022

PESO ESPECIFICO

				1	2	3
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE)	gr.		225.65	228.54	225.17
B	PESO FRASCO + AGUA	gr.		655.25	655.36	655.51
C	PESO FRASCO + AGUA + A	gr.		880.90	883.90	880.68
D	PESO DEL MATERIAL + AGUA EN EL FRASCO	gr.		723.53	724.01	722.23
E	VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIO	gr		157.37	159.89	158.45
F	PESO DE MATERIAL SECO EN ESTUFA (105° C)	gr		110.20	110.52	107.25
G	VOLUMEN DE MASA	cc		41.92	41.87	40.53
	PE APARENTE (BASE SECA)	gr./cc		2.63	2.64	2.65
	PROMEDIO PESO ESPECIFICO	gr./cc		2.64		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Carre. Florida - Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Carranza - Rio Yuracyacu
Material:	Piedra chancada zarandeada de 1/2"
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

PESO ESPECIFICO AASHTO T - 84

				1	2	3
A	PESO MATERIAL SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE)	gr.		132.24	132.06	132.25
B	LECTURA INICIAL	gr.		250.00	250.00	250.00
C	LECTURA FINAL	cc		300.00	300.00	300.00
D	VOLUMEN EXPANDIDO	gr.		50.00	50.00	50.00
E	VOLUMEN DE MASA	cc		217.76	217.94	217.75
	PE APARENTE (BASE SECA)	gr./cc		2.64	2.64	2.65
	PROMEDIO PESO ESPECIFICO	gr./cc		2.64		

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Carre. Florida - Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Carranza - Rio Yuracyacu
Material:	Arena Zarandeada
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado
Fecha:	Enero del 2022

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	47,680	46,080	48,850	kg.
PESO DE MOLDE	4,080	4,080	4,080	kg.
PESO DE MATERIAL	43,600	42,000	44,770	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	m ³
PESO UNITARIO	1,541	1,484	1,582	kg./m ³
PROMEDIO PUV	1,536			kg./m ³

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	52,100	52,970	52,460	kg.
PESO DE MOLDE	4,080	4,080	4,080	kg.
PESO DE MATERIAL	48,020	48,890	48,380	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	kg.
PESO UNITARIO	1,697	1,728	1,710	kg./m ³
PROMEDIO PUV	1,711			kg./m ³

Proyecto:	Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm ²
Localización:	Carre. Florida - Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín
Muestra:	Centro de Acopio Carranza - Rio Yuracyacu
Material:	Piedra chancada zarandeada de ½"
Para Uso:	Diseño de Mezcla por Separado

PESO UNITARIO SUELTO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	45,950	46,800	46,310	kg.
PESO DE MOLDE	4,080	4,080	4,080	kg.
PESO DE MATERIAL	41,870	42,720	42,230	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	m ³
PESO UNITARIO	1,480	1,510	1,492	kg./m ³
PROMEDIO PUS	1,494			kg./m ³

PESO UNITARIO VARILLADO ASTM C - 29

ENSAYO.	1	2	3	
PESO DE MOLDE + MATERIAL	48,220	49,230	49,340	kg.
PESO DE MOLDE	4,660	4,660	4,660	kg.
PESO DE MATERIAL	43,560	44,570	44,680	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0283	0.0283	0.0283	kg.
PESO UNITARIO	1,539	1,575	1,579	kg./m ³
PROMEDIO PUV	1,564			kg./m ³

Proyecto: Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico f'c 210 kg/cm²

Localización: Carre. Florida - Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Centro de Acopio Carranza - Río Yuracyacu

Material: Arena Zarandeada

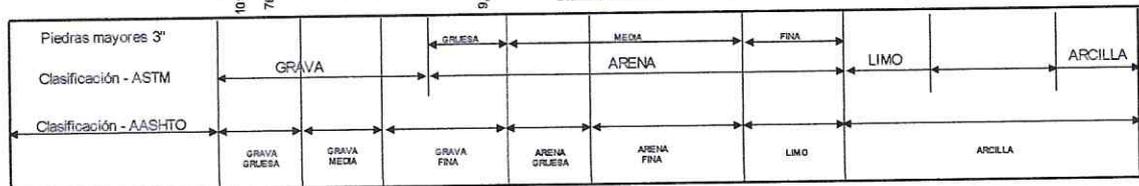
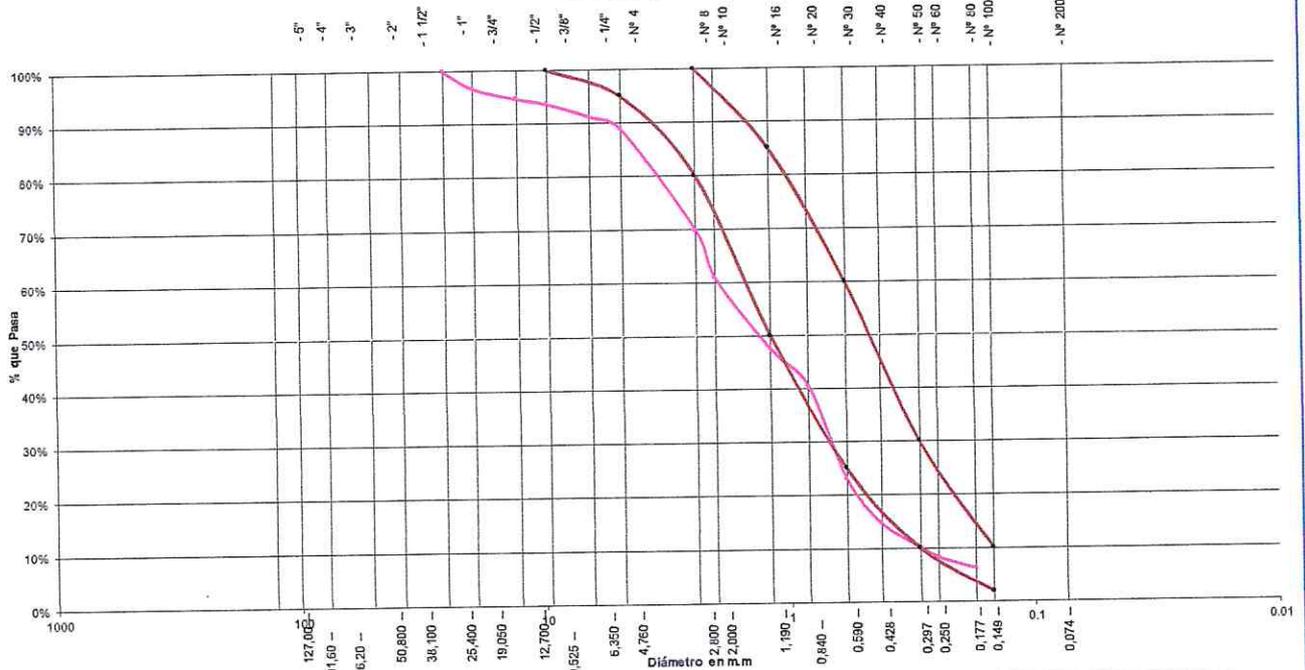
Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado

