

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, PARA CONCRETO
F´C=210 KG/CM2, ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS
“ARENERA JAÉN” Y “LAMPARÁN”, EN LA CIUDAD DE JAÉN – CAJAMARCA.**

TÉSIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. JUAN ALEX CUBAS LUNA.

ASESOR:

MCs.Ing. MANUEL LINCOLN MINCHAN PAJARES.

CAJAMARCA - 2023

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, PARA CONCRETO $F'_{C}=210$ KG/CM², ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS "ARENERA JAÉN" Y "LAMPARÁN", EN LA CIUDAD DE JAÉN – CAJAMARCA**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **Juan Alex Cubas Luna** de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor **MCs. Manuel Lincoln Minchán Pajares** con el software antiplagio Turnitin que identifica **17% (diecisiete por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:290524460**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 29 de noviembre del 2023

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:
FERNANDEZ LEON Yvonne
Katherine FAU 20148258601 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 29/11/2023 21:16:42-0500

Cc.
Archivo
c12823id.

COPYRIGHT © 2023 by
JUAN ALEX CUBAS LUNA
Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Jesús y María, cuyo amor inquebrantable, apoyo incondicional y sacrificios incansables han sido mi faro a lo largo de este viaje académico. Gracias por creer en mí cuando a veces dudé de mí mismo, por alentarme cuando necesitaba motivación y por ser mi mayor fuente de inspiración. Este logro es tan suyo como mío.

Este logro no habría sido posible sin su amor, apoyo y comprensión. Les dedico este trabajo con gratitud y cariño, sabiendo que cada página escrita es un tributo a nuestra conexión y un paso hacia un futuro lleno de éxitos compartidos.

Con amor y agradecimiento, J. Alex.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca por brindarme la oportunidad de embarcarme en este desafiante y gratificante viaje académico. Durante mi tiempo aquí, he tenido el privilegio de aprender de algunos de los mentores más destacados y apasionados en el campo de la ingeniería.

A mis estimados profesores, quienes han compartido su conocimiento y experiencia con generosidad, les agradezco por su dedicación incansable a la enseñanza. Sus clases han sido una fuente constante de inspiración y motivación.

En especial, deseo agradecer a mi asesor académico, Ing. Manuel L., por su orientación, paciencia y compromiso a lo largo de mi investigación. Sus valiosos consejos, sus revisiones meticulosas y su apoyo constante fueron fundamentales para dar forma a esta tesis. Su mentoría no solo ha enriquecido mi trabajo, sino que también ha fortalecido mi determinación por seguir avanzando en esta disciplina.

INDICE

Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos	iv
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
CAPÍTULO I: Introducción.....	1
2.1. Planteamiento del problema	1
2.2. Objetivos.....	3
CAPITULO II: Marco Teórico	4
3.1. Antecedentes teóricos de la investigación	4
3.2. Bases Teóricas	5
CAPITULO III: Materiales Y Método	25
4.1. Hipótesis	25
4.2. Definición de variables	25
4.3. Metodología de la investigación.....	25
4.4. Población Y Muestra de estudio.....	25
4.5. Unidad De Análisis.....	26
4.6. Técnicas E Instrumentos Y Recolección De Datos	26
4.7. Análisis E Interpretación De Resultados	26
4.8. Canteras	26
4.9. Componentes utilizados en los concretos	29
4.10. Método del módulo de fineza	29
4.11. Procedimiento para la elaboración de la mezcla de prueba.....	30
4.12. Procedimiento para la elaboración de ajuste de la mezcla.	32
CAPITULO IV: Análisis Y Discusión De Resultados	33
5.1. Análisis De Los Agregados de la cantera Arenera Jaén.....	33
5.2. Análisis De Los Agregados de la cantera Lamparán.....	34
5.3. Análisis de la trabajabilidad de la mezcla de concreto.....	36
5.4. Análisis Del Peso Unitario	36
5.5. Diseño de mezcla (método módulo de finura de combinación de agregados)	36
5.6. Análisis De La Resistencia A Compresión.....	37
5.7. Contrastación de hipótesis	37
CAPITULO V: Conclusiones Y Recomendaciones	38
7. Referencias Bibliográficas.....	40
8. Anexos	42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipos De Cemento Hidráulico	6
Tabla 2	Granulometría del agregado fino	8
Tabla 3	Requisitos granulométricos del agregado grueso	9
Tabla 4	Ensayos básicos para obtener propiedades físicas y mecánicas de los agregados.....	12
Tabla 5	Cantidad mínima de la muestra para agregado grueso	12
Tabla 6	Tamaño de la muestra del agregado.....	13
Tabla 7	Masa mínima de muestra de ensayo	17
Tabla 8	Ensayos realizados al concreto	19
Tabla 9	Resistencia promedio a la compresión requerida.....	22
Tabla 10	Consistencia, asentamiento y trabajabilidad	23
Tabla 11	Requerimientos de agua en l/m ³ y contenido de aire del concreto para los tamaños nominales máximos del agregado grueso y consistencia indicada	23
Tabla 12	Relación agua / cemento por resistencia.....	24
Tabla 13	Módulo de finura de la combinación de agregados	24
Tabla 16	Distribución granulométrica agregado fino de cantera Arenera Jaén.....	42
Tabla 17	Distribución granulométrica agregado grueso de cantera Arenera Jaén.....	43
Tabla 18	Contenido de humedad de agregado fino de la cantera Arenera Jaén	44
Tabla 19	Contenido de humedad de agregado grueso de la cantera Arenera Jaén	44
Tabla 20	Peso unitario suelto agregado fino de cantera Arenera Jaén.....	44
Tabla 21	Peso unitario compactado agregado fino de cantera Arenera Jaén.....	44
Tabla 22	Peso unitario suelto agregado grueso de cantera Arenera Jaén	44
Tabla 23	Peso unitario compactado agregado grueso de cantera Arenera Jaén.....	45
Tabla 24	Material que pasa por tamiz N°200 en agregado fino de la cantera Arenera Jaén	45
Tabla 25	Material que pasa por tamiz N°200 en agregado grueso de la cantera Arenera Jaén ..	45
Tabla 26	Densidad relativa y absorción de agregado grueso de la cantera Arenera Jaén.....	46
Tabla 27	Densidad relativa y absorción de agregado fino de la cantera Arenera Jaén.....	46
Tabla 28	Distribución granulométrica agregado fino de cantera Lamparán.....	47
Tabla 29	Distribución granulométrica agregado grueso de cantera Lamparán	48
Tabla 30	Contenido de humedad de agregado fino de la cantera Lamparán	49

Tabla 31	Contenido de humedad de agregado grueso de la cantera Lamparán	49
Tabla 32	Peso unitario suelto agregado fino de cantera Lamparán	49
Tabla 33	Peso unitario compactado agregado fino de cantera Lamparán.....	49
Tabla 34	Peso unitario suelto agregado grueso de cantera Lamparán	50
Tabla 35	Peso unitario compactado agregado grueso de cantera Lamparán	50
Tabla 36	Material que pasa por tamiz N°200 en agregado fino de la cantera Lamparán	50
Tabla 37	Material que pasa por tamiz N°200 en agregado grueso de la cantera Lamparán.....	50
Tabla 38	Densidad relativa y absorción de agregado grueso de la cantera Lamparán	51
Tabla 39	Densidad relativa y absorción de agregado fino de la cantera Lamparán.....	51
Tabla 40	Medición de asentamiento de concreto elaborado con ag de la cantera Arenera Jaén	56
Tabla 41	Medición de asentamiento de concreto elaborado con ags de la cantera Lamparán ...	56
Tabla 42	Peso unitario para concreto fresco de la cantera Arenera Jaén	57
Tabla 43	Peso unitario para concreto fresco de la cantera Lamparán.....	57
Tabla 44	Peso unitario para concreto endurecido de la cantera Arenera Jaén.....	58
Tabla 45	Peso unitario para concreto endurecido de la cantera.....	58
Tabla 46	Resistencia a la compresión a los 07 días cantera Arenera Jaén.....	59
Tabla 47	Resistencia a la compresión a los 14 días cantera Arenera Jaén.....	59
Tabla 48	Resistencia a la compresión a los 28 días cantera Arenera Jaén.....	60
Tabla 49	Resistencia a la compresión a los 07 días cantera Lamparán	60
Tabla 50	Resistencia a la compresión a los 14 días cantera Lamparán	61
Tabla 51	Resistencia a la compresión a los 28 días cantera Lamparán	61
Tabla 52	Resistencia a compresión promedio a 07, 14 y 28 días	62
Tabla 53	Variación porcentual de la resistencia a compresión promedio a 07, 14 y 28 días	62
Tabla 54	comparación porcentual de la resistencia a compresión promedio a 07, 14 y 28 días	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación de la cantera Arenera Jaén	27
Figura 2	Ubicación de la cantera Lamparán	28
Figura 8	Curva granulométrica agregado fino de cantera Arenera Jaén.....	42
Figura 9	Curva granulométrica agregado grueso de cantera Arenera Jaén	43
Figura 10	Curva granulométrica agregado fino de cantera Lamparán	47
Figura 11	Curva granulométrica agregado grueso de cantera Lamparán	48
Figura 12	Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.....	63
Figura 13	Determinación del contenido de humedad	63
Figura 14	Determinación de Peso Unitario.....	64
Figura 15	Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso	64
Figura 16	Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino	65
Figura 17	Elaboración de especímenes de concreto	65
Figura 18	Curado de especímenes de concreto.....	66
Figura 19	Rotura de probetas a los 7 días cantera Arenera Jaén	66
Figura 20	Rotura de probetas a los 14 días cantera Arenera Jaén	67
Figura 21	Rotura de probetas a los 28 días cantera Arenera Jaén	67
Figura 22	Rotura de probetas a los 7 días cantera Lamparán	68
Figura 23	Rotura de probetas a los 14 días cantera Lamparán	68
Figura 25	Rotura de probetas a los 28 días cantera Lamparán	69

Resumen

En la provincia de Jaén en muchos casos se elaboran concretos sin conocer las propiedades físicas de los agregados ni las proporciones adecuadas para la elaboración de un concreto, por lo que la presente investigación trata de determinar y comparar las diferencias en la resistencia a compresión de concretos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborados con agregados de las canteras Arenera Jaén y Lamparán. Se tomaron muestras de agregados finos y grueso de las respectivas canteras, para realizar ensayos en laboratorio y determinar sus propiedades físicas. Además, se realizaron ensayos del concreto en estado fresco y ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días del concreto elaborado con agregados de la cantera "Arenera Jaén" y "Lamparán". Todos los ensayos realizados se hicieron en concordancia de la norma técnica peruana. Los resultados obtenidos indicaron que los agregados finos y gruesos de las canteras "Arenera Jaén" y "Lamparán" cumplen los requisitos de distribución granulométrica, porcentaje de materiales que pasa por tamiz N°200 y módulo de fineza para el caso de agregado fino según la NTP 400.037, con excepción del agregado grueso de la cantera "Lamparán" que tiene un porcentaje de materiales que pasa por tamiz N°200 de 7.22%. Los resultados obtenidos en los ensayos de compresión indican que ambos concretos elaborados con los agregados de las canteras "Arenera Jaén" y "Lamparán" cumplen y superan $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La comparación de los resultados de resistencia a compresión indica que el concreto elaborado con agregados de la cantera "Arenera Jaén" mostró una resistencia mayor en comparación con el concreto de la cantera "Lamparán". La diferencia observada fue consistente a lo largo de las diferentes edades del concreto. Siendo su variación porcentual de 1.76% a los 14 días y 1.87% a los 28 días.

Palabras clave: concreto, canteras, propiedades físicas, ensayo a compresión., comparación.

Abstract

In the province of Jaén, in many cases, concrete is made without knowing the physical properties of the aggregates or the appropriate proportions for the production of concrete, so this research tries to determine and compare the differences in the compressive strength of concrete. $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ made with aggregates from the Arenera Jaén and Lamparán quarries. Samples of fine and coarse aggregates were taken from the respective quarries to perform laboratory tests and determine their physical properties. In addition, fresh concrete tests and compressive strength tests were carried out at 7, 14 and 28 days on the concrete made with aggregates from the "Arenera Jaén" and "Lamparán" quarry. All tests carried out were carried out in accordance with the Peruvian technical standard. The results obtained indicated that the fine and coarse aggregates from the "Arenera Jaén" and "Lamparán" quarries meet the requirements of granulometric distribution, percentage of materials that pass through sieve No. 200 and fineness module for the case of fine aggregate according to NTP 400.037, with the exception of the coarse aggregate from the "Lamparán" quarry, which has a percentage of materials that pass through sieve No. 200 of 7.22%. The results obtained in the compression tests indicate that both concretes made with the aggregates from the "Arenera Jaén" and "Lamparán" quarries meet and exceed $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. The comparison of the compressive strength results indicates that the concrete made with aggregates from the "Arenera Jaén" quarry showed greater resistance compared to the concrete from the "Lamparán" quarry. The difference observed was consistent across the different ages of the concrete. Its percentage variation being 1.76% at 14 days and 1.87% at 28 days.

Keywords: concrete, quarries, physical properties, compression test, comparison.

CAPÍTULO I: Introducción

La construcción de edificios, puentes, carreteras y aceras es una parte integral del desarrollo urbano en la ciudad de Jaén y juega un papel crucial en la creación de un entorno seguro y habitable para las personas.

El concreto como material de construcción es uno de los más importantes. El concreto se utiliza para construir la mayoría de las estructuras importantes de la ciudad. Una construcción de concreto sólido y bien construida proporciona una base sólida y duradera para estas estructuras, lo que garantiza su estabilidad y seguridad.

Carvalho (2002) El concreto es un material que posee notables cualidades en términos de diseño estructural, gracias a sus propiedades físicas, especialmente su capacidad de resistencia a la compresión. Asimismo, su maleabilidad le otorga la capacidad de tomar la forma de la superficie con la que entra en contacto cuando está en estado fresco, y esta forma se mantiene cuando se endurece por completo.

Debido a esta versatilidad y fácil obtención, es de vital importancia garantizar la resistencia del concreto. Por ello mediante este trabajo de investigación se pretende comparar la resistencia a compresión de concretos de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ elaborados con agregados de las canteras Arenera Jaén y Lamparán.

2.1. Planteamiento del problema

2.1.1. Selección de problema

Con el creciente desarrollo del país y la demanda de nuevos servicios para la población, el sector de la construcción ha incrementado paulatinamente sus actividades. la ciudad de Jaén no es ajena a esta realidad, con el fin de satisfacer a la demanda, se han construido viviendas, colegios, universidades, hospitales, puentes, pavimentaciones, etc. La mayoría de estas infraestructuras tiene como material predominante al concreto.

Orozco et al (2017) indica que, a pesar de la evidente importancia de este material, los procedimientos de elaboración, colocación o curado en algunos casos no son los adecuados, afectando de manera directa el comportamiento y calidad del concreto. Los factores que afectan dicha calidad se pueden dividir en Materiales, Mano de Obra, Métodos, Maquinaria y Medio ambiente.

