



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis de la influencia de la forma del agregado grueso en las
propiedades del concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Cari Calsin, Wilber (orcid.org/0009-0001-4461-0463)

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (orcid.org/0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024

Dedicatoria:

A mi familia, mi querida pareja María Elena y nuestras tres hijas, Massiel, Dafne y Maryori, quienes han sido mi fuente constante de inspiración y motivación. Su amor y apoyo inquebrantable han iluminado mi camino durante este proceso. Además, dedico este logro a la memoria de mi hijo Dylan, que está en el cielo, y cuya presencia ha sido una luz adicional en cada paso de esta travesía. Gracias por su apoyo y amor, que han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Agradecimiento

Mi más sincero agradecimiento a mi dedicado asesor, cuya orientación experta y constante motivación han sido esenciales para culminar esta tesis con éxito. También, quiero expresar mi gratitud a mi papá, Andrés, y a mis queridos hermanos por su respaldo inquebrantable. A todos ustedes, les debo mi logro y les agradezco de todo corazón por su apoyo inquebrantable en este importante capítulo de mi vida académica.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, OLARTE PINARES JORGE RICHARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023", cuyo autor es CARI CALSIN WILBER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 18 de Marzo del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|--|
| JORGE RICHARD OLARTE PINARES DNI: 40752422 ORCID: 0000-0001-5699-1323 | Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 18-03- 2024 10:45:23 |

Código documento Trilce: TRI - 0740416



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CARI CALSIN WILBER estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|---|---|
| WILBER CARI CALSIN DNI: 42885001 ORCID: 0009-0001-4461-0463 | Firmado electrónicamente por: WCARIC el 18-03-2024 12:04:27 |

Código documento Trilce: TRI - 0740417

Índice de Contenidos

| | |
|--|-----|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria:..... | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Declaratoria de Autenticidad del Asesor..... | iv |
| Declaratoria de Originalidad del Autor | v |
| Índice de Contenidos | vi |
| Índice de Figuras..... | vii |
| Índice de Tablas | ix |
| Resumen | xi |
| Abstract..... | xii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| III. METODOLOGÍA | 22 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación | 22 |
| 3.2 Variables y operacionalización: | 23 |
| 3.3 Población, muestra y muestreo | 23 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos: | 24 |
| 3.5 Procedimientos: | 26 |
| 3.6 Aspectos éticos:..... | 48 |
| IV. RESULTADOS..... | 49 |
| V. DISCUSIÓN..... | 83 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 85 |
| VII. RECOMENDACIONES | 88 |
| REFERENCIA | 90 |
| ANEXOS | 93 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura N° 1: Prueba de Slump..... | 18 |
| Figura N° 2: Ensayo de resistencia a la compresión | 19 |
| Figura N° 3: Clasificación de fallas..... | 19 |
| Figura N° 4: Resistencia A La Flexión Del Concreto | 21 |
| Figura N° 5: Diagrama de Flujo Esquema de Investigación | 23 |
| Figura N° 6: Ubicación de la Planta Trituradora de Piedra..... | 27 |
| Figura N° 7: Material extraído de Rio (piedra de canto rodado T.M. 20")..... | 28 |
| Figura N° 8: Material extraído de Rio (piedra de canto rodado T.M. 20")..... | 28 |
| Figura N° 9: Zaranda tipo Tolva de 4 | 29 |
| Figura N° 10: Faja de transporte | 29 |
| Figura N° 11: Trituradora Tipo Mandíbula (Modelo PE 250x400 Cap. 20 Tn/h ... | 30 |
| Figura N° 12: Cribado - Zaranda Vibratoria..... | 30 |
| Figura N° 13: Trituradora de Cono (Md. SYMONS PSGB – 0917 cap.59 – 163Tn/h)..... | 30 |
| Figura N° 14: Producción final de trituración | 31 |
| Figura N° 15: Planta trituradora tipo secundaria..... | 31 |
| Figura N° 16: Huso Granulométrico Agregado Grueso | 32 |
| Figura N° 17: Clasificación de las Particular del Agregado según su Forma | 33 |
| Figura N° 18: Requisitos del agregado grueso para concreto estructural | 34 |
| Figura N° 19: Especificación de Forma del Agregado Grueso | 34 |
| Figura N° 20: Partículas Fracturadas (Bordes Agudos, Superficies Rugosas).... | 36 |
| Figura N° 21: Material de acopio patrón de Cantera Sorapa..... | 37 |
| Figura N° 22: Cuarteo de Muestra Agregado Grueso | 38 |
| Figura N° 23: Granulometría Agregado Grueso | 38 |
| Figura N° 24: Cuarteo de Muestra Agregado Fino | 41 |
| Figura N° 25: Granulometría Agregado Fino..... | 42 |
| Figura N° 26: Peso Unitario Suelto..... | 43 |
| Figura N° 27: características técnicas del cemento..... | 44 |
| Figura N° 28: Ubicación de Provincia de Puno..... | 49 |
| Figura N° 29: Curva Granulométrica del Agregado Grueso | 51 |
| Figura N° 30: Curva granulométrica Agregado Fino..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Figura N° 31: Medición de Slump – Patrón 100% Partículas Fracturada..... | 57 |
| Figura N° 32: Medición de Slump – 80% Partículas Fracturada..... | 58 |
| Figura N° 33: Medición de Slump – 70 % Partículas Fracturada..... | 58 |
| Figura N° 34: Cuadro de Línea de Tendencia de la Medición de Slump..... | 59 |
| Figura N° 35: Proceso de Elaboración de Probetas | 61 |
| Figura N° 36: Proceso de Elaboración de Probetas | 61 |
| Figura N° 37: Rotura de Probetas | 62 |
| Figura N° 38: Resistencia a la Compresión vs Porcentaje F.R. 7 días..... | 63 |
| Figura N° 39: Resistencia a la Compresión vs Porcentaje F.R. Edad 14 días | 65 |
| Figura N° 40: Resistencia a la Compresión vs Porcentaje F.R. Edad 28 días | 67 |
| Figura N° 41: Curva de Desarrollo de Res. del concreto VS Edad del concreto . | 70 |
| Figura N° 42: Ensayo de a flexión a los 7, 14 y 28 días | 71 |
| Figura N° 43: Detalle de fractura en tercio central..... | 72 |
| Figura N° 44: Resistencia a la Flexión vs Porcentaje F.R. Edad 7 días | 73 |
| Figura N° 45: Resistencia a la Flexión vs Porcentaje F.R. Edad 14 días | 75 |
| Figura N° 46: Resistencia a la Flexión vs Porcentaje F.R. Edad 28 días | 77 |
| Figura N° 47: Diagrama de Compartición de Res. % de Partículas Fracturadas | 79 |
| Figura N° 48: Espesor de Losa Rígida | 82 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Clasificación de trabajabilidad | 18 |
| Tabla 2: Cantidad de briquetas para resistencia a la compresión | 24 |
| Tabla 3: Cantidad de briquetas para resistencia a la flexión | 24 |
| Tabla 4: Huso Granulométrico Agregado Fino | 41 |
| Tabla 5: Resistencia a la Compresión Especifica..... | 45 |
| Tabla 6: Tamaño Máximo Nominal (TMN)..... | 45 |
| Tabla 7: Asentamiento (Slump) | 45 |
| Tabla 8: Selección del Volumen Unitario del Agua..... | 46 |
| Tabla 9: Contenido de Aire..... | 46 |
| Tabla 10: Contenido de Aire..... | 47 |
| Tabla 11: Factor Cemento..... | 47 |
| Tabla 12: Contenido de Agregado Grueso | 47 |
| Tabla 13: Volumen Absoluto Agregado Grueso | 48 |
| Tabla 14: Volumen Agregado fino | 48 |
| Tabla 15: Volumen Agregado fino | 48 |
| Tabla 16: Granulometría - Agregado Grueso | 50 |
| Tabla 17: Peso Específico y Absorción Agregado Grueso | 51 |
| Tabla 18: Peso Unitarios Suelto Agregado Grueso | 51 |
| Tabla 19: Peso compactado Suelto Agregado Grueso | 52 |
| Tabla 20: Ensayo de Abrasión Agregado Grueso | 52 |
| Tabla 21: Ensayo de Abrasión Agregado Fino | 52 |
| Tabla 22: Modulo de Fineza Agregado Fino..... | 53 |
| Tabla 23: Peso Específico y absorción Agregado Fino | 54 |
| Tabla 24: Peso Unitario Suelto Agregado Fino | 54 |
| Tabla 25: Peso Unitario Suelto Agregado Fino | 55 |
| Tabla 26: Diseño - ACI - F'c: 280 Kg/Cm ² (patrón)..... | 55 |
| Tabla 27: Resultados obtenidos de medición de Slump..... | 58 |
| Tabla 28: Resultados de la Resistencia a la Compresión a los 7 días | 62 |
| Tabla 29: Resultado Promedio Resistencia a la Compresión a los 7 días | 63 |
| Tabla 30: Resultados de la Resistencia a la Compresión a los 14 días | 64 |
| Tabla 31: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los 14 días | 64 |

| | |
|--|----|
| Tabla 32: Resultados de la Resistencia a la Compresión a los 28 días | 66 |
| Tabla 33: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los 28 días | 66 |
| Tabla 34: Desarrollo de la resistencia de Concreto en relación al porcentaje de adición al agregado grueso formas redondeadas (grava), | 68 |
| Tabla 35: Resultados de la Resistencia a Flexión los 7 días..... | 72 |
| Tabla 36: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los 7 días | 73 |
| Tabla 37: Resultados de la Resistencia a Flexión los 14 días..... | 74 |
| Tabla 38: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los 14 días | 75 |
| Tabla 39: Resultados de la Resistencia a Flexión los 28 días..... | 76 |
| Tabla 40: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los 28 días | 77 |
| Tabla 41: Resumen de ensayo a flexión | 78 |

Resumen

El presente estudio está enfocado al análisis de la influencia de la forma del agregado grueso en las propiedades del concreto, utilizando agregados provenientes de la Planta Trituradora de Cantera Sorapa, distrito de Juli departamento de Puno, Este estudio aplicado, de naturaleza cuantitativa, se centra específicamente en abordar la problemática de cómo la forma del agregado grueso impacta en las particularidades del concreto. Cuya metodología implementada para alcanzar estos objetivos involucra la producción de 1.00 m³ de concreto, con una muestra representativa de 0.50 m³. Se uso herramientas especializadas como formatos, fichas de campo y certificados de laboratorio, enfocado en las Normas Técnicas Peruanas y métodos de diseño de mezcla. Los resultados obtenidos revelan que al reducir el porcentaje del agregado grueso partículas caras fracturadas en 90%, 80% y 70% de una dosificación estándar de $F'c=280$ kg/cm², se observa un desarrollo en la trabajabilidad, logrando un concreto más maleable y con una mayor fluidez. Sin embargo, se destaca la minimización en Resistencia tanto en Compresión Simple a 28 días como en la Resistencia a Flexión, estos resultados subrayan la importancia de un riguroso control de calidad de agregados, tanto al producir la planta trituradora como en la implementación en la ejecución en proyectos viales de concreto estructurales sugiriendo la necesidad de un equilibrio cuidadoso en la elección del tipo de agregado grueso en proyectos viales.

Palabras clave: Forma, agregado, concreto.

Abstract

The present research was to analysis of the influence of the shape of the coarse aggregate on the properties of concrete, using aggregates from the Crushing Plant of the Sorapa Quarry, located in the district of Juli, department of Puno. This applied study, quantitative nature, it focuses specifically on addressing the problem of how the shape of coarse aggregate impacts the characterizes of concrete in road projects. The methodology implemented to achieve these objectives involves the production of 1.00 m³ of concrete, with a representative sample of 0.50 m³. Data collection is carried out through the use of specialized tools such as formats, field sheets and laboratory certificates, in strict compliance with Peruvian Technical Standards and mixture design methods. The results reveal that by reducing the percentage of coarse aggregate with angular particles in 90%, 80% and 70% of a standard dosage of $F'c=280$ kg/cm², an improvement in workability is observed, achieving a more malleable concrete with greater fluidity. However, the decrease in Strength in both Simple Compression at 28 days and in Flexural Strength stands out. These results underline the importance of rigorous quality control of the aggregates, both in production in the crushing plant and in in implementation in structural concrete road projects suggesting the need for a careful balance in the choice of type of coarse aggregate in road projects

Keywords: Form, aggregate, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

En una escala global, el sector de la edificación desempeña un papel crucial en las economías globales, representando una parte sustancial del Producto Interno Bruto (PIB) mundial (Bank World, 2020). El concreto, gracias a su resistencia y versatilidad, destaca como uno de los recursos más demandados en este rubro (Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M., 2014). Sin embargo, la resistencia del concreto, vital para la durabilidad de las estructuras, está intrínsecamente vinculada a la forma del agregado grueso, cuya geometría puede impactar significativamente las propiedades finales del concreto (Smith, J., & Collins, R., 2009). Lamentablemente, la importancia del porcentaje de piedras fracturadas frente a las formas redondeadas en las propiedades mecánicas a menudo se subestima, con contratistas cumpliendo solo requisitos mínimos sin considerar estos factores cruciales (Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C., 2002). La selección adecuada del agregado grueso, especialmente en cuanto a su forma, es clave para obtener un concreto resistente y duradero, dependiendo de prácticas de producción eficientes (Neville, A. M., 2011). En conclusión, la atención consciente a la forma del agregado grueso es esencial para optimizar la calidad del concreto, asegurando la durabilidad y fortaleza de las estructuras (Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D., 2003).

A nivel nacional, el sector de la edificación desempeña un papel vital en la economía del Perú, enfrentando un déficit de infraestructura que impulsa una intensa actividad de construcción de obras públicas y privadas. De acuerdo con la Asociación de Productores de Cemento en el Perú (ASOCEM), más del 70% de la venta de cemento se destina a la construcción informal, donde no se cumplen ciertas técnicas para la producción de concreto y el control de calidad es deficiente (ASOCEM, 2019). En este contexto, durante la producción de agregados y dependiendo de las plantas procesadoras, a veces no se satisfacen las exigencias mínimas de angularidad de los agregados, lo que puede afectar la resistencia del concreto. Por lo tanto, es esencial promover la calidad de las estructuras y considerar la forma del agregado grueso como un aspecto crítico. La calidad del concreto plantea desafíos adicionales para obtener una gran resistencia y durabilidad, requiriendo una atención rigurosa a la selección y producción de

agregados para asegurar la calidad y sostenibilidad de las construcciones en el contexto peruano.

En el ámbito local de la Región Puno, el abastecimiento y adquisición de agregados para la producción de concreto en algunos proyectos se llevan a cabo sin un control de calidad adecuado, comprometiendo la implementación de técnicas específicas. Según estudios locales, muchos proyectos prefieren utilizar hormigón (mezcla natural) o piedra chancada sin cumplir los requerimientos técnicos necesarios (ASCEM, 2020). Gran parte de los contratistas no realizan verificaciones de los agregados gruesos al elaborar concreto, lo que genera resultados que difieren de las expectativas. En el Distrito de Juli, la Cantera Sorapa se destaca como la fuente de materiales más utilizada y proveedora de agregados en la Región Sur del Departamento de Puno, suscitando controversias técnicas sobre cómo las características del hormigón en la construcción de carreteras son influenciadas por la configuración formal de las partículas (Machuca, J., Salas, A., & Huamán, R., 2018). Estas controversias han motivado este análisis con el propósito de entender la sensibilidad del agregado grueso en las propiedades del concreto, facilitando decisiones informadas sobre la selección y uso de agregados en proyectos viales, y garantizando así la calidad y durabilidad de las obras viales en la Región Puno.

En este contexto, **la limitación principal** se encuentra en la falta de atención a la forma del agregado grueso durante producciones de concreto, lo que da lugar a resultados inconsistentes y, en ocasiones, insatisfactorios. Las causas subyacentes de esta limitación abarcan desde el incumplimiento de los estándares de angularidad en la producción de agregados hasta la preferencia por materiales que no cumplen con los requisitos técnicos establecidos. Los efectos de esta limitación se manifiestan con deficiente durabilidad y resistencia del concreto utilizado en la construcción, potencialmente compromete la seguridad y la calidad de las estructuras edificadas. Abordar esta limitación se convierte en un aspecto crucial para mejorar la calidad general de las construcciones y garantizar la integridad de las estructuras en el largo plazo.

En el marco de esta investigación, se plantean diversos **problemas** que se desglosan en un problema general y problemas específicos. El problema general que guía este estudio se formula como sigue: ¿Como influye la forma del agregado grueso de la cantera Sorapa, en las propiedades del concreto, Juli, Puno, 2023?;

Este planteamiento general busca abordar de manera integral la relación entre la forma del agregado y las características del concreto en la ubicación y tiempo especificados. Asimismo, se identifican problemas específicos que profundizan en aspectos particulares: (i) ¿De qué manera la forma del agregado grueso influye en la Trabajabilidad del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023?; (ii) ¿De qué manera la forma del agregado grueso influye en la resistencia a la compresión simple de concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023?; (iii) ¿De qué manera la forma del agregado grueso influye en la Resistencia a Flexión del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023? Estos problemas específicos se plantean con el propósito de analizar detalladamente diversos aspectos de la relación entre la forma del agregado grueso y las propiedades del concreto, brindando así una comprensión más completa

La justificación **teórica**, fundamenta en su contribución al avance del conocimiento en ingeniería de materiales y construcción mediante la evaluación exhaustiva de la incidencia del agregado grueso en particularidades del concreto. Se respalda teóricamente al considerar estudios previos que evidencian la significativa impacto de la forma y superficie de los materiales granulares en trabajabilidad, como indican las investigaciones de (Guillen Flores & Llerena Tinoco, 2020) y (Garcia, 2020). Este estudio va más allá al generar nuevas premisas y conceptos, explorando cómo la forma del agregado no solo conlleva a la resistencia y durabilidad, sino también la funcionalidad y resistencia a la flexibilidad del concreto. Con esta perspectiva detallada, se busca ofrecer una contribución teórica que sirva como base valiosa para futuras investigaciones. La justificación **práctica** de esta investigación radica aportando resultados experimentales que analizan el efecto que tiene la morfología de los agregados en particularidades del concreto. Estos resultados permitirán tomar decisiones más informadas en la producción, mejorando la resistencia, durabilidad y desempeño de las estructuras, beneficiando así la industria de la construcción en general.

Se justifica **socialmente** al promover mejores prácticas en la producción de concreto, asegurando la durabilidad y seguridad de las estructuras, lo cual beneficia directamente a la población, garantizando su bienestar y confianza en las construcciones. Además, la justificación **metodológica** se apoya en el análisis detallado de particularidades del concreto, especialmente del agregado grueso.

Esto posibilitará que los contratistas tomen decisiones más informadas en la selección de agregados, optimizando la producción y fortaleciendo la durabilidad y solidez de las construcciones erigidas.

El presente estudio tiene como **objetivo general** Analizar la Influencia de la forma del Agregado Grueso en la Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023. Para alcanzar este propósito, se plantean objetivos específicos que se enfocan en aspectos clave: (i) Evaluar la influencia de la forma de agregado grueso de cara fracturada en la Trabajabilidad del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 (ii) Determinar la influencia de la forma de agregado grueso de cara fracturada en la resistencia del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 (iii) Verificar la influencia de la forma de agregado grueso de cara fracturada en la resistencia a Flexión del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023. Estos objetivos específicos se diseñan para abordar detalladamente la relación entre la forma del agregado grueso y diversas propiedades del concreto en el contexto particular de la Cantera Sorapa en el año 2023.

En el marco de lo expuesto, se plantea la hipótesis general; la forma del agregado grueso de la cantera Sorapa influiría en las propiedades concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023. Además, se formulan hipótesis específicas que exploran aspectos particulares de esta relación: (i) Un porcentaje reducido de agregado grueso de cara fracturada elevaría el Slump del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023; (ii) Una reducida proporción de agregado grueso de cara fracturada disminuiría la resistencia del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023; (iii) Una cantidad mínima de agregado grueso de cara fracturada disminuiría la resistencia a Flexión del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023. Estas hipótesis específicas se diseñan para explorar y validar la relación entre la forma del agregado grueso y diversas propiedades del concreto en la ubicación y periodo de interés.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, (Guillen Flores & Llerena Tinoco, 2020) tuvo como fin investigar el impacto de la configuración, dimensiones y superficie de las partículas gruesas en las características mecánicas del concreto. Las características del agregado grueso y su impacto en la proporción del concreto se investigaron utilizando una técnica deductiva comparativa con un enfoque cualitativo. La muestra de estudio consistió en agregados recopilados de diversas tesis, tanto de distintas regiones del Perú como de países extranjeros, con el fin de realizar comparaciones con los resultados obtenidos. Los datos se obtuvieron realizando ensayos normalizados de áridos en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Ricardo Palma para evaluar la resistencia del hormigón endurecido. Como resultado más importante se demostró en las tablas y figuras en donde se observa una ventaja en términos de peso para la grava redondeada en comparación con la piedra chancada, lo cual varía según el tamaño y el origen de la piedra. Esta particularidad sugiere que los elementos elaborados con grava redondeada mostraron un mayor peso, lo que podría haber contribuido en cierta medida a la resistencia. Se concluyó, la geometría de agregados influye en el desempeño del concreto. Ha indicado que los agregados asemejados a la forma de un cubo, en el caso de triturados, o una esfera, caso de rodados, proporcionan una mejor manejabilidad y, en cierta medida, una mayor durabilidad en comparación con aquellos de formas aplanadas o alargadas. Enfocado en analizar formas redondeada y angular de agregados, concluyendo que, con el propósito de perfeccionar la formulación de la combinación, es preferible utilizar agregados gruesos angulares debido a su mayor adherencia al concreto. Se evaluaron tamaños de agregados de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1" y 1 $\frac{1}{2}$ ", y se observó que, según su tamaño, presentaban diferentes niveles de asentamiento. Se determinó que, para agregados gruesos redondeados, la consistencia tiende a ser fluida o húmeda, con una alta trabajabilidad, mientras que, para los angulares, la consistencia tiende a ser más plástica con una trabajabilidad moderada. Dicha clasificación se basó en las tablas de "consistencia y trabajabilidad ACI".

(Cruz Torres & Norabuena Díaz, 2020) en su investigación tuvo como fin evaluar cómo los agregados angulares influyen en la variación de la resistencia del concreto con una resistencia nominal de $f'c$ de 210 kg/cm². El enfoque de investigación

empleado es de carácter aplicado, ya que aborda la resolución de un problema específico mediante demostraciones experimentales. El diseño fue experimental, distrito de Lurigancho - Chosica como población de estudio. La determinación de la muestra llegó enfocarse en unidades de muestreo que pudieran proporcionar información detallada y completa, siendo seleccionadas 45 probetas para el análisis. Este estudio se llevó a cabo de manera no probabilística, evaluando las 45 probetas durante 7, 14 y 28 días, con prueba piloto. Cada probeta de concreto fue sometida a un ensayo de estudio utilizando formas geométricas de agregados fabricados según el mismo diseño, tales como agregados aplanados tetraédricos, pentaédricos y hexaédricos, los cuales tienen 2, 4, 5 y 6 caras, respectivamente. Debido a que se pudo demostrar de manera metódica el comportamiento de la fuerza de compresión ($f'c$) en cada edad encontrada en las muestras, se eligió la metodología de observación para los experimentos. Las pruebas se realizaron cumpliendo con el Reglamento Nacional de Edificación (RNE), Capítulo 5.6, y el Código ACI, Capítulo 5.6.3, normas reglamentarias. El principal hallazgo fue que, con la misma proporción del diseño estándar, se observa una disminución en la resistencia promedio a los 7, 14 y 28 días, con valores de 191 kg/cm², 221,3 kg/cm² y 242,9 kg/cm². respectivamente, para el diseño de mezclas utilizando partículas planas. Esto indica un aumento del 15,67% con respecto al valor de $f'c$, y una caída del 8,75% con respecto al $f'cr$. Por el contrario, las partículas tetraédricas exhiben un mejor desarrollo de propiedades mecánicas, como lo demuestran los aumentos en la resistencia a los 7, 14 y 28 días, cuando alcanzaron valores de 205,6 Kg/cm², 234,8 Kg/cm² y 270,7 Kg/cm², respectivamente. Estas cifras son un 28,9% superiores a las de $f'c$ y hay un aumento del 1,69% en comparación con $f'cr$. Aún más exitosas son las muestras que contienen partículas pentaédricas, que elevan la resistencia a 217,7 Kg/cm², 245,4 Kg/cm² y 295,70 Kg/cm² a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. En comparación con $f'c$, esto indica un aumento del 40,81%, mientras que en relación con $f'cr$ indica un aumento del 11,08%. Por último, pero no menos importante, las muestras que contienen partículas hexaédricas exhiben una notable fluctuación en la resistencia, con valores promedio a los 7, 14 y 28 días de 228,3 Kg/cm², 256,2 Kg/cm² y 303,90 Kg/cm², respectivamente. Esto supone un aumento del 14,16% respecto al $f'cr$ y del 44,71% respecto al $f'c$. Los resultados indican que los agregados con más caras tienen mayor capacidad de resistencia

debido a que los agregados gruesos compuestos por piedras pentaédricas y hexaédricas presentan mejor resistencia a la compresión. Esto tiene ventajas tanto para la calidad como para la economía, ya que el mayor volumen de hormigón reduce los precios principalmente porque se necesita menos cemento porque las partículas de múltiples lados se adhieren a la pasta con más fuerza que los agregados convencionales.

(MOLLO ESCALANTE & ROSAS LIPA, 2019) En el curso de su estudio, se propuso evaluar el impacto del agregado grueso triturado, redondeado y tamizado en la facilidad de manejo, capacidad de soportar compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y flexión, el estudio fue cuantitativo, mediante varios métodos de medición y análisis. Un árido redondeado de Sabandía, un árido Zarandeado de forma irregular entre angular y redondeado, y un árido triturado de forma angular de la cantera Alto Misti fueron las tres variedades de áridos seleccionadas para este estudio. Cada tipo de árido grueso tenía su propia mezcla diseñada según el método ACI. Para conseguir la trabajabilidad adecuada dentro de un intervalo de asentamiento de 3 a 4 pulgadas, se calcularon los volúmenes y cantidades necesarios y se ajustó el contenido de agua en consecuencia. En consecuencia, ya existen diseños de mezcla establecidos para todos los tipos de áridos. Las probetas y viguetas de concreto se sometieron a ensayos de rotura para determinar lo siguiente: la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, así como las resistencias a la compresión diametral y a la tracción por flexión medidas el día 28. Para alcanzar los objetivos de la investigación, comparamos y analizamos los datos recogidos. Con el 100% del hormigón mezclado con piedra agitada sirviendo de referencia, el principal resultado fue aplicar las resistencias estándar de cada tipo de hormigón tras 28 días de curado. Los hallazgos indican que el aumento de la resistencia a la flexión logra un hormigón con piedra triturada, que mide 26,95 kg/cm². Esto supone un aumento del 0,8% respecto al hormigón sin piedra triturada. Por el contrario, el hormigón con piedra tallada tiene un valor algo inferior (26,70 kg/cm²) que el hormigón con piedra sacudida, que es un 0,1% inferior. Se determinó que el concreto que contenía agregado triturado tuvo la máxima fuerza bajo tensión a flexión, midiendo 26,95 kg/cm² (100,8%). Esto se puede atribuir a su mayor adherencia al aplicar este tipo de esfuerzo. Sin embargo, el hormigón con árido redondeado presentó la menor resistencia, con 26,70 kg/cm² (99,9%). Esto se debe

a que la forma redondeada y las superficies lisas del hormigón impidieron cualquier adherencia cuando se aplicó la carga de flexión. Además, se descubrió que estos hallazgos no tenían ninguna relación perceptible con la gravedad específica o la tolerancia al deterioro de los áridos gruesos.