Fecha: Enero del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:		
Ø	(mm)						Modulo de Fineza AF:	3.56	
5"	127.00						Modulo de Fineza AG:		
4"	101.60						Equivalente de Arena:		
3"	76.20						Descripción Muestra:	Arena Zarandeada	
2"	50.80						SUCS =	AASHTO =	
1 1/2"	38.10						LL =	WT =	
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		LP =	WT+SAL =	
3/4"	19.050	101.72	3.39%	3.39%	96.61%		IP =	WSAL =	
1/2"	12.700	58.44	1.95%	5.34%	94.66%		IG =	% Terrones = 0.12	
3/8"	9.525	31.56	1.05%	6.39%	93.61%	100%	D	Par. Livianas = 0.08	
1/4"	6.350	75.06	2.50%	8.89%	91.11%		D	%ARC. = 2.92	
Nº 4	4.760	67.47	2.25%	11.14%	88.86%	95%	D	%ERR. =	
Nº 8	2.380	570.77	19.03%	30.17%	69.83%	80%	D	Cc =	
Nº 10	2.000	263.40	8.78%	38.95%	61.05%		D	Cu =	
Nº 16	1.190	406.60	13.55%	52.50%	47.50%	50%	D	10=	
Nº 20	0.840	210.62	7.02%	59.52%	40.48%		Observaciones :		
Nº 30	0.590	523.47	17.45%	76.97%	23.03%	25%	Arena Zarandeada del Río Naranjillo - Sector Tupac Amaru		
Nº 40	0.426	249.49	8.32%	85.29%	14.71%				
Nº 50	0.297	133.33	4.44%	89.73%	10.27%	10%			
Nº 60	0.250	57.62	1.92%	91.65%	8.35%				
Nº 80	0.177	61.92	2.06%	93.72%	6.28%				
Nº 100	0.149	46.19	1.54%	95.26%	4.74%	2%			
Nº 200	0.074	54.81	1.83%	97.08%	2.92%	10%			
Fondo	0.01	87.53	2.92%	100.00%	0.00%				
PESO INICIAL		3000.00							

Título del gráfico



Proyecto: Estudio de cantera, centros de acopio y propiedades físicas y mecánicas de los agregados pétreos de las canteras, Cerro Calero, centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de concreto hidráulico Fc 210 kg/cm²

Localización: Carre. Florida - Dist. Nueva Cajamarca / Prov. rioja / Dpto. San Martín

Muestra: Centro de Acopio Carranza - Río Yuracayacu

Material: Piedra chancada zarandeada de 1/2"

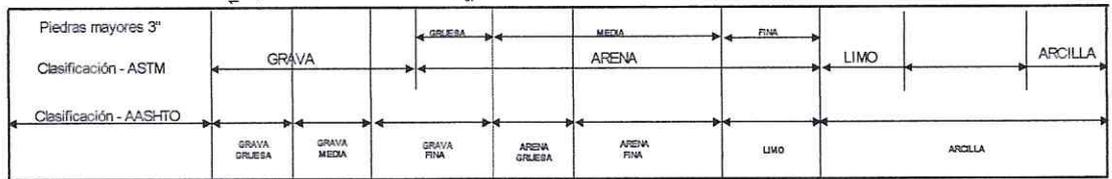
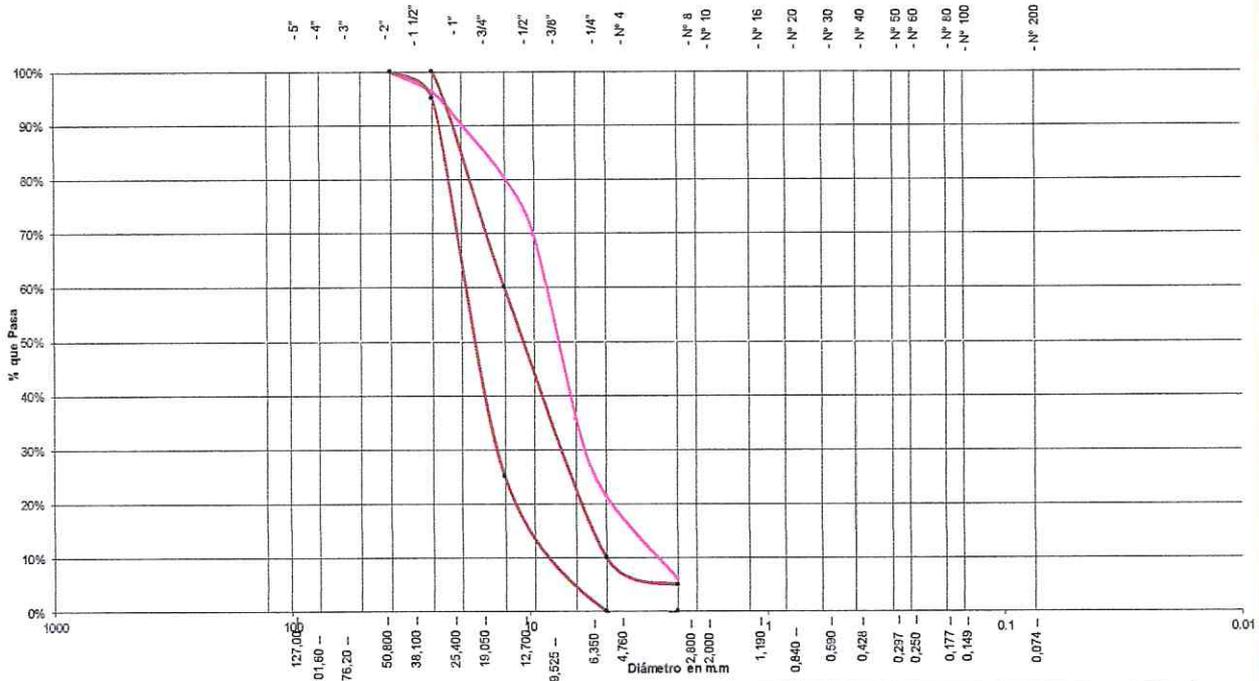
Para Uso: Diseño de Mezcla por Separado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa			Tamaño Máximo:	
Ø	(mm)								
5"	127.00								Modulo de Fineza AG:
4"	101.60								Equivalente de Arena:
3"	76.20								Descripción Muestra:
2"	50.80								Piedra Chancada Zarandeada
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%		
1"	25.40	83.39	3.71%	3.71%	96.29%	95%	100%	SUCS =	AASHTO =
3/4"	19.050	139.62	6.21%	9.91%	90.09%			LL =	WT =
1/2"	12.700	217.09	9.65%	19.56%	80.44%	25%	60%	LP =	WT+SAL =
3/8"	9.525	239.90	10.66%	30.22%	69.78%			IP =	WSAL =
1/4"	6.350	766.33	34.06%	64.28%	35.72%			IG =	% Terrones = 0.03
Nº 4	4.760	323.54	14.38%	78.66%	21.34%	0%	10%		Par. Livianas = 0.23
Nº 8	2.380	344.92	15.33%	93.99%	6.01%	0%	5%	D 90=	%ARC. = 0.00
Nº 10	2.000							D 60=	%ERR. =
Nº 16	1.190							D 30=	Ce =
Nº 20	0.840							D 10=	Cu =
Nº 30	0.590								Observaciones :
Nº 40	0.426								
Nº 50	0.297								
Nº 60	0.250								
Nº 80	0.177								
Nº 100	0.149								
Nº 200	0.074								
Fondo	0.01								
PESO INICIAL		2250.00							

Piedra Chancada Zarandeada de Tamaño Máximo 1 1/2 de Cantera Río Naranjillo - Sector Tupac Amaru

Curva Granulométrica



Resumen de ensayos de laboratorio del Centro de Acopio Carranza

Ensayos de laboratorio	Unidad	Resultado
Módulo de Fineza del agregado fino	%	3,56
Peso específico del agregado grueso	g/cm ³	2,64
Peso específico del agregado fino	g/cm ³	2,64
Peso unitario varillado agregado grueso	kg/m ³	1,564
Peso unitario varillado agregado fino	kg/m ³	1,711
Peso unitario suelto agregado fino	kg/m ³	1,536
Peso unitario suelto agregado grueso	kg/m ³	1,494
Porcentaje de absorción agregado grueso	%	0,61
Porcentaje de absorción agregado fino	%	0,43
Porcentaje de humedad agregado grueso	%	2,48
Porcentaje de humedad agregado fino	%	3,88
Cantidad de cloruros	ppm	38,24
Cantidad de sulfatos	ppm	23,64
Cantidad de sales	ppm	93,65