En el caso de los materiales, Chan Yam et al (2003) menciona que es esencial tener un conocimiento y control exhaustivo de las propiedades de los agregados, como su tamaño,

capacidad de absorción y coeficiente de forma, ya que estos factores influyen directamente en la facilidad de manejo del concreto en su estado fresco. Del mismo modo, comprender aspectos como la textura, la adherencia y la composición mineral de los agregados, que desempeñan un papel crucial en la zona de transición, es fundamental para evaluar si la resistencia mecánica del concreto se verá impactada.

Los materiales utilizados para la elaboración del concreto definen sus propiedades en estado fresco como endurecido, al comparan concretos con una resistencia a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ elaborados con agregados de las canteras Arenera Jaén y Lamparán, se obtiene información cuantificable para poder elegir el concreto con mayor capacidad a soportar cargas.

2.1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es la diferencia en la resistencia a compresión, en concretos $f'c=210\text{kg/cm}^2$ elaborados con los agregados obtenidos de las canteras “Arenera Jaén” y “Lamparán”?

2.1.3. Justificación de la investigación.

Conocer la calidad de los agregados que existen en el mercado nos permite optimizar recursos, puesto que la selección de agregados puede afectar significativamente las propiedades del concreto, incluyendo la resistencia, la durabilidad y la trabajabilidad. Al comparar los concretos con diferentes agregados, se pueden identificar aquellos que ofrecen mejores propiedades, lo que permite a los diseñadores y constructores optimizar el uso de los recursos y reducir los costos.

La selección de agregados adecuados mejora la resistencia del concreto, lo que es importante para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras. Al comparar los concretos obtenidos con diferentes tipos de agregados, se pueden identificar aquellos tienen mayor resistencia compresión, mejorando así el comportamiento estructural y reduciendo las probabilidades de fallas.

2.1.4. Alcances De La Investigación

El trabajo de investigación se desarrolló en la ciudad de Jaén, El estudio se encuentra enmarcado en el rubro de la ingeniería civil, específicamente en el área de Tecnología de Concreto, y se realizó apoyándose en los postulados teóricos y temas de investigación anteriores, así como las normas vigentes de nuestro país, con el objetivo de comparar la resistencia a compresión del concreto utilizando en su elaboración agregados de las canteras “Arenera Jaén” Y “Lamparán”.

Para cumplir con los objetivos de la investigación se planteó una serie ensayos a los diferentes agregados (para obtener sus propiedades físicas), como al concreto fresco y endurecido

(resistencia a la compresión). Esperando que los resultados obtenidos sirvan al beneficio de la población y empresas constructoras que utilizan los agregados de las canteras “Arenera Jaén” y “Lamparán”.

2.1.5. Delimitación De La Investigación

La presente investigación se delimitará a comparar la resistencia a compresión para concretos $f'c=210\text{kg/cm}^2$, elaborados con agregados de las canteras Arenera Jaén y Lamparán

2.1.6. Limitaciones De La Investigación

Los hallazgos de esta investigación solo serán aplicables en contextos donde se emplee los materiales extraídos de las canteras de arena Jaén y Lamparán. No se pueden extender a otras canteras en la misma área, y será necesario realizar estudios adicionales para su aplicación en dichas circunstancias.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Determinar y comparar las diferencias en la resistencia a compresión de concretos $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$ elaborados con agregados de las canteras Arenera Jaén y Lamparán.

2.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar las propiedades físicas de los agregados de la cantera Arenera Jaén y Lamparán
- ✓ Realizar el diseño de mezclas para un concreto $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregados de la cantera Arenera Jaén y Lamparán.
- ✓ Determinar la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días del concreto elaborado con agregados de la cantera Arenera Jaén y Lamparán.

CAPITULO II: Marco Teórico

3.1. Antecedentes teóricos de la investigación

3.1.1. Antecedentes Internacionales

Meza et al (2021) Colombia, en su tesis Efecto De Los Agregados Gruesos Disponibles En La Ciudad De Cali Sobre Las Propiedades Mecánicas Del Concreto De Alta Resistencia (Car), Basándose en los resultados de su investigación, sugieren que en un concreto de alta resistencia (CAR), la fuerza de compresión está vinculada a la calidad del agregado grueso. Esto se debe a que la pasta de cemento endurecido y la zona de transición no determinan el límite máximo de la resistencia a la compresión del concreto.

Silva y Valbuena (2019) Colombia, en su tesis Evaluación de mezclas de concreto con agregados de Cajicá, Madrid y El Guamo para obtener una resistencia superior a 4000 psi, aplicando el enfoque empírico de mezclas de concreto basado en la proporción volumétrica de cemento y agregados, sin la utilización de aditivos y centrándose en agregados combinados transportados a Bogotá, al comparar los resultados de los tres agregados evaluados, ninguno logró alcanzar la resistencia objetivo de 4000 psi. El más cercano fue el agregado de Madrid, con una resistencia de 3877 psi.

3.1.2. Antecedentes Nacionales

Camac (2021), en su tesis Resistencia De Los Agregados Para Concretos De Las Canteras Afectadas Por La Contaminación De Los Ríos Opamayo Y Lircay, Angaraes –Huancavelica, indica que los concretos elaborados con este tipo de agregados lograron superar sus resistencia de diseño, además que los ensayos realizados a las muestras de agregados gruesos y finos como las propiedades y las características físicas y mecánicas, cumplen con los estándares establecidos, concluyendo que la contaminación de los ríos Opamayo y Lircay no afectan a las propiedades físicas y químicas de los agregados.

Gamonal (2021), en su tesis Evaluación de las propiedades de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ obtenida con agregado fino de cerro y piedra chancada en la ciudad de Cutervo, concluye que las propiedades del concreto obtenido con agregado fino de cerro “Cantera Ilucán” y piedra chancada “Cantera Lancheonga” en la ciudad de Cutervo cumplen con las normas ASTM y las NTP, el concreto presenta una resistencia en compresión de 56% mayor a la resistencia requerida, utilizando agregado fino de cerro “Cantera Ilucán” y piedra chancada “Cantera Lancheonga” en la ciudad de Cutervo.

3.1.3. Antecedentes Teóricos Locales

Campos (2017), en su tesis Titulada 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, llegó a la conclusión que los agregados de las dos canteras en estudio son aptos para el uso en la fabricación de concreto de buena calidad; Siendo la Cantera de Josecito la que alcanzo ligeramente una mayor resistencia, con un 2.59% más que la cantera Manuel Olano.

Carranza (2021), en su tesis titulada Resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con los agregados de las canteras de la provincia de Chota, Cajamarca – 2018, concluye que los agregados de la cantera Chalamarca tiene mejores condiciones en referencia a las curvas granulométricas y además a algunas consideraciones referentes al agregado fino, por consiguiente, las canteras Conchán y Cochabamba tienen deficiencias en sus agregados finos y por el contrario tienen muy buena producción de agregado grueso. Además de que todos los diseños cumplen la resistencia de diseño obteniendo a los 28 días de los testigos de cada cantera son lo siguiente: cantera Chalamarca obtuvo una resistencia promedio de 210.11 kg/cm^2 y de la cantera Cochabamba se consiguió el 233.93 kg/cm^2 de resistencia y la cantera Conchán obtuvo una resistencia promedio de 222.67 kg/cm^2 .

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Concreto

La norma E.060.2020 lo define como una mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Méndez (2012) tiene un concepto más detallado indicándolo como una mezcla íntima y homogénea de áridos finos, áridos gruesos, un aglomerante y agua en las debidas proporciones para que fragüe y endurezca. En el momento de su mezclado, pueden añadirse otros productos o materiales para mejorar alguna de sus características determinadas; por ende, existen diferentes tipos de concretos como lo son el ordinario, en masa, armado, pretensado, mixto, ciclópeo, ligero, entre otros.

3.2.2. Componentes del concreto

3.2.2.1. Cemento Hidráulico

Es el cemento que fragua, endurece y desarrolla resistencia por reacción química tanto al aire como bajo el agua (NTP 334.001:2019)

Propiamente el cemento hidráulico es aquel que se obtiene de la cocción de materiales calcáreos y arcilla, a una temperatura de 1400-1500 oc, el cual, al ser mezclado y amasado con agua, fragua con este último y tiene la propiedad de endurecerse hasta tomar una consistencia pétreo sólida. De esta manera, la resistencia del cemento es el resultado del proceso de hidratación de sus componentes (Irving, 2010).

Tabla 1

Tipos De Cemento Hidráulico

Cementos Hidráulicos	Tipo	Denominación
Cementos Portland	Tipo I	Cemento Portland de uso general
	Tipo II	Cemento Portland de uso general de moderada resistencia a los sulfatos
	Tipo III	Cemento Portland de alta resistencia inicial
	Tipo IV	Cemento Portland de bajo calor de hidratación
	Tipo V	Cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos
Cementos hidráulicos adicionados (PM)	Tipo IS	Cemento Portland con escoria de alto horno
	Tipo IP	Cemento Portland puzolánico
	Tipo I	Cemento Portland puzolánico modificado
	Tipo IL	Cemento Portland caliza
	Tipo IT	Cemento adicionado ternario
	Tipo ICo	Cemento Portland compuesto
	Tipo GU	Cemento Hidráulico de uso general
Cementos hidráulicos especificado por desempeño	Tipo HE	Cemento Hidráulico de alta resistencia inicial
	Tipo MS	Cemento Hidráulico de moderada resistencia a los sulfatos
	Tipo HS	Cemento Hidráulico de alta resistencia a los sulfatos
	Tipo MH	Cemento Hidráulico de moderado calor de hidratación
	Tipo LH	Cemento Hidráulico de bajo calor de hidratación

Fuente: Reglamento Técnico Sobre Cemento Hidráulico Utilizado N Edificaciones Y Construcciones En General, artículo 2.1.

3.2.2.1.1. Cemento portland

La norma E.060.2020 lo define como un producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker.

Según NTP 334.001:2019 el cemento portland está definido como cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clínker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más, de lo siguiente: agua, sulfato de calcio, hasta un 5% de piedra caliza y adiciones de procesamiento.

3.2.2.2. Agregados

La norma E.060.2020 lo define como material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

Méndez (2012) nos brinda un concepto más detallado indicando que son materiales que constituyen entre el 60 y el 80% del volumen total del concreto y se usan con un medio cementante como la lechada, para formar mortero o concreto. Los agregados de calidad deben cumplir ciertas reglas para darles un uso óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta al cemento.

3.2.2.2.1. Agregado Fino

La norma NTP 400.011.2020 lo definió como agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8").

El contenido de agregado fino normalmente oscila entre 35% al 45% por masa o volumen total del agregado, según sea el diseño. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes. El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera y no debe tener más de 5% de material más fino que la malla No200 (Méndez, 2012, pág. 26).

Según la norma NTP 400.037.2021 el agregado fino deberá cumplir con la siguiente distribución granulométrica.

Tabla 2*Granulometría del agregado fino*

Malla	Abertura (mm)	% Que pasa		
3/8"	9.50	100	-	100
N°4	4.75	95	-	100
N°8	2.36	80	-	100
N°16	1.18	50	-	85
N°30	0.60	25	-	60
N°50	0.30	5	-	30
N°100	0.15	0	-	10
N°200	0.075	0	-	3(A, B)

A: Para concreto no sujeto a la abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz 75 μm (No. 200) debe ser máximo 5 %.

B: Para agregado fino manufacturado, si el material más fino que el tamiz 75 μm (No. 200) consiste en polvo de trituración, libre de arcilla o esquistos, este límite debe ser máximo 5 % para concreto sujeto a la abrasión y máximo 7% para concreto no sujeto a la abrasión.

Fuente: NTP 400.037.2021

Se debe tener en cuenta que el agregado fino no debe tener más del 45 % entre dos mallas consecutivas y su módulo de finura no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1.

El agregado fino no deberá indicar presencia de materia orgánica cuando ella es determinada de acuerdo a los requisitos de la norma NTP 400.013.

3.2.2.2.2. Agregado Grueso

La norma NTP 400.011.2020 lo definió como agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

Tabla 3

Requisitos granulométricos del agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	Porcentaje Que Pasa Por Los Tamices Normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 ½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (⅜ pulg)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm. a 37.5 mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 15	...	...	...	...	...
2	63 mm. a 37.5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 mm. a 25.0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 mm. a 4.75 mm (2 pulg a N° 4)	...	...	...	100	90 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37.5 mm. a 4.75 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...
467	37.5 mm. a 4.75 mm (1 ½ pulg a N° 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25 mm. a 12.5 mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25 mm. a 9.5 mm (1 pulg a ⅜ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25 mm. a 4.75 mm (1 pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19.0 mm. a 9.5 mm (¾ pulg a ⅜ pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	...	...

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	Porcentaje Que Pasa Por Los Tamices Normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (⅜ pulg)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
67	19.0 mm. a 4.75 mm (¾ pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12.5 mm. a 4.75 mm (½ pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9.5 mm. a 2.36 mm (⅜ pulg a N° 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	9.5 mm. a 1.18 mm (¾ pulg a N° 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm. a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Material más fino que la malla normalizada 75 µm (N° 200) debe ser máximo 1%, puede ser 1.5% el material está esencialmente libre de limos y arcillas.

Fuente: NTP 400.037.2021

3.2.3. *Propiedades Del Concreto*

3.2.3.1. *Propiedades Del Concreto Fresco*

Es aquel recién preparado cuyo estado es plástico y moldeable en el cual no se produce el fraguado ni el endurecimiento y adopta la forma del encofrado.

3.2.3.1.1. *Trabajabilidad Y Consistencia*

Rivva (2014) define la trabajabilidad como a la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto, y luego este puede ser, para condiciones dadas de obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad.

Rivva (2014), define la consistencia como una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma, entendiéndose por ello que cuando más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación.

Nuestro país se rige por la NTP 339.035.2015 el ensayo consiste determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland, esto permite una aproximación numérica a las propiedades de trabajabilidad y consistencia, pero limitadamente, pues es una prueba de uniformidad más que de trabajabilidad.

3.2.3.2. *Propiedades Del Concreto Endurecido*

3.2.3.2.1. *Resistencia*

Rivva (2014), se define como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. La resistencia en compresión se utiliza como un índice de calidad de concreto. En pavimentos suele utilizarse la resistencia en flexión.

3.2.4. *Ensayos Para Obtener Propiedades Físicas De Los Agregados*

No todos los ensayos se deben realizar en todos los casos de uso de agregados, sino depende del uso a que se destine el material. Es más, como mucho de los ensayos están relacionados entre sí, existe la posibilidad que, si con determinado ensayo concluimos que el material no cumple los requerimientos. Se puede obviar la realización de otros. Además, en cada obra específica, en la memoria descriptiva o especificaciones técnicas del proyecto, se deben detallar los ensayos a efectuarse, y los requerimientos mínimos que se exigen de cada uno.

Todos los ensayos deben tener en cuenta la NTP 400.010.2020 Extracción y preparación de las muestras, donde se indica que condiciones se deben tener en cuenta en relación a las muestras para los ensayos.