Seguidamente los antecedentes internacionales como (Hernandez C. G., 2019) en su investigación tuvo como objetivo evidenciar que la estructura y forma de dos agregados pétreos distintos, así como los extraídos del banco de materiales Agustín Morales Gordillo en Coatzacoalcos, Veracruz, son factores determinantes y ejercen efecto relevante en resistencia del concreto. El estudio fue cuantitativo, tipo experimental. Se utilizaron muestras obtenidas del banco de materiales "Agustín Morales Gordillo S.A. de C.V." ubicado en la ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz, para llevar a cabo las pruebas y la fabricación de los especímenes. Para este conjunto de datos, se recurrió a las instalaciones de los laboratorios del campus Coatzacoalcos de la Universidad Veracruzana. Se realizaron pruebas para comparar el hormigón con áridos redondeados, como la grava normal, y el hormigón con áridos triturados, como la piedra caliza. Las 108 probetas cilíndricas de hormigón que se sumergieron para curar hasta el momento miden 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. El tamaño máximo del árido de $\frac{3}{4}$ " y la relación agua-cemento se mantuvieron para todos los diversos diseños que se evaluaron. Según los resultados de los ensayos, la resistencia a la compresión de la mezcla con árido triturado fue superior a $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, pero la mezcla con áridos redondeados presentó valores inferiores, se determinó que en comparación con los áridos triturados, los áridos redondeados, que son más económicos y comúnmente accesibles en la zona, demostraron resistencias menores. Dado que las probetas creadas con áridos redondeados alcanzaron su resistencia máxima, esto no sugiere, sin embargo, que los áridos redondeados sean de mala calidad. No, Sin embargo, los 200 kg/cm^2 y 250 kg/cm^2 Los valores no produjeron los mismos resultados de resistencia que el agregado triturado.

(Garcia, 2020) en su tesis tuvo como objetivo analizar el impacto conteniendo partículas planas y trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de un hormigón en función del alargamiento del árido grueso. Fue un estudio cuantitativo, explicativo y experimental, evidenciando causas de un hecho. Como población el estudio se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Jaén. Se

emplearon métodos estandarizados en el muestreo de materiales y en los ensayos de laboratorio determinando características de la materia de agregados. Los resultados obtenidos muestran que la trabajabilidad del hormigón tiende a disminuir a medida que aumenta la proporción de partículas planas y alargadas en el árido grueso. También se produce una disminución de las resistencias a la flexión y a la compresión. Sólo un aviso, este impacto en la resistencia a la compresión empieza a aparecer en los áridos gruesos con un 20% de partículas planas y alargadas y superiores. Se concluyó que la facilidad de manejo del concreto fresco disminuye de manera inversamente proporcional al aumentar el porcentaje de partículas planas y alargadas en el agregado grueso. Sin embargo, los resultados obtenidos son inferiores al asentamiento diseñado (de 7.5 cm a 10 cm), lo que sugiere una reducción en la facilidad de manejo de entre el 33% y el 55%.

De los artículos de esta investigación según (León, 2015) en su artículo tuvo como propósito determinar el análisis de imágenes para la caracterización morfológica de agregados destinados al concreto. Las fuentes de material elegidas provienen de dos áreas: Guasca y Tunjuelo. En ambos casos se trata de triturar la sustancia, lo que modifica la forma de las partículas. Por su uso generalizado en la producción de hormigón de Bogotá, se eligieron estas fuentes. La mayoría de los diseños de mezclas en Bogotá se derivan del enfoque ACI 211.1. Sin embargo, se ha observado que sólo un pequeño número de agregados de Bogotá cumplen con los estándares descritos en este procedimiento. El objetivo principal del estudio es determinar el impacto de la forma en las cualidades del hormigón. El principal obstáculo está en localizar materiales que posean formas variables manteniendo características físico-mecánicas comparables. Para abordar este problema, el agregado grueso de una de las fuentes elegidas se trata selectivamente empleando medidores de alargamiento para separarlo. En consecuencia, la forma del agregado se caracteriza mediante análisis de imágenes utilizando la técnica prescrita. La transformada de Fourier se aplica a tres descriptores específicos: -1: alargamiento, -2: triangularidad y -3: cuadratura. A lo largo de este proceso, se determinaron intervalos de valores específicos para cada descriptor de forma, dentro de los cuales se detectaron diferencias notables en la forma. El estudio determinó que la estructura de los agregados afecta significativamente las características del concreto tanto en su forma inicial como solidificada. Este impacto es más

pronunciado en términos de trabajabilidad del hormigón que de sus propiedades mecánicas.

(Cazal, 2018) en su artículo tuvo como fin analizar la influencia de la forma y textura de las partículas gruesas sobre las características del hormigón. Los ensayos necesarios para analizar la forma de los áridos gruesos se realizaron utilizando el método "Coeficiente de Forma" tal y como especifica la norma EN 933-4. Independientemente del tipo de árido grueso, el contenido de árido fino fue constante. El puente que cruza el río Paraguay y conecta Concepción con el Chaco paraguayo es un buen ejemplo. Para este proyecto, se determinó que se utilizarían cantos rodados como agregado porque son fácilmente accesibles en los alrededores cercanos. Las piedras trituradas de Ciudad del Este tienen una forma más adecuada, con un coeficiente de forma de 0,293, pero todas las piedras trituradas, de forma angular, tienen coeficientes de forma inferiores a 0,20, según los resultados. Por otra parte, el coeficiente de forma de 0,310 es indicativo de la forma esférica de los guijarros. La consistencia del hormigón está inversamente relacionada con el coeficiente de forma del árido grueso, según el estudio. Al comparar hormigones preparados con diferentes partículas gruesas, el que tenía un coeficiente de forma más alto mostraba más consistencia.

(Cuellar & López, 2018) en su artículo tuvo como objetivo presentar la descripción física de los agregados pétreos para casos específicos: Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo). Este estudio se realizó utilizando una metodología adecuada para cumplir con los objetivos predeterminados, los cuales se dividieron en tres etapas: en primer lugar, se realizó una visita para recolectar los materiales necesarios para el análisis; en segundo lugar, los materiales fueron transportados a los laboratorios para su examen; y finalmente, las muestras fueron caracterizadas y comparadas físicamente para determinar cuál posee los atributos físicos más favorables. Este estudio realizó un análisis de la población de dos lugares específicos, a saber, Vista Hermosa en Mosquera y la mina Cemex en Apulo. Los resultados adquiridos abarcan la caracterización física de las muestras investigadas, lo que lleva a la conclusión de que un agregado específico exhibe propiedades más ventajosas para la producción de concreto. El análisis petrográfico también ayudó a clasificar e identificar la composición mineralógica de

las muestras. El árido grueso de Vista Hermosa se consideró inadecuado para la producción de hormigón debido a su alta permeabilidad.

De los artículos científicos (Dr.K.Pandurangan, 2018) Los ingredientes del hormigón tienen consecuencias significativas en las particularidades del hormigón autocompactante. La dosificación de SCC está influenciada por los diversos ingredientes agregados al concreto que se analizan a continuación. Influencia de los aditivos minerales El término 'polvo' que se usa en SCC se refiere a una mezcla de cemento y partículas de relleno de menos de 0,125 mm. El relleno aumenta el volumen de pasta requerido para lograr la trabajabilidad deseable de SCC. La adición de relleno en una cantidad adecuada mejora tanto la trabajabilidad como la durabilidad sin sacrificar la resistencia inicial (un tiempo de flujo Resumen Tres ingredientes del concreto tienen consecuencias específicas y significativas en las características del concreto autocompactante. Las características del hormigón, tanto húmedo como seco, se ven afectadas principalmente por la forma y el tamaño del árido grueso, de entre los tres componentes. Una compleja interacción entre las características en que los áridos y la pasta de cemento se unen determina la influencia de la configuración y las dimensiones de las partículas grandes en la solidez del concreto. La configuración y las dimensiones de las partículas del agregado grueso están influenciados por las propiedades de la roca de alimentación, el tipo de trituradora y la forma en que se opera la trituradora. Si bien las propiedades de la roca de alimentación y el tipo de trituradora determinan los límites alcanzables en la forma de las partículas, la operación de la trituradora sigue siendo el factor individual esencial afectando la forma. Debido a las etapas insuficientes de trituración de la roca de alimentación, los agregados suministrados por la mayoría de las trituradoras son escamosos y alargados, lo cual es sensible a las características del concreto en su estado inicial y después de su endurecimiento. Entonces, la intención principal de este artículo es un estudio sobre la influencia del tamaño y forma de agregados gruesos disponibles localmente en las características de resistencia y flujo de SCC. En este estudio se utilizan dos grados de mezclas SCC con 60 % y 40 % de reemplazo de cemento con cenizas volantes. Dichos resultados de este estudio reflejan que la fluidez y la resistencia de la mezcla de concreto SCC de cenizas volantes de alto volumen con 10 mm a

16 mm MSA es mejor que el SCC de cenizas volantes de bajo volumen con 20 mm MSA.

(Wu, 2019) La resistencia depende de la resistencia de la interfaz entre la pasta de cemento, el agregado grueso y la pasta de cemento. El agregado grueso es el esqueleto del concreto. Según las estadísticas, el agregado grueso puede representar del 50% al 70% del volumen de concreto. Afectará las propiedades reológicas del hormigón fresco y particularidades mecánicas y durabilidad del hormigón endurecido. En los últimos tiempos, a causa de la limitación de recursos naturales de arena, se ha fortalecido la investigación sobre los agregados finos, lo que ha hecho que la producción y el uso de arenas mecánicas se desarrollen rápidamente, pero aún no se ha prestado suficiente atención a los agregados gruesos [1]. Hoy en día, con la ingeniería de hormigón de gran altura y gran escala, el uso de hormigón de gran resistencia siendo más amplia. En concreto de alta resistencia, el agregado grueso es relativamente el eslabón más débil. Tanto para el hormigón nuevo como para el viejo, las propiedades del árido grueso -incluyendo su tipo, tamaño y forma de partícula, características superficiales y gradación- son cruciales. Por lo tanto, es esencial investigar en profundidad cómo las características físicas y químicas de los áridos gruesos influyen en el rendimiento del hormigón.

(Piotrowska, 2014) En su artículo se enfoca en identificar el comportamiento del concreto bajo altas cargas triaxiales. El estudio se lleva a cabo dentro de un contexto más general de comprensión del comportamiento del hormigón bajo impacto. El efecto de la forma y composición del agregado grueso sobre el concreto bajo alta compresión triaxial se examina por medio de una prensa triaxial de muy alta capacidad. El efecto de forma se investiga más a fondo utilizando agregados laminados, agregados triturados y bolas de vidrio. La influencia de la composición de los áridos se determina sobre hormigones mezclados con áridos silíceos, áridos vítreos y áridos calizos. Estos análisis indican específicamente que la forma del agregado grueso no ejerce ninguna influencia sobre la respuesta del concreto en alto confinamiento. Además, el hormigón se comporta como un apilamiento granular no cohesivo que parece estar gobernado por la matriz de cemento compactado siempre que la resistencia de los áridos sea suficientemente alta. De lo contrario, una menor resistencia del agregado sirve para debilitar este

apilamiento granular. En un nivel intermedio de confinamiento, la resistencia al corte del concreto está controlada principalmente por la resistencia de los agregados; sin embargo, los agregados gruesos de forma irregular aumentan ligeramente la resistencia general del concreto.

Teorías

Variable Independiente: Forma del Agregado Grueso

Forma del Agregado Grueso

La forma del agregado grueso es un factor determinante que influye en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto. Referida a la configuración geométrica de las partículas de piedra triturada o grava que componen la fracción gruesa de insumos usados en la construcción, la forma del agregado puede variar significativamente según la fuente y el proceso de trituración, y puede clasificarse en diferentes categorías. Según la Norma ASTM D5821, los agregados con caras fracturadas mejoran la adherencia entre los componentes del concreto, lo que puede mejorar la trabajabilidad, aunque un exceso de estas caras puede aumentar la fricción interna y dificultar la manejabilidad de la mezcla (ASTM D5821-17, 2017). Los agregados angulares presentan partículas con aristas y esquinas bien definidas, contribuyendo a una mayor resistencia mecánica del concreto. Los agregados redondeados, con formas más suaves y redondeadas debido al desgaste natural o al proceso de trituración, tienden a mejorar la trabajabilidad del concreto facilitando su colocación. Los agregados cúbicos, con formas cúbicas o casi cúbicas, mejoran la resistencia y estabilidad del concreto. Los agregados elongados o laminares, con formas alargadas o planas, pueden afectar la trabajabilidad del concreto y su resistencia. La Norma Técnica Peruana NTP 400.037 establece que los agregados con superficies rugosas y angulares tienden a proporcionar una mejor adherencia con la pasta de cemento, resultando en una mayor resistencia a la compresión (INACAL.NTP 400.037, 2019). Asimismo, la Norma MTC E.213 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú enfatiza que los agregados angulares y texturizados mejoran la interconexión mecánica dentro del concreto, incrementando su capacidad para resistir fuerzas de flexión al mejorar la transferencia de cargas y la resistencia a la segregación (MTC. E.213, 2020). Además, existen dos teorías relevantes sobre la forma del agregado grueso: la Teoría de la Forma Ideal sostiene

que la forma óptima es aproximadamente esférica o redondeada, facilitando el llenado de espacios y aumentando la densidad del concreto; y la Teoría de la Forma No Ideal, que reconoce que la mayoría de los agregados no tienen una forma completamente ideal, pudiendo aumentar la resistencia a la compresión debido a una mayor interacción entre las partículas, pero también generando más vacíos y reduciendo la trabajabilidad del concreto.

Caras Fracturadas

La presencia de caras fracturadas en los agregados gruesos de la mezcla de concreto es un factor crucial que influye en las propiedades y el rendimiento del material. Según la norma MTC-E.210 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, estas caras fracturadas pueden mejorar significativamente la adherencia entre el cemento y el agregado debido a sus superficies rugosas y áreas de contacto ásperas (MTC. E.210, 2013). Esto podría potenciar la capacidad del concreto para resistir compresión y fuerzas de tracción, contribuyendo así a una mayor resistencia y durabilidad estructural. Por otro lado, la norma ASTM D5821 establece estándares internacionales para la evaluación del porcentaje de partículas fracturadas en agregados gruesos, respaldando la teoría de que las caras fracturadas también mejoran la transferencia de cargas y la resistencia a la segregación del concreto fresco (ASTM International, 2006). Esta mejora en las características mecánicas del concreto endurecido resulta fundamental para la construcción de infraestructuras duraderas y seguras. Sin embargo, es crucial gestionar adecuadamente la relación agua-cemento y controlar el contenido de humedad de los áridos para mitigar posibles efectos negativos como la reducción de la trabajabilidad o el aumento en la absorción de agua, situaciones que podrían requerir ajustes en la formulación o en el proceso de colocación del concreto.

Variable Dependiente: Propiedades del Concreto

Propiedades del Concreto

Las propiedades físicas y mecánicas del concreto, como la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, son fundamentales para su comportamiento en aplicaciones de construcción y se explican mediante diversas teorías y principios apoyados por las normas peruanas. La trabajabilidad, crucial para una colocación adecuada y evitar defectos estructurales, está influenciada por

la consistencia y cohesión de la mezcla; una mayor proporción de agua puede mejorar la fluidez, facilitando su manejo y colocación, pero un exceso puede causar segregación (INACAL. NTP 339.185, 2018). La resistencia a la compresión, esencial para soportar cargas, se desarrolla durante la hidratación del cemento, donde productos como el gel de C-S-H contribuyen a la rigidez y resistencia del concreto; una baja relación agua-cemento produce una pasta más densa y menos porosa, mejorando esta resistencia (INACAL. NTP 339.034, 2017). La resistencia a la flexión, la capacidad del concreto para resistir fuerzas de doblado, es influenciada por la calidad de la pasta de cemento y la correcta mezcla de áridos; una pasta bien hidratada y una adecuada distribución y proporción de áridos pueden mejorar significativamente esta propiedad (INACAL. NTP 339.035, 2019).

Enfoque Conceptual

Variable Independiente: Forma del Agregado Grueso

Forma del Agregado Grueso

La forma del agregado grueso es un factor determinante que influye en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto. Referida a la configuración geométrica de las partículas de piedra triturada o grava que componen la fracción gruesa de insumos usados en la construcción, la forma del agregado puede variar significativamente según la fuente y el proceso de trituración, y puede clasificarse en diferentes categorías. Según la Norma ASTM D5821, los agregados con caras fracturadas mejoran la adherencia entre los componentes del concreto, lo que puede mejorar la trabajabilidad, aunque un exceso de estas caras puede aumentar la fricción interna y dificultar la manejabilidad de la mezcla (ASTM D5821-17, 2017). Los agregados angulares presentan partículas con aristas y esquinas bien definidas, contribuyendo a una mayor resistencia mecánica del concreto. Los agregados redondeados, con formas más suaves y redondeadas debido al desgaste natural o al proceso de trituración, tienden a mejorar la trabajabilidad del concreto facilitando su colocación. Los agregados cúbicos, con formas cúbicas o casi cúbicas, mejoran la resistencia y estabilidad del concreto. Los agregados elongados o laminares, con formas alargadas o planas, pueden afectar la trabajabilidad del concreto y su resistencia. La Norma Técnica Peruana NTP 400.037 establece que los agregados con superficies rugosas y angulares tienden a proporcionar una mejor adherencia con

la pasta de cemento, resultando en una mayor resistencia a la compresión (INACAL.NTP 400.037, 2019). Asimismo, la Norma MTC E.213 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú enfatiza que los agregados angulares y texturizados mejoran la interconexión mecánica dentro del concreto, incrementando su capacidad para resistir fuerzas de flexión al mejorar la transferencia de cargas y la resistencia a la segregación (MTC. E.213, 2020). Además, existen dos teorías relevantes sobre la forma del agregado grueso: la Teoría de la Forma Ideal sostiene que la forma óptima es aproximadamente esférica o redondeada, facilitando el llenado de espacios y aumentando la densidad del concreto; y la Teoría de la Forma No Ideal, que reconoce que la mayoría de los agregados no tienen una forma completamente ideal, pudiendo aumentar la resistencia a la compresión debido a una mayor interacción entre las partículas, pero también generando más vacíos y reduciendo la trabajabilidad del concreto.

Caras Fracturadas

La presencia de caras fracturadas en los agregados gruesos de la mezcla de concreto es un factor crucial que influye en las propiedades y el rendimiento del material. Según la norma MTC-E.210 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, estas caras fracturadas pueden mejorar significativamente la adherencia entre el cemento y el agregado debido a sus superficies rugosas y áreas de contacto ásperas (MTC. E.210, 2013). Esto podría potenciar la capacidad del concreto para resistir compresión y fuerzas de tracción, contribuyendo así a una mayor resistencia y durabilidad estructural. Por otro lado, la norma ASTM D5821 establece estándares internacionales para la evaluación del porcentaje de partículas fracturadas en agregados gruesos, respaldando la teoría de que las caras fracturadas también mejoran la transferencia de cargas y la resistencia a la segregación del concreto fresco (ASTM International, 2006). Esta mejora en las características mecánicas del concreto endurecido resulta fundamental para la construcción de infraestructuras duraderas y seguras. Sin embargo, es crucial gestionar adecuadamente la relación agua-cemento y controlar el contenido de humedad de los áridos para mitigar posibles efectos negativos como la reducción de la trabajabilidad o el aumento en la absorción de agua, situaciones que podrían requerir ajustes en la formulación o en el proceso de colocación del concreto.

Variable Dependiente: Propiedades del Concreto

Propiedades del Concreto

Las propiedades físicas y mecánicas del concreto, como la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, son fundamentales para su comportamiento en aplicaciones de construcción y se explican mediante diversas teorías y principios apoyados por las normas peruanas. La trabajabilidad, crucial para una colocación adecuada y evitar defectos estructurales, está influenciada por la consistencia y cohesión de la mezcla; una mayor proporción de agua puede mejorar la fluidez, facilitando su manejo y colocación, pero un exceso puede causar segregación (INACAL. NTP 339.185, 2018). La resistencia a la compresión, esencial para soportar cargas, se desarrolla durante la hidratación del cemento, donde productos como el gel de C-S-H contribuyen a la rigidez y resistencia del concreto; una baja relación agua-cemento produce una pasta más densa y menos porosa, mejorando esta resistencia (INACAL. NTP 339.034, 2017). La resistencia a la flexión, la capacidad del concreto para resistir fuerzas de doblado, es influenciada por la calidad de la pasta de cemento y la correcta mezcla de áridos; una pasta bien hidratada y una adecuada distribución y proporción de áridos pueden mejorar significativamente esta propiedad (INACAL. NTP 339.035, 2019).

Trabajabilidad del Concreto

Referida a la ventaja con la que el concreto fresco puede ser mezclada, trasladada, posicionada y compactada. dentro de una estructura sin segregación excesiva o pérdida de homogeneidad. En otras palabras, es la medida de la plasticidad y fluidez del concreto antes de que se endurezca. Una buena trabajabilidad es esencial para lograr una colocación uniforme y eficiente del concreto en los moldes o encofrados, asegurando que llene adecuadamente todos los rincones y rincones de la forma y se adhiera correctamente a las barras de refuerzo, afectando la resistencia y durabilidad. Esta propiedad del concreto llega a ser afectado por varios factores, incluyendo cantidad y tipo de cemento, cantidad y calidad del agua, relación cemento-agua, y el nivel de agregados y aditivos utilizados. Un concreto con una trabajabilidad adecuada permite que los trabajadores realicen la colocación sin dificultades y reduce la necesidad de aplicar fuerzas excesivas durante la compactación. Para medir y evaluar la trabajabilidad del concreto, se utilizan ensayos como el cono de Abrams y mesa de sacudidas, cuyo objetivo es encontrar

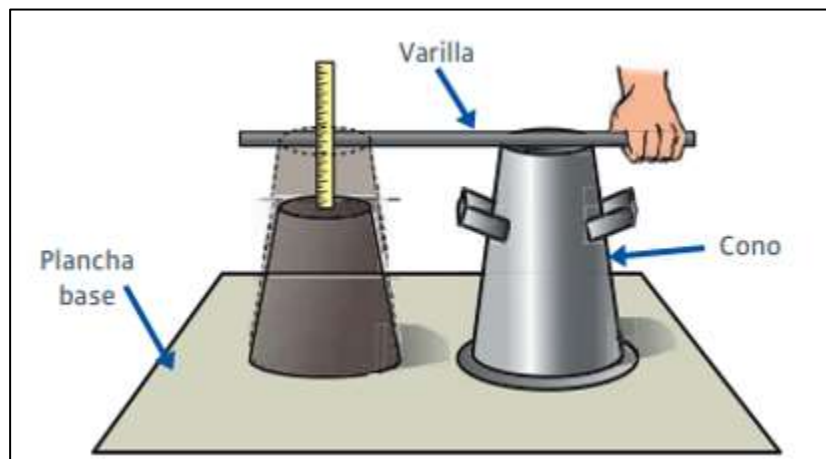
el equilibrio adecuado entre fluidez y cohesión para satisfacer los requisitos específicos de la construcción y lograr un concreto resistente y duradero una vez que se ha endurecido

Tabla 1: Clasificación de trabajabilidad.

| Procedimiento de compactación | Maniobrabilidad | Persistencia | Desplome |
|-------------------------------|---------------------|------------------------|----------|
| Agitación habitual | Poca manejable | Condición deshidratada | 0"-2" |
| Agitación suave | Manejable | Condición moldeable | 3"- 4" |
| Vibración intermitente | Altamente manejable | Consistencia líquida | > 5" |

Fuente. Chávez & Mendoza (2021).

Figura N° 1: Prueba de Slump.



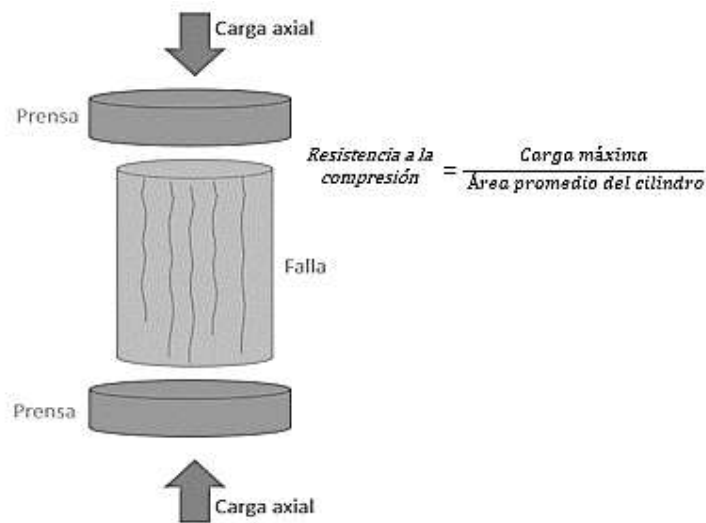
Fuente. (ACEROS AREQUIPA, 2022)

Resistencia a la Compresión Simple

Estas son propiedades mecánicas básicas esenciales que se utilizan para caracterizar y evaluar la calidad y el desempeño del concreto. El término describe el tiempo que el hormigón puede permanecer intacto bajo esfuerzos de compresión antes de romperse. Para determinar la fuerza de compresión de las muestras de concreto se someten a una fuerza de compresión axial progresiva hasta que fallan. Una medida de la durabilidad del hormigón es su capacidad para soportar fuerzas de compresión, que se mide en megapascales (MPa) y representa la mayor carga por cada área que el material puede resistir antes de fracturarse. La proporción entre agua y cemento, la cantidad de áridos, el tiempo de curado, los parámetros medioambientales y la calidad y el tipo de cemento son algunas de las variables

que afectan a esta característica del hormigón. Para garantizar que el hormigón pueda soportar las cargas y tensiones previstas durante su vida útil, es un criterio crucial en la planificación y ejecución de edificaciones de concreto. Específicamente, la capacidad de resistencia a la compresión del concreto depende significativamente de la edad; es decir, cuanto mayor sea el tiempo de mezcla y espera, mayor será la fuerza de compresión del concreto como consecuencia de la degradación del material y la hidratación continua del cemento.