II. CONCLUSIONES

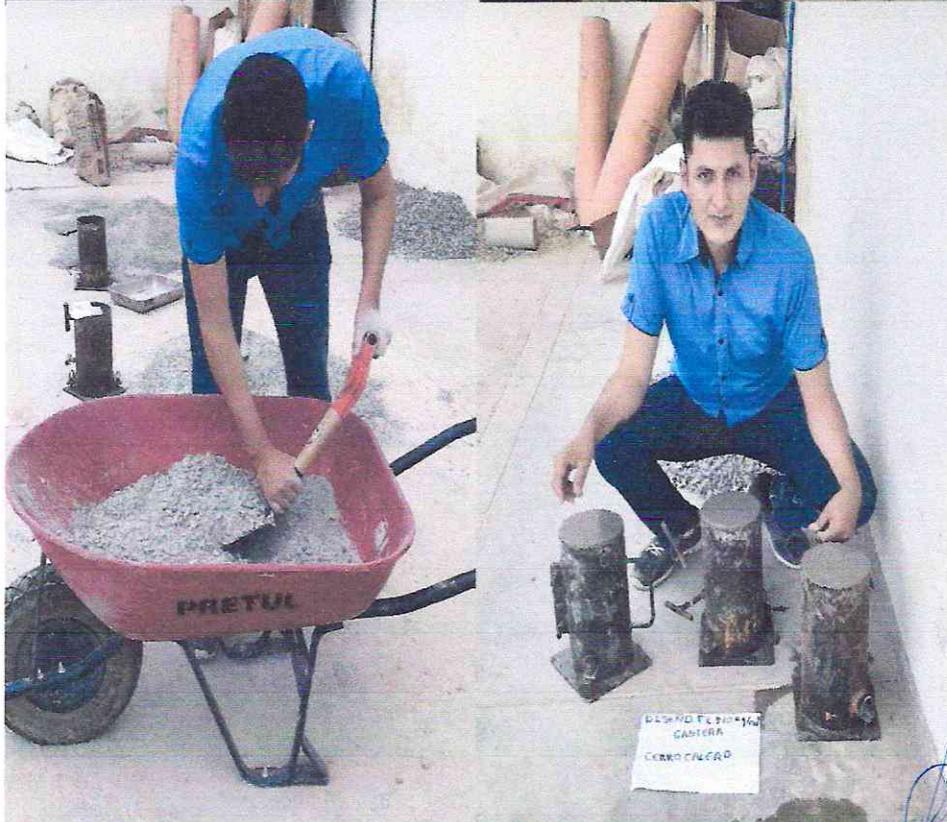
- El presente estudio de análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales pétreos de la Cantera Cerro Calero, Centro de acopio Nodaza Constructor y Carranza, para la elaboración de un concreto hidráulico f'c 210 kg/cm². Así como también tener referencia de las características de la piedra chancada y arena de las canteras mencionadas. Para su comercialización y adquisición de los constructores.
- Los materiales pétreos analizados para la elaboración de concreto en laboratorio, fueron estudiados de acuerdo a las normativas.
- Los materiales que se van a utilizar para la elaboración de concreto hidráulico, podemos encontrar materiales de cerro natural para la exploración con maquinaria

pesada para su extracción con previo zarandeado para tener la uniformidad del material, considerando la cantera Cerro Calero.

- Los materiales para la utilización como material pétreo se consideró la cantera Nodaza Constructor que extrae materiales del Rio Naranjillo, de las cuales tiene varios puntos de extracción del material, el cual los materiales pétreos arena y piedra chancada servirán para la elaboración de concreto hidráulico en laboratorio
- Los materiales son elementos principales para elaboración de diferentes tipos de concretos, para ellos se debe considerar sus propiedades para tener una adecuada clasificación por calidad de cada una de las canteras y que dichas propiedades deben cumplir con especificaciones y parámetros de las normativas correspondientes.
- La elección tomada para la selección de las canteras para el diseño de mezclas para la elaboración de concreto hidráulico $f'c$ 210 kg/cm², se tomó como base los principales afluentes de extracción de ámbito del distrito de Nueva Cajamarca

III. RECOMENDACIONES:

- Para el muestreo de los materiales de las canteras tener en cuenta la cantidad suficiente de muestra que se utilizara para los diferentes ensayos, porque no es recomendable extraer otra muestra en caso falte para los ensayos de laboratorio.
- Para el desarrollo de ensayos en laboratorio de debe cumplir con todos los parámetros y especificaciones de normativas para no afectar o alterar los resultados de las muestras.
- Para la elaboración de concreto hidráulico en laboratorio se debe cumplir con todo lo especificado en el ACI 221, de esa manera tener mejores resultados en las probetas de estudio.
- El asentamiento del concreto fresco debe cumplir estrictamente con lo establecido en las normas,
- Para la elaboración del concreto para las obras de concreto hidráulico se recomienda utilizar material chancado con tamaño máximo 1”
- Se recomienda al constructor analizar que tipo de material requiere para su construcción, de esa manera elegir la cantera con mejores materiales pétreos asegurando una construcción segura y duradera.



CHRISTIAN...
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

I. Informe

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRÁULICO F' C 210 KG/CM² Y RUPTURA DE PROBETAS A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS

II. Ubicación

Distrito : NUEVA CAJAMARCA
Provincia : RIOJA
Región : SAN MARTIN
Cantera y CA : CERRO CALERO, NODAZA CONSTRUCTOR Y CARRANZA

III. Fecha

Nueva Cajamarca, Marzo – Abril del 2022

IV. Diseño de mezclas

4.1. Diseño de mezclas

El proceso de determinación de las características requeridas del concreto y que se pueden especificar se llama diseño de mezcla. Las características pueden incluir: (1) propiedades del concreto fresco, (2) propiedades mecánicas del concreto endurecido y (3) la inclusión, exclusión o límites de ingredientes específicos. El diseño de la mezcla lleva al desarrollo de la especificación del concreto.

4.2. Método de peso nominal según ACI 211

El método de diseño de mezclas de concreto según la norma ACI 211, consiste en determinar las cantidades relativas de cada material que se dosifican en la mezcla para obtener un concreto con las prestaciones adecuadas según el diseño. Para ello, el comité 211 del ACI (American Concrete Institute) establece un procedimiento de diseño simple y esquemático paso a paso, el cual expone tablas, gráficas y ábacos definidos como referencia para obtener una guía de las combinaciones óptimas de cada uno de los materiales que integran la unidad cubica del concreto. Sin embargo, el método el método descrito por el Comité ACI 211, se utiliza para el diseño de mezclas de concreto de peso normal (2,250 a 2,400 kg/m³); Giraldo y Ramos (2015); pág. 36



CHRISTIAN EDWARD RÍOS PERLES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

4.3. Información para el diseño de mezclas

Según Laura (2006), la información requerida para para el diseño de mezclas es: pág. 4

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados
- Tipo y marca del cemento
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados

4.4. Pasos para el procesamiento de diseño de mezclas.

Según; Laura (2006), se puede resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera: pág. 4

1. Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra.
2. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
3. Elección del asentamiento (Slump).
4. Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
5. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
6. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
7. Cálculo del contenido de cemento.
8. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
9. Ajustes por humedad y absorción.
10. Cálculo de proporciones en peso.
11. Cálculo de proporciones en volumen.
12. Cálculo de cantidades por tanta



4.5. Cantera Cerro Calero.

Tabla 1. Diseño de mezcla de la Cantera Cerro Calero.