Tabla 4*Ensayos básicos para obtener propiedades físicas y mecánicas de los agregados*

Ítem	Ensayo	Norma Técnica peruana
1	Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo	NTP 400.012.2021
2	Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	NTP 339.185.2021
3	Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados	NTP 400.017.2020
4	Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N.º 200) por lavado en agregados. Método de ensayo.	NTP 400.018.2020
5	Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.	NTP 400.021.2020
6	Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.	NTP 400.022.2021

Fuente: elaboración propia**3.2.4.1. Análisis Granulométrico Del Agregado Fino, Grueso NTP 400.012.2021**

Una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas.

Muestras

- ✓ Agregado fino: La cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 g mínimo.
- ✓ Agregado grueso y global: La cantidad de muestra de ensayo de agregado grueso será conforme a lo indicado en la Tabla.

Tabla 5*Cantidad mínima de la muestra para agregado grueso*

Tmn Mm (pulg)	Muestra mínima kg(lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)

Fuente: NTP 400.012 2021**Procedimiento**

- ✓ Secar la muestra a peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C.

- ✓ Seleccionar tamices adecuados para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado.
- ✓ Realizar el tamizado sin sobrecargar el material sobre el tamiz.
- ✓ Determinar la masa de la muestra que quedo en cada tamiz, si la cantidad total del ensayo difiere en mas 0.3%, sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

Cálculos

- ✓ Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0,1 % más cercano de la masa seca inicial de la muestra.
- ✓ Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: (N°100); (N°50); (N°30); (N°16); 2,36 mm (N°8); 4,75 mm (N°4); 9,5 mm (3/8 de pulgada);19,0 mm (3/4 de pulgada); 37,5 mm (1 1/2 pulgada) y mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

3.2.4.2. Método De Ensayo Normalizado Para Contenido De Humedad Total Evaporable De Agregados Por Secado NTP 339.185.2021

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

Tabla 6

Tamaño de la muestra del agregado

Tmn Mm (pulg)	Muestra kg	mínima
4.75 (N°4)	0.5	
9,5 (3/8)	1.5	
12,5 (1/2)	2.0	
19,0 (3/4)	3.0	

Fuente: NTP 339.185.2021

Procedimiento

- ✓ Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %.
- ✓ Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ✓ La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.

Cálculos

- ✓ Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$P=100(W-D)/D$$

P= Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W=Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D=Masa de la muestra seca en gramos.

3.2.4.3. Método De Ensayo Para Determinar La Masa Por Unidad De Volumen O Densidad (“Peso Unitario”) Y Los Vacíos En Los Agregados NTP 400.017; 2020

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la densidad de masa (“Peso unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable a los agregados que no excedan los 125 mm como tamaño nominal máximo.

Densidad de masa del agregado: Masa de una unidad de volumen de la masa material del agregado, en que el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre partículas, expresado en kg/m.

Peso unitario: Peso (Masa) por unidad de volumen (Este término es obsoleto, es preferible usar el término densidad de masa).

Vacíos: En unidad de volumen del agregado, espacio entre partículas en una masa de agregado no ocupado por la materia sólida del mineral.

Varilla de apisonado: Una varilla lisa de acero, redondeada de 16 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, teniendo un extremo o ambos extremos deforma redondeada tipo semiesférica, con 16 mm de diámetro.

Muestra

El tamaño de la muestra será aproximadamente de 125 % a 200 % la cantidad requerida para llenar el recipiente, y será manipulada de manera de evitar la segregación. Secar la muestra de agregado esencialmente a masa constante, preferiblemente en una estufa a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Procedimiento (compactación por apisonado)

- ✓ Llenar el recipiente a un tercio del total y nivelar la superficie con los dedos. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie.
- ✓ Llenar el recipiente a los 2 tercios del total y nuevamente nivelar y apisonar como anteriormente.
- ✓ Finalmente, llenar el recipiente a sobre volumen y apisonar nuevamente de la forma indicada líneas arriba. Nivelar la superficie del agregado.
- ✓ Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.

Cálculos

- ✓ Densidad de masa: La densidad de masa determinada por este método es para un agregado en condición secada en estufa.
- ✓ $M=(G-T)/V$
- ✓ $M=(G-T)*F$
- ✓ Donde:
 - M= Densidad de masa del agregado, kg/m^3
 - G=Masa, kg
 - T=Masa del recipiente, kg
 - V=Volumen del recipiente, m^3
- ✓ F=Factor para el recipiente, $1/\text{m}^3$

3.2.4.1. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (n.º 200) por lavado en agregados. Método de ensayo. NTP 400.018.2020

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa el tamiz normalizado de 75 μm (Nº200).

Procedimiento a – lavado con agua

- ✓ Secar la muestra de ensayo a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. determinar la cantidad con una aproximación al 0,1 % de la masa de la muestra de ensayo.
- ✓ Colocar la muestra de ensayo en el recipiente y adicionar agua suficiente para cubrirla. no adicionar detergentes, agentes dispersantes, ni alguna otra sustancia al agua.
- ✓ Agitar la muestra vigorosamente con el fin de separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz normalizado de $75\text{ }\mu\text{m}$ (N° 200) de las partículas gruesas, y llevar el material fino a la suspensión.
- ✓ Verter inmediatamente el agua de lavado conteniendo los sólidos suspendidos y disueltos sobre los tamices, colocando el tamiz más grueso en la parte superior.
- ✓ Adicionar una segunda carga de agua a la muestra en el recipiente, agitar, y decantar como antes. Repetir esta operación hasta que el agua de lavado esté clara.
- ✓ Retornar todo el material retenido sobre los tamices mediante un chorro de agua. Secar el agregado lavado a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y determinar la masa con aproximación al 0,1 % de la masa original de la muestra.

Cálculo

- ✓ $A = (P1 - P2) \times 100 / P1$

- ✓ Donde:

A= Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de $75\text{ }\mu\text{m}$ (N° 200) por vía húmeda.

P1= Masa seca de la muestra original, gramos.

P2= Masa seca de la muestra luego del lavado, gramos.

3.2.4.2. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo NTP 400.021.2020

La presente Norma tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado grueso (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso.

La densidad relativa (gravedad específica) es la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados.

La densidad relativa (gravedad específica) (SSD) se utiliza si el agregado está húmedo, es decir, si su absorción se ha cumplido. Por el contrario, la densidad o densidad relativa (gravedad específica) (OD) se utiliza para los cálculos cuando el agregado está seco o se supone que está seco.

Tabla 7

Masa mínima de muestra de ensayo

Tmn mm (pulg)	Muestra mínima kg(lb)
12,5 (1/2)	2(4.4)
19,0 (3/4)	3(6.6)
25,0 (1)	4(8.8)

Fuente: NTP 400.019.2020

Procedimiento

- ✓ Secar la muestra de ensayo en una estufa hasta una masa constante a una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$., enfriar a temperatura ambiente durante 1 h a 3 h.
- ✓ Posteriormente sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente, durante un período de $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.
- ✓ Cuando los valores de absorción y de densidad relativa (gravedad específica) son para ser utilizados en la dosificación mezclas de concreto, en el que los agregados estarán en su condición naturalmente húmedo, es opcional los pasos anteriores.
- ✓ Retirar la muestra del agua y hacer rodar sobre un paño absorbente grande, hasta que se eliminan todas las partículas visibles de agua. Determinar la masa de la muestra de ensayo, en la condición de superficie saturada seca.
- ✓ Después de la determinación de la masa en aire, colocar inmediatamente la muestra saturada superficialmente seca en el recipiente de la muestra y determinar su masa aparente en agua a $23\text{ °C} \pm 2,0\text{ °C}$
- ✓ Secar la muestra de ensayo en la estufa hasta una masa constante, a temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ enfriar en aire a temperatura ambiente durante 1 h a 3 h , y determinar la masa.

Cálculos

- ✓ Densidad Relativa (gravedad específica) (OD) = $A/(B-C)$
- ✓ Densidad Relativa (gravedad específica) (SSD) = $B/(B-C)$
- ✓ Densidad Relativa aparente (gravedad específica aparente) = $A/(A - C)$
- ✓ Absorción, % = $[(B - A)/A] \times 100$
- ✓ En donde: A = masa de la muestra secada al horno en aire, g B = masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire, g, y C = masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua, g.

3.2.4.3. Determinación De La Densidad Relativa (Peso Específico) Y Absorción Del Agregado Fino Método De Ensayo NTP 400.022.2021

Una muestra de agregado es retirada en agua por $24h \pm 4 h$ para esencialmente llenar los poros. Luego es retirada del agua, el agua superficial de las partículas es secada y se determina la masa. Posteriormente, la muestra (o una parte de ella) se coloca en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se determina por el método gravimétrico o volumétrico. Finalmente, la muestra es secada en horno y la masa se determina de nuevo. Usando los valores de la masa obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la densidad, densidad relativa (gravedad específica), y la absorción.

Prueba de humedad superficial: prueba mediante un molde y barra compactadora en donde mediante golpes en donde si la humedad de la superficie está todavía presente, el agregado fino conservará la forma moldeada. La ligera caída del agregado fino moldeado indica que se ha llegado a un estado de superficie seca.

Picnómetro (para usarse con el procedimiento gravimétrico): Un frasco u otro contenedor apropiado en el cual la muestra de agregado fino puede ser rápidamente introducida y en el cual el contenido del volumen puede ser calibrado hasta $\pm 0,1 \text{ cm}^3$. El volumen del recipiente lleno hasta la marca será de al menos 50 % mayor que el espacio necesario para acomodar la muestra de ensayo. Un matraz aforado de 500 cm^3 de capacidad o un frasco de vidrio, equipado con una tapa de picnómetro es satisfactorio para una muestra de 500 g de la mayoría de los áridos finos.

Procedimiento gravimétrico

- ✓ Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro $500 \text{ g} \pm 10 \text{ g}$ de $\text{g} \pm 10 \text{ g}$ de agregado fino de saturada seca superficialmente, y llenar de agua adicional hasta aproximadamente el 90 % de su capacidad.

- ✓ Eliminar las burbujas de aire visibles.
- ✓ Ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, si es necesario por inmersión parcial en agua circulante, y llevar el nivel de agua en el picnómetro a su capacidad de calibración. Determinar la masa total del picnómetro, el espécimen, y el agua.

Cálculos

- ✓ Densidad Relativa (gravedad específica) (OD) = $A/(B+S-C)$
- ✓ Densidad Relativa (gravedad específica) (SSD) = $S/(B+S-C)$
- ✓ Densidad Relativa aparente (gravedad específica aparente) = $A/(B+A - C)$
- ✓ Absorción % = $[(S - A)/A] \times 100$

Donde : A = masa de la muestra seca al horno, g. B = masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, g. C = masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración, g. S = masa de la muestra de saturado superficialmente seca (utilizado en el procedimiento gravimétrico para la densidad y la densidad relativa (gravedad específica), o para la absorción con ambos procedimientos) g.

3.2.5. Ensayos Aplicados Al Concreto

Los ensayos realizados para el concreto se pueden dar en estado fresco o endurecido, estos son los ensayos que se utilizaron para obtener las propiedades de trabajabilidad, resistencia a compresión y peso unitario.

Tabla 8

Ensayos realizados al concreto

Item	Ensayo	Norma peruana
1	Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland.	NTP 339.035.2015
2	Practica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.	NTP 339.183.2021
3	Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.	NTP 339.034.2021
4	Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón(concreto)	NTP 339.046.2019

Fuente: elaboración propia

3.2.5.1. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland. Ntp 339.035.2015

Esta Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland, tanto en el laboratorio como en el campo.

Procedimiento

- ✓ Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie plana
- ✓ Se llena el molde vaciando el concreto en tres capas, de modo que cada capa corresponda a aproximadamente a la tercera parte del volumen del molde.
- ✓ Cada capa se compacta aplicando 25 golpes con la barra compactadora distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección de la capa.
- ✓ Luego del llenado y compactado se retira inmediatamente el molde del concreto levantándolo cuidadosamente en dirección vertical.
- ✓ Se mide inmediatamente el asentamiento, determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro desplazado de la cara superior del cono deformado.

3.2.5.2. Método De Ensayo Para Determinar La Densidad (Peso Unitario), Rendimiento Y Contenido De Aire (Método Gravimétrico) Del Hormigón (Concreto) NTP 399.046.2019

Método De Consolidación

- ✓ Para hormigones (concretos) con un asentamiento mayor que 75 mm se debe aplicar el método de apisonado.
- ✓ Para hormigones (concretos) con asentamiento entre 25 mm a 75 mm se aplica apisonado o vibrado.
- ✓ Hormigones (concretos) con asentamiento menor de 25 mm se debe aplicar el método de consolidación por vibración.

Procedimiento para método apisonado

- ✓ Colocar el hormigón (concreto) en el recipiente de medición en tres capas de aproximadamente igual volumen.
- ✓ Apisonar cada capa con 25 golpes de la barra compactadora cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 14 L o más pequeños; 50 golpes cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 28 L.

- ✓ Después de que cada capa ha sido apisonada se debe golpear con el mazo (véase 5.6) los lados del recipiente, 10 a 15 veces.
- ✓ Alisado: Después de la consolidación, se debe alisar y terminar suavemente la superficie del hormigón (concreto) del borde superior del recipiente con la placa plana, limpiar y pesar.

Cálculo

- ✓ Densidad (peso unitario): $(M_c - M_m) / V_m$

Donde:

M_c =Masa del recipiente de medida lleno de hormigón (concreto), en kg.

M_m =Masa del recipiente de medida, en kg

V_m =Volumen del recipiente de medida, en m³

3.2.5.3. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. NTP 339.034.2021

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a concretos con pesos unitarios mayores de 800 kg/m³.

El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen.

La carga será aplicada a una velocidad de movimiento medida desde la platina a la cruceta correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre el espécimen de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s

Especímenes

Los especímenes no serán ensayados si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2 %

Antes del ensayo, ninguna base de los especímenes de ensayo se apartará de la perpendicularidad a los ejes por más de $0,5^\circ$ (aproximadamente equivalente a 1 mm en 100 mm).

El diámetro usado para el cálculo del área de la sección recta del espécimen de ensayo será determinado con aproximación de 0,25 mm por el promedio de 2 diámetros medidos en ángulo recto uno del otro y cerca de la altura media del espécimen.

Si la relación de la longitud del espécimen al diámetro es 1,75 o menor, corregir el resultado obtenido en multiplicando por un factor apropiado de corrección mostrado en la siguiente tabla:

3.2.6. Diseño De Mezclas Método Módulo De Fineza De La Combinación De Agregados

Existen deferentes métodos para el diseño de mezclas de concreto, muchos relacionados entre sí, el método de módulo de fineza establece una ecuación que relaciona el módulo de fineza de los agregados fino y grueso, así como su participación porcentual en el volumen absoluto total del agregado.

$$r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \times 100$$

Dónde:

m_c =Módulo de fineza de la combinación de agregados.

m_f =Módulo de fineza del agregado fino.

m_g =Módulo de fineza del agregado grueso.

r_f =Porcentaje del agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

El procedimiento para llegar a las proporciones de agregados, cemento y agua está basado en el método ACI 211.