Figura N° 2: Ensayo de resistencia a la compresión



Fuente. Lopera (2020)

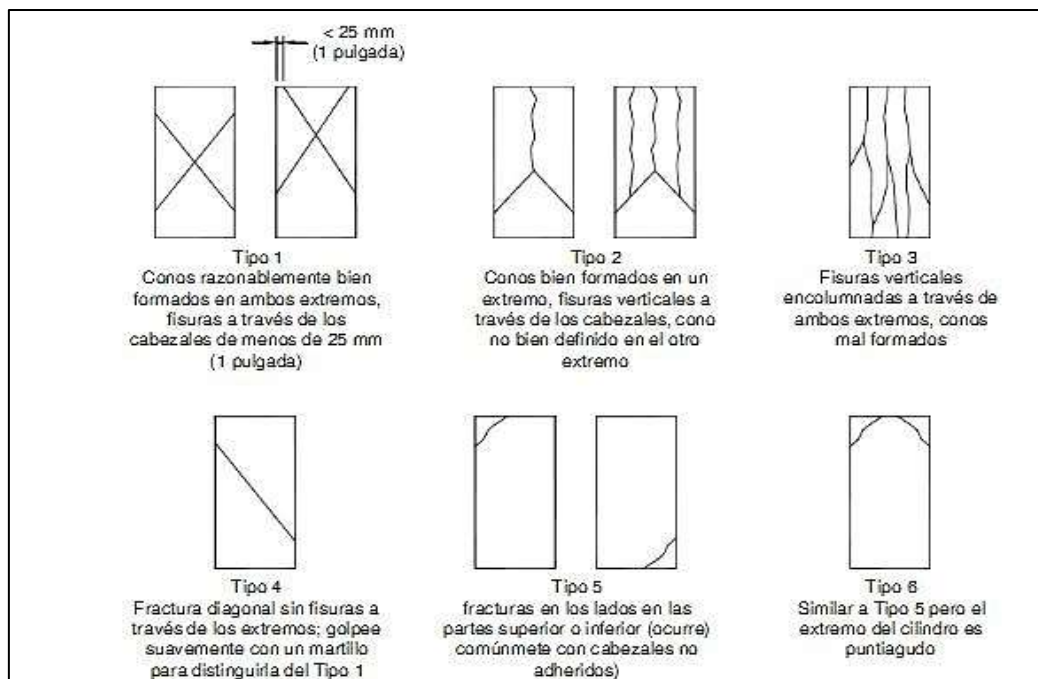


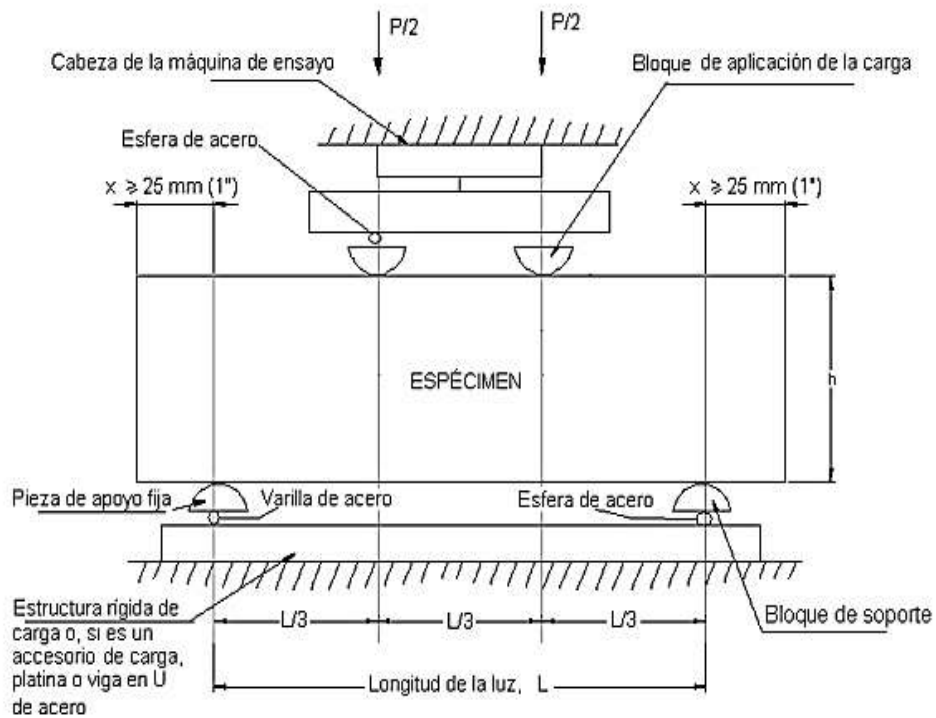
Figura N° 3: Clasificación de fallas

Fuente: NTP (2015)

Resistencia a la Flexión

Esta es otra propiedad mecánica importante para determinar su comportamiento ante esfuerzos de flexión o de momento. La capacidad del hormigón para soportar fuerzas que pretenden deformar o curvar una losa se conoce como su resistencia a la flexión. Por el contrario, la capacidad del hormigón para soportar presiones directas de compresión se conoce como su resistencia a la compresión. Las compresiones en la parte superior y las tensiones en la parte inferior son el resultado de aplicar una fuerza de flexión a una losa de hormigón. La resistencia a la flexión del hormigón puede determinarse mediante un ensayo de flexión del material. Esta prueba implica doblar una viga o una muestra particular hasta que la muestra de concreto se rompa o se rompa. La mayor carga que el hormigón puede soportar antes de agrietarse cuando se somete a flexión está representada por su resistencia a la flexión, que se mide en unidades de presión (por ejemplo, megapascuales, MPa). Es fundamental contar con esta cualidad a la hora de evaluar y diseñar estructuras de hormigón que soporten esfuerzos de flexión. Esto incluye vigas, losas, etc. Varios factores influyen en la capacidad de flexión del concreto, al igual que su resistencia a la compresión, se ve influenciada por la calidad y el tipo de cemento, así como por la proporción entre agua y cemento, la cantidad y el tipo de árido grueso, el diseño estructural, etc. Tenga en cuenta que la forma del árido grueso puede influir en la resistencia a la flexión del hormigón. Los agregados más redondos o más lisos pueden mejorar la capacidad de resistencia a la flexión del concreto al mejorar su capacidad de transferencia de carga y al distribuir más uniformemente las tensiones dentro del material. Por el contrario, si el agregado grueso es afilado y tiene esquinas y bordes afilados, puede afectar la resistencia a la flexión del concreto y aumentar la probabilidad de grietas o fracturas cuando se somete a cargas de flexión debido a las discontinuidades que crea y la capacidad reducida de transferencia de tensiones. En conclusión, la resistencia a la flexión del hormigón es un atributo importante que necesita una evaluación y consideración cuidadosas al construir estructuras de hormigón para garantizar que puedan soportar cargas de flexión. Para obtener el desempeño deseado en construcciones de concreto, es vital seleccionar y manejar la forma del agregado grueso durante el proceso de mezclado del concreto, ya que este atributo puede verse influenciado por varios factores.

Figura N° 4: Resistencia A La Flexión Del Concreto



Nota 1 - Este equipo se puede usar invertido. Si la máquina de ensayo aplica la fuerza a través de una cabeza asentada en una rotula, el pivote central puede omitir, a condición de que un pivote del bloque que aplican carga sobre una barra y otro sobre una esfera. Nota 2, 1 pulg. = 25.4 mm.

Fuente: ASTM

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

De acuerdo con (Hernandez, 2014), define al estudio aplicado como un tipo de estudio que se describe por su objetivo de generar conocimiento científico que tenga una aplicación práctica directa en la solución de problemas específicos. Llegando utilizar teorías y técnicas de investigación existentes, adaptándolos y aplicándolos a situaciones concretas para desarrollar intervenciones, tecnologías o estrategias que puedan resolver dichos problemas. En la investigación aplicada, se busca establecer una relación directa y estrecha con la realidad y los contextos en los que se aplicará el conocimiento generado. El presente estudio es **aplicado** ya que busca resolver un problema específico como es la incidencia de la forma del agregado grueso en particularidades del concreto generando conocimientos científicos para el estado de a practica de la producción.

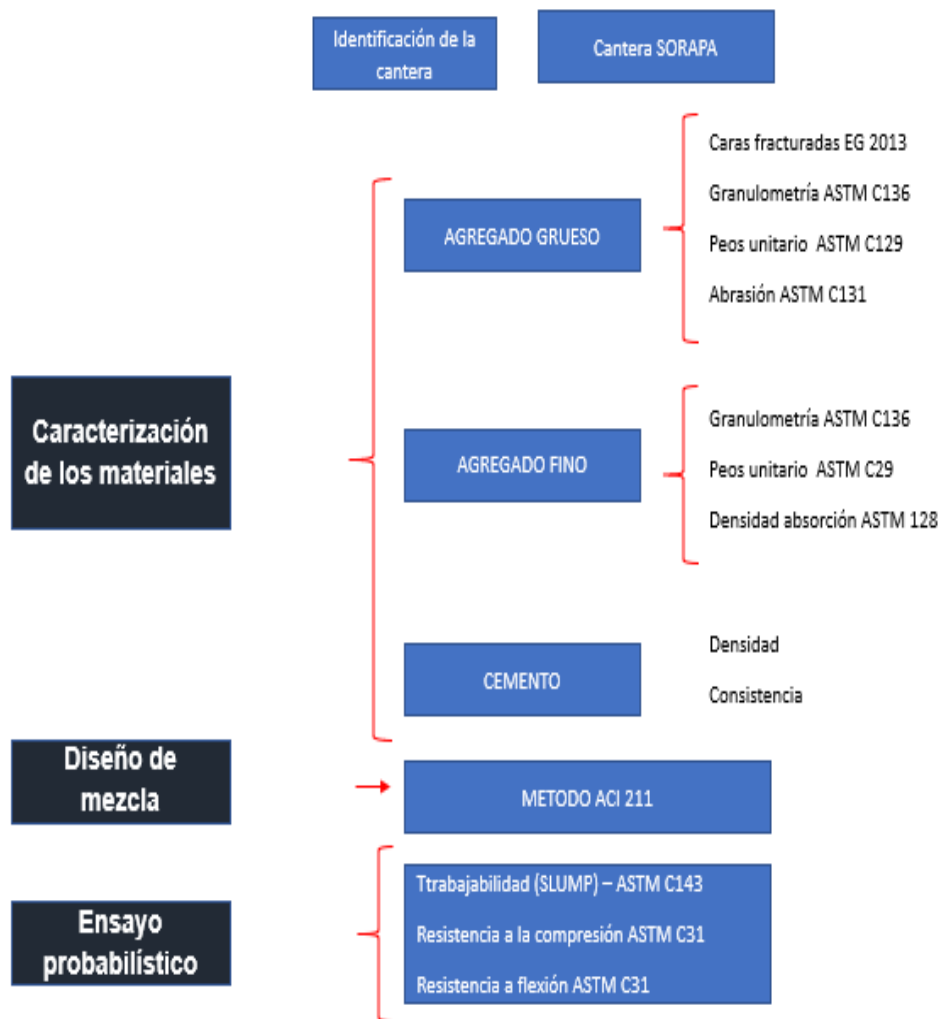
Enfoque de investigación

De acuerdo con (Hernandez, 2014), sostiene, para abordar problemas de investigación y probar hipótesis, el enfoque cuantitativo constituye un enfoque de estudio que se basa en la recolección y evaluación de datos numérica. Para obtener resultados imparciales y de amplia aplicación, se aplican un diseño de estudio sistemático y técnicas que incluyen encuestas, experimentos y análisis estadístico. Para validar formular suposiciones y abordar las interrogantes de investigación, en este estudio se estudiarán datos numéricos, en este ejemplo, las características físicas y de resistencia del concreto, haciéndolo cuantitativo.

El diseño de la investigación

Para, (Hernandez, 2014), afirma que, Un diseño de estudio conocido como investigación experimental cuasiexperimental implica manipular intencionalmente una o más **variables independientes** para ver cómo afectan a una variable dependiente en un entorno controlado. El propósito de los grupos de control y tratamiento es comparar los hallazgos para establecer vínculos causales. Debido a la manipulación deliberada de la proporción y forma del agregado grueso en el concreto, la investigación actual emplea un diseño experimental cuasiexperimental.

Figura N° 5: Diagrama de Flujo Esquema de Investigación



Fuente: Elaboración propia

3.2 Variables y operacionalización:

Variable 1 : **Forma del Agregado Grueso**

Variable 2 : **Propiedades del Concreto**

3.3 Población, muestra y muestreo

Con la adición de que se trata de una losa de concreto para pavimento con dimensiones específicas de 3 m x 3 m, has logrado una delimitación más precisa de la población de estudio. Esto proporciona claridad sobre el contexto específico en el que se aplicará la investigación y facilita la selección de la muestra, así como la implementación de la metodología de muestreo en el ámbito de las losas de concreto para pavimento.

Población : 1.00 m3

Según, (Hernandez, 2014), hace referencia al conjunto completo de elementos, personas, objetos o situaciones que comparten ciertas características específicas que son relevantes para la investigación.

Muestra : 0.50m3

Según, (Hernandez, 2014), sostiene que, en el ámbito de la investigación, se opta por seleccionar un grupo más reducido pero representativo de una población extensa para su estudio en lugar de analizar a todos sus elementos.

Tabla 2: Cantidad de briquetas para resistencia a la compresión

| Resistencia a la Compresión | | | |
|------------------------------------|---------------|----------------|----------------|
| Combinación | 7 días | 14 días | 28 días |
| Piedra triturada 100% (patrón) | 3 | 3 | 3 |
| Piedra triturada 90% - Grava 10% | 3 | 3 | 3 |
| Piedra triturada 80% - Grava 20% | 3 | 3 | 3 |
| Piedra triturada 70% - Grava 30% | 3 | 3 | 3 |
| Sub Total | 12 | 12 | 12 |
| Total | | 36 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Cantidad de briquetas para resistencia a la flexión

| Resistencia a la Flexión | | | |
|----------------------------------|---------------|----------------|----------------|
| Combinación | 7 días | 14 días | 28 días |
| Piedra triturada 100% (patrón) | 3 | 3 | 3 |
| Piedra triturada 90% - Grava 10% | 3 | 3 | 3 |
| Piedra triturada 80% - Grava 20% | 3 | 3 | 3 |
| Piedra triturada 70% - Grava 30% | 3 | 3 | 3 |
| Sub Total | 12 | 12 | 12 |
| Total | | 36 | |

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: probabilístico

Según, (Hernandez, 2014), sostiene que se elige muestras de manera que los componentes de la población tienen una posibilidad conocida de ser elegidas. Esto asegura una representación justa y permite hacer conclusiones exactas sobre la totalidad de la población. Ejemplos incluyen la selección al azar simple, estratificada, por conglomerados y sistemática.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

Se emplearon estudios previos, obras bibliográficas y otras fuentes para obtener información sobre los estudios realizados para investigar el impacto de la forma del agregado grueso en las cualidades del concreto.

Instrumentos de recolección de datos

Según (sanchez, 2021), con el fin de adquirir información durante un estudio de investigación, es imperativo utilizar instrumentos. Estos instrumentos son fundamentales para la obtención de información a través del uso de diversas metodologías, que luego se utilizan para documentar y dilucidar los aspectos experimentales relevantes para la investigación.

La investigación utilizará diversos instrumentos, incluidos formatos, formularios para obtener información en el lugar de estudio y en el laboratorio, incluidas fichas de campo y certificaciones. Para garantizar una producción suficiente de hormigón, estas herramientas deben ajustarse a las Normas Técnicas Peruanas para el hormigón y a las metodologías de diseño de mezclas.

Validez

Este término alude a la medida en que un dispositivo de medición evalúa la variable objetivo. En general, existen tres tipos de validez: de contenido, de estándar y de construcción. Para evaluar la validez de contenido de esta investigación se utilizará el punto de vista de un experto, que garantizará que los formatos de recopilación de datos son adecuados.

Confiabilidad de los instrumentos.

Cuando el empleo del mismo instrumento de recogida de datos en múltiples investigaciones arroja resultados coherentes, decimos que la esta es fiable. Los documentos de ajuste de los instrumentos de laboratorio empleados en los ensayos garantizarán la fiabilidad en este proyecto de investigación, que dirigirá un experto en la materia.

Método de análisis de datos:

Se empleó el test de Shapiro-Wilk para realizar la prueba estadística de normalidad en la evaluación de la información. Podemos determinar si la distribución de datos se distribuye normalmente utilizando esta técnica. Cuando la información sigue una distribución estándar, es apropiado emplear estadísticas paramétricas como la correlación de Pearson.

Al realizar la prueba de Shapiro-Wilk, es necesario determinar si los datos exhiben una distribución gaussiana. Si el valor p es superior a un nivel de significación predeterminado, como 0,05, se acepta la hipótesis nula. En cambio, un valor p inferior al nivel de significación indica que los datos no se ajustan a una distribución normal y rechaza la hipótesis nula.

La prueba de Shapiro-Wilk arroja un estadístico W con respecto al estadístico generado. Se establece que la información presenta una distribución normal si el valor p asociado a la prueba W supera el nivel de significancia elegido.

El resultado de la prueba de normalidad, junto al nivel de significancia utilizado y estadístico W obtenido, permitirá determinar si los datos son adecuados para el uso de estadísticos paramétricos, como la correlación de Pearson, o si se requiere el empleo de métodos no paramétricos en el análisis de los resultados.

El análisis de la varianza (ANOVA) es un método estadístico empleado para contrastar las medias de tres o más conjuntos. En el caso de estudio, se utiliza ANOVA para comparar las medias de diferentes porcentajes de fracturadas en el agregado de mayor tamaño con respecto a tres variables diferentes: Resistencia a la Flexión, Resistencia a la Compresión y Slump.

3.5 Procedimientos:

El desarrollo de esta investigación se estructuró en tres fases fundamentales, cada una de las cuales contribuyó al entendimiento de la incidencia de la forma del agregado grueso en particularidades del concreto. Estas fases representaron un enfoque metodológico riguroso diseñado para abordar de manera integral la problemática planteada.

Caracterización de la Población:

- Se realizó una revisión detallada de la cantera Sorapa en Juli, Puno, identificando las características de los agregados gruesos disponibles en dicha fuente.
- Se midió y documentó la variabilidad de formas y geometrías de los agregados gruesos presentes en la población.

Diseño de la Muestra:

- Con base en la caracterización de la población, se empleó un muestreo probabilístico con el fin de elegir una muestra significativa de agregados gruesos.
- La muestra se dimensionó adecuadamente para garantizar la representatividad de las diversas formas y geometrías identificadas en la población.

Ensayos y Análisis de Propiedades del Concreto:

- Los agregados gruesos seleccionados llegaron usarse para elaborar muestras de concreto siguiendo procedimientos normalizados.
- Se llevaron a cabo ensayos específicos para analizar la trabajabilidad, resistencia a compresión simple y resistencia del concreto en flexión, producido con diferentes formas de agregado.
- Los desempeños de las pruebas se analizaron estadísticamente para determinar correlaciones entre la forma del agregado grueso y particularidades del concreto.

Este enfoque proporcionó datos significativos y relevantes que permitieron responder a fines establecidos en el estudio, brindando una comprensión detallada de la relación entre la forma del agregado grueso y particularidades del concreto en el contexto de la cantera Sorapa en Juli, Puno, durante el año 2023.

Reconocimiento de Cantera

Se llevó a cabo la identificación del sitio de extracción de materiales pétreos para la fabricación de agregados, situada en el Distrito de Juli, dentro del centro poblado de Sorapa, la cual se encuentra geográficamente definida por las siguientes coordenadas UTM: 16°25'20.0"S, 69°39'42.0"W. a 58 minutos del distrito de Juli. Como se puede observar en la Figura que sigue.

Figura N° 6: Ubicación de la Planta Trituradora de Piedra



Fuente: Elaboración propia (Google Earth)

Identificado la cantera, se determinó que los agregados son de origen fluvial y son extraídos cuidadosamente del lecho de un río de tamaños máx. de 20" de forma redondeada como se aprecia en la siguiente Figura

Figura N° 7: Material extraído de Río (piedra de canto rodado T.M. 20")



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 8: Material extraído de Río (piedra de canto rodado T.M. 20")



Fuente: Elaboración propia

Producción de los agregados planta trituradora

Se han identificado los equipos especializados que componen esta Planta Trituradora, lo que la clasifica como una Planta Trituradora de Tipo Secundario, el cual transforma las piedras en agregado de variados tamaños y niveles de calidad, controlada, se detalla el proceso de producción:



Figura N° 9: Zaranda tipo Tolva de 4

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 10: Faja de transporte

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se evaluó la capacidad de manufactura de la instalación de trituración el cual es de 45Tn/hora, y cuenta con los siguientes equipos pesados:



Figura N° 11: Trituradora Tipo Mandíbula (Modelo PE 250x400
Capacidad 20 Tn/h
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 12: Cribado - Zaranda Vibratoria

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 13: Trituradora de Cono (Modelo SYMONS PSGB – 0917 cap.59 – 163Tn/h)

Fuente: Elaboración propia

La producción final de este proceso consiste en fragmentos que atraviesan cribas o tamices vibratorios, los cuales segregan los materiales en distintos tamaños. Esta operación de clasificación posibilita la categorización de agregados enfocado en su granulometría, lo que resulta fundamental para satisfacer las especificaciones de tamaño.



Figura N° 14: Producción final de trituración
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 15: Planta trituradora tipo secundaria
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 16: Huso Granulométrico Agregado Grueso

Granulometría del agregado grueso para concreto estructural

| Tamaño nominal (abertura tamices cuadrada) | % Porcentaje que pasa | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|---|
| | AG- 1 (90 a 37,5 mm) | AG- 2 (63 a 37,5 mm) | AG-3 (50 a 25 mm) | AG-357 (50 a 4,75 mm) | AG- 4 (37,5 a 19,0 mm) | AG- 467 (37,5 a 4,75 mm) | AG- 5 (25 a 12,5 mm) | AG- 56 (25 a 9,5 mm) | AG- 57 (25 a 4,75 mm) | AG- 6 (19 a 9,5 mm) | AG- 67 (19 a 4,75 mm) | AG- 7 (12,5 a 4,75 mm) | AG- 8 (9,5 a 2,36 mm) | AG- 89 (9,5 a 1,18 mm) | AG- 9 ^(*) (4,75 a 1,18 mm) |
| 100 mm (4") | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 mm (3 ½") | 90-100 | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 (3") | | 100 | | | | | | | | | | | | | |
| 63 mm (2 1/5") | 25-60 | 90-100 | 100 | 100 | | | | | | | | | | | |
| 50 mm (2") | | 35-70 | 90-100 | 95-100 | 100 | 100 | | | | | | | | | |
| 37,5 mm (1½") | 0-15 | 0-15 | 35-70 | | 90-100 | 95-100 | 100 | 100 | 100 | | | | | | |
| 25,0 mm (1") | | | 0-15 | 35-70 | 20-55 | | 90-100 | 90-100 | 95-100 | 100 | 100 | | | | |
| 19,0 mm (¾") | 0-5 | 0-5 | | | 0-15 | 35-70 | 20-55 | 40-85 | | 90-100 | 90-100 | 100 | | | |
| 12,5 mm (½") | | | 0-5 | 10-30 | | | 0-10 | 10-40 | 25- 60 | 20-55 | | 90-100 | 100 | 100 | |
| 9,5 mm (3/8") | | | | | 0-5 | 10-30 | 0-5 | 0-15 | | 0-15 | 20-55 | 40-70 | 85-100 | 90-100 | 100 |
| 4,75 mm (N°.4) | | | | 0-5 | | 0-5 | | 0-5 | 0-10 | 0-5 | 0-10 | 0-15 | 10-30 | 20-55 | 85-100 |
| 2,36 mm (N°.8) | | | | | | | | | 0-5 | | 0-5 | 0-5 | 0-10 | 5-30 | 10-40 |
| 1,18 mm (N°.16) | | | | | | | | | | | | | 0-5 | 0-10 | 0-10 |
| 300 µm (N°.50) | | | | | | | | | | | | | | 0-5 | 0-5 |

Fuente: MTC 2013 - Tabla 503 - 04

Caracterización de Materiales

Agregados gruesos

Se tiene la disposición de las particularidades de los agregados producto de la trituración extraída de la planta trituradora, tamaño máximo $\frac{3}{4}$ " de Huso 67 MTC Tabla 438 - 05 estos adquieren sus particularidades físicas de cantera en la trituración.

Forma del Agregado Grueso (ASTM C295 – MTC 210)

La incidencia de la configuración del agregado de mayor tamaño en el hormigón es un aspecto clave en la construcción, la variación de formas, desde partículas angulares hasta redondeadas, donde es afectada la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del concreto, dicho ensayo para evaluar partículas con caras fracturadas en agregado grueso se lleva a cabo siguiendo la norma ASTM C295, el procedimiento implica la elección de una muestra que sea representativa del agregado, seguida de una inspección visual minuciosa de las partículas seleccionadas por un operador calificado, el objetivo es identificar y cuantificar las partículas que presentan caras fracturadas o irregulares, estas partículas se separan del resto y se registra el número total de partículas inspeccionadas y el número de partículas con caras fracturadas y finalmente, se calcula el porcentaje de partículas con caras fracturadas en relación con total partículas inspeccionadas.

Figura N° 17: Clasificación de las Particular del Agregado según su Forma

| Forma | Descripción | Ejemplo |
|-------------|--|--|
| Redondeadas | Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento | Grava de río o playa, arena del desierto, playa |
| Irregular | Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas | Otras gravas, pedernales del suelo o de excavación |
| Escamosa | Material en el cual el espesor es mas pequeño en relacion a las otras dos dimensiones | Roca laminada |
| Angular | Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas | Rocas trituradas de todo tipo, escorias triturada. |
| Alongadas | Material normalmente angular en la cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones | |

Fuente: (Rivera L. pág. 54)

Figura N° 18: Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

| Ensayo | | NORMA MTC | NORMA NTP | Requisito |
|--|----------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Dureza | | | | |
| Desgaste en la máquina de Los Ángeles, % máximo | | MTC E 207 | NTP 400.019 NTP 400.020 | 40 |
| Durabilidad | | | | |
| Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm | -Sulfato de sodio | MTC E 209 | NTP 400.016 | 12 |
| | -Sulfato de magnesio | MTC E 209 | NTP 400.016 | 18 |
| Limpieza | | | | |
| Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo | | MTC E 212 | NTP 400.015 | 3 |
| Carbón y lignito, % máximo | | MTC E 211 | NTP 400.023 | 0,5 |
| Geometría de las partículas | | | | |
| Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo | | MTC E 210 | D-5821 (*) | 60 |
| Partículas chatas y alargados (relación 5:1), % máximo | | -- | NTP 400.040 | 10 |
| Características químicas | | | | |
| Contenido de sulfatos, expresado como ión $SO_4^{=}$, % máximo | | -- | NTP 400.042 | 1,0 |
| Contenido de cloruros, expresado como ión Cl^- , % máximo | | -- | NTP 400.042 | 0,1 |

Fuente: MTC 2013 – TABLA 503-03

(*) ASTM D-5821

Figura N° 19: Especificación de Forma del Agregado Grueso

3. Forma

Para concretos de $f'c > 21$ MPa (210 Kg/cm²), los agregados deben ser 100% triturados.

Fuente: MTC 2013 (Pág. 909)

Procedimiento normalizado para calcular el porcentaje de partículas rotas o trituradas en agregados de tamaño grueso de acuerdo con la norma ASTM D5821-01.

Este procedimiento de examen se enfoca en la evaluación del porcentaje, ya sea por peso o por cantidad, de los agregados de mayor tamaño en una muestra que contiene partículas que han sido fracturadas que satisfacen los criterios establecidos.

Por consiguiente, se muestra el proceso de ensayos de laboratorio destinados a precisar los porcentajes de partículas fracturadas mecánicamente (una cara) los cuales están sujetos a la Norma MTC E 210. En el proceso de eliminación de residuos de partículas finas, se recomienda lavar la muestra sobre un tamiz especializado diseñado para detectar fragmentos. Posteriormente, se debe permitir que la muestra se seque hasta alcanzar una masa consistente. Se aconseja verificar que cada medición de masa sucesiva no se desvíe más del 0,1 por ciento de la masa inicial de la muestra seca, una vez determinada la masa. Una vez seca, la muestra debe ser extendida sobre una superficie larga, nivelada y limpia para facilitar la observación detallada de cada partícula. Con el objetivo de verificar si una partícula cumple con el requisito de estar fracturada, se debe extraer de la mezcla y examinar minuciosamente su superficie. Se considera que una cara está fracturada si constituye al menos el 25% de la sección transversal máxima de la partícula de roca. Finalmente, para clasificar las partículas, se sugiere dividir las en dos montones utilizando una espátula u herramienta similar. Este procedimiento asegura un análisis detallado y preciso de las partículas, facilitando la identificación de aquellas que cumplen con los criterios establecidos:

(1) partículas fragmentadas y clasificadas en función de la cantidad de caras fracturadas,

(2) partículas que no cumplen las normas. Para ayudar en esta evaluación, vaya a las Figuras 2-7. Se observa que varias partículas de las Figuras 2-4 presentan múltiples caras fracturadas. La decisión debe tener en cuenta al menos una cara fracturada si la cantidad necesaria de caras fracturadas no se ajusta a las normas pertinentes.