Diseño de f'c 210 kg/cm² – piedra triturado tamaño máximo 3/4" – Cerro Calero	
Descripción	
F'c Diseño	210 Kg/cm ² Piedra chancada lavada
F'c promedio	294 Kg/cm ² Arena sin lavar
Tamaño máximo del agregado grueso	3/4 " Aire atrapado 1,50
Tamaño nominal máximo del agregado grueso	1/2 "
Slump	4 "
Volumen unitario de agua	210 Lt/m ³
Volumen absoluto de agua	0,210 m ³
Contenido de aire atrapado	1,50 %
Volumen absoluto del aire atrapado	0,015 m ³
Contenido de aire incorporado	0,00 %
Volumen absoluto de aire incorporado	0,00 m ³
Contenido de aire total	0,015 m ³



San Martín
CABALLERÍA DEL EJÉRCITO

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Cemento Pacasmayo extraforte					
a/c	0,6				
Peso específico del cemento	3110,00				
Cemento	350,00	Kg/cm ³	= 8,24 bls/m ³	Se adopta la mayor	cantidad de cemento E.T.
Volumen absoluto del cemento	0,113	m ³			
Peso del agregado grueso seco varillado	1699,00	Kg/cm ³		Según ensayo de laboratorio	
Peso específico del agregado grueso	2,54	Kg/cm ³		Según ensayo de laboratorio	
Módulo de fineza del agregado fino	3,31	%		Según ensayo de laboratorio	
Factor	0,63				
Peso del agregado grueso seco	1070,00	Kg/m ³			
Volumen absoluto del agregado grueso	0,421	m ³			
Suma de volúmenes conocidos	0,759	m ³			
Volumen absoluto del agregado fino	0,241	m ³			



CHRISTIAN EDUARDO PAREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185356



PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

	Peso específico del agregado fino	3,31	Kg/m ³	Según ensayo de laboratorio
Peso del agregado fino seco		798,00	Kg/m ³	
RESULTADOS				
Contenido de cemento		350,00	kg	Peso por m3 corregido Kg
Contenido de agua		210,00	lt	Lt
Contenido de aire	-			
Contenido de agregado grueso		1088,60	kg	kg
Contenido de agregado fino		710,40	kg	kg
		<u>2459,00</u>		<u>2455,10</u>
Proporciones en peso (C:P:A)				
Cemento	1,00	3,03	2,43	0,56
Kg.				
Agreg. Grueso				Agua
Agreg. Fino				lt
Kg.				



CHRISTIAN EDUARDO RUIZ PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Proporciones en volumen

Agregado fino			
Peso unitario suelto seco	1252,00	Kg/m ²	
Peso unitario suelto /35,32	35,45	Kg/pie ³	
Agregado grueso			
Peso unitario suelto seco	1566,00	Kg/pie ³	
Peso unitario suelto / 35,32	44,34	Kg/pie ³	

Proporción en obra por bolsa

Contenido cemento	42,50	Kg/pie ³	1,00	Bls (pic3)
Contenido de agua	23,67	lt	0,84	lt
Contenido de agregado grueso	128,78	Kg/pie ³	2,90	Pie ³ /bls
Contenido de agregado fino	103,28	Kg/pie ³	2,91	Pie ³ /bls

Proporciones en volumen (C:P:A)

1,00 2,90 2,91 0,84



CHRISTIAN EDUARDO ROS HERÓLES
INGENIERO CIVIL
CIPN° 185395



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Cemento	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Agua
pie ³	pie ³	pie ³	pie ³

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Centro de Acopio Nodaza Constructor.

Tabla 2. Diseño de mezcla según el método ACI de la cantera Nodaza. Constructor.

Diseño de f'c 210 kg/cm² – piedra triturado tamaño máximo 3/4" – Cerro Calero

Descripción			
F'c Diseño	210	Kg/cm ²	Piedra chancada lavada
F'c promedio	294	Kg/cm ²	Arena sin lavar
Tamaño máximo del agregado grueso	3/4	"	Aire atrapado 1,50
Tamaño nominal máximo del agregado grueso	1/2	"	
Slump	4	"	
Volumen unitario de agua	210	Lt/m ³	
Volumen absoluto de agua	0,210	m ³	
Contenido de aire atrapado	1,50	%	
Volumen absoluto del aire atrapado	0,015	m ³	



CHRISTIAN EDUARDO RIVERA PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
CARRIACAS REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Contenido de aire incorporado	0,00	%			
Volumen absoluto de aire incorporado	0,00	m ³			
Contenido de aire total	0,015	m ³			
Cemento Pacasmayo extraforte					
a/c	0,6				
Peso específico del cemento	3110,00				
Cemento	350,00	Kg/cm ³	= 8,24 bls/m ³	Se adopta la mayor cantidad de cemento E.T.	
Volumen absoluto del cemento	0,113	m ³			
Peso del agregado grueso seco varillado					
Peso del agregado grueso seco varillado	1652,00	Kg/cm ³			Según ensayo de laboratorio
Peso específico del agregado grueso	2,56	Kg/cm ³			Según ensayo de laboratorio
Módulo de finiza del agregado fino	2,61	%			Según ensayo de laboratorio
Factor	0,68				
Peso del agregado grueso seco	1123,00	Kg/m ³			
Volumen absoluto del agregado grueso	0,439	m ³			



CHRISTIAN EDWARD MOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Suma de volúmenes conocidos

0,777 m³

Volumen absoluto del agregado fino	0,223 m ³	
Peso específico del agregado fino	2,63 Kg/m ³	Según ensayo de laboratorio
Peso del agregado fino seco	586,00 Kg/m ³	

RESULTADOS

	Peso por m3	Peso por m3 corregido	
Contenido de cemento	350,00 kg	350,00 Kg	
Contenido de agua	210,00 lt	195,10 Lt	
Contenido de aire	-		
Contenido de agregado grueso	1142,50 kg	1010,00 kg	55%
Contenido de agregado fino	595,10 kg	810,00 kg	45%
	2297,60	2455,10	

Proporciones en peso (C:P: A)

1,00 **2,89** **2,31** **0,56**



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Proporciones en volumen (C:P:A)

1,00	2,78	2,77	0,84
Cemento	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Agua
pie ³	pie ³	pie ³	pie ³

Fuente. Elaboración propia.

4.7. Centro de Acopio Carranza

Tabla 3. Diseño de mezcla según el método ACI del Centro de acopio Carranza.

Diseño de f'c 210 kg/cm² – piedra triturado tamaño máximo 3/4" – Cerro Calero

Descripción			
F'c Diseño	210	Kg/cm ²	Piedra chancada lavada
F'c promedio	294	Kg/cm ²	Arena sin lavar
Tamaño máximo del agregado grueso	3/4	"	Aire atrapado 1,50
Tamaño nominal máximo del agregado grueso	1/2	"	
Slump	4	"	
Volumen unitario de agua	210	Lt/m ³	
Volumen absoluto de agua	0,210	m ³	



CHRISTIAN PAREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Contenido de aire atrapado	1,50	%			
Volumen absoluto del aire atrapado	0,015	m ³			
Contenido de aire incorporado	0,00	%			
Volumen absoluto de aire incorporado	0,00	m ³			
Contenido de aire total	0,015	m ³			
Cemento Pacasmayo extraforte					
a/c	0,6				
Peso específico del cemento	3110,00				
Cemento	350,00	Kg/cm ³	= 8,24 bls/m ³	Se adopta la mayor cantidad de cemento E.T.	
Volumen absoluto del cemento	0,113	m ³			
Peso del agregado grueso seco varillado	1564,00	Kg/cm ³			Según ensayo de laboratorio
Peso específico del agregado grueso	2,64	Kg/cm ³			Según ensayo de laboratorio
Módulo de finiza del agregado fino	3,56	%			Según ensayo de laboratorio
Factor	0,70				