3.2.6.1. Resistencia Requerida

Para comenzar con el diseño de mezcla se debe calcular la resistencia requerida, existen muchos criterios, la Norma E.060-2020, Cuando una instalación productora de concreto no tenga registros de ensayos de resistencia en obra para el cálculo de f'_{CR} debe determinarse de:

Tabla 9

Resistencia promedio a la compresión requerida

Resistencia específica a la compresión (mpa)	Resistencia promedio requerida a la compresión (mpa)
Menor de $f'c$ 21	$f'_{cr}=f'c+7.0$
$f'c$ 21 a $f'c$ 35	$f'_{cr}=f'c+8.5$
Mayor de $f'c$ 35	$f'_{cr}=1.1f'c+5.0$

Fuente: Norma E.060-2020

3.2.6.2. Tamaño Maximo Nominal

La NTP 400.011.2020 define al tamaño máximo (TM) al que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso, así mismo el tamaño máximo nominal (TMN) corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre el 5% y 10%.

Por lo tanto, esta información se obtiene del estudio granulométrico, dicho dato nos ayudara a calcular mediante tablas relaciones con otras propiedades del concreto.

3.2.6.3. Consistencia Y Trabajabilidad De La Mezcla

Se elige una consistencia y trabajabilidad según la tabla, esperando que con ensayos posteriores (NTP 339.035.2015) se pueda comprobar estas propiedades del concreto fresco.

Tabla 10

Consistencia, asentamiento y trabajabilidad

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD
Seca	0" a 2"	Poco Trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Húmeda	≥ 5"	Muy Trabajable

Fuente: Diseño De Mezclas – Riva López (2014)

3.2.6.4. Volumen unitario del agua y volumen de aire.

Riva (2014) nos proporciona una tabla que nos permitirá encontrar el volumen de agua por metro cubico y el volumen de aire, teniendo en cuenta el asentamiento y si la mezcla tendrá o no aire incorporado.

Tabla 11

Requerimientos de agua en l/m3 y contenido de aire del concreto para los tamaños nominales máximos del agregado grueso y consistencia indicada

TIPO DE CONCRETO	ASENTAMIENTO	TMN DEL AGREGADO GRUESO							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Sin aire incorporado	0" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
	3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
	> 5"	243	228	216	202	190	178	160	-
	Contenido de aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Con aire incorporado	0" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
	3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
	> 5"	216	205	197	184	174	166	154	-
	Contenido de aire total (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: Diseño De Mezclas – Riva López (2014)

3.2.6.5. Relación Agua Cemento

La relación agua cemento nos permite calcular el factor cemento de la mezcla, con el dato obtenido en la **tabla N°11**, cabe decir que esta relación se verá alterado más adelante cuando se incorpore al diseño de mezcla los criterios de humedad y absorción de los agregados.

La relación agua cemento se elegir por el criterio de resistencia o por criterio de durabilidad (condiciones específicas de exposición), se elige siempre el menor factor, para este caso Riva (2010) nos proporciona una tabla en la relación a/c por resistencia.

Cabe mencionar que existen otras tablas propuestas por el comité de ACI 211, pero esta añade una condición más que es el TMN.

Tabla 12

Relación agua / cemento por resistencia

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso para agregado grueso del tamaño máximo nominal indicado		
	3/8	3/4	1 1/2
f'cr			
140	087	085	080
175	079	076	071
210	072	069	064
245	066	062	058
280	061	058	053
315	057	053	049
350	053	049	045

Fuente: grupo de investigadores de la Nacional Ready Mixed Concrete Association.

3.2.6.6. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.

Las investigaciones realizadas en la Universidad de Maryland han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso, cuando éstos tienen granulometrías comprendidas dentro de los límites que establece la Norma ASTM C 33, debe producir un concreto trabajable en condiciones ordinarias. observamos los módulos de finura de la combinación de agregados.

Tabla 13

Módulo de finura de la combinación de agregados

TMN agregado grueso	Módulo de finura de la combinación de los agregados para los contenidos de cemento en saco / m ³ indicados.			
	6	7	8	9
3 / 8 "	3.96	4.04	4.11	4.19
1 / 2 "	4.46	4.54	4.61	4.89
3 / 4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
1 "	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
2 "	5.86	5.94	6.01	6.09
3 "	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Diseño De Mezclas – Riva López (2014)

CAPITULO III: Materiales Y Método

4.1. Hipótesis

El concreto elaborado con agregados de la cantera "Arenera Jaén" tiene una resistencia a compresión mayor que la del concreto elaborado con agregados de la cantera "Lamparán", para concretos de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

4.2. Definición de variables

4.2.1. Variable dependiente

- ✓ Resistencia a compresión del concreto elaborado con agregados de la cantera "Arenera Jaén".
- ✓ Resistencia a compresión del concreto elaborado con agregados de la cantera "Lamparán".

4.2.2. Variable Independiente

- ✓ Propiedades físicas de los agregados de la cantera "Arenera Jaén"
- ✓ Propiedades físicas de los agregados de la cantera "Lamparán"

4.3. Metodología de la investigación

4.3.1. Tipo y método de investigación

Teniendo en cuenta el propósito de la investigación y de acuerdo a lo que se indica en esta tesis la metodología utilizada en la presente investigación es descriptiva, no experimental y transversal.

4.3.2. Diseño de la investigación.

En el presente proyecto de investigación se estudió a especímenes de concreto que fueron elaborados por separado con agregados de las canteras "Arenera Jaén" y "Lamparán" y se analizó la resistencia a compresión, así como la trabajabilidad y peso unitario del concreto, recolectando datos a través del tiempo en periodos especificados. Todo esto relacionándose con la normativa vigente en el país y otras características precisas que definen la elaboración de la propuesta.

Para esta investigación se procedió a elaborar probetas cilíndricas de concreto, con los agregados de las canteras "Arenera Jaén" y "Lamparán", para ser evaluados a los 07, 14 y 28 días con una resistencia de diseño promedio del concreto normal de 210 Kg/cm^2 a los 28 días.

4.4. Población Y Muestra de estudio

La población en estudio abarca todas probetas disponibles que podrían ser examinadas en términos de su resistencia a la compresión, utilizando agregados provenientes de las canteras areneras Jaén y Lamparán.

La muestra está conformada por 60 especímenes cilíndricos de concreto con medidas estándar para pruebas a compresión (15cmx30cm) los cuales se repartieron de la siguiente manera:

- ✓ 30 especímenes de concreto elaborado con agregados de la cantera Arenera Jaén.
- ✓ 30 especímenes de concreto elaborado con agregados de la cantera Lamparán.

4.5. Unidad De Análisis

La unidad de análisis serán las muestras individuales de concreto elaboradas con agregados de las canteras "Arenera Jaén" y "Lamparán" que cumplen con las especificaciones de resistencia nominal de $f'c=210$ kg/cm².

4.6. Técnicas E Instrumentos Y Recolección De Datos

Revisión del material Bibliográfico y normativa peruana y extranjera para la elaboración de ensayos.

4.7. Análisis E Interpretación De Resultados

El análisis de los resultados obtenidos, se realizará mediante tabulaciones, con los datos de los ensayos de laboratorio obtenidos, las mismas que serán representadas en cuadros de doble entrada, gráficos y ensayos de laboratorio.

4.8. Canteras

4.8.1. Cantera de Arenera Jaén

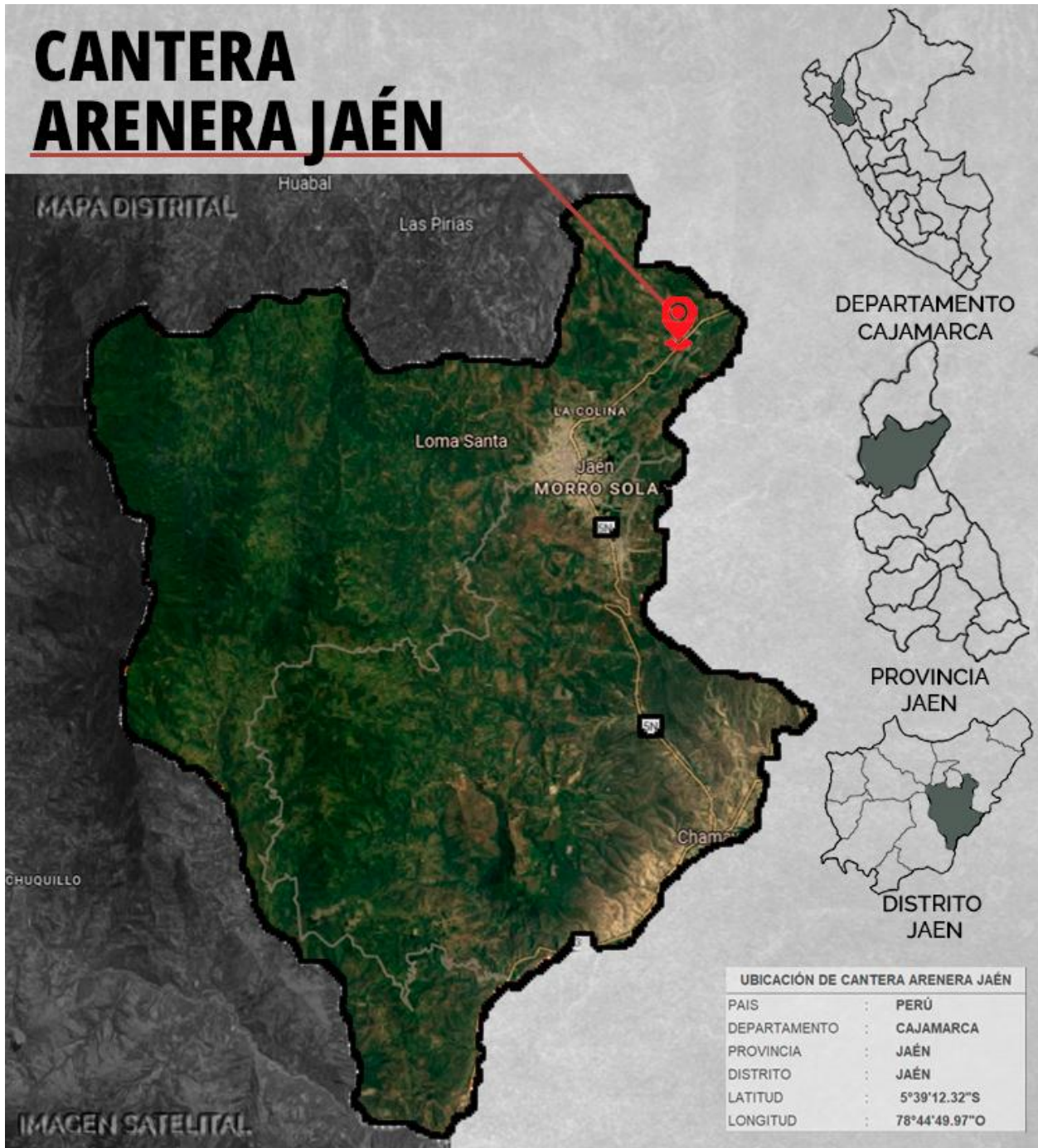
La cantera de interés está ubicada al lado Nor-oriental de la ciudad de Jaén, en el sector Yanuyacu Bajo específicamente, el mismo que pertenece al Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca. Los agregados son extraídos de las márgenes del río Amojú, Geográficamente en las coordenadas UTM según Datum WGS84; ESTE: 749531.10 y NORTE: 9374653.90, a una altitud de 548 m.s.n.m.

4.8.2. Cantera Lamparán

La cantera de interés está ubicada al lado Sur-oriental de la ciudad de Pucara, en el, el mismo que pertenece al Distrito de Pucara, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca. Los agregados son extraídos de las márgenes del río Huancabamba, Geográficamente en las coordenadas UTM según Datum WGS84; ESTE: 711931.40 y NORTE: 9329587.40, a una altitud de 1092 m.s.n.m.

Figura 1

Ubicación de la cantera Arenera Jaén



Fuente: elaboración propia

Figura 2

Ubicación de la cantera Lamparán



Fuente: Elaboración propia

4.9. Componentes utilizados en los concretos

4.9.1. Cemento

El cemento utilizado es Pacasmayo Portland del Tipo I, denominado también portland normal, con peso específico de 3,15 gr/cm³.

4.9.2. Agua

El agua utilizada provino de la red de abastecimiento del comité de agua de morro solar parte baja.

4.9.3. Agregados

El agregado fino y agregado grueso se extrajeron del centro de acopio de materiales de “Arenera Jaén” y “Lamparán”.

4.9.4. Aire Atrapado

Según la tabla N°11, el aire atrapado en el concreto depende del tamaño máximo del agregado.

Tamaño máximo nominal de agregado grueso de la Cantera Arenera Jaén es 3/4”, le corresponde aproximadamente un 2% de aire atrapado por unidad cúbica de concreto.

Tamaño máximo nominal de agregado grueso de la Lamparán es 3/4”, le corresponde aproximadamente un 2% de aire atrapado por unidad cúbica de concreto.

4.10. Método del módulo de fineza de la combinación de agregados de mezclas de concreto.

El procedimiento realizado para la selección de las proporciones del concreto es el establecido por el método de Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados.

En primer lugar, se realizó una mezcla de prueba, posteriormente se confeccionó una mezcla para el ajuste de las proporciones.

Los pasos para obtener el proporciónamiento de los componentes del concreto (Diseño) según el método antes mencionado es:

- 1°. Selección la resistencia promedio (f'_{cr}) requerida para alcanzar la resistencia mínima especificada (f'_c), debido a que se desconoce el valor de la desviación estándar se utilizó el rango de f'_{cr} del E.060. tabla N°9.
- 2°. El tamaño máximo nominal de los agregados gruesos de las canteras Arenera Jaén y Lamparán, según granulométrica son de 3/4”.
- 3°. La consistencia de mezcla que se eligió fue plástica para tener una buena trabajabilidad. tabla N°10 .

- 4°. Determinamos el volumen de agua de mezclado mediante la tabla N°11.
- 5°. Determinamos el porcentaje de aire atrapado mediante la tabla N°11 que para los dos casos es de 2%.
- 6°. Mediante interpolación de datos de la tabla N°12, se obtuvo la relación de agua-cemento (a/c).
- 7°. El factor cemento se calcula por la relación de a/c y el volumen de agua.
- 8°. Determinamos el volumen absoluto del cemento dividiendo el factor cemento entre peso específico del cemento (3.15 gr/cm³).
- 9°. Determinamos el volumen de la pasta que es igual al volumen del cemento, el agua y el aire atrapado.
- 10°. Calculamos el volumen absoluto de los agregados como la resta de un metro cúbico menos el volumen de la pasta.
- 11°. Calculamos la incidencia de agregado fino y grueso mediante la tabla N°13
- 12°. Calculamos pesos secos de los agregados, multiplicando el volumen por sus pesos específicos.
- 13°. Realizamos corrección por humedad, multiplicando los pesos secos de los agregados por su porcentaje de humedad.
- 14°. Calculamos el agua efectiva que se obtiene al encontrar si los agregados aportaran o no agua a la mezcla en su estado húmedo, esto se calculó mediante la resta de humedad por absorción, si el resultado es negativo significa que los agregados no aportaran nada a la mezcla así que se suma este monto, si es el caso contrario, se resta el monto al agua de mezcla.
- 15°. Ya obtenido los pesos húmedos de los agregados y el agua efectiva se puede presentar en proporciones de peso y/o volumen.