Determinar la masa total o el número de partículas que cumplen los requisitos de fractura y la masa total o el número de partículas que no los cumplen. Si el porcentaje de partículas fracturadas no se obtiene mediante el recuento de partículas, se utilizará la masa para calcularlo. Asegúrese de utilizar la misma muestra para cada requisito si existen varios criterios de caras de fractura (por ejemplo, el 80% presenta una o varias superficies fracturadas y el 50% tiene dos o más superficies fracturadas).

Figura N° 20: Partículas Fracturadas (Bordes Agudos, Superficies Rugosas)



Fuente: MTC E 210

Para determinar el porcentaje de peso o el porcentaje de recuento de partículas que tienen un número determinado de superficies fracturadas, con una precisión aproximada del 1%, siga los siguientes pasos:

$$P = \frac{F}{(F + N)} * 100$$

Dónde:

P = Porcentaje de partículas con el número predeterminado de superficies fracturadas,

F = Peso o cantidad de partículas que han sido fracturadas, con al menos el número determinado de superficies fracturadas,

N = Peso o cantidad de partículas que están clasificadas como no fracturadas o que no cumplen con el criterio para ser consideradas como partículas fracturadas.

Todas estas normativas están establecidas por el ASTM, así como por las NTP.



Figura N° 21: Material de acopio patrón de Cantera Sorapa
Fuente: Elaboración propia

Granulometría agregada grueso (ASTM C33)

Se evaluará la gradación del material de los agregados para determinar la conformidad con la variabilidad en las dimensiones de las partículas. Para lograr este objetivo, el procedimiento se realizará cumpliendo con la NTP 400.012 y ASTM C33, la cual se determinará con base en los requisitos de la NTP 400.037. Los límites granulométricos se determinarán utilizando los ejes principales ASTM N°4, los cuales consisten en una serie de rejillas con tamaños de #2", 1½", 1", 3/4", 3/8", y #4. Luego de seleccionar la cuadrícula adecuada, los datos ofrecerán la dimensión máxima teórica y el porcentaje de sustancia retenida en cada criba.



Figura N° 22: Cuarteo de Muestra Agregado Grueso
Fuente: elaboracion Propia



Figura N° 23: Granulometría Agregado Grueso
Fuente: elaboracion Propia

Con el objetivo de asegurar la adherencia a todas las regulaciones vigentes. al material bajo examen, se llevó a cabo una cuidadosa selección de una serie de tamices. Posteriormente, el material fue esparcido uniformemente sobre dichos tamices, y se procedió a realizar un movimiento circular, alternando entre la izquierda y la derecha, hacia adelante y hacia atrás. Este proceso se ejecutó durante un período de tiempo suficiente para garantizar que no pasara más del uno por ciento del peso original en cada tamiz. Se llevaron a cabo registros detallados de los datos obtenidos durante este proceso, y se procedió a pesar los restos que quedaban en cada tamiz. Estos datos y pesos registrados se han documentado minuciosamente para su posterior estudio y análisis. Este enfoque meticuloso asegura la exactitud y confiabilidad de los datos, proporcionando una base sólida para investigaciones y evaluaciones futuras.

Ensayo de Peso Unitario y Volumen de Vacíos (ASTM C29)

La determinación del peso unitario y el volumen vacío del agregado grueso se realizará de acuerdo con las normas descritas en la Norma ASTM C29. La técnica consiste en medir el peso de una muestra conocida de agregado grueso y calcular su volumen. El peso unitario y el volumen vacío del agregado grueso se calculan y derivan de los datos proporcionados.

Ensayo de Absorción de Agua (ATM C127)

La prueba se lleva a cabo conforme a la norma ASTM C127, la cual busca cuantificar la habilidad para retener agua del agregado grueso. Se recoge una muestra de árido, se sumerge en agua durante un tiempo determinado y posteriormente se cuantifica la cantidad de agua absorbida. El proceso de absorción de agua es crucial ya que impacta directamente la necesidad de agua en la mezcla de concreto, influyendo así en la trabajabilidad y longevidad del concreto.

Ensayo de Densidad Aparente y Densidad Real (ASTM C29)

Conforme a la norma ASTM C29, este ensayo se lleva a cabo para determinar las densidades aparente y real del agregado grueso. Pesando una muestra de agregado en el aire, luego sumergida en agua. Utilizando estos datos, se calcula la densidad aparente (peso unitario en aire) y la densidad real (peso unitario en agua). Estos valores son cruciales para

evaluar la compactación y la relación entre sólidos y vacíos en mezcla de concreto.

Ensayo de Resistencia al Desgaste Los Ángeles (ASTM C131)

El propósito de este ensayo, conforme a la norma ASTM C131, es evaluar aquella resistencia del agregado grueso con el desgaste abrasión. Se somete una muestra de agregado a giros repetidos en una máquina Los Ángeles, que contiene bolas de acero. La pérdida de peso resultante se registra y se utiliza como medida de resistencia al desgaste del agregado. Este ensayo es relevante para proyectos de construcción donde el agregado estará expuesto a condiciones de desgaste severo.

Ensayo de Durabilidad en Sulfato de Magnesio (ASTM C88)

Siguiendo la norma ASTM C88 o normativas equivalentes, dicho ensayo evalúa aquella resistencia del agregado grueso a los efectos del sulfato de Magnesio, que puede deteriorar el concreto en ciertos entornos. Se sumerge una muestra de agregado en solución de sulfato de Magnesio observando cualquier cambio o deterioro. Este ensayo es fundamental para determinar si el agregado es adecuado para proyectos en regiones con exposición al sulfato de Magnesio.

Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas (ASTM D4791)

Bajo las pautas de la norma ASTM D4791 u otras normativas apropiadas, este ensayo llevando como fin conocer el porcentaje de partículas con forma de láminas y alargadas en el material pétreo más grande. Se realiza una clasificación visual de las partículas para identificar aquellas que son planas o alargadas, afectando negativamente aquella funcionalidad del concreto.

Agregado Fino

Se ha extraído de la cantera Sorapa del lecho de río partículas pasando el tamiz de 4.75 mm (Nº. 4).

Tabla 4: Huso Granulométrico Agregado Fino

| Tamiz (mm) | Porcentaje que pasa |
|-------------------|---------------------|
| 9,5 mm (3 /8") | 100 |
| 4,75 mm (N.º 4) | 95-100 |
| 2,36 mm (N.º 8) | 80-100 |
| 1,18 mm (N.º 16) | 50-85 |
| 0,60 mm (N.º 30) | 25-60 |
| 0,30 mm (N.º 50) | 5-30 |
| 0,15 mm (N.º 100) | 0-10 |

Fuente: MTC 2013 (tabla 503-02)

Granulometría agregado fino:

Para la formulación de la mezcla de concreto en este estudio se utilizó una única variedad de agregado fino: arena gruesa No. 4, el cual se obtuvo de la cantera "SORAPA".



Figura N° 24: Cuarteo de Muestra Agregado Fino

Fuente: elaboracion Propia

Los materiales que se van a utilizar como áridos o que se están utilizando actualmente como áridos pueden tener su distribución granulométrica evaluada mediante la granulometría. Los resultados mostrarán si la distribución granulométrica cumple los parámetros técnicos del proyecto y

proporcionarán al control de la producción de áridos la información que necesita. Las restricciones granulométricas de los áridos finos se especifican de acuerdo con la NTP 400.037.



Figura N° 25: Granulometría Agregado Fino

Fuente: elaboracion Propia

Módulo de fineza agregado fino:

Conlleva determinar el grosor o finura del material mediante el cálculo de su coeficiente granulométrico mediante la norma (ASTM C136 y NTP 400.012). Dicho coeficiente es la centésima parte del valor obtenido al agregar los porcentajes acumulativos retenidos en las mallas utilizadas durante el análisis granulométrico: No. 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", y cualquier tamiz adicional con una relación de abertura de 1 a 2.

Peso Específico y Absorción

La densidad es un factor esencial en el cálculo del volumen de material pétreo en una combinación de concreto. Se describe como la proporción entre la masa y el volumen de una cantidad específica. La base para esto es la norma NTP 400.021, la cual adhiere a la norma ASTM C127.

La absorción de agua por los áridos vendrá definida por el aumento de su masa provocado por la humedad interna, excluyendo la que esté adherida a la superficie externa de las partículas. El valor se mostrará como porcentaje relativo al peso de la sustancia sin humedad. La base para esto es la norma NTP 400.022 y ASTM C128.

Peso Unitario Suelto

Se determinará el peso suelto del insumo en estado natural, teniendo en cuenta el volumen que ocupa de manera específica. El peso unitario suelto se puede determinar dividiendo el peso del agregado fino por su volumen cuando está suelto. El peso unitario suelto normalmente está dentro del rango de 1400 a 1600 kg/m³.



Figura N° 26: Peso Unitario Suelto

Fuente: elaboracion Propia

Ensayo abrasión:

La resistencia del material pétreo se analizará mediante el procedimiento de prueba estandarizado para determinar su capacidad de resistir la degradación causada por la abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Esta evaluación se realiza de acuerdo con la NTP 400.019, que es

especialmente relevante para los áridos gruesos. Hay que tener en cuenta que, la mayoría de las veces, áridos con valores de desgaste por abrasión superiores al 50% pueden producir hormigones con cualidades de resistencia insuficientes (Pasquel Carbajal, 1998, pág. 79).

Características Físicas del Cemento Portland Tipo IP

Se trata de un aglutinante obtenido mediante la fusión de arcillas calcinadas y calizas molidas, destacándose por su capacidad de endurecimiento tras su mezcla con agua. El clínker, que se transforma en cemento, se mezcla con yeso para otorgarle la propiedad de fraguar y endurecerse (NTP 334.001). (SÁNCHEZ, 2014).

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | | | | |
|---------------------------------------|----------------------|-------------|---|-----|
| REQUISITOS | CEMENTO RUMI TIPO IP | | REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595 | |
| REQUISITOS QUÍMICOS | | | | |
| MgO (%) | | | 6.00 Máx. | |
| SO ₃ (%) | 1.5 a 3.0 | | 4.00 Máx. | |
| Pérdida por ignición (%) | 1.5 a 4.0 | | 5.00 Máx. | |
| REQUISITOS FÍSICOS | | | | |
| Peso específico (gr/cm ³) | 2.75 a 2.85 | | | |
| Expansión en autoclave (%) | 0.07 a 0.03 | | -0.20 a 0.80 | |
| Fraguado Vicat inicial (minutos) | 170 a 270 | | 45 a 420 | |
| Contenido de aire | 2.5 a 8.0 | | 12 Máx | |
| Resistencia a la compresión | Kgf/cm ² | MPa | Kgf/cm ² | MPa |
| 3 días | 175 a 200 | 17.1 a 19.6 | 133 Min | 13 |
| 7 días | 225 a 255 | 22 a 25 | 204 Min | 20 |
| 28 días | 306 a 340 | 30 a 33.3 | 255 Min | 25 |
| Resistencia a los sulfatos | % | | % | |
| % Expansión a los 6 meses | < 0.04 | | 0.05 Máx | |
| % Expansión a 1 año | < 0.05 | | 0.10 Máx | |

Figura N° 27: características técnicas del cemento

Fuente: ficha técnica – cemento RUMI – 2021/V1

Diseño de Mezcla Concreto (MÉTODO ACI 211)

El American Concrete Institute (ACI) ha desarrollado un procedimiento para diseñar mezclas de concreto. Este enfoque se basa en una serie de tablas derivadas de la experiencia práctica, las cuales facilitan la determinación de las cantidades requeridas de cada material en la mezcla, tanto en peso como en volumen, para producir 1 metro cúbico de concreto. El objetivo es obtener una mezcla de concreto adecuada para un uso particular.

Para el presente proyecto se realiza para resistencia a compresión $F'c=280$ kg/cm², para un prototipo de proyecto vial estructural.

Pasos a seguir para el diseño de mezclas utilizando el método ACI 211.

- PASO 1: Selección de la resistencia promedio objetivo ($F'cr$) tomando como referencia la resistencia especificada en compresión ($F'c$).

Tabla 5: Resistencia a la Compresión Especifica

| Resistencia Indicada para Compresión (kg/cm ²) | Resistencia Media Necesaria para Compresión (kg/cm ²) |
|--|---|
| $F'c < 210$ | $F'c = F'c + 70$ |
| $210 < F'c < 235$ | $F'c = F'c + 84$ |
| $F'c > 350$ | $F'c = 1.1 F'c + 5$ |

Fuente: ACI

- PASO 2: Determinación del tamaño máximo nominal (TMM) del material pétreo más grande.

Tabla 6: Tamaño Máximo Nominal (TMN)

| Resistencia Necesaria del Hormigón (kg/cm ²) | Tamaño Máximo del Agregado |
|--|----------------------------|
| Menor a < 630 | 3/4" - 1" |
| Mayor a > 630 | 3/4" - 1/2" |

Fuente: ACI

- PASO 3: Elección del asentamiento (SLUMP).

Tabla 7: Asentamiento (Slump)

| Tipo de construcción | Asentamiento | |
|---|--------------|--------|
| | Máximo | Mínimo |
| Zapatas y muros de base fortalecidos | 3" | 1" |
| Cimientos de tipo placa, cajones y estructuras subterráneas | 3" | 1" |
| Vigas y muros mejorados | 4" | 1" |
| Elementos verticales de construcciones. | 4" | 1" |

| | | |
|---|----|----|
| Superficies pavimentadas y losas | 3" | 1" |
| Concreto con agregado grueso de gran tamaño | 2" | 1" |

Fuente: ACI

- PASO 4: Estimación del agua de mezclado.

Tabla 8: Selección del Volumen Unitario del Agua

| Asentamiento o Slump | Cantidad de Agua en litros por metro cúbico de mezcla de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y la consistencia mencionados | | | | | | | |
|-------------------------|---|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| | Hormigón sin inclusión de aire | | | | | | | |
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 179 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 220 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | |
| | Hormigón con adición de aire | | | | | | | |
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | |

Fuente: ACI

- PASO 5: Selección del contenido de aire.

Tabla 9: Contenido de Aire

| TMM | Aire Aclaustrado |
|--------|------------------|
| 3/8" | 3.00% |
| 1/2" | 2.50% |
| 3/4" | 2.00% |
| 1" | 1.50% |
| 1 1/2" | 1.00% |
| 2" | 0.50% |
| 3" | 0.30% |
| - | 0.20% |

Fuente: ACI

- PASO 6: Determinación de la proporción agua-cemento basada en la resistencia.

Tabla 10: Contenido de Aire

| La capacidad de soportar fuerzas de compresión después de 28 días (F'cr) (kg/cm ²) | La proporción de agua respecto al cemento planificada en términos de peso | |
|--|---|--------------------------------|
| | Concreto convencional | Concreto con inclusión de aire |
| 450 | 0.38 | ... |
| 400 | 0.43 | ... |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 150 | 0.80 | 0.71 |

Fuente: ACI

- PASO 7: Determinación del factor cemento.

Tabla 11: Factor Cemento

| | | |
|---|---|--|
| Contenido de cemento (kg/m ³) | = | $\frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lt/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para F'cr)}}$ |
|---|---|--|

Fuente: ACI

- PASO 8: Establecimiento del volumen de material pétreo más grande.

Tabla 12: Contenido de Agregado Grueso

| TMM del agregado grueso. | Masa del agregado grueso en relación al volumen total del concreto | | | |
|--------------------------|--|------|------|------|
| | El espacio ocupado por el agregado grueso después de su secado y compactación, en comparación con el volumen total del concreto, varía según la finura del agregado fino. (b/bo) | | | |
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8" | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3" | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Fuente: ACI

- PASO 9: Determinación del volumen del material pétreo más grande.

Tabla 13: Volumen Absoluto Agregado Grueso

| | | |
|---------------------------|---|---|
| Vol. Agregado Grueso (m3) | = | $\frac{\text{Peso seco del A. Grueso}}{\text{Peso específico del A. Grueso}}$ |
|---------------------------|---|---|

Fuente: ACI

- PASO 10: Estimación del volumen del material pétreo más pequeño.

Tabla 14: Volumen Agregado fino

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Vol. Agregado Fino (m3) | = | $1 - (\text{Vol. Agua} + \text{Vol. Aire} + \text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agregado grueso})$ |
|-------------------------|---|---|

Fuente: ACI

- PASO 11: Determinación del peso del material pétreo más pequeño en condiciones de sequedad

Tabla 15: Volumen Agregado fino

| | | |
|----------------------------|---|---|
| Peso agregado fino (kg/m3) | = | $(\text{Vol. Agregado fino}) \times (\text{Peso específico del agregado fino})$ |
|----------------------------|---|---|

Fuente: ACI

- PASO 12: Presentación de los diseños bajo circunstancias de aridez.
- PASO 13: Ajuste de la cantidad de material pétreo considerando su contenido de humedad y capacidad de absorción
- PASO 14: Exposición del diseño definitivo ajustado por las variables de humedad y absorción. O en condiciones de humedad.

3.6 Aspectos éticos:

El presente trabajo de investigación sigue estrictamente los principios de veracidad y estructura. Cada capítulo está diseñado de manera coherente, y las citas se adhieren rigurosamente a la teoría presentada, con los conceptos detallados de manera apropiada en las referencias bibliográficas. La universidad ha establecido los estándares para incluir el título, autor, año y número de página de cada investigación citada, proporcionando así una fuente clara de la información utilizada. Este formato de citación cumple con las pautas de la norma ISO 690 de la 7ª Edición, garantizando la precisión y la consistencia en las referencias bibliográficas.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El presente estudio se enfocó en el Jr. Benjamín pacheco Vargas N° 155, distrito de Puno, Provincia de Puno, Departamento de Puno.

Figura N° 28: Ubicación de Provincia de Puno



Fuente: Provincia de Puno - Wikipedia, la enciclopedia libre

Límites de la provincia de Puno

Norte : Con la provincia de San Román

Sur : Con la provincia del Collao

Este : Con lago bahía de Titicaca

Oeste: Con departamento de Moquegua

Ubicación geográfica

El distrito de Puno evidencia las próximas ubicaciones en el globo terrestre: 15°, 50',23" S y 70°,01', 18" O, y cuenta con área de 460.75 km² alrededor de una altitud entre 38270 m.s.n.m., con una población de 125 663 habitantes.

Clima

En términos generales, el clima de Puno se caracteriza por ser frío alpino y con una alta sequedad ambiental. Las lluvias son estacionales y suelen ocurrir entre diciembre y abril. Por lo general, las precipitaciones anuales son inferiores a 700 mm. Las temperaturas varían durante el período que abarca desde junio hasta noviembre, las temperaturas oscilan entre un promedio máximo de 21 °C y un mínimo de -22 °C.

Resumen de Ensayos Aplicados a los Agregados

El muestreo se realizó en la "Cantera Sorapa" en Puno. Luego, todas las pruebas se realizaron en J&L E.I.R.L. Laboratorio de Asesores Técnicos, cuyos certificados, debidamente validados por el profesional correspondiente, se adjuntan al presente anexo.

Resultados de Ensayos de agregado Grueso

Se llevó a cabo la prueba de tamaño de partículas mediante el método de tamizado del agregado grueso de piedra triturada, según NTP 400.012 o MTC E 204.

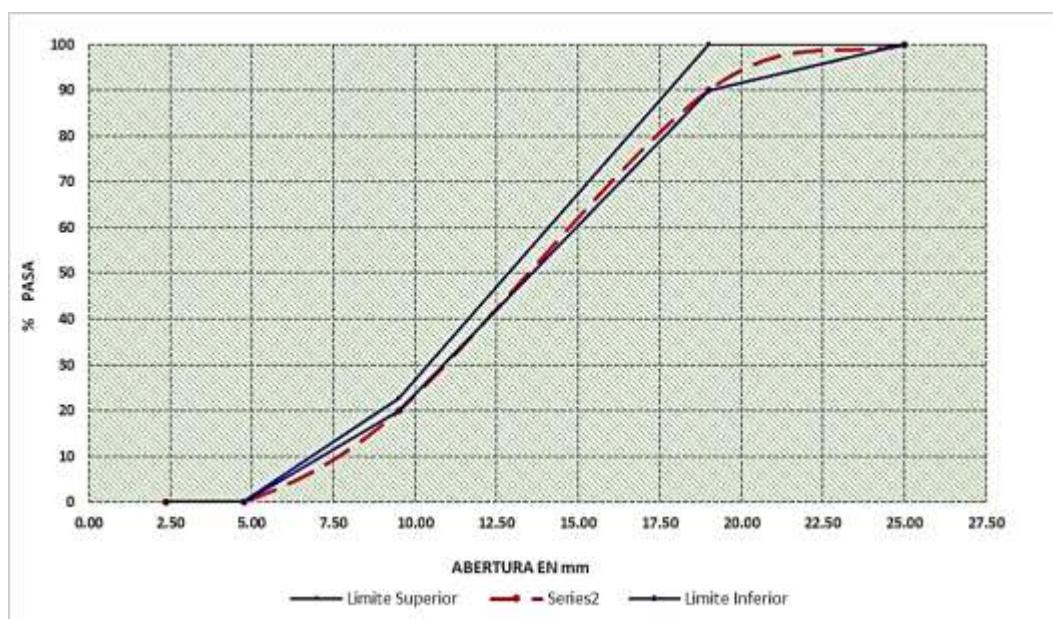
Tabla 16: Granulometría - Agregado Grueso (ASTM C33)

| Agregado Grueso | | | | | |
|----------------------------|-------|--|-----------------|---------------------------|-------------------|
| Cantera: | | Sorapa | | | |
| Descripción | | Agregado triturado con perfil angular por lo menos una cara fracturada | | | |
| Peso inicial de la muestra | | 5106.00 | | | |
| Diámetro de | | Peso Retenido | Peso Retenido % | Peso Retenido Acumulado % | Pasante acumulado |
| Pulg. | mm. | (g) | | | |
| 1" | 25.00 | | | | 100 |
| 3/4" | 19.00 | | | | 100.0 |
| 1/2" | 12.50 | 2308.4 | 45.2 | 45.2 | 54.8 |
| 3/8" | 9.50 | 1640.8 | 32.1 | 77.3 | 22.7 |
| 1/4" | 6.30 | 1134.9 | 22.2 | 99.6 | 0.4 |

| | | | | | |
|-----|------|------|-----|------|-----|
| # 4 | 4.75 | 10.6 | 0.2 | 99.8 | 0.2 |
| # 8 | 2.36 | 0 | 0.0 | 99.8 | 0.2 |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Figura N° 29: Curva Granulométrica del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Tabla 17: Peso Específico y Absorción Agregado Grueso

| Peso Específico y Absorción Agregado Grueso | | | | | |
|---|---|-------|--------|--------|--------------|
| Cantera: | Sorapa | | | | |
| Descripción | Piedra Chancada | | | | |
| A | Peso Mat.Sat.Sup Seco (al aire) | (gr) | 1587.2 | 1697.0 | |
| B | Peso Mat.Sat.Sup Seco (en agua) | (gr) | 954.8 | 1022.3 | |
| C | Vol de Masa +Vol de vacio = A- B | (gr) | 632.4 | 674.7 | |
| D | Peso Mat. Seco en estufa (105 C) | (gr) | 1557.2 | 1664.1 | |
| E | Vol de Masa = C - (A-D) | (gr) | 602.4 | 641.8 | |
| | Pe Aparente = D / A - B | | 2.462 | 2.466 | 2.464 |
| | Pe Aparente (Sat.Sup.Seco) = A / A - B | | 2.510 | 2.515 | 2.512 |
| | Pe Nominal = D / D - B | | 2.585 | 2.593 | 2.589 |
| | % de Absorción = A-D / D * 100 | | 1.927 | 1.977 | 1.952 |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Tabla 18: Peso Unitarios Suelto Agregado Grueso

| Peso Unitario Suelto Agregado Grueso | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Cantera: | Sorapa | | | |
| Descripción | Arena Gruesa | | | |
| Numero de Muestra | | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
| Peso de la Muestra + Molde | (grs) | 7,430.00 | 7,448.00 | 7,450.00 |
| Peso del molde | (grs) | 383.00 | 383.00 | 383.00 |
| Peso de la muestra Neto | (grs) | 7,047.00 | 7,065.00 | 7,067.00 |

| | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|----------|--------------|----------|
| Volumen del Molde | (cc) | 5,336.79 | 5,336.79 | 5,336.79 |
| Peso Unitario Suelto Seco | grs/cm³ | 1.32 | 1.32 | 1.32 |
| PROMEDIO | | | 1.323 | |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Tabla 19: Peso compactado Suelto Agregado Grueso

| Peso Unitario Compactado Agregado Grueso | | | | |
|---|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Cantera: | Sorapa | | | |
| Descripción | Arena Gruesa | | | |
| Numero de Muestra | | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
| Peso de la Muestra + Molde | (grs) | 8,180.0 | 8,179.0 | 8,182.0 |
| Peso del molde | (grs) | 383.00 | 383.00 | 383.00 |
| Peso de la muestra Neto | (grs) | 7,797.00 | 7,796.00 | 7,799.00 |
| Volumen del Molde | (cc) | 5,336.79 | 5,336.79 | 5,336.79 |
| Peso Unitario Seco Compactado | grs/cm³ | 1.46 | 1.46 | 1.46 |
| PROMEDIO | | | 1.461 | |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Tabla 20: Ensayo de Abrasión Agregado Grueso

| Ensayo de Abrasión (Maquina de los Angeles) | | | | |
|--|--------------------------------|--------------|--------------|-----|
| Cantera: | Sorapa | | | |
| Descripción | Piedra fracturada | | | |
| | TAMIZ | GRADUACIONES | | |
| | | A | B | C D |
| | 1 1/2" | | | |
| | 1" | | | |
| | 3/4" | | | |
| | 1/2" | | 2514 | |
| | 3/8" | | 2508 | |
| | 1/4" | | | |
| | N° 4 | | | |
| | PESO TOTAL | | 5022 | |
| | Peso retenido de malla n° 12 | | 3776 | |
| | Peso pasante de la malla n° 12 | | 1246 | |
| | N° de esferas | | 11 | |
| | Peso de las esferas | | 5021 | |
| | Porcentaje de perdida | | 24.8% | |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