CHRISTIAN ELIANO ROSALES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Peso del agregado grueso seco	1095,00	Kg/m ³	
Volumen absoluto del agregado grueso	0,415	m ³	
Suma de volúmenes conocidos	0,753	m ³	
Volumen absoluto del agregado fino	0,247	m ³	
Peso específico del agregado fino	2,64	Kg/m ³	Según ensayo de laboratorio
Peso del agregado fino seco	652,00	Kg/m ³	
RESULTADOS			
Contenido de cemento	350,00	kg	Peso por m ³ corregido Kg 350,00
Contenido de agua	210,00	lt	Lt 195,10
Contenido de aire	-		
Contenido de agregado grueso	1114,10	kg	kg 1025,00
Contenido de agregado fino	662,20	kg	kg 825,00
	2336,30		2395,10
			55%
			45%



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Proporciones en peso (C:P:A)

1,00	2,93	2,36	0,56
Cemento	Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Agua
Kg.	Kg.	Kg.	lt

Proporciones en volumen

Agregado fino

Peso unitario suelto seco

Peso unitario suelto /35,32

Agregado grueso

Peso unitario suelto seco

Peso unitario suelto / 35,32

1536,00 Kg/m²

43,49 Kg/pic³

1494,00 Kg/pic³

42,30 Kg/pic³

Proporción en obra por bolsa

Contenido cemento

Contenido de agua

42,50 Kg/pic³

23,67 lt

1,00

0,84

bls (pic3)

lt



CHRISTIAN EDWARD RÍUS PERIDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 186396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

Contenido de agregado grueso	124,53	Kg/pie ³	2,94	Pie ³ /bls
Contenido de agregado fino	100,30	Kg/pie ³	2,31	Pie ³ /bls
Proporciones en volumen (C:P:A)				
Cemento	1,00	2,94	2,31	0,84
pie ³		Agreg. Grueso	Agreg. Fino	Agua
		pie ³	pie ³	pie ³

Fuente. Elaboración propia.



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

V. Resultados de rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días.

Tabla 4. Resultados de rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días.

CANTERA	NUMERO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	SLUM	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA PROBETA (CM2)	F.C. MUESTRA (KG/CM2)	F.C DE		ESPECIFICA CIONES %
										DISEÑO (KG/CM	% DE MUESTRA	
	01					261,69	26,685	176,71	151,01	71,91		
	02					245,78	25,063	177,02	141,58	67,42		
	03					250,36	25,530	176,86	144,35	68,74		
	04					254,36	25,938	175,93	147,43	70,21		
CERRO	05	07/03/2022	14/03/2022	7	3-4"	249,30	25,422	176,17	144,30	210	68,72	68,89
CALERO	06					241,00	24,575	176,59	139,17	66,27		
	07					247,09	25,196	177,12	142,26	67,74		
	08					251,36	25,632	177,36	144,52	68,82		
	09					256,14	26,119	176,89	147,66	70,31		



CHRISTIAN EDWARD MOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
MUNICIPIO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANEACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

10		249,36	25,428	175,99	144,48	68,80
11		310,69	31,682	176,45	179,55	85,50
12		330,28	33,679	176,91	190,38	90,65
13		320,69	32,701	177,37	184,37	87,79
14		320,46	32,678	177,83	183,76	87,50
15		321,60	32,794	175,36	187,01	89,05
16	21/03/2022	329,68	33,618	175,86	191,16	89,39
	14		3-4"		210	86
17		341,13	34,786	176,18	197,44	94,02
18		329,46	33,596	176,68	190,15	90,55
19		328,36	33,484	175,93	190,32	90,63
20		318,9	32,519	177,56	183,14	87,21
21		410,69	41,879	176,36	237,46	113,08
22	04/04/2022	426,68	43,509	177,69	244,86	116,60
	28		3-4"		210	100
23		435,94	44,454	177,68	250,19	119,14



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PERLES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
GOBIERNO REGIONAL

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, CUANTIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

24	459,78	46,885	177,79	263,71	125,58
25	451,25	46,015	177,83	258,76	123,22
26	504,89	51,485	176,69	291,38	138,75
27	514,69	52,484	176,25	297,78	141,80
28	454,56	46,352	175,68	263,85	125,64
29	447,75	45,658	176,38	258,86	123,27
30	457,19	46,621	175,28	265,98	126,66
31	274,59	28,028	177,12	158,24	75,35
32	258,949	26,406	177,46	148,80	70,86
33	263,529	26,873	175,48	153,14	72,92
34	267,529	27,280	17697	154,15	73,41
35	262,469	26,764	175,36	152,63	72,68
36	254,169	25,918	177,56	145,97	69,51
37	260,259	26,539	177,22	149,75	71,31
NODAZA.					68
CONSTR					72,48
UCTOR					72,68



CHRISTIAN EDUARDO RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396



San Martín
LA OBLIVION DEL PASADO

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

38		264,529	26,975	177,52	151,96	72,36
39		269,309	27,462	176,89	155,25	73,93
40		262,529	26,771	175,98	152,12	72,44
41		330,500	33,702	175,99	191,50	91,19
42		350,09	35,699	176,00	202,84	96,59
43		340,501	34,721	177,18	195,97	93,32
44		340,27	34,698	176,68	196,39	93,52
45		341,41	34,814	176,64	197,09	93,85
46	22/03/2022	349,49	35,638	177,82	200,42	95,44
	14	3-4"			210	94,88
47		360,94	36,806	176,93	208,02	99,06
48		349,27	35,616	176,48	201,81	96,10
49		348,17	35,504	175,12	202,74	96,54
50		338,71	34,539	176,45	195,74	93,21
51	05/04/2022	490,37	50,004	176,84	282,76	134,65
	28	3-4"			210	137,31
						100



CHRISTIAN ELVARDO RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACIÓN, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

52		536,36	54,694	175,78	311,15	148,17
53		475,62	48,500	175,69	276,05	131,45
54		509,46	51,951	175,40	296,18	14104
55		490,93	50,061	177,10	282,67	134,61
56		484,57	49,413	176,80	279,48	133,09
57		494,37	50,412	175,48	287,28	136,80
58		524,24	53,458	177,90	300,49	143,09
59		487,43	49,704	176,84	281,07	133,84
60		496,87	50,667	176,90	286,42	136,39
61		270,38	27,571	177,09	155,69	74,14
62		254,47	25,949	177,50	146,19	69,61
63	09/03/2022	259,05	26,416	177,20	149,07	70,99
	16/03/2022				210	71,17
	7	3-4"				68
64		263,05	26,824	176,89	151,64	72,21
65		257,99	26,308	176,32	149,20	71,05

CARRAN

ZA



CHRISTOPHER RÍOS PEREDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO

OFICINA DE PRESUPUESTO, PLANIFICACION, ESTUDIOS Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía"

66	249,69	25,461	17529	145,25	69,17
67	255,78	26,082	175,90	148,28	70,61
68	260,05	26,518	178,00	148,98	70,94
69	264,83	27,005	177,68	151,99	72,38
70	258,05	26,314	177,46	148,28	70,61
71	309,88	31,599	175,42	180,13	85,78
72	329,47	33,597	175,99	190,90	90,91
73	319,88	32,619	176,48	184,83	88,01
74	319,65	32,595	177,30	183,84	87,54
75	320,79	32,712	177,67	184,11	87,67
	23/03/2022	14	3-4"	210	89,39
76	328,87	33,536	175,69	190,88	90,89
77	340,32	34,703	175,19	198,09	94,33
78	328,65	33,513	176,04	190,37	90,65
79	327,55	33,401	175,09	190,76	90,84



CHRISTIAN EDUARDO VICOS PENEDES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185396

5.1. Resumen de resistencias obtenidas en los ensayos de compresión de testigos a los 7,14 y 28 días

CANTERA	EDAD (Días)	PROMEDIO O CARGA (Kg)	PROMEDIO F.C. DE LA MUESTRA (kg/cm ²)	PROMEDIO DE %	ESPECIFICACIONES %	F.C. DE DISEÑO (kg/cm ²)
CERRO CALERO	7	25,559	145	68,89	68	210
	14	33,154	188	89,39	86	
	28	46,534	263	125,37	100	
NODAZA. CONSTRUCTOR	7	26,902	152	72,48	68	
	14	35,174	199	94,88	86	
	28	50,886	288	137,31	100	
CARRANZA	7	26,445	149	71,17	68	
	14	33,071	188	89,39	86	
	28	48,858	277	131,87	100	