4.11. Procedimiento para la elaboración de la mezcla de prueba.

Para la mezcla de prueba solamente se consideró la realización de tres (03) especímenes cilíndricos de concreto por cantera para ser probados a compresión, ya que este parámetro es el que define la resistencia especificada (210 Kg/m²).

Los pesos de los materiales húmedos por metro cúbico de concreto considerados para la mezcla de prueba para la cantera Arenera Jaén, según diseño respectivo (**Anexo 7.3**) fueron los siguientes:

- Cemento 370.15 kg/m³
- Agregado fino 874.23 kg/m³
- Agregado grueso 887.48 kg/m³
- Agua 199.64 lt/m³

Los pesos de los materiales húmedos por metro cúbico de concreto considerados para la mezcla de prueba para la cantera Lamparán, según diseño respectivo (**Anexo 7.3**) fueron los siguientes:

- Cemento 369.60 kg/m³
- Agregado fino 840.22 kg/m³
- Agregado grueso 897.51 kg/m³
- Agua 204.60 lt/m³

Con los pesos de los materiales húmedos, se procedió a determinar la cantidad de material en volumen a ser empleado para realizar la mezcla de prueba. Como se consideró realizar tres (03) especímenes cilíndricos de concreto por cantera, se tomó el volumen de un espécimen, de acuerdo al molde metálico usado para su elaboración; el cual tiene un diámetro aproximado de 15 cm, con una altura aproximada de 30 cm, siendo su volumen de 0.005301 m³.

Para la elaboración de tres (03) especímenes cilíndricos de concreto se necesitó un volumen de 0.015904 m³. Considerando los desperdicios de mezclado y otros, se aumentó el volumen en un 25 %, teniendo un volumen final 0.020 m³.

Siendo los pesos de los materiales para los tres (03) especímenes cilíndricos de concreto de la cantera Arenera Jaén (Vol. Tanda= 0.020 m³)

- Cemento 7.39 kg/tanda
- Agregado fino 17.50 kg/tanda
- Agregado grueso 17.75 kg/tanda
- Agua 3.99 lt/tanda

Los pesos de los materiales para los tres (03) especímenes cilíndricos de concreto de la cantera Lamparán (Vol. Tanda= 0.020 m³)

- Cemento 7.39 kg/tanda
- Agregado fino 16.80 kg/tanda
- Agregado grueso 17.95 kg/tanda
- Agua 4.09 lt/tanda

4.12. Procedimiento para la elaboración de ajuste de la mezcla.

Para el caso del concreto elaborado con agregados de la cantera Arenera Jaén.

- ✓ El asentamiento o slump en la tanda de prueba fue de 9.10 cm (trabajable 3"-4").
- ✓ Las características que presentaron los especímenes de prueba son aceptables, se mantendrán las proporciones originales.

Para el caso del concreto elaborado con agregados de la cantera Lamparán.

- ✓ El asentamiento o slump en la tanda de prueba fue de 8.80 cm (trabajable 3"-4").
- ✓ Las características que presentaron los especímenes de prueba son aceptables, se mantendrán las proporciones originales.

CAPITULO IV: Análisis Y Discusión De Resultados

5.1. Análisis de los agregados de la cantera “Arenera Jaén”

5.1.1. Granulométrica

Agregado fino

En la tabla 16 y figura 8 (Anexo 7.1.1), se puede evidenciar que la distribución granulométrica del agregado fino está dentro del rango indicado por la N.T.P. 400.037. El módulo de finura es de 2.9 (tabla 16), estando dentro del rango aceptable que es de 2.3 a 3.1. por lo que se califica como un material bien graduado

Agregado grueso

En la tabla 17 y figura 9 (Anexo 7.1.1), se puede evidenciar que la distribución granulométrica del agregado grueso se adapta al huso 56 estando dentro del rango indicado por la N.T.P. 400.037. El módulo de finura es de 7.31 y un TMN de 3/4. por lo que se califica como un material bien graduado

5.1.2. Contenido de humedad

En la Tabla 18 y 19 (Anexo 7.1.2), se aprecia los resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso siendo este de 3.16% y 1.42% respectivamente. Según la norma ASTM C70 el contenido de humedad del fino debe estar del 2% al 6% y del agregado grueso del 0.5% al 2%, de los resultados se puede evidenciar que el contenido de humedad de agregado fino y grueso están dentro del rango, es decir cumple con lo establecido por la norma.

5.1.3. Peso unitario de los agregados

En las Tablas 20,21,22 y 23 (Anexo 7.1.3), se presentan los resultados de los ensayos de peso unitario suelto seco y suelto compactado para el agregado fino y grueso. Se observa que el peso unitario suelto del agregado fino es de 1723 kg/m³, siendo este valor mayor que el peso unitario suelto seco del agregado grueso, que es de 1532.5 kg/m³. Esta diferencia nos ayuda a concluir que el agregado fino tiene una mayor facilidad para acomodarse y evitar la formación de vacíos.

Además, se calcula el peso unitario suelto seco compactado del agregado fino, obteniendo un valor de 1886.2 kg/m³. En comparación, el peso unitario suelto compactado del agregado grueso es de 1686.7 kg/m³, siendo el primero más elevado debido a su mayor densidad.

5.1.4. Porcentaje que pasa por la malla N°200

De la tabla 24 (Anexo 7.1.4), el porcentaje de partículas menores que pasa por el tamiz N°200 del agregado fino es de 2.77 %, por lo tanto, estaría cumpliendo con la norma la cual establece que el máximo es de 5%. Además de la tabla 25, se determinó que el porcentaje de partículas menores que pasa por el tamiz N°200 del agregado grueso es de 1.05%, es decir de supera ligeramente lo establecido por la norma que indica como máximo un 1%.

5.1.5. Peso específico de masa (densidad) y absorción

En la tabla 26 y 27 (Anexo 7.1.5 y 7.1.6), se presentan los resultados densidad relativa OD y densidad relativa SSD de los agregados, siendo para el agregado grueso de 2.63 g/cm³ y 2.68 g/cm³ respectivamente y para el agregado fino de 2.60 g/cm³ y 2.66 g/cm³. Estos resultados se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128, que define como pesos específicos en masa y saturado para agregados finos, gruesos aquellos que se sitúan entre 2.4 g/cm³ y 2.9 g/cm³.

La humedad libre de los agregados analizados muestra valores positivos, indicando que estos proporcionarán agua a la mezcla. Esta determinación debe tenerse en cuenta al realizar el diseño de mezclas, ya que se deberá descontar esta cantidad de agua de la cantidad total sugerida por las Recomendaciones de ACI.

5.2. Análisis de los agregados de la cantera “Lamparán”

5.2.1. Granulométrica

Agregado fino

En la tabla 28 y figura 10 (Anexo 7.2.1), se puede evidenciar que la distribución granulométrica del agregado fino está dentro del rango indicado por la N.T.P. 400.037. El módulo de finura es de 2.73 (tabla 28), estando dentro del rango aceptable que es de 2.3 a 3.1. por lo que se califica como un material bien graduado

Agregado grueso

En la tabla 29 y figura 11 (Anexo 7.2.1), se puede evidenciar que la distribución granulométrica del agregado grueso se adapta al huso 56 estando dentro del rango indicado por la N.T.P. 400.037. El módulo de finura es de 7.47 y un TMN de 3/4. por lo que se califica como un material bien graduado

5.2.2. Contenido de humedad

En la Tabla 30 y 31 (Anexo 7.2.2), se aprecia los resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso siendo este de 3.66% y 0.25% respectivamente. Según la norma ASTM C70 el contenido de humedad del fino debe estar del 2% al 6% y del agregado grueso del 0.5% al 2%, de los resultados se puede evidenciar que el contenido de humedad de agregado fino esta dentro del rango mientras que del agregado grueso presenta un porcentaje de humedad inferior a lo indicado por la norma.

5.2.3. Peso unitario de los agregados

En las Tablas 32,33,34 y 35 (Anexo 7.2.3), se presentan los resultados de los ensayos de peso unitario suelto seco y suelto compactado para el agregado fino y grueso. Se observa que el peso unitario suelto del agregado fino es de 1494.6 kg/m³, siendo este valor menor que el peso unitario suelto seco del agregado grueso, que es de 1638.8 kg/m³. Esta diferencia indica una mayor densidad en el agregado grueso.

Además, se calcula el peso unitario suelto seco compactado del agregado fino, obteniendo un valor de 1590.2 kg/m³. En comparación, el peso unitario suelto compactado del agregado grueso es de 1733.8 kg/m³, mostrando que el agregado grueso tiene una mayor densidad.

5.2.4. Porcentaje que pasa por la malla N°200

De la tabla 36 (Anexo 7.2.4), el porcentaje de partículas menores que pasa por el tamiz N°200 del agregado fino es de 7.22 %, por lo tanto, no estaría cumpliendo con la norma la cual establece que el máximo es de 5%. En la tabla 37, se determinó que el porcentaje de partículas menores que pasa por el tamiz N°200 del agregado grueso es de 0.17%, es decir cumple con lo establecido por la norma que indica como máximo un 1%.

5.2.5. Peso específico de masa (densidad) y absorción

En la tabla 38 y 39 (Anexo 7.2.5 y 7.2.6), se presentan los resultados densidad relativa OD y densidad relativa SSD de los agregados, siendo para el agregado grueso de 2.65 g/cm³ y 2.67 g/cm³ respectivamente y para el agregado fino de 2.54 g/cm³ y 2.61 g/cm³. Estos resultados se encuentran dentro del rango establecido por la norma ASTM C128, que define como pesos específicos en masa y saturado para agregados finos, gruesos aquellos que se sitúan entre 2.4 g/cm³ y 2.9 g/cm³.

La humedad libre de los agregados analizados muestra valores positivos, indicando que estos proporcionarán agua a la mezcla. Esta determinación debe tenerse en cuenta al realizar el diseño de mezclas, ya que se deberá descontar esta cantidad de agua de la cantidad total sugerida por las Recomendaciones de ACI.

5.3. Análisis de la trabajabilidad de la mezcla de concreto.

En la tabla 40 (Anexo 7.4) se registraron los asentamientos por tandas, para el concreto elaborado con agregados de la cantera Arenera Jaén, tiendo un promedio de 8.7 cm (3.4") en 10 tandas. La mezcla fue diseñada con una consistencia plástica con un asentamiento de 3"-4". Por lo que se puede indicar que la mezcla presento buena trabajabilidad.

En la tabla 41 (Anexo 7.4) se registraron los asentamientos por tandas, para el concreto elaborado con agregados de la cantera Lamparán, tiendo un promedio de 8.6 cm (3.4") en 10 tandas. La mezcla fue diseñada con una consistencia plástica con un asentamiento de 3"-4". Por lo que se puede indicar que la mezcla presento buena trabajabilidad.

5.4. Análisis Del Peso Unitario

En la tabla 42 y 43 (Anexo 7.5) se indica el peso unitario del concreto fresco, siendo el promedio de peso unitario para la cantera Arenera Jaén de 2366.39 kg/m³ y para la cantera Lamparán de 2355.03 kg/m³, por lo tanto, estos valores están dentro del rango teóricamente establecido para concretos normales que van desde 2200kg/m³ (Concreto liviano) a 2400kg/m³ (Concreto pesado)

En la tabla 44 y 45 (Anexo 7.5) se indica el peso unitario del concreto endurecido a los 28 días, siendo el promedio de peso unitario para la cantera Arenera Jaén de 2353.37 kg/m³ y para la cantera Lamparán de 2348.98 kg/m³, por lo tanto, estos valores están dentro del rango teóricamente establecido para concretos normales que van desde 2200kg/m³ (Concreto liviano) a 2400kg/m³ (Concreto pesado)

5.5. Diseño de mezcla (método módulo de finura de combinación de agregados)

En el anexo 7.3.1 se calcula el diseño de mezcla de concreto para agregados de la cantera Arenera Jaén teniendo como resultado para un metro cubico 370.15 kg de cemento, 874.23 kg de agregado fino, 887.48 kg de agregado grueso y 199.64 litros de agua.

En el anexo 7.3.2 se calcula el diseño de mezcla de concreto para agregados de la cantera Lamparán teniendo como resultado para un metro cubico 369.60 kg de cemento, 840.22 kg de agregado fino, 897.51 kg de agregado grueso y 204.60 litros de agua.

5.6. Análisis De La Resistencia A Compresión

En las tablas 46, 47, 48 (Anexo 7.6) se registraron la resistencia a compresión a 7,14 y 28 días del concreto elaborado con agregados de la cantera Arenera Jaén siendo sus valores promedios de 154.85 kg/cm², 187.49 kg/cm² y 224.66 kg/cm². Teniendo un coeficiente de varios de 1.52%, 2.03% y 1.28% estando dentro lo indicado por la norma, teniendo como máximo permitido un 2.40%. Se puede decir que los son correctos.

En las tablas 49, 50, 51 (Anexo 7.6) se registraron la resistencia a compresión a 7,14 y 28 días del concreto elaborado con agregados de la cantera Arenera Jaén siendo sus valores promedios de 155.12 kg/cm², 184.25 kg/cm² y 220.53 kg/cm². Teniendo un coeficiente de varios de 1.63%, 2.20% y 1.25% estando dentro lo indicado por la norma, teniendo como máximo permitido un 2.40%. Se puede decir que los son correctos.

En la tabla 54 (Anexo 7.6) se realiza una comparación porcentual de las resistencias de los concretos, indicando que si bien el concreto a una edad de 7 días elaborado con agregados de la cantera Arenera Jaén mostro una resistencia menor en un 0.17% con respecto al concreto elaborado con agregados de la cantera Lamparán, en las edades de 14 y 28 días obtuvo una mayor resistencia, teniendo una variación porcentual de 1.76% y 1.87% respectivamente.

5.7. Contrastación de hipótesis

Basado en los resultados obtenidos, La investigación se centró en determinar y comparar la resistencia a compresión del concreto utilizando los agregados de la cantera Arenera Jaén y Lamparán para el diseño $f'c=210$ kg/cm². Los resultados obtenidos confirman que la hipótesis planteada es verdadera. En otras palabras, se ha comprobado que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Arenera Jaén tiene una mayor resistencia a compresión que el concreto elaborado con agregados de la cantera Lamparán.