RESULTADOS DE ENSAYOS DE AGREGADO FINO

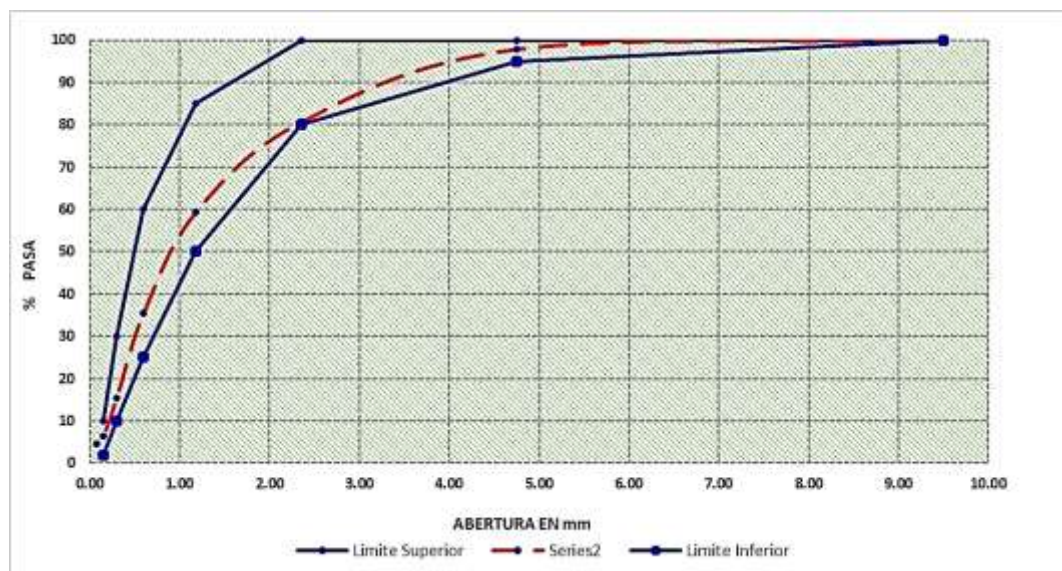
Tabla 21: Ensayo de Abrasión Agregado Fino

| Agregado fino | |
|----------------------|--------------|
| Cantera: | Sorapa |
| Descripción | Arena Gruesa |

| | | | | | |
|----------------------------|------|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------------|
| Peso inicial de la muestra | | 3410.00 | | | |
| Diámetro de | | Peso Retenido (g) | Peso Retenido % | Peso Retenido Acumulado % | Pasante acumulado |
| Pulg. | mm. | | | | |
| 3/8" | 9.50 | | | | 100.0 |
| # 4 | 4.75 | 71.8 | 2.1 | 2.1 | 97.9 |
| # 8 | 2.36 | 585.6 | 17.2 | 19.3 | 80.7 |
| # 16 | 1.18 | 729.1 | 21.4 | 40.7 | 59.3 |
| # 30 | 0.60 | 810.5 | 23.8 | 64.4 | 35.6 |
| # 50 | 0.30 | 685.2 | 20.1 | 84.5 | 15.5 |
| # 100 | 0.15 | 311.1 | 9.1 | 93.6 | 6.4 |
| # 200 | 0.08 | 59.3 | 1.7 | 95.4 | 4.6 |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Figura N° 30: Curva granulométrica Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Tabla 22: Módulo de Fineza Agregado Fino

| Módulo de Fineza - Agregado fino | | | | | |
|----------------------------------|--------------|-------------------|-----------------|---------------------------|-------------------|
| Cantera: | Sorapa | | | | |
| Descripción | Arena Gruesa | | | | |
| Peso inicial de la muestra | 3410.00 | | | | |
| Diámetro de | | Peso Retenido (g) | Peso Retenido % | Peso Retenido Acumulado % | Pasante acumulado |
| Pulg. | mm. | | | | |
| 3/8" | 9.50 | | | | 100.0 |
| # 4 | 4.75 | 71.8 | 2.1 | 2.1 | 97.9 |

| | | | | | |
|------------------------------|------|--------|------|-------------|------|
| # 8 | 2.36 | 585.6 | 17.2 | 19.3 | 80.7 |
| # 16 | 1.18 | 729.1 | 21.4 | 40.7 | 59.3 |
| # 30 | 0.60 | 810.5 | 23.8 | 64.4 | 35.6 |
| # 50 | 0.30 | 685.2 | 20.1 | 84.5 | 15.5 |
| # 100 | 0.15 | 311.1 | 9.1 | 93.6 | 6.4 |
| # 200 | 0.08 | 59.3 | 1.7 | 95.4 | 4.6 |
| Total | | 3252.6 | 95.4 | | |
| Suma | | | | 304.64 | |
| Módulo de Fineza (MF) | | | | 3.05 | |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Tabla 23: Peso Específico y absorción Agregado Fino

| Peso Específico y Absorción Agregado Fino | | | | | |
|--|--|-------|--------|--------|--------------|
| Cantera: | Sorapa | | | | |
| Descripción | Arena Gruesa | | | | |
| A | Peso Mat.Sat.Sup Seco (al aire) | (gr) | 1017.5 | 1017.9 | |
| B | Peso Frasco + Agua | (gr) | 1298.8 | 1299.5 | |
| C | Peso del Frasco + Agua +A | (gr) | 2267.6 | 2277.6 | |
| D | Peso Mat+Agua en el frasco | (gr) | 1913.2 | 1912.2 | |
| E | Vol de Masa +Vol de vacio = C-D | (gr) | 354.4 | 365.4 | |
| F | Peso Mat. Seco en estufa (105 C) | (gr) | 1000.0 | 1000.0 | |
| G | Vol de Masa = E- (A-F) | (gr) | 336.9 | 347.5 | |
| | Pe Aparente = F / B + A - D | | 2.5 | 2.5 | 2.474 |
| | Pe Aparente (Sat.Sup.Seco) = A / B + A - D | | 2.5 | 2.5 | 2.518 |
| | Pe Nominal = F / B + F - D | | 2.6 | 2.6 | 2.588 |
| | % de Absorción = A - F / F * 100 | | 1.8 | 1.8 | 1.770 |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio}

Tabla 24: Peso Unitario Suelto Agregado Fino

| Peso Unitario Suelto Agregado fino | | | | | |
|---|--------------|---------------|---------|--------------|---------|
| Cantera: | Sorapa | | | | |
| Descripción | Arena Gruesa | | | | |
| Numero de Muestra | | | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
| Peso de la Muestra + Molde (grs) | | | 8,780.0 | 8,764.0 | 8,777.0 |
| Peso del molde (grs) | | | 383.0 | 383.0 | 383.0 |
| Peso de la muestra Neto (grs) | | | 8,397.0 | 8,381.0 | 8,394.0 |
| Volumen del Molde (cc) | | | 5,337.0 | 5,337.0 | 5,337.0 |
| | | grs/cm | | | |
| Peso Unitario Suelto Seco | 3 | | 1.57 | 1.57 | 1.57 |
| PROMEDIO | | | | 1.572 | |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Tabla 25: Peso Unitario Suelto Agregado Fino

| Peso Unitario Compactado Agregado fino | | | | |
|---|-----------------|---------|--------------|---------|
| Cantera: | Sorapa | | | |
| Descripción | Arena Gruesa | | | |
| Numero de Muestra | | M - 1 | M - 2 | M - 3 |
| Peso de la Muestra + Molde | (grs) | 9,532.0 | 9,530.0 | 9,536.0 |
| Peso del molde | (grs) | 383.00 | 383.00 | 383.00 |
| Peso de la muestra Neto | (grs) | 9,149.0 | 9,147.0 | 9,153.0 |
| Volumen del Molde | (cc) | 5,337.0 | 5,337.0 | 5,337.0 |
| Peso Unitario Seco Compactado | grs/c m3 | 1.71 | 1.71 | 1.72 |
| PROMEDIO | | | 1.714 | |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Resultado de Diseño de mezcla del concreto 280 kg/cm2

Según los resultados obtenido en laboratorio de agregados y materiales, se realizando la mezcla para un patrón concreto estructural vial

Tabla 26: DISEÑO - ACI - F'c: 280 Kg/Cm2 (patrón)

| DISEÑO - ACI - F'c: 280 Kg/Cm2 (patrón) | | | | | | |
|--|------------|--------|------------|--------------|-----------------|---------------|
| MATERIAL | PESO | MODULO | HUM. | ABSORCION | P. | P. |
| | ESPECIFICO | FINEZA | NATURAL | | UNITARIO | UNITARIO |
| | KG/M3 | | % | % | S. | C. |
| | | | | | KG/M3 | KG/M3 |
| CEMENTO | 2.800 | | | | 1500 | |
| PORTLAND IP | | | | | | |
| AGREGADO FINO | 2.588 | 3.05 | 2.98 | 1.770 | 1572 | 1714 |
| AGREGADO GRUESO | 2.589 | | 1.92 | 1.95 | 1323 | 1461 |
| 1 ASENTAMIENTO | | | | 3 - 4 | Pulgadas | |
| 2 TAMAÑO MAXIMO | | | | 3/4" | | |
| 3 PROPORCIÓN DE AGUA Y CEMENTO | | | | 0.49 | | |
| 4 CANTIDAD DE AGUA | | | | 200 | | |
| 5 PORCENTAJE TOTAL DE AIRE ATRAPADO | | | | 1.5 | | |
| 6 VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO | | | | 0.57 | | |
| ÍNDICE DE CEMENTO | | | 410 | kg/m3 | 9.6 | bls/m3 |
| CANTIDAD TOTAL DE CEMENTO | | | | 0.1464 | M3 | |

| | | | |
|---|--------|----|--------|
| CANTIDAD TOTAL DE AGUA | 0.2000 | M3 | |
| CANTIDAD TOTAL DE AIRE | 0.0150 | M3 | |
| VOLUMEN TOTAL DE LA PASTA EN METROS CÚBICOS | | | 0.3614 |
| VOLUMEN TOTAL DE LOS AGREGADOS | | | |
| VOLUMEN TOTAL DEL AGREGADO GRUESO | 0.3217 | M3 | 0.6386 |
| VOLUMEN TOTAL DEL AGREGADO FINO | 0.3170 | M3 | |
| SUMA DE TODOS LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS | | | 1.0000 |

| | | | |
|-----------------|-----|--|----------|
| CEMENTO | 410 | | Kg / m3 |
| AGUA | 200 | | LTS / m3 |
| AGREGADO FINO | 820 | | Kg / m3 |
| AGREGADO GRUESO | 833 | | Kg / m3 |

| | | | |
|------------------------|-----|--|---------|
| AGREGADO FINO HUMEDO | 845 | | Kg / m3 |
| AGREGADO GRUESO HUMEDO | 849 | | Kg / m3 |

| | | | |
|--------------------------|-------|-------|-----------|
| AGREGADO FINO | 1.21 | 10.2 | |
| AGREGADO GRUESO | -0.03 | -0.28 | |
| | | 9.9 | |
| AGUA DE MEZCLA CORREGIDA | | 190.1 | LTRS / M3 |

| | | | |
|-----------------|-----|--|----------|
| CEMENTO | 410 | | Kg / M3 |
| AGUA | 190 | | Ltr / M3 |
| AGREGADO FINO | 845 | | Kg / M3 |
| AGREGADO GRUESO | 849 | | Kg / M3 |

| | | | |
|-----------------|------|--|-------------|
| CEMENTO | 42.5 | | Kg / Bolsa |
| AGUA | 20 | | Ltr / Bolsa |
| AGREGADO FINO | 88 | | Kg / Bolsa |
| AGREGADO GRUESO | 88 | | Kg / Bolsa |

| PORPORCION EN PESO | | PROPORCION EN VOLUMEN | | PROPORCION P3 |
|--------------------|-----|-----------------------|-----|---------------|
| C | 1 | C | 0.3 | 1.00 |
| A. F | 2.1 | A. F | 0.5 | 2.00 |
| A. G | 2.1 | A. G | 0.6 | 2.30 |

Fuente: Elaboración propia – Laboratorio

Resultados de ensayos de las propiedades del concreto

Objetivo Específico 1: Evaluar la influencia de la forma de agregado grueso de cara fracturada en la Trabajabilidad del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023.

Trabajabilidad del concreto

Se realizaron ensayos con respecto a los resultados derivados de las pruebas realizadas en los componentes combinados, considerando una proporción agua/cemento de 0.49 para la formulación del concreto con resistencia característica a la compresión de 280 "kilogramos por centímetro cuadrado" ("kg/cm²"), tal como se detalla en el plan de formulación previamente presentado.

La dosificación se llevó a cabo según la proporción p3, y los ingredientes fueron mezclados en una máquina mezcladora de 9 p3 trompo. Se extrajo una porción de la muestra utilizando un buggy y se siguió el procedimiento establecido en el MTC y el manual EG-2013. La evaluación del asentamiento se realizó de acuerdo con los estándares ASTM C143-90a. y NTP 339.035. Las imágenes presentan la evolución del ensayo del Slump, llevado a cabo en los planes de concreto variaron en términos de las adiciones de agente incorporador que se utilizaron en cada uno de aire.

Figura N° 31: Medición de Slump – Patrón 100% Partículas Fracturada.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 32: Medición de Slump – 80% Partículas Fracturada



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 33: Medición de Slump – 70 % Partículas Fracturada



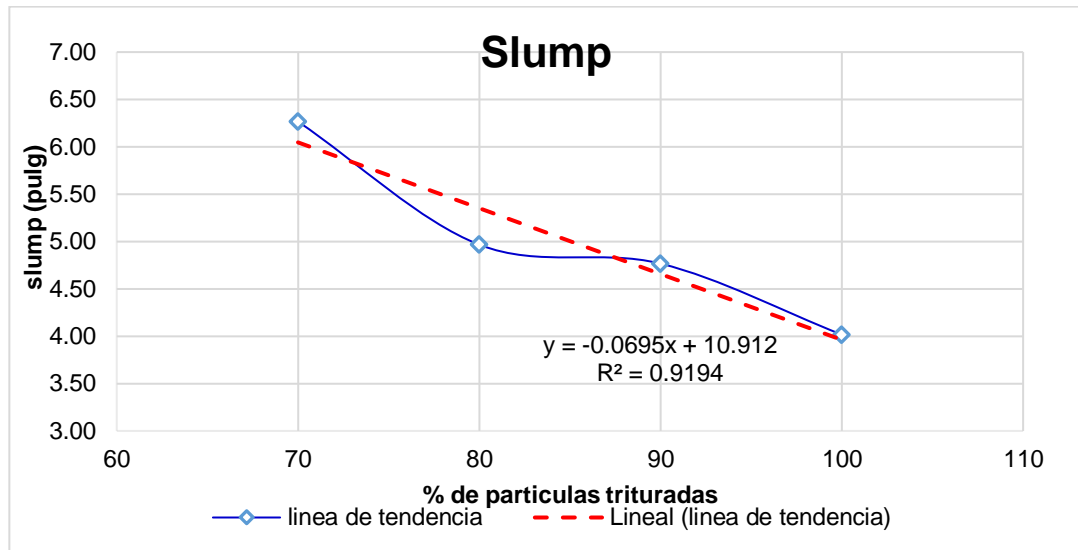
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27: Resultados obtenidos de medición de Slump

| Medición de Slump | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|--|--|
| | 100% triturado | 90% triturado | 80% triturado | 70% triturado | | | |
| | 0% grava | 10% grava | 20% grava | 30% grava | | | |
| M-01 | 4.00 | 4.50 | 5.00 | 6.50 | | | |
| M-02 | 3.95 | 5.00 | 4.90 | 6.00 | | | |
| M-03 | 4.10 | 4.80 | 5.00 | 6.30 | | | |
| Promedio | 4.02 | 4.77 | 4.97 | 6.27 | | | |

Fuente: Elaboración propio

Figura N° 34: Cuadro de Línea de Tendencia Obtenidos de la Medición de Slump



Fuente: Elaboración propio

Realizado el diseño de mezcla con resistencia especificada $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, siguiendo un patrón predefinido que incluye el 100% de partículas fracturadas, lo cual dio como resultado un Slump de 4.02". Los indicadores posteriores revelan la variación en la composición: para un primer caso con un 90% de partículas fracturadas y un 10% de partículas redondeadas (grava), se registró un Slump de 4.77%; en el segundo caso, con un 80% de partículas fracturadas y un 20% de partículas redondeadas (grava), se obtuvo un Slump de 4.97%; y en el tercer caso, con un 70% de partículas fracturadas y un 30% de partículas redondeadas (grava), se alcanzó un Slump de 6.27". Al analizar estos indicadores junto con los resultados del Slump, se destaca una tendencia ascendente, sugiriendo que a medida que disminuye el porcentaje de partículas fracturadas, la trabajabilidad tiende a aumentar.

Los resultados señalan que al disminuir el porcentaje de partículas fracturadas en la dosificación del agregado grueso y reemplazarlas por partículas redondeadas, se logra una mejora significativa en la trabajabilidad del concreto. Esta observación se atribuye a que la superficie lisa de las partículas redondeadas y el bajo contacto efectivo entre ellas reducen la adherencia, facilitando así el flujo y la distribución uniforme de la mezcla.

Análisis de la normalidad

Slump, el p-value = 0.1548, lo que indica que no se dispone de pruebas suficientes para refutar la H0 de normalidad, los datos de Slump no difieren significativamente de una distribución normal.

La prueba de ANOVA para Slump sugiere la presencia de disparidades significativas entre los promedios entre los porcentajes de agregado de forma fracturadas.

Hipótesis Nula (H0): No se observan disparidades de importancia en la media de Slump entre los niveles de porcentaje de forma fracturada

Hipótesis Alternativa (H1): Existen diferencias significativas en la media de Slump entre al menos dos niveles de porcentaje de forma fracturada.

Interpretación de los Resultados:

El valor p (2.994e-06) es menor que 0.05. La hipótesis nula es descartada. Existe una base sustancial para sostener la presencia de disparidades en la media de Slump entre al menos dos niveles de porcentaje de forma fracturada.

Objetivo Específico 2: Determinar la influencia de la forma de agregado grueso de cara fracturada en la resistencia del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023

Resistencia a la Compresión del Concreto

En la fase preliminar de la preparación del ensayo de Resistencia a la Compresión Simple, nos adherimos a la normativa ASTM C39 y realizamos pruebas a los 07, 14 y 28 días. Con este fin, se desarrolló una dosificación patrón que contempla el 100% de partículas trituradas en el agregado grueso. En el contexto de este análisis acerca del impacto de la configuración del material pétreo de mayor tamaño, llevaremos a cabo una reducción del 90%, 80% y 70% en el agregado grueso, sustituyéndolas por partículas de forma redondeada. Para este ensayo, se confeccionaron probetas (briquetas) de 15 x 30 cm en la preparación de mezclas de concreto con una resistencia nominal de 280 kg/cm². A continuación, se exponen minuciosamente los hallazgos obtenidos en este proceso, los cuales brindan información valiosa sobre la evolución y el comportamiento de la resistencia a lo largo de los distintos periodos de curado.

Figura N° 35: Proceso de Elaboración de Probetas



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 36: Proceso de Elaboración de Probetas



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 37: Rotura de Probetas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Resultados de la Resistencia a la Compresión a los 7 días

| ELEMENTO | % Fract. | EDAD (días) | LECTURA DIAL (KN) | CONVERSIÓN EN kg. | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|---------------------|----------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| M01 - FRACT. PATRON | 100% | 7 | 431.20 | 43,970.15 | 172.10 | 255.49 | 91.25% |
| M02 - FRACT. PATRON | 100% | 7 | 398.63 | 40,648.94 | 173.10 | 234.83 | 83.87% |
| M03 - FRACT. PATRON | 100% | 7 | 415.88 | 42,407.95 | 176.45 | 240.34 | 85.84% |
| M01 - FRACT. | 90% | 7 | 376.25 | 38,366.81 | 172.15 | 222.87 | 79.60% |
| M02 - FRACT. | 90% | 7 | 345.10 | 35,190.40 | 174.90 | 201.20 | 71.86% |
| M03 - FRACT. | 90% | 7 | 325.65 | 33,207.05 | 175.02 | 189.73 | 67.76% |
| M01 - FRACT. | 80% | 7 | 281.96 | 28,751.91 | 173.21 | 165.99 | 59.28% |
| M02 - FRACT. | 80% | 7 | 308.22 | 31,429.69 | 174.80 | 179.80 | 64.22% |
| M03 - FRACT. | 80% | 7 | 256.85 | 26,191.41 | 172.15 | 152.14 | 54.34% |
| M01 - FRACT. | 70% | 7 | 268.45 | 27,374.28 | 175.40 | 156.07 | 55.74% |
| M02 - FRACT. | 70% | 7 | 247.64 | 25,252.25 | 175.25 | 144.09 | 51.46% |
| M03 - FRACT. | 70% | 7 | 202.84 | 20,683.92 | 176.23 | 117.37 | 41.92% |

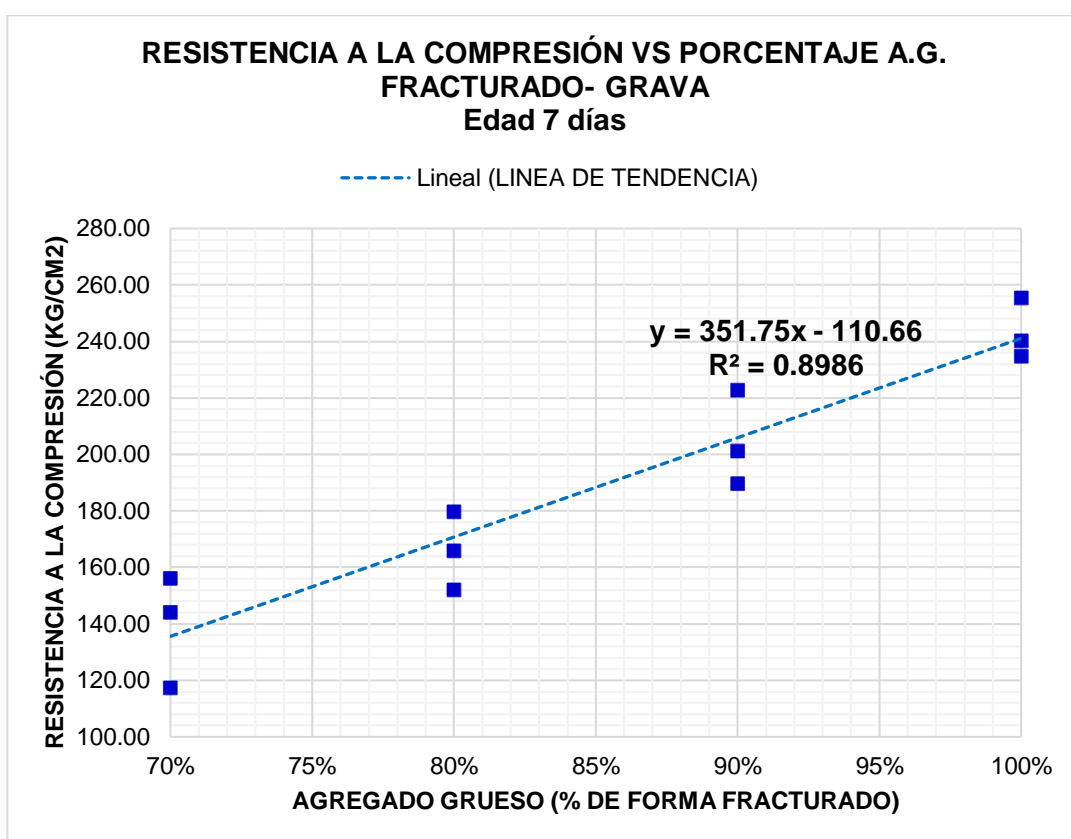
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29: Resultado Promedio Resistencia a la Compresión a los 7 días

| RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | |
|----------------------|--------------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| ELEMENTO | % Fracturado | EDAD (días) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | f ^c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
| PATRON | 100% | 7 | 173.88 | 243.55 | 280 | 87.0% |
| FRACT. | 90% | 7 | 174.02 | 204.60 | 280 | 73.1% |
| FRACT. | 80% | 7 | 173.39 | 165.98 | 280 | 59.3% |
| FRACT. | 70% | 7 | 175.63 | 139.18 | 280 | 49.7% |

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 38: Resistencia a la Compresión vs Porcentaje F.R. 7 días



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos del ensayo revelan que al emplear un agregado grueso con el 100% de partículas fracturadas, se logró una resistencia promedio de 243.55 kg/cm². En el primer caso, al reducir al 90% las partículas fracturadas y sustituirlas con un 10% de partículas de forma

redondeada, se obtuvo una resistencia de 204.60 kg/cm². En el segundo caso, con una reducción al 80% de las partículas fracturadas y el 20% de partículas de forma redondeada, la resistencia fue de 165.98 kg/cm². Finalmente, en el tercer caso, con un 70% de partículas fracturadas y un 30% de partículas de forma redondeada, la resistencia fue de 139.18 kg/cm². Con dichos resultados se realiza un cuadro comparativo y conocer la tendencia de estos resultados, que al reducir el porcentaje de partículas fracturadas y sustituirla por partículas de forma redondeados la tendencia es descendente, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 30: Resultados de la Resistencia a la Compresión a los 14 días

| ELEMENTO | % Fract. | EDAD (días) | LECTURA DIAL (KN) | CONVERSIÓN EN kg. | ÁREA (cm ²) | RESISTNCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|---------------------|----------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------|
| M04 - FRACT. PATRON | 100% | 14 | 443.12 | 45,185.66 | 172.10 | 262.55 | 93.77% |
| M05 - FRACT. PATRON | 100% | 14 | 463.49 | 47,262.82 | 175.12 | 269.89 | 96.39% |
| M06 - FRACT. PATRON | 100% | 14 | 418.67 | 42,692.45 | 176.35 | 242.09 | 86.46% |
| M04 - FRACT. | 90% | 14 | 365.03 | 37,222.69 | 172.15 | 216.22 | 77.22% |
| M05 - FACT. | 90% | 14 | 381.09 | 38,860.36 | 175.10 | 221.93 | 79.26% |
| M06 - FRACT. | 90% | 14 | 324.60 | 33,099.98 | 175.02 | 189.12 | 67.54% |
| M04 - FRACT. | 80% | 14 | 340.46 | 34,717.25 | 173.21 | 200.43 | 71.58% |
| M05 - FRACT. | 80% | 14 | 338.98 | 34,566.33 | 174.62 | 197.95 | 70.70% |
| M06 - FRACT. | 80% | 14 | 316.50 | 32,274.01 | 172.15 | 187.48 | 66.96% |
| M04 - FRACT. | 70% | 14 | 232.85 | 23,744.09 | 175.42 | 135.36 | 48.34% |
| M05 - FRACT. | 70% | 14 | 272.40 | 27,777.06 | 175.23 | 158.52 | 56.61% |
| M06- FRACT. | 70% | 14 | 266.15 | 27,139.74 | 176.19 | 154.04 | 55.01% |

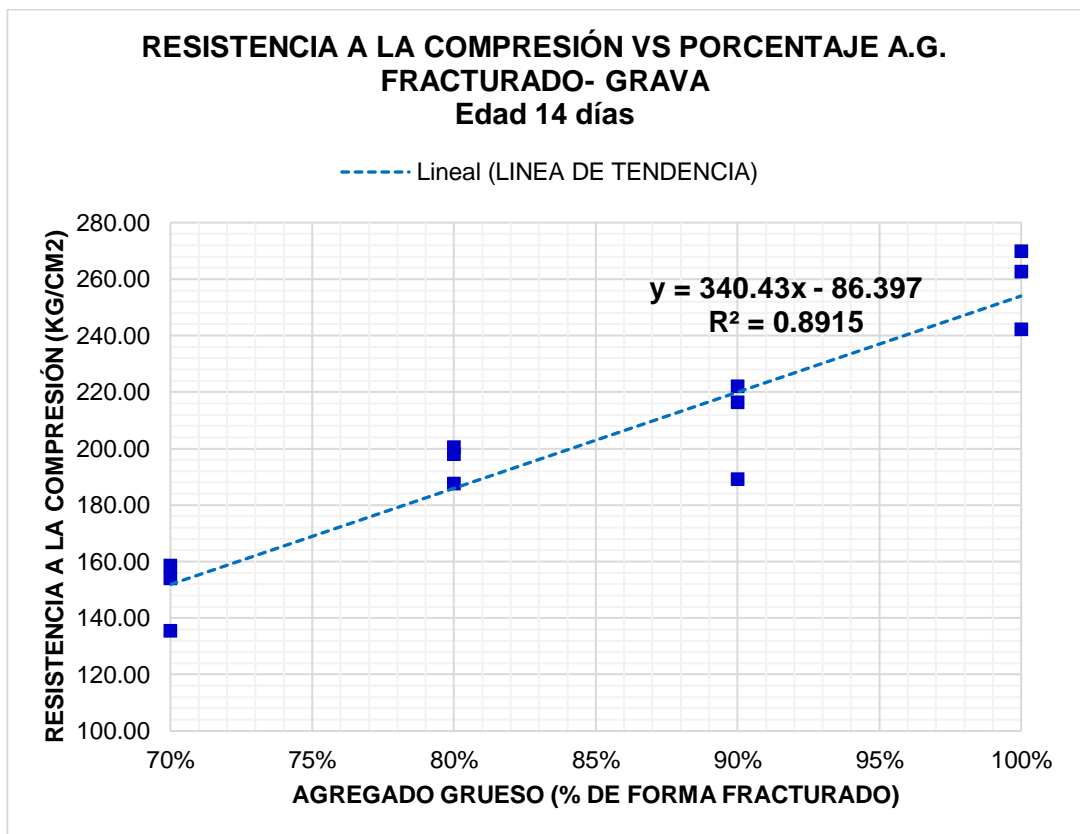
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los 14 días

| RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | |
|----------------------|--------------|-------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| ELEMENTO | % Fracturado | EDAD (días) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA A (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
| PATRON | 100% | 14 | 174.52 | 258.18 | 280 | 92.2% |
| FRACT. | 90% | 14 | 174.09 | 209.09 | 280 | 74.7% |
| FRACT. | 80% | 14 | 173.33 | 195.29 | 280 | 69.7% |
| FRACT. | 70% | 14 | 175.61 | 149.30 | 280 | 53.3% |