VI. Recomendaciones

- Zarandear el material de la siguiente manera:
 - Usar la grava cuyo tamaño máximo del agregado es 1/2" y menor que la malla N° 4 (4.76 mm).
 - Usar la arena cuyo tamaño máximo del agregado es menor que la malla N° 4 (4.760 mm).
 - Curar a los testigos de concreto de la misma manera que las estructuras.
 - Verificar el agua cuando sea necesario por causa de precipitaciones pluviales.
 - Eliminar elementos extraños, como trozos de madera, etc.
 - Se debe lavar la arena, máximo debe tener el 3% de finos.
 - Se debe lavar la grava, máximo debe tener el 1% de finos.
- La humedad superficial del agregado fino mantiene separadas las partículas, produciendo un momento de volumen que se denomina "Abundamiento". Esto se

produce cuando su contenido de humedad varía entre 5% y 8%, originando un incremento de volumen del orden del 15% y 12% respectivamente en arenas gruesas por lo que se recomienda considerar este incremento en el proporcionamiento en volumen de obra.

- Se recomienda ajustar periódicamente el proporcionamiento en volumen de obra, por variaciones de granulometría del agregado que suele darse en la cantera, a fin de mantener la homogeneidad del concreto. Así mismo se recomienda que cada vez que se preparen las tandas de concreto en obra, se deberá realizar en forma regular pruebas de revenimiento, a fin de mantener uniforme la consistencia del concreto y por ende la resistencia mecánica.
- La elaboración de los testigos, las superficies circulares deben ser planas y horizontales, diámetro 6" y altura 12".
- En la elaboración de testigos de concreto, hacerlas en 3 capas con 25 golpes cada uno con una varilla de fierro liso de $\varnothing 5/8"$ x 65 cm. de longitud boleadas en los extremos; golpear en total de 12 a 17 veces en los costados de la probeta con un martillo de goma de 0.34 a 0.80 kg., slump para el asentamiento, regla y wincha
- Confeccionar cajones de madera con las medidas interiores de 30.48 x 30.48 x 30.48 m. = 1 pie³, que equivale a una bolsa de cemento, los cajones deben tener 2 listones de madera en forma horizontal en ambas caras para manipularlo con dos personas, de lo contrario vaciar el concreto con baldes.
- Realizar la prueba del asentamiento antes de realizar el vacéo, colocando la muestra en el slump bien sujeto para luego introducir la varilla 25 golpes uniformemente, para luego enrasar y levantar verticalmente, luego con una regla chequear el asentamiento del concreto.
- Tener en cuenta que cuando se requiera utilizar baldes de plástico de aceite, cada peón no carga igual y el diámetro inferior es menor que el diámetro superior del balde, así como también existen varios tipos de baldes de diferentes tamaños; por lo que no hay seguridad en la dosificación, para emplear baldes, uniformizar en las medidas de los baldes y luego hacer las dosificaciones teniendo un cubo y luego compararlos.
- Verificar la resistencia del concreto antes de vaciar en las estructuras.



- Verificar el peso de las bolsas de cemento antes de hacer la compra.
- Preparar el concreto con mezcladora y vibradora.

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 125 - 2022**

Página 1 de 4

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30 000 g
División de escala (d)	5 g
Div. de verificación (e)	5 g
Clase de exactitud	III
Marca	FERRAWYY
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	100 g
Procedencia	CHINA
Identificación	001 (*)
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2022-04-21

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-04-21

Firmado digitalmente por
Williams Pérez

Fecha: 2022.04.23 09:19:55 -05'00'



*Área de Metrología**Laboratorio de Masa***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 125 - 2022**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración**Las instalaciones del cliente.**

Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	25,0	25,0
Humedad Relativa (%)	74	75

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-120-2022
PESA (Clase de exactitud E2) DM-INACAL: LM-273-2019	Pesa (exactitud F1)	E174-L-354B-2021-3
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2124-2021
PESA (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-153-2020	Pesa (exactitud M1)	SGM-A-2122-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 125 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	25 °C	25 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15 000	2,50	0,00	30 000	2,50	0,00	
2	15 000	3,00	-0,50	30 000	3,00	-0,50	
3	15 000	3,00	-0,50	30 000	2,00	0,50	
4	15 000	2,50	0,00	30 000	2,50	0,00	
5	15 000	2,50	0,00	30 000	3,00	-0,50	
6	15 000	2,00	0,50	30 000	2,50	0,00	
7	15 000	2,00	0,50	30 000	2,00	0,50	
8	15 000	2,50	0,00	30 000	2,50	0,00	
9	15 000	3,00	-0,50	30 000	3,00	-0,50	
10	15 000	3,00	-0,50	30 000	2,50	0,00	
Diferencia Máxima			1,00	Diferencia Máxima			1,00
Error Máximo Permissible			± 15,00	Error Máximo Permissible			± 15,00

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	25 °C	25 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	50,0 g	50	2,50	0,00	10 000,0 g	10 000	2,50	0,00	0,00
2		50	3,00	-0,50		10 000	3,00	-0,50	0,00
3		50	2,50	0,00		10 000	2,50	0,00	0,00
4		50	3,00	-0,50		10 000	3,00	-0,50	0,00
5		50	3,00	-0,50		10 000	3,00	-0,50	0,00
Error máximo permisible									± 10,00

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 125 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	25 °C	25 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
50,0	50	2,50	0,00						
100,0	100	2,50	0,00	0,00	100	2,50	0,00	0,00	5,00
200,0	200	3,00	-0,50	-0,50	200	2,50	0,00	0,00	5,00
500,0	500	2,00	0,50	0,50	500	2,00	0,50	0,50	5,00
1 000,0	1 000	3,00	-0,50	-0,50	1 000	2,00	0,50	0,50	5,00
5 000,0	5 000	2,50	0,00	0,00	5 000	2,50	0,00	0,00	10,00
10 000,8	10 000	3,00	-1,30	-1,30	10 000	3,00	-1,30	-1,30	10,00
15 000,8	15 000	2,00	-0,30	-0,30	15 000	2,00	-0,30	-0,30	15,00
20 000,0	20 000	2,50	0,00	0,00	19 995	2,50	-5,00	-5,00	15,00
25 000,1	24 995	2,50	-5,11	-5,11	24 995	2,00	-4,61	-4,61	15,00
30 000,0	29 995	2,00	-4,50	-4,50	29 995	2,00	-4,50	-4,50	15,00

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 1,20 \times 10^{-4} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$U = 2 \times \sqrt{6,45 \times 10^{-47} \text{ g}^2 + 1,15 \times 10^{-10} \times R^2}$$

12. Incertidumbre

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

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

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 122 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	300 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	SE302F
Número de Serie	725310403
Capacidad mínima	0,2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2022-04-21

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión
2022-04-21

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.04.23 09:26:55
-05'00'



*Área de Metrología**Laboratorio de Masas***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LM - 122 - 2022

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3
Humedad Relativa (%HR)	79	78

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-120-2022
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		

10. Observaciones

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

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 122 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

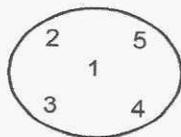
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3