CAPITULO V: Conclusiones Y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

- ✓ La resistencia a compresión a la edad de 28 días del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborados con agregados de la cantera Jaén y Lamparán es de 224.66 kg/cm² y 220.53 kg/cm² respectivamente, mostrando el concreto elaborado con los agregados de la cantera Arenera Jaén una resistencia mayor en comparación con el concreto de la cantera Lamparán. La diferencia observada es de 1.87%.
- ✓ Las propiedades físicas obtenidos mediante los ensayos dieron los siguientes resultados

Ítem	Descripción de Propiedades	Arenera Jaén		Lamparán	
1	Módulo de finura	2.97		2.73	
2	Contenido de humedad	3.16%		3.66%	
3	Peso unitario suelto	1723.03	kg/m ³	1494.62	kg/m ³
4	Peso unitario compactado	1886.17	kg/m ³	1590.16	kg/m ³
5	Materiales más finos que tamiz n°200	2.77%		7.22%	
6	Densidad relativa (gravedad especifica OD)	2.61	g/cm ³	2.54	g/cm ³
7	Densidad relativa (gravedad especifica SSD)	2.67	g/cm ³	2.61	g/cm ³
8	Densidad relativa aparente (gravedad aparente)	2.77	g/cm ³	2.75	g/cm ³
9	Absorción	2.15%		3.09%	

- ✓ Al determinar el diseño de mezclas para concreto $f'c = 210$ kg/cm², se obtuvo que para un metro cubico utilizando los agregados de la cantera Arenera Jaén, se necesitan 8.7 bolsas de cemento, 874.23 kg de agregado fino, 887.48 kg de agregado grueso y 199.64 litros de agua.
- ✓ Al determinar el diseño de mezclas para concreto $f'c = 210$ kg/cm², se obtuvo que para un metro cubico utilizando los agregados de la cantera Lamparán, se necesitan 8.7 bolsas de cemento, 840.22 kg de agregado fino, 897.51 kg de agregado grueso y 204.60 litros de agua.
- ✓ Para concretos elaborados con agregados de la Arenera Jaén se obtuvo una resistencia a 7,14 y 28 días de 154.85 kg/cm², 187.49 kg/cm² y 224.66 kg/cm² respectivamente.
- ✓ Para concretos elaborados con agregados de la Lamparán se obtuvo una resistencia a 7,14 y 28 días de 155.12 kg/cm², 184.25 kg/cm² y 220.53 kg/cm² respectivamente.

6.2. Recomendaciones

- ✓ Se sugiere a las investigaciones futuras explorar nuevas metodologías y diseños, considerando la posibilidad de emplear enfoques alternativos como el método de ACI o el método de Walker. Esto permitirá realizar comparaciones entre los resultados obtenidos mediante diferentes métodos, brindando la oportunidad de llegar a conclusiones más amplias y robustas.
- ✓ Realizar estudios en canteras cercanas a la zona de estudio para ver como varía las propiedades de los agregados, con respecto a la de las canteras Arenera Jaén y Lamparán.

Referencias Bibliográficas

- Carvalho, F. (2002). Estructuras de hormigón coloreado. (Tesis doctoral de Ingeniería). Universidad Politécnica de Madrid, España.
- M. Orozco, Y. Avila, S. Restrepo, A. Parody (2017) Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. Universidad de la Costa (CUC), Barranquilla, Colombia. Universidad Libre, Barranquilla, Colombia
- Chan Yam, J. L., Solis Carcaño, R., & Moreno, E. I. (2003), Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. Ingeniería, 7(2), 39-46. Obtenido de <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen7/influencia.pdf>
- Campos, E. (2017). Determinación de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras Josesito y Manuel Olano y su influencia en la calidad de concreto $f'c=250$ kg/cm², en la ciudad de Jaén. (Tesis Ing. Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén.
- Meza, A., Maya, J., Beltrán, J., & Rojas, M. (2021). Efecto de los Agregados Gruesos disponibles en la ciudad de Cali sobre las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia (CAR). (Tesis Ing. Civil). Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia.
- Camac O., Enrique R. (2021) Resistencia De Los Agregados Para Concretos De Las Canteras Afectadas Por La Contaminación De Los Ríos Opamayo Y Lircay, Angaraes – Huancavelica (tesis para Maestro En Ciencias De Ingeniería) Universidad Nacional de Huancavelica.
- E.060 Concreto Armado(2021) Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. [en línea], pp. 201. Disponible en: http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.
- NTP 339.035 (2015) Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe>
- NTP 339.183 . (2021) Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=26413>
- NTP 339.034 (2021). Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe>

- NTP 339.046 (2019). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón(concreto). Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe>
- NTP 400.011. (2020). Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=26422>
- NTP 400.012. (2021). Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/bibliotecadetalle.aspx?id=26423>
- NTP 400.017. (2020). Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=22884>
- NTP 400.018. (2020). Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N.º 200) por lavado en agregados. Método de ensayo. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=22884>
- NTP 400.019. (2020).S. Determinación de la resistencia la desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/biblioteca-detalle.aspx?id=21454>
- NTP 400.021. (2020). Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/bibliotecadetalle.aspx?id=26426>
- NTP 400.022. (2021). Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/bibliotecadetalle.aspx?id=26427>
- NTP 400.037. (2021). Agregados para concreto. Especificaciones. 5a Edición. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/cidalerta/bibliotecadetalle.aspx?id=25099>

Anexos

8.1. Ensayos realizados a agregados de la cantera Arenera Jaén

8.1.1. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. NTP 400.012.2021

Tabla 14

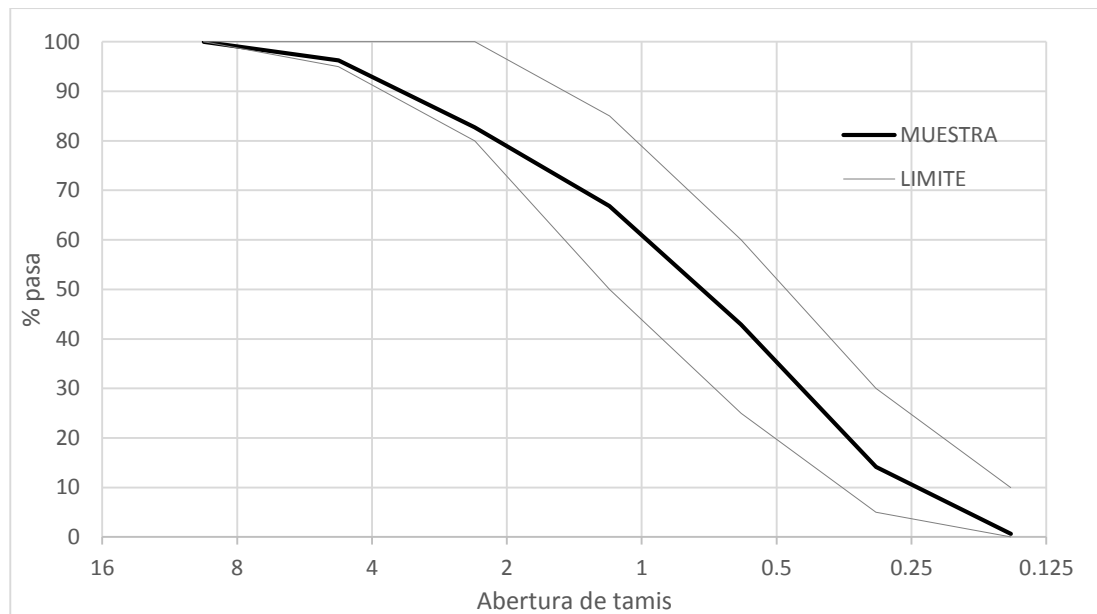
Distribución granulométrica agregado fino de cantera Arenera Jaén

Malla	Peso retenido (g)	% Parcial retenido	% Acumulado retenido	% Acumulado que pasa
3/8"				100
N°4	32.5	3.79%	3.79%	96.21%
N°8	115.2	13.45%	17.25%	82.75%
N°16	136.52	15.94%	33.19%	66.81%
N°30	204.6	23.89%	57.08%	42.92%
N°50	246.53	28.79%	85.86%	14.14%
N°100	115.5	13.49%	99.35%	0.65%
Fondo	5.6	0.65%	100.00%	0.00%
Muestra	856.45			
MF	2.97			

Fuente: Elaboración propia

Figura 3

Curva granulométrica agregado fino de cantera Arenera Jaén



Fuente: Elaboración propia

8.1.2. *Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado NTP 339.185.2021*

Tabla 16

Contenido de humedad de agregado fino de la cantera Arenera Jaén

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso del recipiente	g		130.5	130.5	130.5
2	peso del recipiente + muestra húmeda	g		859.0	848.0	852.0
3	peso del recipiente + muestra seca	g		836.8	826.5	829.4
contenido de humedad			3.16%	3.14%	3.09%	3.23%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Contenido de humedad de agregado grueso de la cantera Arenera Jaén

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso del recipiente	g		125.2	125.2	125.2
2	peso del recipiente + muestra húmeda	g		1132.5	1127.8	1122.2
3	peso del recipiente + muestra seca	g		1119.2	1113.9	1107.4
contenido de humedad			1.42%	1.34%	1.41%	1.51%

Fuente: Elaboración propia

8.1.3. *Masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) NTP 400.017.2020*

Tabla 18

Peso unitario suelto agregado fino de cantera Arenera Jaén

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	Peso del recipiente	g		2336.0	2336.0	2336.0
2	Peso del recipiente + material suelto	g		7010.0	6984.0	6955.0
3	Peso del material suelto	g		4674.0	4648.0	4619.0
4	Volumen del recipiente	cm3		2697.0	2697.0	2697.0
Peso unitario suelto			kg/m3 1723.0	1733.0	1723.4	1712.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Peso unitario compactado agregado fino de cantera Arenera Jaén

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso del recipiente	g		2336.0	2336.0	2336.0
2	peso del recipiente + material compact.	g		7360.0	7468.0	7441.0
3	peso del material compactado	g		5024.0	5132.0	5105.0
4	volumen del recipiente	cm3		2697.0	2697.0	2697.0
Peso unitario compactado			kg/m3 1886.2	1862.8	1902.9	1892.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20*Peso unitario suelto agregado grueso de cantera Arenera Jaén*

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	Peso del molde	g		5333.0	5333.0	5333.0
2	Peso del molde + material suelto	g		19540.0	19421.0	19647.0
3	Peso del material suelto	g		14207.0	14088.0	14314.0
4	Volumen del molde	cm ³		9268.0	9268.0	9268.0
Peso unitario suelto		kg/m³	1532.5	1532.9	1520.1	1544.5

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 21***Peso unitario compactado agregado grueso de cantera Arenera Jaén*

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	Peso del molde	g		5333.0	5333.0	5333.0
2	Peso del molde + material compact.	g		20989.0	20941.0	20966.0
3	Peso del material compactado	g		15656.0	15608.0	15633.0
4	Volumen del molde	cm ³		9268.0	9268.0	9268.0
Peso unitario compactado		kg/m³	1686.7	1689.3	1684.1	1686.8

*Fuente: Elaboración propia***8.1.4. Determinación de materiales que pasan por el tamiz N.º 200 NTP 400.018.2020****Tabla 22***Material que pasa por tamiz N°200 en agregado fino de la cantera Arenera Jaén*

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso de tara	g		128.5	126.4	127.8
2	peso de tara + muestra seca	g		757.2	651.9	836.2
3	peso de tara + muestra lavada y seca	g		740.6	636.7	816.6
Material menor al tamiz N°200			2.77%	2.64%	2.89%	2.77%

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 23***Material que pasa por tamiz N°200 en agregado grueso de la cantera Arenera Jaén*

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso de tara	g		132.4	135.6	133.8
2	peso de tara + muestra seca	g		1130.2	1132.5	1128.9
3	peso de tara + muestra lavada y seca	g		1119.5	1122.3	1118.4
Material menor al tamis N°200			1.05%	1.07%	1.02%	1.06%

Fuente: Elaboración propia

8.1.5. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso NTP 400.021.2020

Tabla 24

Densidad relativa y absorción de agregado grueso de la cantera Arenera Jaén

	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2
A	Masa de la muestra secada en horno OD	g	5256.5	5257.0	5256.0
B	Masa de la muestra al aire SSD	g	5351.5	5351.0	5352.0
C	Masa de la muestra sumergida	g	3352.0	3353.0	3351.0
	Densidad relativa (gravedad específica OD)	g/cm³	2.63	2.63	2.63
	Densidad relativa (gravedad específica SSD)	g/cm³	2.68	2.68	2.67
	Densidad relativa aparente (gravedad aparente)	g/cm³	2.76	2.76	2.76
	Absorción		1.81%	1.79%	1.83%

Fuente: Elaboración propia

8.1.6. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino NTP 400.022.2021

Tabla 25

Densidad relativa y absorción de agregado fino de la cantera Arenera Jaén

	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2
A	Masa de la muestra secada en horno OD	g	489.5	490.0	489.0
B	Masa del picnómetro con agua hasta la marca	g	910.0	910.0	910.0
C	Masa de picnómetro con agua + muestra SSD	g	1222.5	1222.0	1223.0
S	Masa de la muestra al aire SSD	g	500.0	500.0	500.0
	Densidad relativa (gravedad específica OD)		2.60	2.61	2.60
	Densidad relativa (gravedad específica SSD)		2.66	2.66	2.66
	Densidad relativa aparente (gravedad aparente)		2.76	2.75	2.76
	Absorción		2.15%	2.04%	2.25%

Fuente: Elaboración propia

8.2. Ensayos realizados a agregados de la cantera Lamparán

8.2.1. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. NTP 400.012.2021

Tabla 26

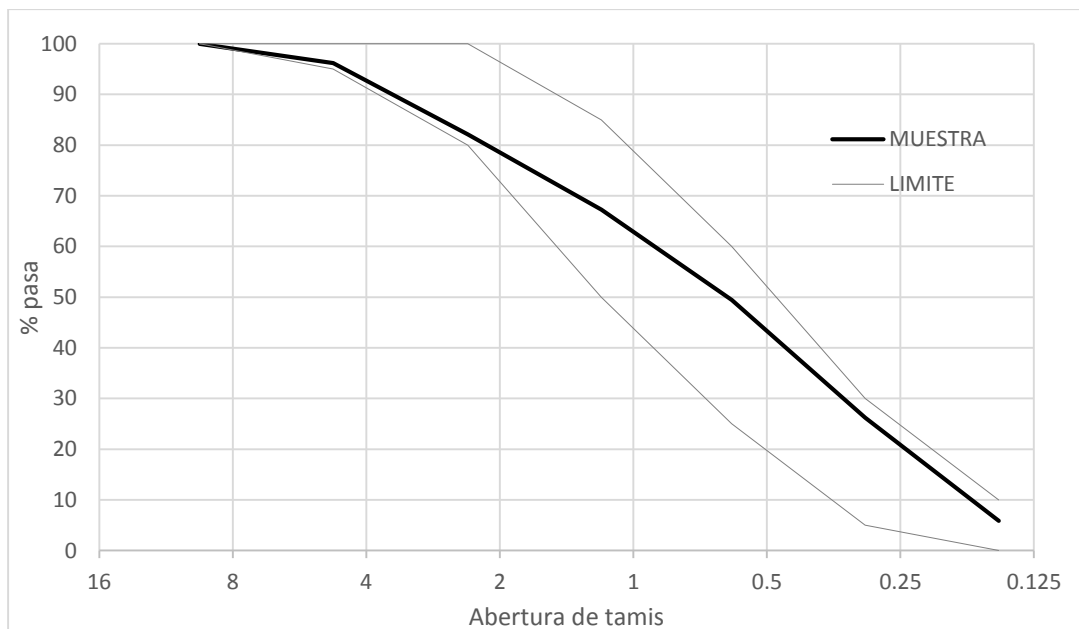
Distribución granulométrica agregado fino de cantera Lamparán