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 39: Resistencia a la Compresión vs Porcentaje F.R. Edad 14 días



Fuente: Elaboración Propia

Los hallazgos obtenidos a partir del ensayo la adición como elemento patrón agregado grueso al 100% de partículas fracturadas obteniendo una Resistencia de 258.18 kg/cm²; primer indicador el 90% partículas fracturadas y el 10% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de 209.09 kg/cm², segundo indicador el 80% partículas

fracturadas y el 20% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de 195.29 kg/cm² y tercer indicador el 70% partículas fracturadas y el 30 % de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de 149.30 kg/cm². Con dichos resultados se realiza un análisis comparativo y la comprensión de la dirección de estos hallazgos, que al reducir el porcentaje de partículas fracturadas y sustituirla por partículas de forma redondeados la tendencia es descendente, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 32: Resultados de la Resistencia a la Compresión a los **28 días**

| ELEMENTO | % Fract. | EDAD (días) | LECTURA DIAL (KN) | CONVERSIÓN EN kg. | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|---------------------|----------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| M07 - FRACT. PATRON | 100% | 28 | 537.58 | 54,817.89 | 172.08 | 318.56 | 113.77% |
| M08 - FRACT. PATRON | 100% | 28 | 519.11 | 52,934.48 | 173.18 | 305.66 | 109.16% |
| M09 - FRACT. PATRON | 100% | 28 | 527.11 | 53,750.25 | 176.45 | 304.62 | 108.79% |
| M07 - FRACT. | 90% | 28 | 414.36 | 42,252.95 | 172.06 | 245.57 | 87.70% |
| M08 - FRACT. | 90% | 28 | 438.00 | 44,663.56 | 175.01 | 255.21 | 91.14% |
| M09 - FRACT. | 90% | 28 | 402.55 | 41,048.67 | 175.02 | 234.54 | 83.76% |
| M07 - FRACT. | 80% | 28 | 377.91 | 38,536.09 | 173.34 | 222.32 | 79.40% |
| M08 - FRACT. | 80% | 28 | 395.46 | 40,325.69 | 174.75 | 230.76 | 82.42% |
| M09 - FRACT. | 80% | 28 | 368.00 | 37,525.55 | 172.09 | 218.06 | 77.88% |
| M07 - FRACT. | 70% | 28 | 369.12 | 37,639.76 | 175.27 | 214.75 | 76.70% |
| M08 - FRACT. | 70% | 28 | 305.09 | 31,110.52 | 175.66 | 177.11 | 63.25% |
| M09 - FRACT. | 70% | 28 | 345.02 | 35,182.24 | 175.72 | 200.22 | 71.51% |

Fuente: Elaboración Propia

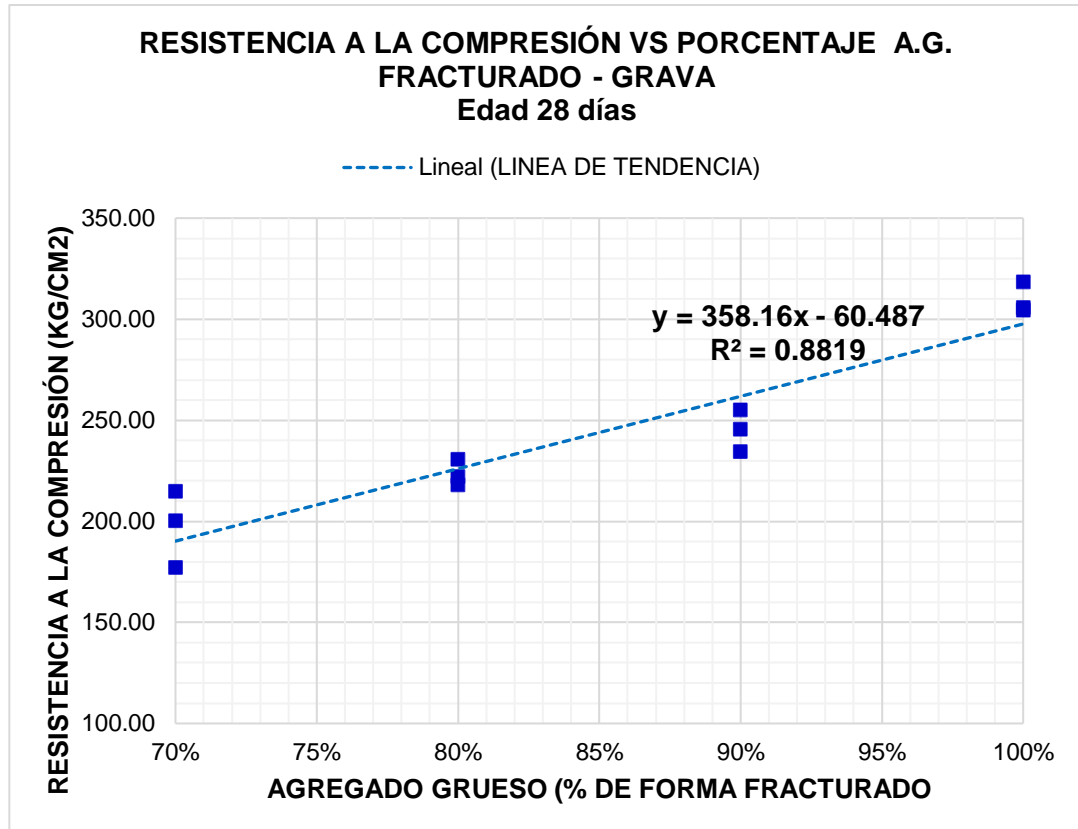
Tabla 33: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los **28 días**

| RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | |
|----------------------|--------------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| ELEMENTO | % Fracturado | EDAD (días) | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | f ^c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |

| | | | | | | |
|--------|------|----|--------|--------|-----|--------|
| PATRON | 100% | 28 | 173.90 | 309.61 | 280 | 110.6% |
| FRACT. | 90% | 28 | 174.03 | 245.10 | 280 | 87.5% |
| FRACT. | 80% | 28 | 173.39 | 223.71 | 280 | 79.9% |
| FRACT. | 70% | 28 | 175.55 | 197.36 | 280 | 70.5% |

Fuente: *Elaboración Propia*

Figura N° 40: Resistencia a la Compresión vs Porcentaje F.R. Edad 28 días



Fuente: *Elaboración Propia*

Los hallazgos obtenidos a partir del ensayo como patrón del agregado grueso al 100% de partículas fracturadas se obtiene una Resistencia de 309.61 kg/cm²; primer indicador el 90% partículas fracturadas y el 10% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de 245.10 kg/cm², segundo indicador el 80% partículas fracturadas y el 20% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de 223.71 kg/cm² y tercer indicador el 70% partículas fracturada y el 30 % de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de 197.36 kg/cm². Con dichos resultados se realiza una tabla de comparación y comprender la tendencia de estos resultados, que al reducir el porcentaje de partículas fracturadas y

estas sustituidas por partículas redondeadas la tendencia es descendente, los cuales son presentados a continuación:

En resumen, se evaluó y se demuestran de manera evidente, conforme se disminuye el porcentaje en 90%, 80% y 70% de partículas fracturadas a la dosificación del volumen de agregado grueso la resistencia a compresión disminuye notablemente.

Tabla 34: Desarrollo de la resistencia de Concreto en relación al porcentaje de adición al agregado grueso formas redondeadas (grava),

| Resumen de Ensayo de Resistencia a la compresión de concreto | | | | | | | | |
|--|------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|
| Agregado Grueso: | 100% | FRACT. | 90% | FRACT. | 80% | FRACT. | 70% | FRACT. |
| | 0% | Forma redond. | 10% | Forma redond. | 20% | Forma redond. | 30% | Forma redond. |
| Edad días | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 |
| Edad días | 7 | 243.55 | | 204.60 | | 165.98 | | 139.18 |
| Edad días | 14 | 258.18 | | 209.09 | | 195.29 | | 149.30 |
| Edad días | 28 | 309.61 | | 245.10 | | 223.71 | | 197.36 |

Fuente: Elaboración Propia

A partir del examen de los resultados concernientes a la resistencia a la compresión, se procedió con la formulación de una mezcla estándar utilizando un agregado compuesto al 100% por partículas fracturadas. Este diseño arrojó una resistencia óptima, explicada por la propensión de las partículas con formas fracturadas a concatenarse entre sí, promoviendo así una excelente adherencia y entramamiento. Sin embargo, de acuerdo con los indicadores, al reemplazar esta proporción de partículas fracturadas por partículas de forma redondeada, se observa una reducción significativa en la resistencia del concreto. Este impacto adverso en la resistencia del concreto al sustituir las partículas fracturadas con las de forma redondeada se atribuye a la restricción en la cantidad de puntos de contacto efectivos entre las partículas redondeadas de características lisas. Esta limitación resulta en disminución significativa de adherencia y dificulta la formación de conexión mecánica sólida, reduciendo en la resistencia del concreto a medida que aumenta la proporción de estas partículas de forma redondeado en la mezcla.

Análisis de normalidad

Resistencia a la Compresión, p-value = 0.9257, la evidencia disponible no es lo bastante sólida para invalidar la H0 de normalidad, los datos de resistencia a la compresión no difieren significativamente de una distribución normal.

Prueba de hipótesis

La prueba de ANOVA para evaluar si hay diferencias significativas en la media de la variable Resistencia Compresión entre los porcentajes de agregado grueso de forma fracturada, así como su interacción.

Planteamiento de Hipótesis:

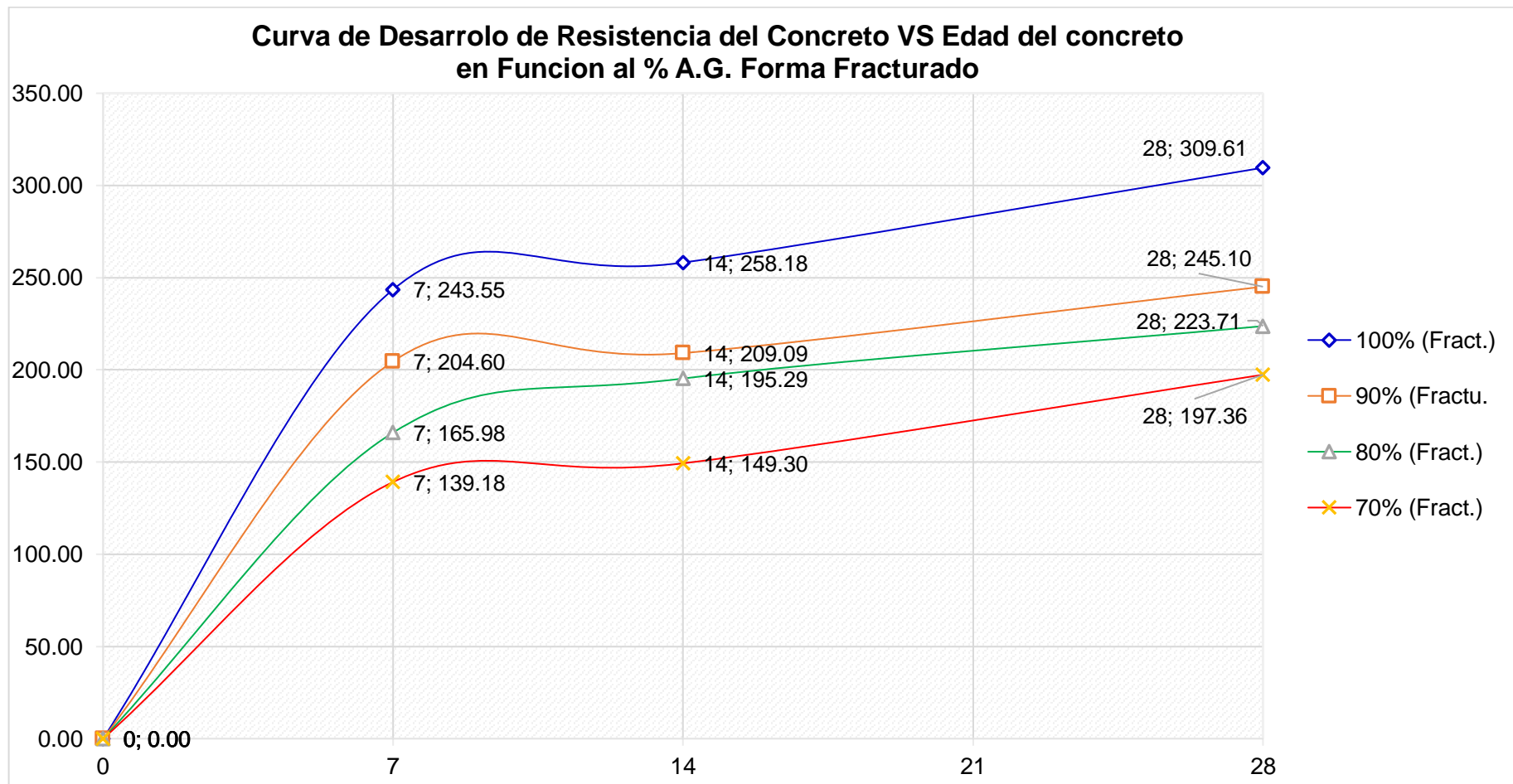
Hipótesis Nula (H0): No se observan discrepancias de importancia en la media de resistencia Compresión entre los porcentajes de agregado grueso de forma fracturadas.

Hipótesis Alternativa (H1): Se presentan disparidades de importancia en la media de resistencia Compresión entre al menos dos niveles de porcentaje de agregado grueso de forma fracturadas.

Interpretación de los resultados:

1. Agregado Grueso: El valor p (0.0002229) es menor que 0.05. La hipótesis nula es refutada. Existe evidencia sustancial para afirmar que existen diferencias en la media de resistencia Compresión entre al menos dos niveles de porcentaje de agregado Grueso de forma fracturada.
2. Edad días: El valor p (0.0003515) es inferior a 0.05. La hipótesis nula es descartada. Hay suficiente evidencia para sostener la presencia de diferencias en la media de resistencia Compresión entre al menos dos niveles de edad días de porcentaje de agregado grueso de forma fracturada
3. Agregado Grueso: edad días (Interacción): El valor p (0.4401392) es mayor que 0.05. No se dispone de pruebas suficientes para invalidar la hipótesis nula. No se observan discrepancias significativas en la media de resistencia Compresión debido a la interacción entre agregado Grueso y edad días.

Figura N° 41: Curva de Desarrollo de Resistencia del concreto VS Edad del concreto



Fuente: Elaboración propia

Objetivo Específico 3: Verificar la influencia de la forma de agregado grueso de cara fracturada en la resistencia a Flexión del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023

Resistencia a la Flexión del Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$

El ensayo de resistencia a la flexión se realiza conforme a las indicaciones establecidas en la norma ASTM C78/C78M, y proporciona un marco detallado para realizar ensayos de flexión en especímenes de concretos prismas de 15x15x51cm a los 07, 14 y 28 días., mediante el cual evaluaremos el objetivo y determinaremos la resistencia a flexión del concreto $F'c=280\text{kg/cm}^2$, a continuación, el procedo de muestra los resultados

Figura N° 42: Ensayo de a flexión a los 7, 14 y 28 días



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 43: Detalle de fractura en tercio central



Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Resultados de la Resistencia a Flexión los 7 días.

| ELEMENTO | % Fracturado | (días) | LECT. DIAL (KN) | CONV. kg. | Altura cm | Ancho cm | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|----------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|-----------|----------|--------------|--|---------------------------|-----------------|
| FM01 - FRACT. PATRON | 100% | 7 | 23.44 | 2,390.21 | 15.37 | 15.32 | 45.00 | 29.7 | 280 | 10.6% |
| FM02 - FRACT. PATRON | 100% | 7 | 24.35 | 2,483.01 | 15.37 | 15.32 | 45.00 | 30.9 | 280 | 11.0% |
| FM03 - FRACT. PATRON | 100% | 7 | 26.10 | 2,661.46 | 15.37 | 15.32 | 45.00 | 33.1 | 280 | 11.8% |
| FM01 - Fract. | 90% | 7 | 20.15 | 2,054.73 | 15.35 | 15.12 | 45.00 | 26.0 | 280 | 9.3% |
| FM02 - Fract. | 90% | 7 | 22.95 | 2,340.25 | 15.35 | 15.12 | 45.00 | 29.6 | 280 | 10.6% |
| FM03 - Fract. | 90% | 7 | 23.75 | 2,421.83 | 15.35 | 15.12 | 45.00 | 30.6 | 280 | 10.9% |
| FM01 - Fract. | 80% | 7 | 18.44 | 1,880.36 | 15.23 | 15.33 | 45.00 | 23.8 | 280 | 8.5% |
| FM02 - Fract. | 80% | 7 | 19.62 | 2,000.68 | 15.23 | 15.33 | 45.00 | 25.3 | 280 | 9.0% |
| FM03 - Fract. | 80% | 7 | 21.13 | 2,154.66 | 15.23 | 15.33 | 45.00 | 27.3 | 280 | 9.7% |
| FM01 - Fract. | 70% | 7 | 14.70 | 1,498.98 | 15.46 | 15.36 | 45.00 | 18.4 | 280 | 6.6% |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|-----|---|--------------|----------|-------|-------|-------|-------------|-----|------|
| FM02 - Fract. | 70% | 7 | 16.10 | 1,641.74 | 15.46 | 15.36 | 45.00 | 20.1 | 280 | 7.2% |
| FM03- Fract. | 70% | 7 | 17.12 | 1,745.75 | 15.46 | 15.36 | 45.00 | 21.4 | 280 | 7.6% |

FECHA DE MOLDEO **02/09/2023**

FECHA DE ROTURA **09/09/2023**

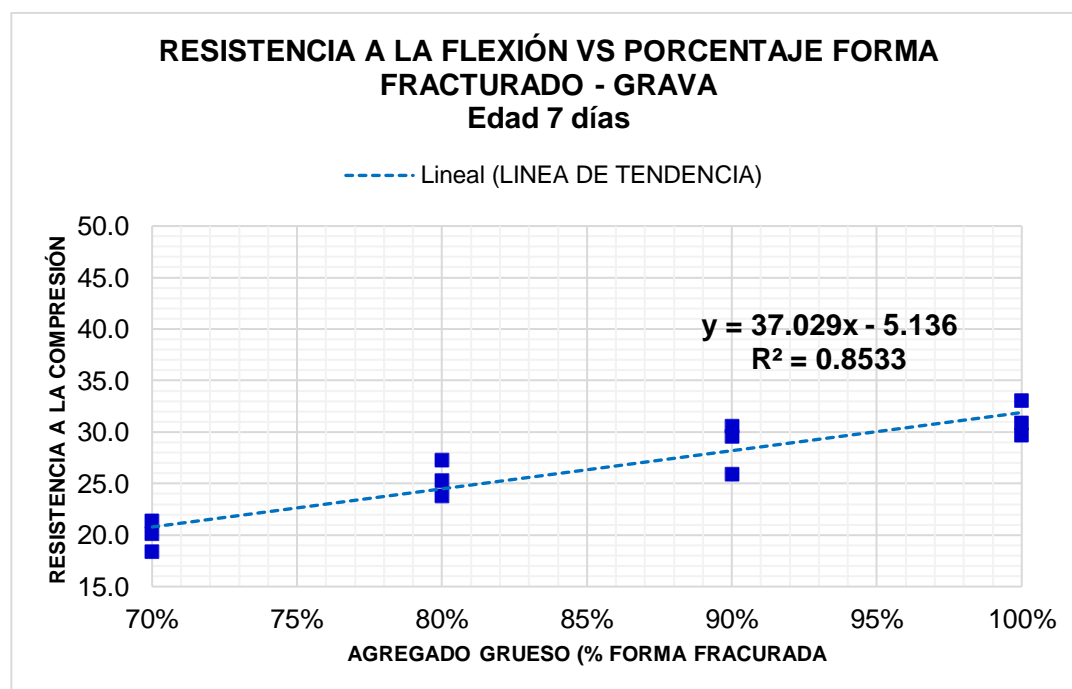
Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los 7 días

| RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|------------|-------------------|--------------|--|---------------------------|-----------------|
| ELEMENTO | % Fracturado | LECTURA DIAL (KN) | ED. (días) | CONVERSIÓN EN kg. | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
| PATRON | 100% | 24.63 | 7 | 2,511.56 | 45 | 31.2 | 280 | 11.2% |
| FRACT. | 90% | 22.28 | 7 | 2,272.27 | 45 | 28.7 | 280 | 10.3% |
| FRACT. | 80% | 19.73 | 7 | 2,011.90 | 45 | 25.5 | 280 | 9.1% |
| FRACT. | 70% | 15.97 | 7 | 1,628.83 | 45 | 20.0 | 280 | 7.1% |

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 44: Resistencia a la Flexión vs Porcentaje F.R. Edad 7 días



Fuente: Elaboración propia

Los hallazgos obtenidos a partir del ensayo la adición como elemento patrón agregado grueso al 100% de partículas fracturadas obteniendo una Resistencia de **31.20 kg/cm²**; primer indicador el 90% partículas fracturadas y el 10% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de **28.70 kg/cm²**, segundo indicador el 80% partículas fracturadas y el 20% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de **25.50 kg/cm²** y tercer indicador el 70% partículas fracturada y el 30 % de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de **20.00 kg/cm²**. Con dichos resultados se realiza una tabla de comparación y comprender la dirección de estos resultados, que a al reducir el porcentaje de partículas fracturadas y sustituirlas por partículas de forma redondeado la tendencia es descendente.

Tabla 37: Resultados de la Resistencia a Flexión los **14 días**

| ELEMENTO | % Fracturado | (días) | LECT. DIAL (KN) | CONV. kg. | Altura cm | Ancho cm | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|----------------------|--------------|--------|-----------------|-----------|-----------|----------|--------------|--|---------------------------|-----------------|
| FM04 - FRACT. PATRON | 100% | 14 | 28.99 | 2,956.16 | 15.21 | 15.06 | 45.00 | 38.2 | 280 | 13.6% |
| FM05 - FRACT. PATRON | 100% | 14 | 30.85 | 3,145.82 | 15.17 | 15.00 | 45.00 | 41.0 | 280 | 14.6% |
| FM06 - FRACT. PATRON | 100% | 14 | 31.85 | 3,247.80 | 15.07 | 15.12 | 45.00 | 42.6 | 280 | 15.2% |
| FM04 - Fract. | 90% | 14 | 28.50 | 2,906.19 | 15.29 | 15.11 | 45.00 | 37.0 | 280 | 13.2% |
| FM05 - Fract. | 90% | 14 | 29.10 | 2,967.37 | 15.14 | 15.09 | 45.00 | 38.6 | 280 | 13.8% |
| FM06 - Fract. | 90% | 14 | 31.50 | 3,212.11 | 15.12 | 15.15 | 45.00 | 41.7 | 280 | 14.9% |
| FM04 - Fract. | 80% | 14 | 23.81 | 2,427.94 | 15.23 | 15.08 | 45.00 | 31.2 | 280 | 11.2% |
| FM05 - Fract. | 80% | 14 | 24.81 | 2,529.92 | 15.23 | 15.08 | 45.00 | 32.5 | 280 | 11.6% |
| FM06 - Fract. | 80% | 14 | 25.81 | 2,631.89 | 15.23 | 15.08 | 45.00 | 33.9 | 280 | 12.1% |
| FM04 - Fract. | 70% | 14 | 18.20 | 1,855.88 | 15.32 | 15.18 | 45.00 | 23.4 | 280 | 8.4% |
| FM05 - Fract. | 70% | 14 | 19.20 | 1,957.85 | 15.32 | 15.18 | 45.00 | 24.7 | 280 | 8.8% |
| FM06 - Fract. | 70% | 14 | 20.20 | 2,059.83 | 15.32 | 15.18 | 45.00 | 26.0 | 280 | 9.3% |

| | |
|-----------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 02/09/2023 |
| FECHA DE ROTURA | 09/09/2023 |

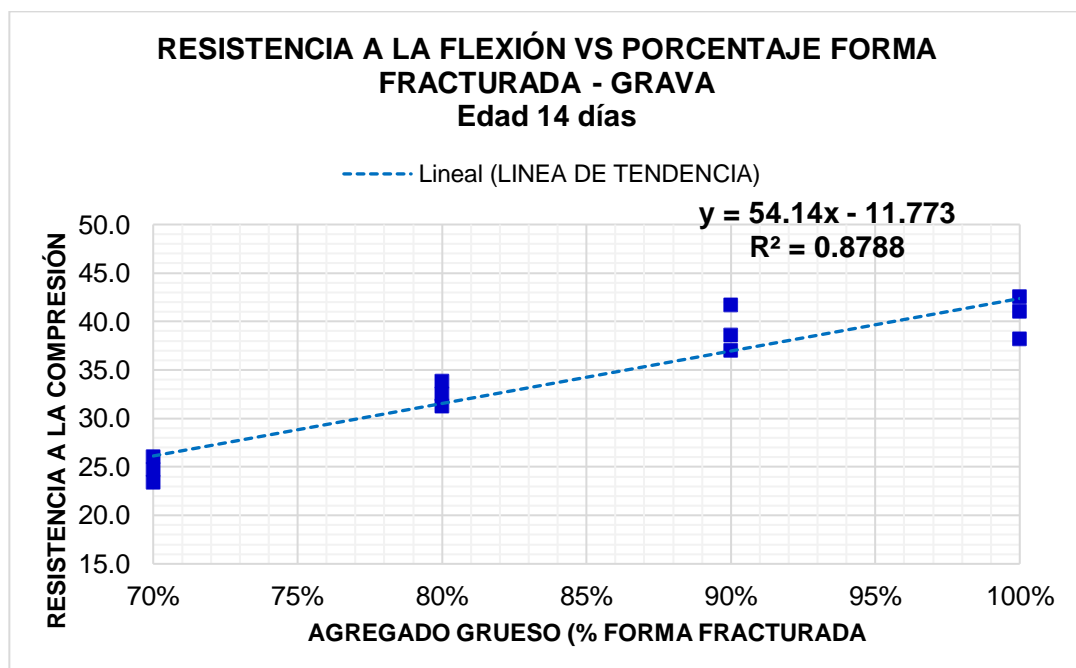
Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los 14 días

| RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|------------|-------------------|--------------|--|---------------------------|-----------------|
| ELEMENTO | % Fracturado | LECTURA DIAL (KN) | ED. (días) | CONVERSIÓN EN kg. | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
| PATRON | 0% | 30.56 | 14 | 3,116.59 | 45 | 40.6 | 280 | 14.5% |
| FRACT. | 90% | 29.70 | 14 | 3,028.56 | 45 | 39.1 | 280 | 14.0% |
| FRACT. | 80% | 24.81 | 14 | 2,529.92 | 45 | 32.5 | 280 | 11.6% |
| FRACT. | 70% | 19.20 | 14 | 1,957.85 | 45 | 24.7 | 280 | 8.8% |

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 45: Resistencia a la Flexión vs Porcentaje F.R. Edad 14 días