Medición N°	Carga L1 = 150,00 g			Carga L2 = 300,00 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	150,01	7,0	8,0	300,01	6,0	9,0	
2	150,00	5,0	0,0	300,01	6,0	9,0	
3	150,00	4,0	1,0	300,01	7,0	8,0	
4	150,00	5,0	0,0	300,01	6,0	9,0	
5	150,00	5,0	0,0	300,01	8,0	7,0	
6	150,01	6,0	9,0	300,01	7,0	8,0	
7	150,00	5,0	0,0	300,00	4,0	1,0	
8	150,00	6,0	-1,0	300,01	6,0	9,0	
9	150,00	5,0	0,0	300,01	7,0	8,0	
10	150,00	4,0	1,0	300,01	6,0	9,0	
Diferencia Máxima			10,0	Diferencia Máxima			8,0
Error Máximo Permissible			± 20,0	Error Máximo Permissible			± 30,0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0,10 g	0,10	5,0	0,0	100,00	100,00	4,0	1,0	1,0
2		0,10	6,0	-1,0		100,01	6,0	9,1	10,0
3		0,10	7,0	-2,0		100,01	7,0	8,0	10,0
4		0,10	5,0	0,0		100,01	6,0	9,1	9,0
5		0,10	8,0	-3,0		100,01	6,0	9,1	12,0
Error máximo permisible									± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 122 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5,0	0,0						
0,20	0,20	5,0	0,0	0,0	0,21	6,0	9,0	9,0	10,0
1,00	1,00	6,0	-1,0	-1,0	1,00	5,0	0,0	0,0	10,0
5,00	5,00	5,0	0,0	0,0	5,01	6,0	9,0	9,0	10,0
10,00	10,01	7,0	8,0	8,0	10,01	5,0	10,0	10,0	10,0
50,00	50,01	6,0	9,0	9,0	50,01	6,0	9,0	9,0	20,0
100,00	100,01	7,0	8,0	8,0	100,01	6,0	9,1	9,0	20,0
150,00	150,01	6,0	9,0	9,0	150,01	7,0	8,0	8,0	20,0
200,00	200,01	6,0	9,0	9,0	200,01	6,0	9,0	9,0	30,0
250,00	250,02	7,0	17,9	17,9	250,02	8,0	16,9	16,9	30,0
300,00	300,02	7,0	18,0	18,0	300,02	7,0	18,0	18,0	30,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0,00006173847 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2x\sqrt{0,000036261 \text{ g}^2 + 0,0000000012830029 R^2}$$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 124 - 2022*Área de Metrología*
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	60 kg
División de escala (d)	0,01 kg
Div. de verificación (e)	0,01 kg
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	T31P
Número de Serie	0034360-6DS
Capacidad mínima	0,2 kg
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2022-04-21

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-04-21

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.04.23 09:22:48
-05'00'



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 124 - 2022*Área de Metrología**Laboratorio de Masa*

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración**Las instalaciones del cliente.**

Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	26,0	26,0
Humedad Relativa (%)	69	71

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-120-2022
PESA (Clase de exactitud E2) DM-INACAL: LM-273-2019	Pesa (exactitud F1)	E174-L-354B-2021-3
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2124-2021
PESAS (Clase de exactitud M1) CM-0193-2022	Pesas (exactitud M2)	CM-3215-2022

10. Observaciones

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 124 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26 °C	26 °C

Medición N°	Carga L1 = 30,000 kg			Carga L2 = 60,000 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	30,00	0,006	-0,001	59,99	0,003	-0,008
2	30,00	0,005	0,000	59,99	0,004	-0,009
3	30,00	0,005	0,000	59,99	0,004	-0,009
4	30,00	0,006	-0,001	59,99	0,003	-0,008
5	30,00	0,007	-0,002	59,99	0,004	-0,009
6	30,00	0,006	-0,001	59,99	0,004	-0,009
7	30,00	0,004	0,001	59,99	0,005	-0,010
8	30,00	0,005	0,000	59,99	0,004	-0,009
9	30,00	0,005	0,000	59,99	0,003	-0,008
10	30,00	0,006	-0,001	59,99	0,005	-0,010
	Diferencia Máxima		0,003	Diferencia Máxima		0,002
	Error Máximo Permissible		$\pm 0,030$	Error Máximo Permissible		$\pm 0,030$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26 °C	26 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga (L)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)
1	0,100 kg	0,10	0,005	0,000	20,000 kg	20,00	0,006	-0,001	-0,001
2		0,10	0,004	0,001		20,00	0,004	-0,000	-0,010
3		0,10	0,005	0,000		20,00	0,005	0,000	0,000
4		0,10	0,006	-0,001		20,00	0,006	-0,001	0,000
5		0,10	0,005	0,000		20,00	0,005	0,000	0,000
					Error máximo permisible				$\pm 0,020$

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 124 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	°C	°C

Carga L (kg)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (kg)**
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,100	0,10	0,005	0,000						
0,200	0,20	0,005	0,000	0,000	0,20	0,004	0,001	0,001	0,010
0,500	0,50	0,006	-0,001	-0,001	0,50	0,005	0,000	0,000	0,010
1,000	1,00	0,007	-0,002	-0,002	1,00	0,005	0,000	0,000	0,010
5,000	5,00	0,005	0,000	0,000	5,00	0,006	-0,001	-0,001	0,010
10,001	10,00	0,006	-0,002	-0,002	10,00	0,005	-0,001	-0,001	0,020
20,000	20,00	0,008	-0,003	-0,003	20,00	0,004	0,001	0,001	0,020
30,000	30,00	0,006	-0,001	-0,001	30,00	0,005	0,000	0,000	0,030
40,002	40,00	0,007	-0,004	-0,004	40,00	0,005	-0,002	-0,002	0,030
50,003	50,00	0,005	-0,003	-0,003	50,00	0,004	-0,002	-0,002	0,030
60,002	59,99	0,006	-0,013	-0,013	59,99	0,006	-0,013	-0,013	0,030

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 1,11 \times 10^{-4} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$U = 2 \times \sqrt{1,91 \times 10^{-5} \text{ kg}^2 + 8,33 \times 10^{-2} \times R^2}$$

12. Incertidumbre

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

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

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 121 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	1510 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Clase de exactitud	I
Marca	OHAUS
Modelo	PA1502
Número de Serie	8328520325
Capacidad mínima	1 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2022-04-21

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión
2022-04-21

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.04.23 09:21:44
-05'00'



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 121 - 2022

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3
Humedad Relativa (%HR)	78	78

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-120-2022
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		

10. Observaciones

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

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 121 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

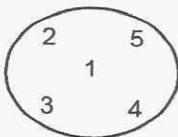
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3

Medición Nº	Carga L1 = 750,00 g			Carga L2 = 1 500,00 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	6,0	-11,4
2	750,00	6,0	-1,1	1 499,99	4,0	-9,4
3	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	5,0	-10,4
4	750,00	7,0	-2,1	1 499,99	3,0	-8,4
5	750,00	6,0	-1,1	1 499,99	4,0	-9,4
6	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	4,0	-9,4
7	750,01	7,0	7,9	1 499,99	5,0	-10,4
8	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	6,0	-11,4
9	750,00	5,0	-0,1	1 499,99	3,0	-8,4
10	750,00	4,0	0,9	1 499,99	5,0	-10,4
	Diferencia Máxima		10,0	Diferencia Máxima		3,0
	Error Máximo Permisible		± 20,0	Error Máximo Permisible		± 20,0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,3	24,3

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	6,0	-1,0	500,00	500,00	5,0	0,0	1,0
2		0,10	5,0	0,0		500,01	6,0	9,0	9,0
3		0,11	7,0	8,0		500,00	4,0	1,0	-7,0
4		0,09	4,0	-9,0		499,99	5,0	-10,0	-1,0
5		0,09	5,0	-10,0		499,99	4,0	-9,0	1,0
					Error máximo permisible				± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 121 - 2022