Malla	Peso retenido (g)	% Parcial retenido	% Acumulado retenido	% Acumulado que pasa
3/8"				100%
N°4	35.2	3.80%	3.80%	96.20%
N°8	130.6	14.09%	17.89%	82.11%
N°16	137.9	14.88%	32.76%	67.24%
N°30	164.9	17.79%	50.55%	49.45%
N°50	215.3	23.23%	73.78%	26.22%
N°100	189	20.39%	94.16%	5.84%
Fondo	54.1	5.84%	100.00%	0.00%
Muestra	927			
MF	2.73			

Fuente: Elaboración propia

Figura 5

Curva granulométrica agregado fino de cantera Lamparán



Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

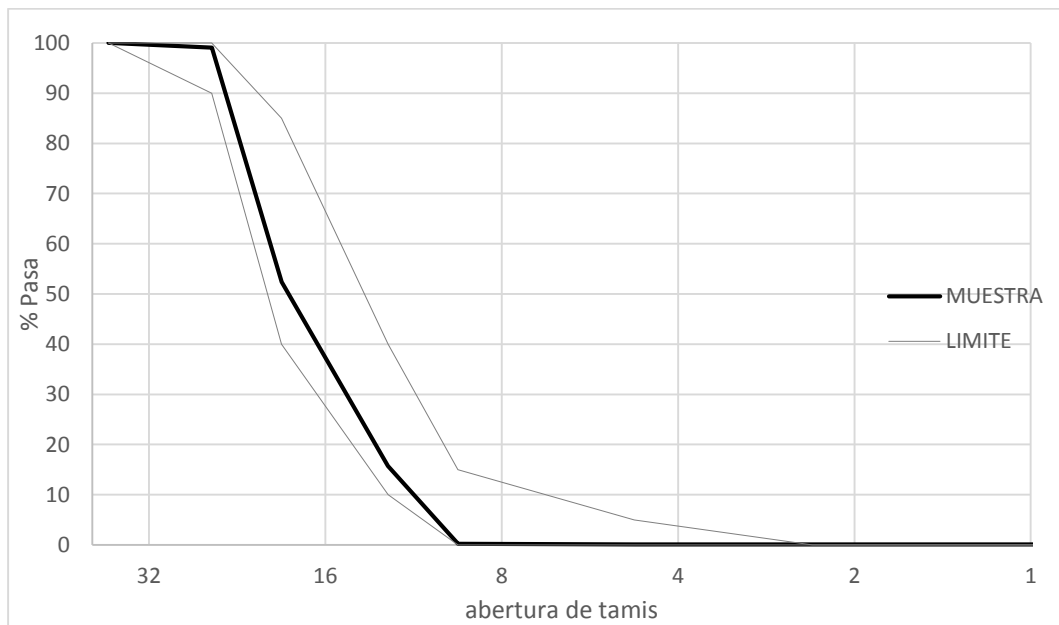
Distribución granulométrica agregado grueso de cantera Lamparán

Huso 56				
Malla	Peso retenido (g)	% Parcial retenido	% Acumulado retenido	% Acumulado que pasa
1 1/2"	0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	120.0	0.95%	0.95%	99.05%
3/4"	5892.0	46.68%	47.63%	52.37%
1/2"	4630.0	36.68%	84.31%	15.69%
3/8"	1952.0	15.46%	99.77%	0.23%
N°4	15.0	0.12%	99.89%	0.11%
N°8	1.0	0.01%	99.90%	0.10%
N°16	2.0	0.02%	99.91%	0.09%
N°30	1.0	0.01%	99.92%	0.08%
N°50	2.0	0.02%	99.94%	0.06%
N°100	4.0	0.03%	99.97%	0.03%
Fondo	4.0	0.00%	0.00%	0.00%
Muestra	12623			
MF	7.47			
TMN	3/4"			

Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Curva granulométrica agregado grueso de cantera Lamparán



Fuente: Elaboración propia

8.2.2. Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado NTP 339.185.2021

Tabla 28

Contenido de humedad de agregado fino de la cantera Lamparán

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso del recipiente	g		136.0	136.0	136.0
2	peso del recipiente + muestra húmeda	g		1640.0	1632.0	1636.0
3	peso del recipiente + muestra seca	g		1585.0	1582.0	1582.0
Contenido de humedad			3.66%	3.80%	3.46%	3.73%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Contenido de humedad de agregado grueso de la cantera Lamparán

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso del recipiente	g		150.0	150.0	150.0
2	peso del recipiente + muestra húmeda	g		2155.0	2150.0	2145.0
3	peso del recipiente + muestra seca	g		2151.0	2144.0	2140.0
contenido de humedad			0.25%	0.20%	0.30%	0.25%

Fuente: Elaboración propia

8.2.3. Masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) NTP 400.017.2020

Tabla 30

Peso unitario suelto agregado fino de cantera Lamparán

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	Peso del recipiente	g		2336.0	2336.0	2336.0
2	Peso del recipiente + material suelto	g		6350.0	6341.0	6410.0
3	Peso del material suelto	g		4014.0	4005.0	4074.0
4	Volumen del recipiente	cm3		2697.0	2697.0	2697.0
Peso unitario suelto			kg/m3 1494.6	1488.3	1485.0	1510.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Peso unitario compactado agregado fino de cantera Lamparán

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso del recipiente	g		2336.0	2336.0	2336.0
2	peso del recipiente + material compact.	g		6641.0	6623.0	6610.0
3	peso del material compactado	g		4305.0	4287.0	4274.0
4	volumen del recipiente	cm3		2697.0	2697.0	2697.0
Peso unitario compactado			kg/m3 1590.2	1596.2	1589.5	1584.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32*Peso unitario suelto agregado grueso de cantera Lamparán*

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	Peso del molde	g		5335.0	5335.0	5335.0
2	Peso del molde + material suelto	g		20410.0	20547.0	20612.0
3	Peso del material suelto	g		15075.0	15212.0	15277.0
4	Volumen del molde	cm ³		9268.0	9268.0	9268.0
Peso unitario suelto		kg/m³	1638.8	1626.6	1641.3	1648.4

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 33***Peso unitario compactado agregado grueso de cantera Lamparán*

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	Peso del molde	g		5333.0	5333.0	5333.0
2	Peso del molde + material compact.	g		21630.0	21105.0	21470.0
3	Peso del material compactado	g		16297.0	15772.0	16137.0
4	Volumen del molde	cm ³		9268.0	9268.0	9268.0
Peso unitario compactado		kg/m³	1733.8	1758.4	1701.8	1741.2

*Fuente: Elaboración propia***8.2.4. Determinación de materiales que pasan por el tamiz n.º 200 NTP 400.018.2020****Tabla 34***Material que pasa por tamiz N°200 en agregado fino de la cantera Lamparán*

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso de tara	g		126.0	125.0	124.0
2	peso de tara + muestra seca	g		651.0	656.0	641.0
3	peso de tara + muestra lavada y seca	g		613.7	617.4	603.4
Material menor al tamiz N°200			7.22%	7.11%	7.27%	7.28%

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 35***Material que pasa por tamiz N°200 en agregado grueso de la cantera Lamparán*

Ítem	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2	M 3
1	peso de tara	g		150.0	152.0	150.2
2	peso de tara + muestra seca	g		1679.9	1681.9	1683.0
3	peso de tara + muestra lavada y seca	g		1677.3	1679.3	1680.4
Material menor al tamis N°200			0.17%	0.17%	0.17%	0.17%

Fuente: Elaboración propia

8.2.5. *Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso NTP 400.021.2020*

Tabla 36

Densidad relativa y absorción de agregado grueso de la cantera Lamparán

	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2
A	Masa de la muestra secada en horno OD	g		5000.0	5000.0
B	Masa de la muestra al aire SSD	g		5036.0	5038.0
C	Masa de la muestra sumergida	g		3150.0	3148.0
	Densidad relativa (gravedad específica OD)	g/cm³	2.65	2.65	2.65
	Densidad relativa (gravedad específica SSD)	g/cm³	2.67	2.67	2.67
	Densidad relativa aparente (gravedad aparente)	g/cm³	2.70	2.70	2.70
	Absorción		0.74%	0.72%	0.76%

Fuente: Elaboración propia

8.2.6. *Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino NTP 400.022.2021*

Tabla 37

Densidad relativa y absorción de agregado fino de la cantera Lamparán

	Descripción	Und	Prom	M 1	M 2
A	Masa de la muestra secada en horno OD	g		485.0	485.0
B	Masa del picnómetro con agua hasta la marca	g		910.0	910.0
C	Masa de picnómetro con agua + muestra SSD	g		1219.0	1218.0
S	Masa de la muestra al aire SSD	g		500.0	500.0
	Densidad relativa (gravedad específica OD)		2.54	2.54	2.53
	Densidad relativa (gravedad específica SSD)		2.61	2.62	2.61
	Densidad relativa aparente (gravedad aparente)		2.75	2.76	2.75
	Absorción		3.09%	3.09%	3.09%

Fuente: Elaboración propia

8.3. Diseño de mezcla

8.3.1. Diseño de mezcla del concretos para la cantera Arenera Jaén

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO MEDIANTE EL METODO DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS			
CANTERA: Arenera Jaén		FECHA: Abr-23	

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

AGREGADOS	A. FINO	A. GRUESO	UND
tamaño máximo nominal		3/4"	
Peso específico de masa	2.61	2.63	gr/cm ³
Peso unitario seco suelto	1723.03	1532.48	Kg/m ³
peso unitario seco compactado	1886.17	1686.70	Kg/m ³
Humedad natural	3.16%	1.42%	
Absorción	2.15%	1.81%	
Módulo de finura	2.97	7.31	

CEMENTO	TIPO 1		
peso específico	3.15		gr/cm ³
AGUA			Agua potable de la red pública de la ciudad

CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

Resistencia a compresión de diseño	f'c	210	kg/cm ² (28d)
Resistencia promedio (E.060)	f'cr	296.68	kg/cm ² (28d)
Asentamiento			3"-4"

Volumen unitario de agua	205		Lt/m ³
Aire atrapado	2%		
Agua/cemento	0.554		
Factor cemento	370.15		kg/m ³
	8.71		bol/m ³

MÓDULO DE FINEZA DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Módulo de fineza de combinación de agregados (m)	5.167
Grado de incidencia de agregado grueso (rf)	0.494

**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO MEDIANTE EL METODO
DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE
AGREGADOS**

CANTERA: Arenera Jaén

FECHA: Abr-23

VOLUMEN ABSOLUTO

Cemento	0.118	m3
Agua	0.205	lt
Aire	0.020	m3
Agregado fino	0.325	m3
Agregado grueso	0.333	m3

PESOS DE AGREGADOS SECOS

Agregado fino	847.49	kg
Agregado grueso	875.08	kg

CORRECCION POR HUMEDAD DE AGREGADOS

Agregado fino	874.23	kg
Agregado grueso	887.48	kg

**APORTE DE HUMEDAD DE LOS
AGREGADOS**

Agregado fino	8.83	lt
Agregado grueso	-3.47	lt
AGUA EFECTIVA	199.64	lt

**MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD
POR M3**

Cemento	370.15	kg
Agregado fino	874.23	kg
Agregado grueso	887.48	kg
Agua	199.64	lt
Aire	2%	

PROPORCION EN PESO

	C	AF	AG	A	
	1.00	2.36	2.40	22.9	Lt/bolsa

**PROPORCION EN
VOLUMEN**

	C	AF	AG	A	
	1.00	2.06	2.35	22.9	Lt/bolsa

8.3.2. Diseño de mezcla del concretos para la cantera Lamparán.

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO MEDIANTE EL METODO DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS		
CANTERA: Lamparán	FECHA	Abr-23

**CARACTERISTICAS DE LOS
MATERIALES**

AGREGADOS	A. FINO	A. GRUESO	UND
Tamaño máximo nominal		3/4"	
Peso específico de masa	2.54	2.65	gr/cm3
Peso unitario seco suelto	1494.62	1638.76	Kg/m3
Peso unitario seco compactado	1590.16	1733.78	Kg/m3
Humedad natural	3.66%	0.25%	
Absorción	3.09%	0.74%	
Módulo de finura	2.73	7.47	

CEMENTO	TIPO 1	
peso específico	3.15	gr/cm3
AGUA		Agua potable de la red pública de la ciudad

**CARACTERISTICAS
ESTRUCTURALES**

Resistencia a compresión de diseño	f'c	210	kg/cm2 (28d)
Resistencia promedio (E.060)	f'cr	296.68	kg/cm2 (28d)
Asentamiento			3"-4"

Volumen unitario de agua	205	Lt/m3
Aire atrapado	2%	
Agua/cemento	0.555	
Factor cemento	369.60	kg/m3
	8.70	bol/m3

**MODULO DE FINEZA DE COMBINACION DE
AGREGADOS**

Módulo de fineza de combinación de agregados (m)	5.166
Grado de incidencia de agregado grueso (rf)	0.486

**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO MEDIANTE EL METODO
DEL MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE
AGREGADOS**

CANTERA: Lamparán

FECHA Abr-23

VOLUMEN ABSOLUTO

Cemento	0.117	m3
Agua	0.205	lt
Aire	0.020	m3
Agregado fino	0.320	m3
Agregado grueso	0.338	m3

PESOS DE AGREGADOS SECOS

Agregado fino	810.53	kg
Agregado grueso	895.26	kg

CORRECCION POR HUMEDAD DE AGREGADOS

Agregado fino	840.22	kg
Agregado grueso	897.51	kg

**APORTE DE HUMEDAD DE LOS
AGREGADOS**

Agregado fino	4.79	lt
Agregado grueso	-4.39	lt
AGUA EFECTIVA	204.60	lt

**MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD
POR M3**

Cemento	369.60	kg
Agregado fino	840.22	kg
Agregado grueso	897.51	kg
Agua	204.60	lt
Aire	2%	

PROPORCION EN PESO

C	AF	AG	A	
1.00	2.27	2.43	23.5	Lt/bolsa

**PROPORCION EN
VOLUMEN**

C	AF	AG	A	
1.00	2.28	2.22	23.5	Lt/bolsa

8.4. Asentamiento del concreto NTP 339.035.2015

Tabla 38

Medición de asentamiento de concreto elaborado con agregados de la cantera Arenera