Fuente: Elaboración propia

Los hallazgos obtenidos a partir del ensayo la adición como elemento patrón agregado grueso al 100% de partículas fracturadas obteniendo una Resistencia de **40.60 kg/cm²**; primer indicador el 90% partículas fracturadas

y el 10% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de **39.10 kg/cm²**, segundo indicador el 80% partículas fracturadas y el 20% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de **32.50 kg/cm²** y tercer indicador el 70% partículas fracturada y el 30 % de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de **24.70 kg/cm²**. Con dichos resultados se realiza un cuadro comparativo y entender la tendencia de estos hallazgos, que al reducir el porcentaje de partículas fracturadas y sustituirla por partículas de forma redondeados la tendencia es descendente, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 39: Resultados de la Resistencia a Flexión los **28 días**

| ELEMENTO | % Fracturado | (días) | LECT. DIAL (KN) | CONV. kg. | Altura cm | Ancho cm | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|----------------------|-------------------|--------|-----------------|-----------|-----------|----------|--------------|--|---------------------------|-----------------|
| FM07 - FRACT. PATRON | 100% | 28 | 34.85 | 3,553.71 | 15.17 | 15.15 | 45.00 | 45.9 | 280 | 16.4% |
| FM08 - FRACT. PATRON | 100% | 28 | 36.20 | 3,691.37 | 15.12 | 15.12 | 45.00 | 48.1 | 280 | 17.2% |
| FM09 - FRACT. PATRON | 100% | 28 | 38.00 | 3,874.92 | 15.08 | 15.13 | 45.00 | 50.7 | 280 | 18.1% |
| FM07 - Fract. | 100% | 28 | 27.10 | 2,763.43 | 15.25 | 15.12 | 45.00 | 35.4 | 280 | 12.6% |
| FM08 - Fract. | 100% | 28 | 31.22 | 3,183.55 | 15.25 | 15.15 | 45.00 | 40.7 | 280 | 14.5% |
| FM09 - Fract. | 100% | 28 | 32.10 | 3,273.29 | 15.21 | 15.13 | 45.00 | 42.1 | 280 | 15.0% |
| FM07 - Fract. | 80% | 28 | 26.45 | 2,697.15 | 15.23 | 15.13 | 45.00 | 34.6 | 280 | 12.4% |
| FM08 - Fract. | 80% | 28 | 28.65 | 2,921.49 | 15.20 | 15.07 | 45.00 | 37.8 | 280 | 13.5% |
| FM09 - Fract. | 80% | 28 | 24.64 | 2,512.58 | 15.22 | 15.11 | 45.00 | 32.3 | 280 | 11.5% |
| FM07 - Fract. | 70% | 28 | 18.40 | 1,876.28 | 15.25 | 15.16 | 45.00 | 23.9 | 280 | 8.6% |
| FM08 - Fract. | 70% | 28 | 21.22 | 2,163.84 | 15.18 | 15.15 | 45.00 | 27.9 | 280 | 10.0% |
| FM09 - Fract. | 70% | 28 | 22.75 | 2,319.85 | 15.22 | 15.14 | 45.00 | 29.8 | 280 | 10.6% |
| FECHA DE MOLDEO | 02/09/2023 | | | | | | | | | |
| FECHA DE ROTURA | 09/09/2023 | | | | | | | | | |

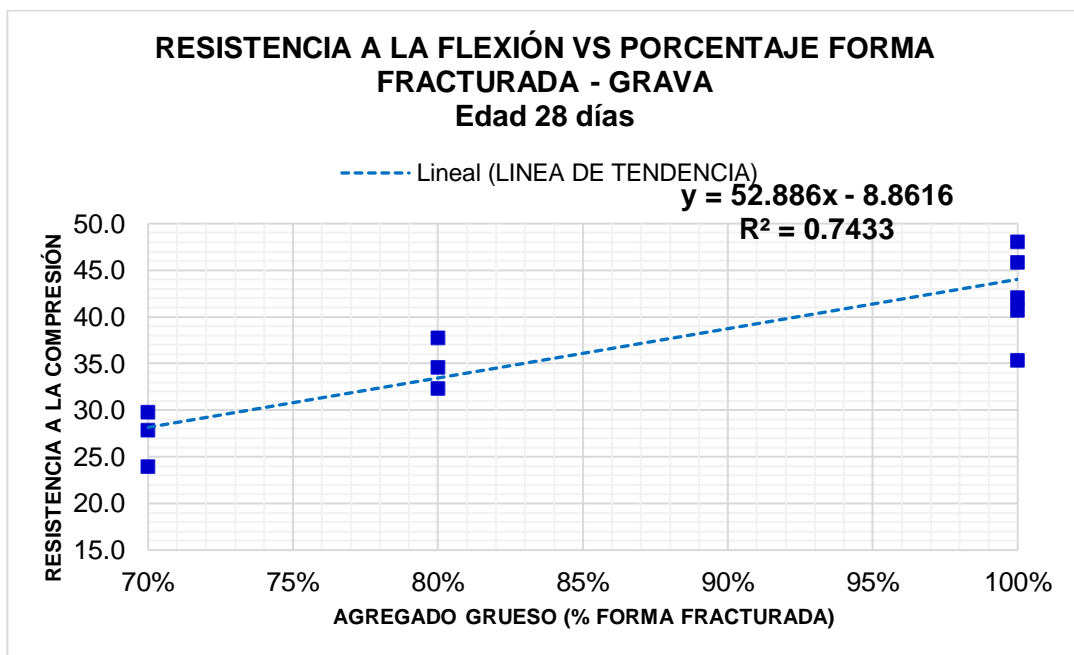
Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Resultado Promedio Resistencia a Compresión a los **28 días**

| RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|-------------------|-------------|-------------------|--------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| ELEMENTO | % Fracturado | LECTURA DIAL (KN) | ED. (días) | CONVERSIÓN EN kg. | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm2) | f'c (kg/cm2) | RESISTENCIA (%) |
| PATRON | 0% | 36.35 | 28 | 3,706.67 | 45 | 48.2 | 280 | 17.2% |
| FRACT. | 100% | 30.14 | 28 | 3,073.42 | 45 | 39.4 | 280 | 14.1% |
| FRACT. | 80% | 26.58 | 28 | 2,710.41 | 45 | 34.9 | 280 | 12.5% |
| FRACT. | 70% | 20.79 | 28 | 2,119.99 | 45 | 27.2 | 280 | 9.7% |

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 46: Resistencia a la Flexión vs Porcentaje F.R. Edad **28 días**



Fuente: Elaboración propia

Los hallazgos obtenidos a partir del ensayo la adición como elemento patrón agregado grueso al 100% de partículas fracturadas obteniendo una Resistencia de **48.20 kg/cm2**; primer indicador el 90% partículas fracturadas y el 10% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de **39.40 kg/cm2**, segundo indicador el 80% partículas fracturadas y el 20% de grava partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de **34.90 kg/cm2** y tercer indicador el 70% partículas fracturada y el 30 % de grava

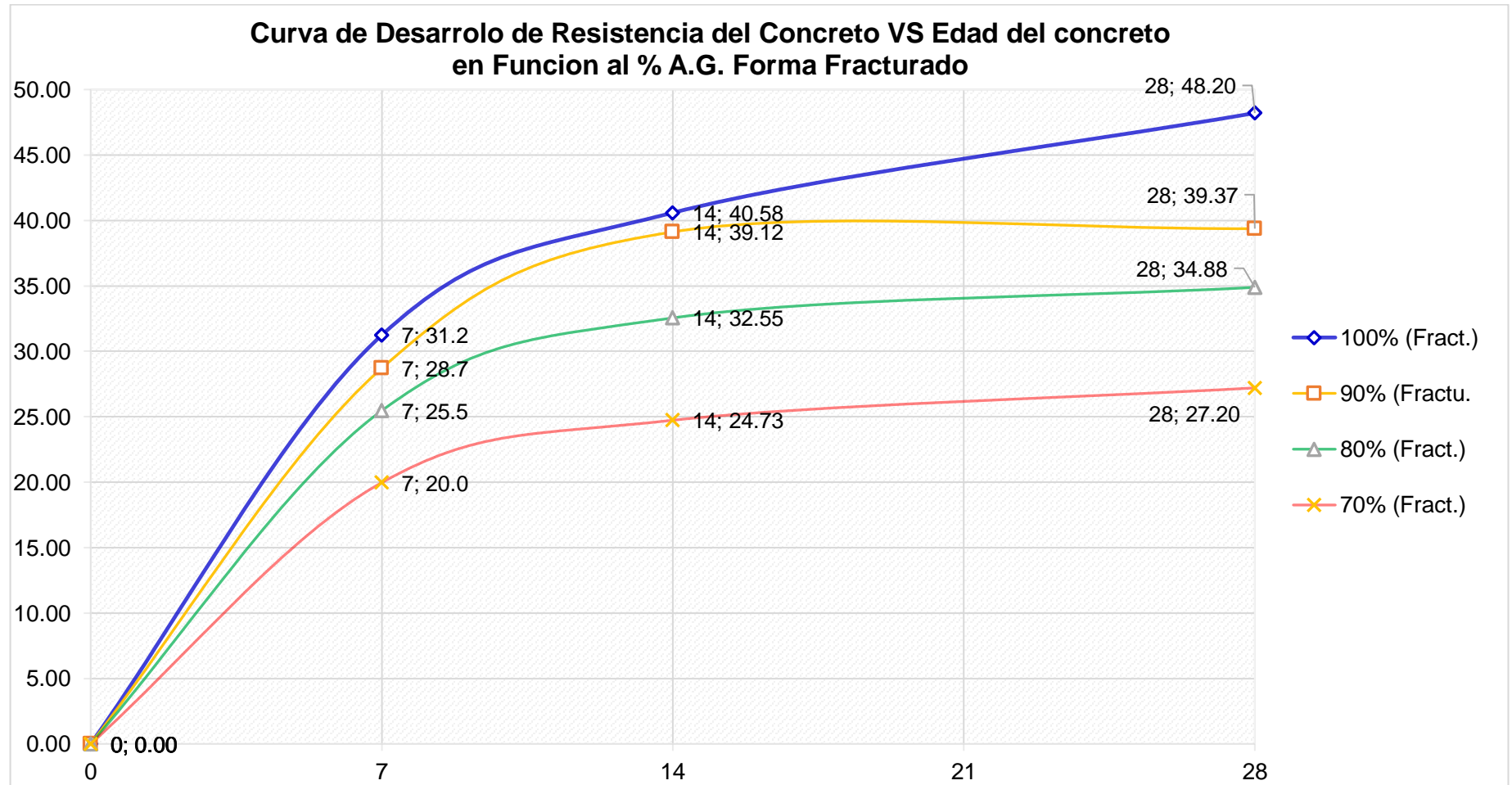
partículas redondeados(grava) obteniendo Resistencia de **27.20 kg/cm²**. Con dichos resultados se realiza una tabla de comparación y comprensión de la dirección en la que apuntan estos hallazgos, que al reducir el porcentaje de partículas fracturadas y sustituirla por partículas de forma redondeados la tendencia es descendente, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 41: Resumen de ensayo a flexión

| Resumen de Ensayo de Resistencia a la Flexión de concreto | | | | | | | | |
|--|-------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| Agregado Grueso: | 100% | FRACT. | 90% | FRACT. | 80% | FRACT. | 70% | FRACT. |
| | 0% | Forma redond. | 10% | Forma redond. | 20% | Forma redond. | 30% | Forma redond. |
| Edad días | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 |
| Edad días | 7 | 31.2 | | 28.7 | | 25.5 | | 20.0 |
| Edad días | 14 | 40.58 | | 39.12 | | 32.55 | | 24.73 |
| Edad días | 28 | 48.20 | | 39.37 | | 34.88 | | 27.20 |

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 47: Diagrama de Compartición de Resistencia % de Partículas Fracturadas



Fuente: elaboración propia

Del análisis de los resultados relacionados con la resistencia a la flexión, se llevó a cabo un diseño de mezcla estándar utilizando un agregado compuesto al 100% por partículas fracturadas. Este diseño arrojó una resistencia óptima, explicada por la propensión de las partículas con formas fracturadas a concatenarse entre sí, promoviendo así una excelente adherencia y entramamiento. Sin embargo, de acuerdo con los indicadores, al reemplazar esta proporción de partículas fracturadas por partículas de forma redondeada, se observa una reducción significativa en la resistencia del concreto. Este impacto adverso en la resistencia del concreto al sustituir las partículas fracturadas con las de forma redondeada se atribuye a la restricción en la cantidad de puntos de contacto efectivos entre las partículas redondeadas de características lisas. Esta limitación resulta en una disminución significativa de la adherencia y dificulta la formación de una conexión mecánica sólida, provocando una reducción progresiva en la resistencia del concreto a medida que aumenta la proporción de estas partículas de forma redondeado en la mezcla.

Análisis de normalidad

Resistencia a la Flexión, el p-value = 0.962, lo que indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad, lo que sugiere que los datos de resistencia a la flexión no difieren significativamente de una distribución normal.

Prueba de hipótesis

La prueba de ANOVA para evaluar si hay diferencias significativas en la media de la variable Resistencia Flexión entre los niveles de porcentajes de agregado grueso y Edad días, así como su interacción.

Planteamiento de Hipótesis:

Hipótesis Nula (H0): No hay diferencias significativas en la media de resistencia Flexión entre los niveles de porcentaje de agregado Grueso de forma fracturada

Hipótesis Alternativa (H1): Existen diferencias significativas en la media de resistencia Flexión entre al menos dos niveles de agregado Grueso.

Interpretación de los resultados:

1. agregado Grueso: El valor p (0.02187) es menor que 0.05. Rechazamos la hipótesis nula. Hay evidencia significativa para afirmar que existen diferencias en la media de resistencia Flexión entre al menos dos niveles de agregado Grueso.
2. Edad días: El valor p (0.01563) es menor que 0.05. Rechazamos la hipótesis nula. Hay evidencia significativa para afirmar que existen diferencias en la media de resistencia Flexión entre al menos dos niveles de edad días.
3. agregado Grueso: edad días (Interacción): El valor p (0.61087) es mayor que 0.05. No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. No encontramos diferencias significativas en la media de resistencia Flexión debido a la interacción entre agregado Grueso y edad días.

Diseño de Pavimento

Para el diseño del espesor de una losa de pavimento se sigue un enfoque basado en la ingeniería estructural y las características del terreno, los siguiente

Análisis de tráfico y carga: Se evalúa el tipo y volumen de tráfico que la losa de pavimento va a soportar, así como las cargas asociadas (como vehículos pesados, por ejemplo).

Determinación de subrasante: Se realiza un estudio del suelo donde se construirá el pavimento para evaluar su capacidad de soporte y comportamiento ante las cargas del tráfico.

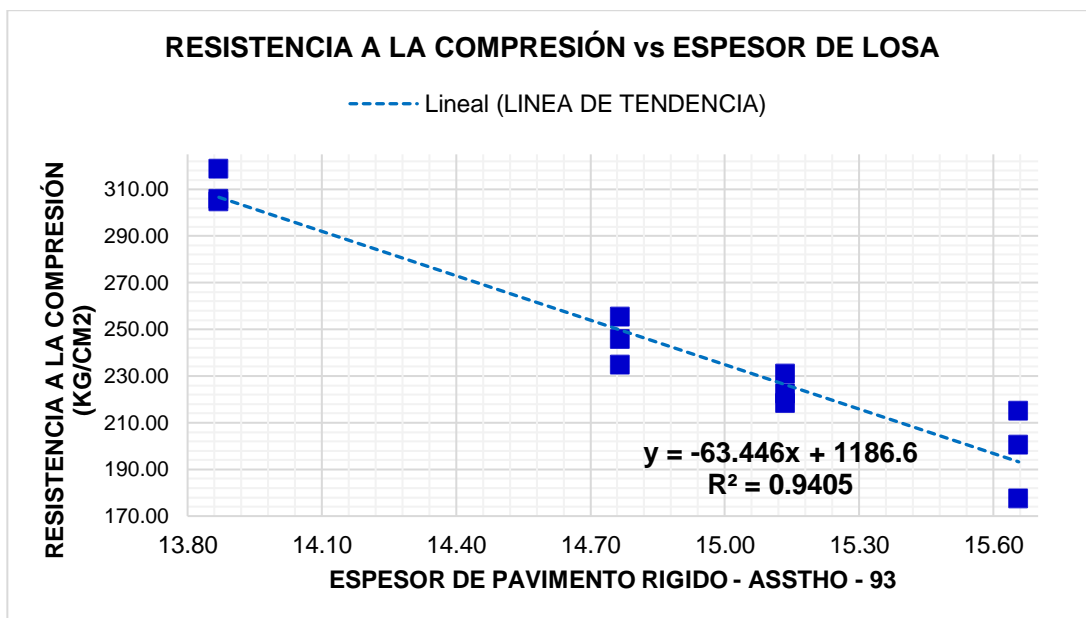
Selección de materiales: Se eligen los materiales de base y sub-base adecuados según las condiciones del suelo y el tráfico previsto.

Cálculo del espesor de la losa: Utilizando métodos de diseño estructural como el método AASHTO, se determina el espesor requerido para la losa de pavimento. Esto implica considerar la resistencia del concreto, la capacidad de carga del suelo, la distribución de las cargas y otros factores como el clima y la durabilidad esperada.

Verificación y ajuste: Se verifica que el espesor calculado cumpla con los requisitos de resistencia y durabilidad, y se realizan ajustes si es necesario para optimizar el diseño y garantizar la seguridad y funcionalidad del pavimento.

Documentación y especificaciones: Se documenta el diseño del espesor de la losa en planos y especificaciones técnicas que servirán de guía durante la construcción.

Figura N° 48: Espesor de Losa Rígida



Fuente: elaboración propia

Los resultados revelaron que, con un 100% de partículas fracturadas, el espesor fue de 13.87 cm, mientras que con un 90% de partículas fracturadas, el espesor aumentó a 14.77 cm. Asimismo, con un 80% de partículas fracturadas, el espesor alcanzó los 15.14 cm, y con un 70% de partículas fracturadas, el espesor fue de 15.66 cm.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1:

Según (Guillen Flores & Llerena Tinoco, 2020) en su investigación demostró que la grava redondeada tiene una ventaja de peso sobre la piedra triturada debido a su forma. Los agregados triturados con formas cúbicas y los agregados redondeados con formas esféricas ofrecen una mejor trabajabilidad y, hasta cierto punto, una mayor durabilidad en comparación con los agregados con formas aplanadas o alargadas. Las formas examinadas en este estudio fueron tanto redondeadas como angulares. Los hallazgos indican que, para mejorar el diseño de la mezcla, es más ventajoso utilizar un agregado grueso angular debido a su superior adherencia al concreto. Los tamaños examinados en este estudio fueron $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1" y 1 $\frac{1}{2}$ ". Estos tamaños exhibieron asentamientos variables, lo que indica que, para un agregado grueso redondeado, la consistencia sería fluida o húmeda con un alto nivel de trabajabilidad, la presente investigación busca responder como la forma del agregado grueso con una cara fracturada influye en la trabajabilidad, El estudio comparó diferentes mezclas de concreto, variando el porcentaje de partículas trituradas y grava como agregado grueso. Conforme aumentó el nivel de grava en relación con las partículas trituradas (90%, 80%, 70%), se observó una disminución en la consistencia del concreto, indicando una tendencia a una mayor fluidez con un aumento de grava en la mezcla.

Discusión 2:

De acuerdo a (Cruz Torres & Norabuena Diaz, 2020) en su investigación tuvo como principal resultado que, El estudio evaluó el impacto de diferentes formas de partículas en la resistencia del concreto. Las partículas planas redujeron la resistencia promedio a 7, 17 y 28 días, mientras que las tetraédricas mejoraron la resistencia en un 28.9% a 7, 14 y 28 días. Las partículas pentaédricas mostraron el mayor incremento en resistencia, un 40.81% respecto al f'c. Por otro lado, las partículas hexaédricas también aumentaron la resistencia significativamente. En general, las partículas con más caras aumentaron la resistencia a la compresión y redujeron los costos de producción; tomando en cuenta el antecedente según (Cruz Torres &

Norabuena Diaz, 2020), la presente investigación busca responder como la forma del agregado grueso con una cara fracturada influye en la resistencia a la compresión, el estudio comparó la resistencia a la compresión del concreto con diferentes proporciones de partículas trituradas y grava como agregado grueso. Al utilizar 100% de partículas trituradas, se obtuvo una resistencia de 244.40 kg/cm². Luego, al aumentar el porcentaje de grava (10%, 20%, 30%) en relación con las partículas trituradas, se observó una tendencia descendente en la resistencia, con valores de 206.67 kg/cm², 172.09 kg/cm² y 143.97 kg/cm² respectivamente. Esto indica que a medida que se incrementa la proporción de grava, la resistencia disminuye.

Discusión 3:

Según (MOLLO ESCALANTE & ROSAS LIPA, 2019) en su investigación como principal resultado se tomó los patrones de resistencia de cada tipo a los 28 días de curado, en relación con el concreto con piedra cribada como referencia al 100%, indican que el concreto con piedra triturada alcanza la mayor resistencia a la tracción en flexión, con una medida de 26.95 kg/cm². Este valor es un 0.8% mayor que el del concreto con piedra cribada. Mientras tanto, la resistencia a la compresión del concreto con piedra redondeada es de 26.70 kg/cm², lo que es un 0.1% menor que la del concreto con piedra cribada. La presente investigación busca responder como la forma del agregado grueso con una cara fracturada influye en la resistencia a la flexión, el estudio evaluó la resistencia del concreto a la flexión utilizando diferentes proporciones de partículas trituradas y grava como agregado grueso. Al usar 100% de partículas trituradas, se logró una resistencia de 29.6 kg/cm². Sin embargo, al aumentar el porcentaje de grava en relación con las partículas trituradas (10%, 20%, 30%), se observó una tendencia descendente en la resistencia, con valores de 28.3 kg/cm², 24.0 kg/cm² y 18.4 kg/cm², respectivamente. Esto sugiere que a medida que se incrementa el porcentaje de grava o partículas redondeadas, la resistencia disminuye.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación nos permitió llegar a las siguientes conclusiones:

Se concluye en este estudio de naturaleza cuantitativa sobre la influencia de la forma del agregado grueso en las propiedades del concreto, que la variación en la forma de las partículas tiene un impacto significativo. La metodología empleada para alcanzar los objetivos incluyó la producción de 1.00 m³ de concreto, con una muestra representativa de 0.50 m³, utilizando herramientas especializadas como formatos, fichas de campo y certificados de laboratorio, y siguiendo las Normas Técnicas Peruanas y métodos de diseño de mezcla. El agregado grueso se obtuvo de las plantas trituradoras (secundarias) de la cantera Sorapa y canto rodado, y se aplicó un diseño de mezcla patrón con una resistencia de 280 kg/cm² según ACI, con la siguiente proporción: Cemento: 1 pie³, Agregado Grueso: 2.3 pie³, Agregado Fino: 2 pie³. En cuanto a la trabajabilidad, el estudio se centró en evaluar el impacto de reducir el porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso, sustituyéndolas por partículas redondeadas (grava). Esto resultó en un aumento medible en el Slump del concreto, indicando una mejora en la trabajabilidad con incrementos de 4.77 pulgadas, 4.97 pulgadas y 6.27 pulgadas respectivamente. Estos hallazgos sugieren una correlación directa entre el aumento del porcentaje de partículas redondeadas (grava) y la mejora en la trabajabilidad del concreto, lo cual es relevante para tomar decisiones informadas en la producción de concreto con características específicas.

Se concluye que los resultados de esta investigación muestran un impacto significativo en la resistencia a la compresión simple del concreto al reducir la proporción del agregado grueso fracturado en 90%, 80% y 70%, y estas sustituidos por partículas redondeadas (grava) de 3/4". Los resultados indican una disminución en la resistencia a la compresión simple a los 28 días de ensayo, registrando valores de 255.37 kg/cm², 214.68 kg/cm² y 177.37 kg/cm². La configuración inicial, con partículas fracturadas al 100% en la mezcla de concreto, demostró una resistencia óptima debido a su capacidad para unirse y trabarse, mejorando la adherencia. Sin embargo, al

sustituir estas partículas por partículas redondeadas, se observó una reducción significativa en la resistencia del concreto. Esta disminución se atribuye a la limitación en los puntos de contacto efectivos entre las partículas redondeadas, lo que disminuyó la adherencia y dificultó la formación de una conexión mecánica sólida, resultando en una disminución de la resistencia a medida que aumentaba la proporción de partículas redondeadas en la mezcla.

Se concluye que, la evaluación de la resistencia a la flexión del concreto al incorporar distintos porcentajes de partículas redondeadas (grava) de 3/4", al reducir la proporción del agregado grueso fracturado en 90%, 80% y 70%, y estas sustituidos por partículas redondeadas (grava) de 3/4", ha revelado una disminución en dicha resistencia. Los resultados obtenidos indican que al sustituir con partículas con forma redondeada (grava) contribuye a una reducción en la resistencia a la compresión simple a los 28 días de ensayo, registrando valores de 255.37 kg/cm², 214.68 kg/cm² y 177.37 kg/cm², respectivamente. Este impacto adverso en la resistencia del concreto al sustituir las partículas fracturadas con las de forma redondeada se atribuye a la restricción en la cantidad de puntos de contacto efectivos entre las partículas redondeadas de características lisas. Esta limitación resulta en una disminución significativa de la adherencia y dificulta la formación de una conexión mecánica sólida, provocando una reducción progresiva en la resistencia del concreto a medida que aumenta la proporción de estas partículas de forma redondeado en la mezcla.

Con base en los resultados obtenidos, se procedió al diseño del pavimento rígido, específicamente para determinar el espesor de la losa. Los resultados revelaron que, con un 100% de partículas fracturadas, el espesor fue de 13.87 cm, mientras que con un 90% de partículas fracturadas, el espesor aumentó a 14.77 cm. Asimismo, con un 80% de partículas fracturadas, el espesor alcanzó los 15.14 cm, y con un 70% de partículas fracturadas, el espesor fue de 15.66 cm. Estas observaciones indican que a medida que se reducen las partículas fracturadas y se sustituyen por partículas redondeadas, el espesor de la losa tiende a aumentar. La interpretación técnica resulta que las partículas redondeadas tienen una mayor capacidad

para compactarse y ocupar un espacio en la mezcla, lo que resulta en una losa más gruesa. Esta información es importante para el diseño y la construcción de pavimentos, ya que permite ajustar la composición de la mezcla para lograr los espesores deseados en función de las características de las partículas utilizadas

Se concluye que, esta investigación se demostró de manera significativa la influencia de la forma del agregado grueso de la Cantera Sorapa en las propiedades del concreto en Juli, Puno, durante el año 2023. A través de un test de Shapiro-Wilk para realizar la prueba estadística de normalidad y también se empleó estadísticas paramétricas como la correlación de Pearson. Por lo que se validó la hipótesis general, subrayando la importancia de considerar este factor en la producción y selección de agregados para proyectos de construcción en la región de Puno. Las hipótesis específicas relacionadas con el Slump, la resistencia a la compresión simple y la resistencia a flexión del concreto también fueron respaldadas por los resultados, destacando la necesidad de decisiones informadas en la elección de agregados para garantizar la durabilidad y resistencia de las estructuras construidas. Estos hallazgos contribuyen al avance de la ingeniería de materiales y proporcionan directrices valiosas para la mejora de la calidad y seguridad en la industria de la construcción.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda llevar a cabo futuros estudios que profundicen en la relación entre la forma del agregado grueso y otras propiedades del concreto, como la durabilidad y la permeabilidad. Además, se sugiere explorar la influencia de diferentes tipos de agregados y sus combinaciones en diversas condiciones climáticas y geográficas. Incorporar un enfoque más detallado en la variabilidad de los procesos de producción de agregados y su impacto en las propiedades del concreto también sería beneficioso. Estas investigaciones adicionales contribuirían a comprensión completa de elementos influyendo en aquel comportamiento del concreto y proporcionarían información valiosa para mejorar las prácticas de producción y diseño en la industria de la construcción.