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura (°C)	Inicial	Final
	24,3	24,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	6,0	-1,0						
0,50	0,50	6,0	-1,0	0,0	0,49	4,0	-9,0	-8,0	10,0
1,00	1,00	5,0	0,0	1,0	1,00	6,0	-1,0	0,0	10,0
5,00	5,00	5,0	0,0	1,0	5,00	5,0	0,0	1,0	10,0
10,00	10,00	4,0	1,0	2,0	10,00	5,0	0,0	1,0	10,0
50,00	50,00	6,0	-1,0	0,0	50,00	4,0	1,0	2,0	10,0
100,00	100,00	4,0	1,0	2,0	100,00	4,0	1,0	2,0	10,0
500,00	500,00	5,0	0,0	1,0	500,00	5,0	0,0	1,0	20,0
1 000,00	1 000,00	5,0	-0,4	0,6	1 000,00	5,0	-0,4	0,6	20,0
1 200,00	1 200,01	7,0	7,6	8,6	1 200,01	6,0	8,6	9,6	20,0
1 510,00	1 510,00	5,0	-0,4	0,6	1 510,00	5,0	-0,4	0,6	20,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0,00000260899 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2x\sqrt{0,000029611 \text{ g}^2 + 0,0000000000361968 R^2}$$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 067 - 2022**

Página 1 de 3

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	100000 kgf
Marca	TAMIEQUIPOS
Modelo	TCP129
Número de Serie	298
Procedencia	COLOMBIA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HIWEIGH
Modelo	X8
Número de Serie	19H0301025
Resolución	10 kgf

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

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

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

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

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

5. Fecha de Calibración 2022-04-22**Fecha de Emisión**

2022-04-23

Jefe del Laboratorio de MetrologíaFirmado digitalmente por
Williams Pérez

Fecha: 2022.04.23 11:39:44 -05'00'

Sello

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 067 - 2022**

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	25,2 °C
Humedad Relativa	61 % HR	63 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 067 - 2022

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	10000,0	9961,0	9981,0	9911,0	9951,0
20	20000,0	19922,9	19947,9	19852,9	19907,9
30	30000,0	30291,7	30061,7	29761,7	30038,4
40	40000,0	39783,6	39813,6	39613,6	39736,9
50	50000,0	49580,7	49645,7	49525,7	49584,0
60	60000,0	60271,5	60366,5	60101,5	60246,5
70	70000,0	70519,2	70484,2	69454,2	70152,6
80	80000,0	80447,9	80497,9	79687,9	80211,2
90	90000,0	90271,9	90351,9	89686,9	90103,6
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000,0	0,49	0,70	---	0,10	0,66
20000,0	0,46	0,48	---	0,05	0,66
30000,0	-0,13	1,76	---	0,03	0,66
40000,0	0,66	0,50	---	0,03	0,66
50000,0	0,84	0,24	---	0,02	0,66
60000,0	-0,41	0,44	---	0,02	0,66
70000,0	-0,22	1,52	---	0,01	0,66
80000,0	-0,26	1,01	---	0,01	0,66
90000,0	-0,11	0,74	---	0,01	0,66

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 068 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo	PRENSA CBR
Capacidad	5000 kgf
Marca	TAMIEQUIPOS
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	675081900005 (*)
Indicación	DIGITAL
Marca	JAZ
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0,1 kgf

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

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

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

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

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

5. Fecha de Calibración 2022-04-21

Fecha de Emisión

2022-04-21

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por
Williams PérezFecha: 2022.04.23 11:38:42
-05'00'

Sello



*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
MT - LF - 068 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,0 °C	27,0 °C
Humedad Relativa	68 % HR	69 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 95857 / 2020-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 037-22A

10. Observaciones

- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: MICRO GAGE, Modelo: 80001 y Serie: F613993

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 068 - 2022

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{Promedio}$ (kgf)
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	Patrón de Referencia	
10	500	499,3	497,1	497,8	498,1	
20	1000	1000,4	999,0	999,4	999,6	
30	1500	1503,4	1501,4	1501,8	1502,2	
40	2000	2007,0	2004,9	2005,6	2005,8	
50	2500	2511,7	2508,7	2509,0	2509,8	
60	3000	3016,1	3012,9	3013,1	3014,0	
70	3500	3520,8	3517,4	3517,9	3518,7	
80	4000	4025,4	4021,9	4022,1	4023,1	
90	4500	4535,4	4532,4	4530,8	4532,9	
Retorno a Cero		0,4	0,7	-0,1		

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0,39	0,44	---	0,02	0,21
1000	0,04	0,14	---	0,01	0,21
1500	-0,15	0,13	---	0,01	0,21
2000	-0,29	0,10	---	0,01	0,21
2500	-0,39	0,12	---	0,00	0,21
3000	-0,47	0,11	---	0,00	0,21
3500	-0,53	0,10	---	0,00	0,21
4000	-0,58	0,09	---	0,00	0,21
4500	-0,73	0,10	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)

0,01 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 069 - 2022**

Página 1 de 4

1. Expediente	220039
2. Solicitante	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO
3. Dirección	CAL. La Marginal NRO. 233 SEC. Uchuglla (en instalaciones del PEAM) Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo	CORTE DIRECTO
Capacidad	4500 N
Marca	UTEST
Modelo	UTS-2060
Número de Serie	19/001484
Ubicación	NO INDICA
Procedencia	TURQUIA
Identificación	NO INDICA
Indicador	DIGITAL
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
División de Escala / Resolución	0,1 N
5. Fecha de Calibración	2022-04-22

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

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

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

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

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

Fecha de Emisión

2022-04-23

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por
Williams Pérez

Fecha: 2022.04.23 11:41:18 -05'00'

Sello



*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 069 - 2022**

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
Av. Cajamarca Norte S/N Nueva Cajamarca

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	27,0 °C
Humedad Relativa	72 % HR	66 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 95857 / 2020-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 024-21B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El Equipo cuenta con una celda de carga: Marca: Diamond / Modelo:DS / Serie: 0246.

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 069 - 2022

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
%	F_i (N)	Patrón de Referencia			
		F_1 (N)	F_2 (N)	F_3 (N)	$F_{Promedio}$ (N)
10	200,0	199,0	198,5	199,0	198,9
20	500,0	497,1	497,5	497,5	497,4
30	1000,0	994,1	994,6	995,1	994,6
40	1500,0	1492,6	1492,6	1492,2	1492,5
50	2000,0	1989,7	1988,2	1987,7	1988,6
60	2500,0	2486,8	2486,8	2486,3	2486,6
70	3000,0	2984,3	2985,3	2984,3	2984,6
80	3500,0	3482,8	3482,4	3483,3	3482,8
90	4000,0	3980,4	3980,9	3980,9	3980,7
100	4500,0	4477,9	4478,9	4477,9	4478,3
Retorno a Cero		0,1	0,1	0,0	

Indicación del Equipo F (N)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
200,0	0,58	0,25	---	0,05	0,15
500,0	0,53	0,10	---	0,02	0,15
1000,0	0,54	0,10	---	0,01	0,15
1500,0	0,50	0,03	---	0,01	0,15
2000,0	0,58	0,10	---	0,01	0,15
2500,0	0,54	0,02	---	0,00	0,15
3000,0	0,51	0,03	---	0,00	0,15
3500,0	0,49	0,03	---	0,00	0,15
4000,0	0,48	0,01	---	0,00	0,15
4500,0	0,49	0,02	---	0,00	0,15

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

Laboratorio de Fuerza

Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 069 - 2022**

Página 4 de 4

Método de Calibración*Determinación del valor real del factor de aplicación de carga al usar el brazo multiplicador***Método: Cargas de prueba.***Se mide la fuerza real aplicada sobre una celda calibrada.*

Factor de Multiplicación 1 : 10

Carga (kg)	Lectura 1 (kg)	Lectura 2 (kg)	Lectura 3 (kg)	Factor
2,00	20,10	20,10	20,2	10,1
5,00	50,10	50,15	50,2	10,0
10,00	100,05	100,10	100,2	10,0
15,00	150,25	150,25	150,3	10,0
20,00	200,10	200,05	200,1	10,0
25,00	250,25	250,30	250,3	10,0
			Promedio	10,0

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.