Jaén

Tandas	Fecha de vaciado	Asentamiento	
		Pulgadas	Centímetros
N°01		3.2	8.2
N°02		3.4	8.7
N°03		3.0	7.7
N°04	19/04/2023	3.7	9.5
N°05		3.8	9.6
N°06		3.6	9.1
N°07		3.2	8.1
N°08		3.0	7.6
N°09	20/04/2023	3.4	8.7
N°10		3.9	9.8
	Promedio	3.4	8.7
	Máximo	3.9	9.8
	Mínimo	3.0	7.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Medición de asentamiento de concreto elaborado con agregados de la cantera Lamparán

Tandas	Fecha de vaciado	Asentamiento	
		Pulgadas	Centímetros
N°11		3.5	8.9
N°12		3.3	8.4
N°13		2.9	7.4
N°14	20/04/2023	3.1	7.9
N°15		3.5	9.0
N°16		3.9	9.8
N°17		3.2	8.2
N°18		3.4	8.7
N°19	21/04/2023	3.0	7.7
N°20		3.7	9.5
	Promedio	3.4	8.6
	Máximo	3.9	9.8
	Mínimo	2.9	7.4

Fuente: Elaboración propia

8.5. Peso unitario para concreto NTP 339.046.2019

Tabla 40

Peso unitario para concreto fresco de la cantera Arenera Jaén

Tandas	Volumen de recipiente (m3)	Peso Del Recipiente + La Muestra (Kg)	Peso Del Recipiente (Kg)	PU (kg/m3)
N°01	0.007096	20.085	3.3984	2351.55
N°02	0.007096	20.200	3.3984	2367.72
N°03	0.007096	20.111	3.3984	2355.16
N°04	0.007096	20.188	3.3984	2366.10
N°05	0.007096	20.286	3.3984	2379.81
N°06	0.007096	20.092	3.3984	2352.60
N°07	0.007096	20.200	3.3984	2367.77
N°08	0.007096	20.189	3.3984	2366.15
N°09	0.007096	20.259	3.3984	2376.07
N°10	0.007096	20.294	3.3984	2380.98
Promedio				2366.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Peso unitario para concreto fresco de la cantera Lamparán

Tandas	Volumen de recipiente (m3)	Peso del recipiente + la muestra (kg)	Peso del recipiente (kg)	Pu (kg/m3)
N°11	0.007096	20.013	3.3984	2341.43
N°12	0.007096	20.164	3.3984	2362.64
N°13	0.007096	20.126	3.3984	2357.38
N°14	0.007096	20.037	3.3984	2344.78
N°15	0.007096	19.944	3.3984	2331.74
N°16	0.007096	20.149	3.3984	2360.57
N°17	0.007096	20.206	3.3984	2368.58
N°18	0.007096	20.180	3.3984	2364.99
N°19	0.007096	20.166	3.3984	2363.01
N°20	0.007096	20.110	3.3984	2355.13
Promedio				2355.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42*Peso unitario para concreto endurecido de la cantera Arenera Jaén*

Espécimen	Edad	Peso C. (kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Pu (kg/m3)
N°21	28 días	12.78	15.20	30.0	2347.84
N°22	28 días	12.73	15.15	30.0	2354.11
N°23	28 días	12.75	15.17	30.0	2351.60
N°24	28 días	12.68	15.10	30.0	2360.42
N°25	28 días	12.78	15.20	30.0	2347.84
N°26	28 días	12.70	15.12	30.0	2357.90
N°27	28 días	12.73	15.15	30.0	2354.11
N°28	28 días	12.75	15.17	30.0	2351.60
N°29	28 días	12.72	15.14	30.0	2355.37
N°30	28 días	12.74	15.16	30.0	2352.86
Promedio					2353.37

Fuente: Elaboración propia**Tabla 43***Peso unitario para concreto endurecido de la cantera*

Espécimen	Edad	Peso C. (kg)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Pu (kg/m3)
N°51	28 días	12.69	15.13	30.0	2352.73
N°52	28 días	12.72	15.16	30.0	2348.97
N°53	28 días	12.74	15.18	30.0	2346.47
N°54	28 días	12.66	15.10	30.0	2356.51
N°55	28 días	12.76	15.20	30.0	2343.97
N°56	28 días	12.68	15.12	30.0	2353.99
N°57	28 días	12.71	15.15	30.0	2350.22
N°58	28 días	12.76	15.20	30.0	2343.97
N°59	28 días	12.73	15.17	30.0	2347.72
N°60	28 días	12.75	15.19	30.0	2345.22
Promedio					2348.98

Fuente: Elaboración propia**8.6. Ensayos a compresión del concreto NTP 339.034.2021**

La NTP 339.034.2021 indica que para cilindros de 15 cm de diámetro y 30 cm de longitud en condiciones de laboratorio el coeficiente de variación ($CV = \text{desviación estándar(s) / promedio}$) no debe ser mayor que 2.40%.

Tabla 44*Resistencia a la compresión a los 07 días cantera Arenera Jaén*

Espécimen	Edad	Falla de rotura	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	f'c real (kg/cm ²)	f'c nominal (kg/cm ²)
N°01	7 días	Tipo-5	15.15	27170	150.72	150
N°02	7 días	Tipo-6	15.18	27920	154.27	150
N°03	7 días	Tipo-5	15.20	27950	154.03	150
N°04	7 días	Tipo-5	15.14	27940	155.20	150
N°05	7 días	Tipo-6	15.15	28040	155.55	150
N°06	7 días	Tipo-5	15.17	28540	157.90	150
N°07	7 días	Tipo-5	15.10	28500	159.15	150
N°08	7 días	Tipo-5	15.12	27720	154.38	150
N°09	7 días	Tipo-5	15.15	27750	153.94	150
N°10	7 días	Tipo-6	15.17	27720	153.37	150
Promedio					154.85	
S					2.35	
CV					1.52%	

Fuente: Elaboración propia**Tabla 45***Resistencia a la compresión a los 14 días cantera Arenera Jaén*

Espécimen	Edad	Falla de rotura	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	f'c real (kg/cm ²)	f'c nominal (kg/cm ²)
N°11	14 días	Tipo-6	15.10	33170	185.23	170
N°12	14 días	Tipo-5	15.13	32920	183.10	170
N°13	14 días	Tipo-5	15.15	32950	182.78	170
N°14	14 días	Tipo-6	15.12	32930	183.40	170
N°15	14 días	Tipo-6	15.13	33930	188.72	170
N°16	14 días	Tipo-5	15.15	34840	193.27	170
N°17	14 días	Tipo-5	15.15	34740	192.71	170
N°18	14 días	Tipo-6	15.17	33890	187.50	170
N°19	14 días	Tipo-5	15.10	33920	189.41	170
N°20	14 días	Tipo-5	15.12	33890	188.75	170
Promedio					187.49	
S					3.81	
CV					2.03%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46*Resistencia a la compresión a los 28 días cantera Arenera Jaén*

Espécimen	Edad	Falla de rotura	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	f'c real (kg/cm2)	f'c nominal (kg/cm2)
N°21	28 días	Tipo-5	15.20	40460	222.97	210
N°22	28 días	Tipo-6	15.15	39910	221.39	210
N°23	28 días	Tipo-5	15.17	40440	223.74	210
N°24	28 días	Tipo-5	15.10	39620	221.24	210
N°25	28 días	Tipo-6	15.20	40800	224.84	210
N°26	28 días	Tipo-5	15.12	41260	229.79	210
N°27	28 días	Tipo-5	15.15	41210	228.61	210
N°28	28 días	Tipo-6	15.17	40880	226.18	210
N°29	28 días	Tipo-6	15.14	40070	222.58	210
N°30	28 días	Tipo-6	15.16	40650	225.20	210
					Promedio	224.66
					S	2.89
					CV	1.28%

Fuente: Elaboración propia**Tabla 47***Resistencia a la compresión a los 07 días cantera Lamparán*

Espécimen	Edad	Falla de rotura	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	f'c real (kg/cm2)	f'c nominal (kg/cm2)
N°31	7 días	TIPO-6	15.15	27290	151.39	150
N°32	7 días	TIPO-5	15.17	28070	155.30	150
N°33	7 días	TIPO-6	15.10	28130	157.08	150
N°34	7 días	TIPO-6	15.12	28080	156.39	150
N°35	7 días	TIPO-5	15.15	28170	156.27	150
N°36	7 días	TIPO-6	15.17	28640	158.46	150
N°37	7 días	TIPO-5	15.20	28670	158.00	150
N°38	7 días	TIPO-5	15.22	27890	153.30	150
N°39	7 días	TIPO-6	15.25	27940	152.97	150
N°40	7 días	TIPO-5	15.27	27850	152.07	150
					Promedio	155.12
					S	2.53
					CV	1.63%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48*Resistencia a la compresión a los 14 días cantera Lamparán*

Espécimen	Edad	Falla de rotura	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	f'c real (kg/cm2)	f'c nominal (kg/cm2)
N°41	14 días	TIPO-5	15.15	32730	181.56	170
N°42	14 días	TIPO-6	15.18	32470	179.41	170
N°43	14 días	TIPO-5	15.20	32610	179.71	170
N°44	14 días	TIPO-6	15.17	32440	179.48	170
N°45	14 días	TIPO-6	15.18	33490	185.05	170
N°46	14 días	TIPO-5	15.20	34270	188.86	170
N°47	14 días	TIPO-5	15.17	34460	190.66	170
N°48	14 días	TIPO-5	15.18	33430	184.72	170
N°49	14 días	TIPO-5	15.15	33650	186.67	170
N°50	14 días	TIPO-6	15.16	33640	186.37	170
Promedio					184.25	
S					4.05	
CV					2.20%	

Fuente: Elaboración propia**Tabla 49***Resistencia a la compresión a los 28 días cantera Lamparán*

Espécimen	Edad	Falla de rotura	Diámetro (cm)	Carga de rotura (kg)	f'c real (kg/cm2)	f'c nominal (kg/cm2)
N°51	28 días	TIPO-6	15.13	39720	220.92	210
N°52	28 días	TIPO-6	15.16	39110	216.67	210
N°53	28 días	TIPO-6	15.18	39780	219.80	210
N°54	28 días	TIPO-5	15.10	39030	217.95	210
N°55	28 días	TIPO-6	15.20	40020	220.55	210
N°56	28 días	TIPO-5	15.12	40440	225.23	210
N°57	28 días	TIPO-5	15.15	40490	224.61	210
N°58	28 días	TIPO-5	15.20	40170	221.37	210
N°59	28 días	TIPO-5	15.17	39380	217.88	210
N°60	28 días	TIPO-5	15.19	39930	220.34	210
Promedio					220.53	
S					2.76	
CV					1.25%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50*Resistencia a compresión promedio a 07, 14 y 28 días*

Resistencia a compresión	Edad de ensayo		
	7 días	14 días	28 días
f'c Arenera Jaén (kg/cm ²)	154.85	187.49	224.66
f'c Lamparán (kg/cm ²)	155.12	184.25	220.53

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 51***Variación porcentual de la resistencia a compresión promedio a 07, 14 y 28 días*

Resistencia a compresión	f'c=210 kg/cm ²	Edad de ensayo		
		7 días	14 días	28 días
f'c Arenera Jaén	100%	73.74%	89.28%	106.98%
f'c Lamparán	100%	73.87%	87.74%	105.01%

Tabla 52*comparación porcentual de la resistencia a compresión promedio a 07, 14 y 28 días*

Resistencia a compresión	Edad de ensayo		
	7 días	14 días	28 días
f'c Lamparán (kg/cm ²)	0	0	0
f'c Arenera Jaén (kg/cm ²)	-0.17%	1.76%	1.87%

Fuente: Elaboración propia

8.7. Panel Fotográfico

Figura 7

Análisis granulométrico del agregado fino y grueso



Figura 8

Determinación del contenido de humedad



Figura 9

Determinación de Peso Unitario

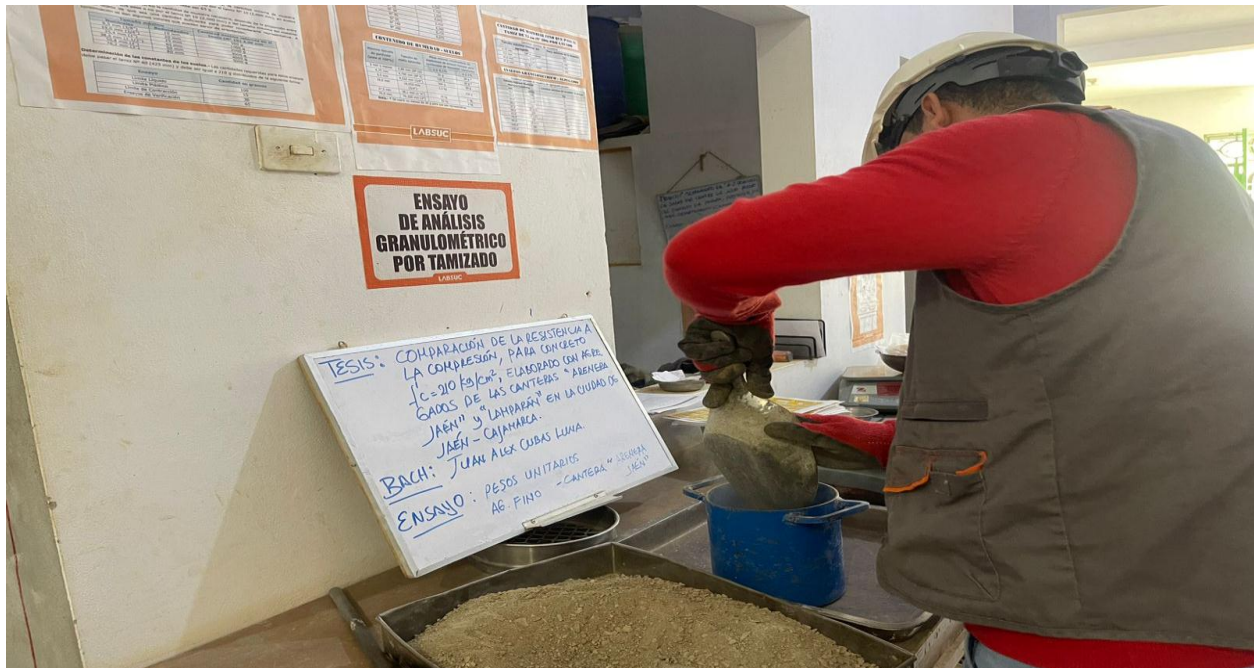


Figura 10

Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso



Figura 11

Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino



Figura 12

Elaboración de especímenes de concreto



Figura 13

Curado de especímenes de concreto



Figura 14

Rotura de probetas a los 7 días cantera Arenera Jaén



Figura 15

Rotura de probetas a los 14 días cantera Arenera Jaén



Figura 16

Rotura de probetas a los 28 días cantera Arenera Jaén



Figura 17

Rotura de probetas a los 7 días cantera Lamparán



Figura 18

Rotura de probetas a los 14 días cantera Lamparán



Figura 19

Rotura de probetas a los 28 días cantera Lamparán