Recomendación 2: Se sugiere la realización de un estudio complementario que involucre la incorporación de aditivos a los diferentes porcentajes analizados de agregado grueso de forma redondeada. Esta investigación adicional permitiría explorar cómo la combinación de aditivos específicos con agregados redondeados incide en las particularidades del concreto. Tal enfoque podría arrojar luz sobre las posibles sinergias o efectos adversos entre los aditivos y forma del agregado grueso, brindando valiosa información para la formulación de mezclas de concreto que cumplan con requisitos específicos de rendimiento, durabilidad y economía en la construcción

Recomendación 3: Se recomienda llevar a cabo una evaluación de los parámetros de resistencia a compresión simple a edades más avanzadas, con el fin de estudiar la evolución de curva de resistencia a compresión en un período de tiempo más prolongado que el convencional. Esta investigación extensa podría proporcionar una comprensión más profunda de cómo la resistencia del concreto evoluciona con el tiempo, lo que es esencial para prever su comportamiento a largo plazo en estructuras y proyectos de construcción. Además, podría aportar datos relevantes desarrollando estrategias de mantenimiento y diseño de estructuras de mayor durabilidad y seguridad.

Recomendación 4: Respecto a los resultados, se sugiere que futuros estudios aborden una amplia gama de dosificaciones de partículas de forma redondeada (grava) en las mezclas de concreto. Esta expansión permitiría una comprensión más completa de cómo diferentes proporciones y tamaños de agregados redondeados influyen en particularidades del concreto, en particular su trabajabilidad. Este estudio adicional podría contribuir a la formulación de recomendaciones más precisas para diseñar mezclas de concreto cumpliendo requisitos específicos de resistencia característica y facilidad de manejo, así como explorar cómo estas variaciones en la dosificación impactan en otros atributos, como la durabilidad y la resistencia a cargas cíclicas. En última instancia, este enfoque enriquecería el conocimiento en la tecnología del concreto, proporcionando a la industria de la construcción información esencial para optimizar sus prácticas y mejorar la eficiencia en la utilización de agregados redondeados en la producción de concreto de alta calidad.

REFERENCIA

- Aceros Arequipa. (2022). Manual Del Maestro Constructor. El Concreto.
- Alvarez, M. L. (1997). El Plástico Y Sus Usos. En M. L. Alvarez, El Abc De Los Plásticos. Universidad Iberoamericana.
- ASOCEM. (2020). Informe Sobre El Abastecimiento De Agregados En Proyectos De Construcción En La Región Puno. Asociación De Productores De Cemento En El Perú. Recuperado De <https://www.ascem.pe/>.
- ASOCEM. (2019). Informe De La Asociación De Productores De Cemento En El Perú. Asocem. Retrieved From <https://www.asocem.org.pe/>.
- ASTM D5821-17. (2017). Standard Test Method For Determining The Percentage Of Fractured Particles In Coarse Aggregate.
- ASTM International. (2006). Astm D5821-Yy, Standard Test Method For Determining The Percentage Of Fractured Particles In Coarse Aggregate. West Conshohocken, Pa: Astm International.
- Bank World. (2020). The Economic Impact Of The Construction Industry. World Development Report. Retrieved From <https://www.worldbank.org/>.
- Cazal, A. A. (2018). Influencia De La Forma Y La Textura De Los Agregados Gruesos En Las Propiedades Del Hormigón. Laboratorio De Materiales De Construcción/Facultad De Ingeniería De La Universidad Nacional De Asuncion, 6.
- Chávez, A., & Mendoza, J. (2021). Análisis De Las Propiedades Mecánicas Del Pavimentorígido Incorporando Virutas De Aluminio Reciclado En Ate 2021. Universidad Cesar Vallejo. Lima: Ucv.
- Contrerar Delagado, W. A. (2014). Influencia De La Forma Y Textura Del Agregado Grueso De La Cantera Olano En La Consistencia Y Resistencia A La Compresión Del Concreto En El Distrito De Jaén - Cajamarca. Universidad Nacional De Cajamarca.
- Cruz Torres J.;& Norabuena Diaz R. A. (2020). Efectos De Las Formas De Los Agregados Angulares En La Resistencia Del Concreto F'c 210 Kg/Cm².
- Cuellar, D. A., & López, K. M. (2018). Caracterización Física De Agregados Petreos Para Concretos Caso: Vista Hermosa (Mosquera) Y Mina Cemex (Apulo). Programa De Ingeniería Civil, Facultad De Ingeniería, Universidad Católica De Colombia, 9.
- Dr.K.Pandurangan. (2018). Effect Of Coarse Aggregate Size And Shape On The Strength And Flow Characteristics Of Self-Compacting Concrete. Ici | July - September Journal, 7.
- Garcia, J. A. (2020). Influencia De Las Partículas Chatas Y Alargadas Del Agregado Grueso En La Trabajabilidad Y Resistenciaa La Compresión Y Flexión del Concreto F'c = 280 Kg/Cm². Universidad Nacional De Jaén.
- Guillen Flores, L., & Llerena Tinoco, I. (2020). Influencia De Forma, Tamaño Y Textura De Los Agregados Gruesos En Las Propiedades Mecánicas Del Concreto. Universidad Ricardo Palma - Facultad De Ingeniería, 139.
- Hernandez, C. G. (2019). Influencia De La Morfología De Los Agregados En La Resistencia Del Concreto. Universidad Veracruzana campus Coatzacoalcos.
- INACAL. NTP 339.034. (2017). Concreto. Método De Ensayo Para Determinar La Resistencia A La Compresión De Especímenes Cilíndricos De Concreto.
- INACAL. NTP 339.035. (2019). Concreto. Método De Ensayo Para Determinar La Resistencia A La Flexión Del Concreto.
- INACAL. NTP 339.185. (2018). Concreto. Trabajabilidad. Método De Ensayo.

- INACAL.NTP 400.037. (2019). Agregados. Métodos De Ensayo Para Determinar La Forma De Las Partículas En Los Agregados Gruesos.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2002). Design And Control Of Concrete Mixtures. Portland Cement Association.
- Landeo Centeno, K. G. (2019). Influencia De Las Propiedades De Los Agregados En La Calidad Del Concreto Premezclado Empleado En La Construcción De Obras Civiles En La Ciudad De Huancavelica. Unh.
- León, M. P. (2015). Caracterización Morfológica De Agregados Para Concreto Mediante El Análisis De Imágenes. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Colombia, 26.
- Lezama, P. E. (2020). "Influencia Del Tamaño Máximo Nominal Del Agregado Grueso En La Resistencia Y Costo Del Concreto, Teniendo En Cuenta 3 Métodos De Diseño De Mezclas.". Universidad Privada Del Norte, 80.
- Lopera, L. (2020). Más Allá De La Resistencia A La Compresión: Calidad Y Propiedades Del Concreto En Estado Endurecido. Obtenido De <https://Alion.Com.Co/Calidad-Y-Propiedades-Del-Concreto/>
- Machuca, J., Salas, A., & Huamán, R. (2018). Impacto De La Forma Del Agregado Grueso En Las Propiedades Del Concreto Utilizado En Carreteras: Estudio De Caso En La Región Puno. Revista De Ingeniería Civil, 25(1), 45-57.
- Medina Montalvo, A. L. (2021). Influencia De La Incorporación De Agregado Grueso De Concreto Reciclado, En Las Propiedades Mecánicas A Compresión Y Flexión Del Concreto $F'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$. Abancay.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. . (2014). Concrete: Microstructure, Properties, And Materials. Mcgraw-Hill Education.
- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2003). Concrete. Prentice Hall.
- Mollo Escalante, B. A., & Rosas Lipa, J. L. (2019). "Influencia Del Agregado Grueso Sobre Las Propiedades Del Concreto De Resistencia $F'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$ ". Universidad Nacional De San Agustin De Arequipa - Facultad De Ingeniería Civil.
- MTC. E.210. (2013). Ministerio De Transportes Y Comunicaciones . Determinación Del Porcentaje De Partículas Fracturadas En Agregados Gruesos.
- MTC. E.213. (2020). Agregados. Método De Ensayo Para Determinar La Resistencia A La Flexión De Agregados Gruesos.
- Neville, A. M. (2011). Properties Of Concrete. Pearson Education.
- NTP. (2015). Resistencia A La Compresión (Ntp 339.034).
- Piotrowska, E. (2014). Experimental Investigation Of The Effect Of Coarse Aggregate Shape And Composition On Concrete Triaxial Behavior. Mechanics Of Materials, 79, 45-57.
- Rosas Lipa, J. L., & Mollo Escalante, B. A. (2019). Influencia Del Agregado Grueso Sobre Las Propiedades Del Concreto De Resistencia $F'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$. Unsa.
- Sánchez, H. (2014). Efecto Del Aditivo Superplastificante Sika Viscocrete En La Resistencia Mecánica Del Concreto Autocompactante. Universidad De Cajamarca.
- Sánchez, M., Fernández, M., & Diaz, J. (2021). Técnicas E Instrumentos De Recolección De Información: Análisis Y Procesamiento Realizado Por El Investigador Cualitativo. Quito - Ecuador.
- Smith, J., & Collins, R. (2009). Aggregate Shape Effects On The Mechanical Properties Of Concrete. Journal Of Materials In Civil Engineering.

Wu, J. (2019). Study On The Influence Of The Shape And Size Of Coarse Aggregate On The Strength Of Concrete. Department Of Architecture And Engineering, Qinhuangdao College, Northeast, 6.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

| Título: Análisis de la influencia de la forma del agregado grueso en las propiedades del concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 | | | | | |
|--|---|---|---|--------------------------------------|-------------|
| AUTOR: WILBER CARI CALSIN | | | | | |
| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSION | INDICADOR | |
| VARIABLE 1 FORMA DEL AGREGADO GRUESO | La forma del agregado grueso del concreto se refiere a la geometría o configuración física de las partículas de mayor tamaño que se utilizan como componente en la mezcla de concreto. El agregado grueso está compuesto principalmente por grava y/o piedra triturada. | Tamaño máximo nominal Distribución de tamaño Gradación | CARAS FRACTURADAS | 90% | Laboratorio |
| | | | | 80% | |
| | | | | 70% | |
| VARIABLE 2 PROPIEDADES DEL CONCRETO | La trabajabilidad del concreto se refiere a su facilidad de manipulación durante la construcción, mientras que la resistencia a la compresión y a la flexión indican su capacidad para soportar cargas sin deformarse o romperse. | Las muestras de briquetas de concreto utilizadas para ensayos de resistencia suelen tener forma cilíndrica con dimensiones estándar de aproximadamente 15 centímetros de altura y 15 centímetros de diámetro, y son utilizadas para evaluar la resistencia a compresión del concreto. | PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO | TRABAJABILIDAD | Laboratorio |
| | | | | RESISTENCIA A LA COMRESION SIMPLE | |
| | | | | RESISTENCIA A LA FLEXION | Laboratorio |

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia

| Título: Análisis de la influencia de la forma del agregado grueso en las propiedades del concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 | | | | | | |
|---|--|---|---------------------------|--|-----------------------------------|---------------------|
| AUTOR: WILBER CARI CALSIN | | | | | | |
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS |
| Problema General: | Objetivo general: | Hipótesis general: | Independiente | | | |
| La cantera Sorapa ubicada en el Distrito de Juli, Región Puno, es una de las canteras proveedoras de materiales de agregados de la Región Sur de Puno, produciendo agregados de la de diversas características y formas lo cuales no cuentan con un adecuado control de producción por lo que estas influyen directamente en la propiedad del concreto. | Analizar la Influencia de la forma del Agregado Grueso en la Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 | La forma del agregado grueso de la cantera Sorapa influiría en las propiedades concreto, Juli, Puno, 2023 | FORMA DEL AGREGADO GRUESO | CARAS FRACTURADAS | 90% | Laboratorio |
| ¿Como influye la forma del agregado grueso de la cantera Sorapa, en las propiedades del concreto, Juli, Puno, 2023? | | | | | 80% | |
| | | | | | 70% | |
| Problemas Específicos: | Objetivos específicos: | Hipótesis específicas: | Dependiente | | | |
| El control de calidad del concreto, durante los ensayos de la rotura de briqueta se puede apreciar dentro de sus partículas diferentes formas del agregado grueso, siendo esta las que afectan a la variabilidad de la resistencia entre las probetas. | Evaluar la influencia de la forma de agregado grueso de cara fracturada en la Trabajabilidad del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 | Un porcentaje bajo de agregado grueso de cara fracturada elevaría el Slump del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 | | | TRABAJABILIDAD | Laboratorio |
| ¿De qué manera la forma del agregado grueso influye en la Trabajabilidad del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023? | | | | | | |
| El control de calidad del concreto, durante los ensayos de la rotura de briqueta se puede apreciar dentro de sus partículas diferentes formas del agregado grueso, siendo esta las que afectan a la variabilidad de la resistencia entre las probetas. | Determinar la influencia de la forma de agregado grueso de cara fracturada en la resistencia del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 | Una reducida proporción de agregado grueso de cara fracturada disminuiría la resistencia del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 | PROPIEDADES DEL CONCRETO | PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO | RESISTENCIA A LA COMRESION SIMPLE | Laboratorio |
| ¿De qué manera la forma del agregado grueso influye en la resistencia a la compresión simple de concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023? | | | | | | |
| El control de calidad del concreto, durante los ensayos de la rotura de briqueta se puede apreciar dentro de sus partículas diferentes formas del agregado grueso, siendo esta las que afectan a la variabilidad de la resistencia entre las probetas. | Verificar la influencia de la forma de agregado grueso de cara fracturada en la resistencia a Flexión del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 | Una cantidad mínima de agregado grueso de cara fracturada disminuiría la resistencia a Flexión del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023 | | | RESISTENCIA A LA FLEXION | Laboratorio |
| ¿De qué manera la forma del agregado grueso influye en la Resistencia a Flexión del concreto, cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023? | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO

ASTM C39, AASHTO T22

Proyecto de Tesis. **Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023**

TESISTA : WILBER CARI CALSIN
RESPONSABLE LAB.: LUISA ARCOS TICONA

Material: Testigos de concreto Cilindrico
Numero de testigos a 7 días **12**

| ELEMENTO | % Fracturado | FECHA DE MOLDEO | EDAD (días) | FECHA DE ROTURA | LECTURA DIAL (KN) | CONVERSIÓN EN kg. | ÁREA (cm2) | RESISTNCIA (kg/cm2) | f'c (kg/cm2) | RESISTENCIA (%) |
|---------------------|--------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------|---------------------|--------------|-----------------|
| M01 - FRACT. PATRON | 100% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 431.20 | 43,970.15 | 172.10 | 255.49 | 280 | 91.25% |
| M02 - FRACT. PATRON | 100% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 398.63 | 40,648.94 | 173.10 | 234.83 | 280 | 83.87% |
| M03 - FRACT. PATRON | 100% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 415.88 | 42,407.95 | 176.45 | 240.34 | 280 | 85.84% |
| M01 - FRACT. | 90% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 376.25 | 38,366.81 | 172.15 | 222.87 | 280 | 79.60% |
| M02 - FRACT. | 90% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 345.10 | 35,190.40 | 174.90 | 201.20 | 280 | 71.86% |
| M03 - FRACT. | 90% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 325.65 | 33,207.05 | 175.02 | 189.73 | 280 | 67.76% |
| M01 - FRACT. | 80% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 281.96 | 28,751.91 | 173.21 | 165.99 | 280 | 59.28% |
| M02 - FRACT. | 80% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 308.22 | 31,429.69 | 174.80 | 179.80 | 280 | 64.22% |
| M03 - FRACT. | 80% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 256.85 | 26,191.41 | 172.15 | 152.14 | 280 | 54.34% |
| M01 - FRACT. | 70% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 268.45 | 27,374.28 | 175.40 | 156.07 | 280 | 55.74% |
| M02 - FRACT. | 70% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 247.64 | 25,252.25 | 175.25 | 144.09 | 280 | 51.46% |
| M03 - FRACT. | 70% | 02/09/2023 | 7 | 09/09/2023 | 202.84 | 20,683.92 | 176.23 | 117.37 | 280 | 41.92% |


RESISTENCIA PROMEDIO

| ELEMENTO | % Fracturado | LECTURA DIAL (KN) | EDAD (días) | CONVERSIÓN EN kg. | ÁREA (cm2) | RESISTNCIA (kg/cm2) | f'c (kg/cm2) | RESISTENCIA (%) |
|----------|--------------|-------------------|-------------|-------------------|------------|---------------------|--------------|-----------------|
| PATRON | 100% | 415.24 | 7 | 42,342.35 | 173.88 | 243.55 | 280 | 87.0% |
| FRACT. | 90% | 349.00 | 7 | 35,588.09 | 174.02 | 204.60 | 280 | 73.1% |
| FRACT. | 80% | 282.34 | 7 | 28,791.00 | 173.39 | 165.98 | 280 | 59.3% |
| FRACT. | 70% | 239.64 | 7 | 24,436.81 | 175.63 | 139.18 | 280 | 49.7% |

Nota: Prensa de concreto digital con Certificación Vigente
Muestras proporcionadas por el solicitante
Pruebas realizadas en presencia de Supervision y Residente

Letenda:
M# - FRACT. Muestra - Agregado Grueso (...% Fracturado)
M# - FRACT. PATRON Muestra - Agregado Grueso (100% Fracturado - Patron)

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticóna
INGENIERO GEOLOGO
CIP: 115895



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO

ASTM C39, AASHTO T22

Proyecto de Tesis. **Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023**

TESISTA : WILBER CARI CALSIN
RESPONSABLE LAB.: LUISA ARCOS TICONA

Material: Testigos de concreto Cilindrico
Numero de testigos a 14 días **12**

| ELEMENTO | % Fracturado | FECHA DE MOLDEO | EDAD (días) | FECHA DE ROTURA | LECTURA DIAL (KN) | CONVERSIÓN EN kg. | ÁREA (cm2) | RESISTENCIA (kg/cm2) | f'c (kg/cm2) | RESISTENCIA (%) |
|---------------------|--------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------|----------------------|--------------|-----------------|
| M04 - FRACT. PATRON | 100% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 443.12 | 45,185.66 | 172.10 | 262.55 | 280 | 93.77% |
| M05 - FRACT. PATRON | 100% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 463.49 | 47,262.82 | 175.12 | 269.89 | 280 | 96.39% |
| M06 - FRACT. PATRON | 100% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 418.67 | 42,692.45 | 176.35 | 242.09 | 280 | 86.46% |
| M04 - FRACT. | 90% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 365.03 | 37,222.69 | 172.15 | 216.22 | 280 | 77.22% |
| M05 - FACT. | 90% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 381.09 | 38,860.36 | 175.10 | 221.93 | 280 | 79.26% |
| M06 - FRACT. | 90% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 324.60 | 33,099.98 | 175.02 | 189.12 | 280 | 67.54% |
| M04 - FRACT. | 80% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 340.46 | 34,717.25 | 173.21 | 200.43 | 280 | 71.58% |
| M05 - FRACT. | 80% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 338.98 | 34,566.33 | 174.62 | 197.95 | 280 | 70.70% |
| M06 - FRACT. | 80% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 316.50 | 32,274.01 | 172.15 | 187.48 | 280 | 66.96% |
| M04 - FRACT. | 70% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 232.85 | 23,744.09 | 175.42 | 135.36 | 280 | 48.34% |
| M05 - FRACT. | 70% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 272.40 | 27,777.06 | 175.23 | 158.52 | 280 | 56.61% |
| M06 - FRACT. | 70% | 02/09/2023 | 14 | 16/09/2023 | 266.15 | 27,139.74 | 176.19 | 154.04 | 280 | 55.01% |

RESISTENCIA PROMEDIO

| ELEMENTO | % Fracturado | LECTURA DIAL (KN) | EDAD (días) | CONVERSIÓN EN kg. | ÁREA (cm2) | RESISTENCIA (kg/cm2) | f'c (kg/cm2) | RESISTENCIA (%) |
|----------|--------------|-------------------|-------------|-------------------|------------|----------------------|--------------|-----------------|
| PATRON | 100% | 441.76 | 14 | 45,046.97 | 174.52 | 258.18 | 280 | 92.2% |
| FRACT. | 90% | 356.91 | 14 | 36,394.34 | 174.09 | 209.09 | 280 | 74.7% |
| FRACT. | 80% | 331.98 | 14 | 33,852.53 | 173.33 | 195.29 | 280 | 69.7% |
| FRACT. | 70% | 257.13 | 14 | 26,220.30 | 175.61 | 149.30 | 280 | 53.3% |

Nota: Prensa de concreto digital con Certificación Vigente
Muestras proporcionadas por el solicitante
Pruebas realizadas en presencia de Supervision y Residente

Letenda:
M# - FRACT. Muestra - Agregado Grueso (...% Fracturado)
M# - FRACT. PATRON Muestra - Agregado Grueso (100% Fracturado - Patron)

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEOLOGO
CIP: 115895



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO

ASTM C39, AASHTO T22

Proyecto de Tesis. **Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023**

TESISTA : WILBER CARI CALSIN Material: Testigos de concreto Cilindrico
RESPONSABLE LAB.: LUISA ARCOS TICONA Numero de testigos a 28 días **12**

| ELEMENTO | % Fracturado | FECHA DE MOLDEO | EDAD (días) | FECHA DE ROTURA | LECTURA DIAL (KN) | CONVERSIÓN EN kg. | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|---------------------|--------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------|
| M07 - FRACT. PATRON | 100% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 537.58 | 54,817.89 | 172.08 | 318.56 | 280 | 113.77% |
| M08 - FRACT. PATRON | 100% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 519.11 | 52,934.48 | 173.18 | 305.66 | 280 | 109.16% |
| M09 - FRACT. PATRON | 100% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 527.11 | 53,750.25 | 176.45 | 304.62 | 280 | 108.79% |
| M07 - FRACT. | 90% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 414.36 | 42,252.95 | 172.06 | 245.57 | 280 | 87.70% |
| M08 - FRACT. | 90% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 438.00 | 44,663.56 | 175.01 | 255.21 | 280 | 91.14% |
| M09 - FRACT. | 90% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 402.55 | 41,048.67 | 175.02 | 234.54 | 280 | 83.76% |
| M07 - FRACT. | 80% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 377.91 | 38,536.09 | 173.34 | 222.32 | 280 | 79.40% |
| M08 - FRACT. | 80% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 395.46 | 40,325.69 | 174.75 | 230.76 | 280 | 82.42% |
| M09 - FRACT. | 80% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 368.00 | 37,525.55 | 172.09 | 218.06 | 280 | 77.88% |
| M07 - FRACT. | 70% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 369.12 | 37,639.76 | 175.27 | 214.75 | 280 | 76.70% |
| M08 - FRACT. | 70% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 305.09 | 31,110.52 | 175.66 | 177.11 | 280 | 63.25% |
| M09 - FRACT. | 70% | 02/09/2023 | 28 | 30/09/2023 | 345.02 | 35,182.24 | 175.72 | 200.22 | 280 | 71.51% |

RESISTENCIA PROMEDIO

| ELEMENTO | % Fracturado | LECTURA DIAL (KN) | EDAD (días) | CONVERSIÓN EN kg. | ÁREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|----------|--------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------|
| PATRON | 100% | 527.93 | 28 | 53,834.21 | 173.90 | 309.61 | 280 | 110.6% |
| FRACT. | 90% | 418.30 | 28 | 42,655.06 | 174.03 | 245.10 | 280 | 87.5% |
| FRACT. | 80% | 380.46 | 28 | 38,795.78 | 173.39 | 223.71 | 280 | 79.9% |
| FRACT. | 70% | 339.74 | 28 | 34,644.17 | 175.55 | 197.36 | 280 | 70.5% |

Nota: Prensa de concreto digital con Certificación Vigente
Muestras proporcionadas por el solicitante
Pruebas realizadas en presencia de Supervision y Residente

Letenda:
M# - FRACT. Muestra - Agregado Grueso (...% Fracturado)
M# - FRACT. PATRON Muestra - Agregado Grueso (100% Fracturado - Patron)

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEOLOGO
CIP: 115895



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO

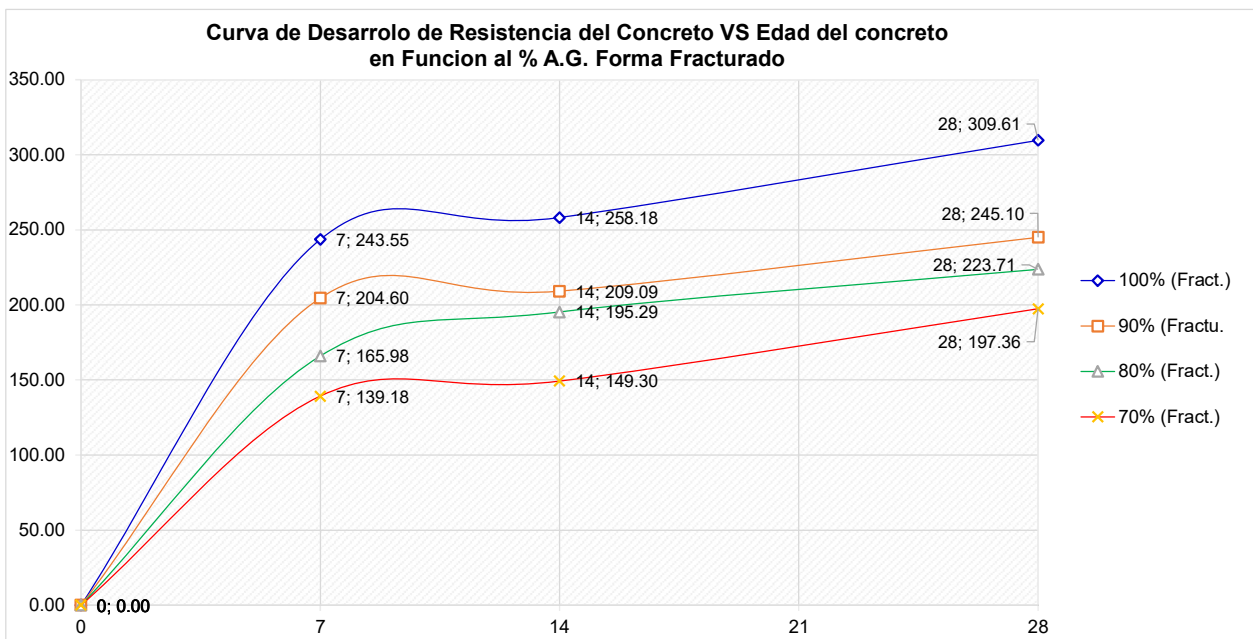
ASTM C39, AASHTO T22

Proyecto de Tesis. **Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023**

TESISTA : WILBER CARI CALSIN Material: Testigos de concreto Cilindrico
RESPONSABLE LAB.: LUISA ARCOS TICONA

Resumen de Ensayo de Resistencia a la compresión de concreto

| Agregado Grueso: | 100% FRACTURADO | | 90% FRACTURADO | | 80% FRACTURADO | | 70% FRACTURADO | |
|------------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
| | 0% | Forma redondeado | 10% | Forma redondeado | 20% | Forma redondeado | 30% | Forma redondeado |
| Edad días | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Edad días | 7 | 243.55 | 204.60 | 204.60 | 165.98 | 165.98 | 139.18 | 139.18 |
| Edad días | 14 | 258.18 | 209.09 | 209.09 | 195.29 | 195.29 | 149.30 | 149.30 |
| Edad días | 28 | 309.61 | 245.10 | 245.10 | 223.71 | 223.71 | 197.36 | 197.36 |



Nota: Prensa de concreto digital con Certificación Vigente
Muestras proporcionadas por el solicitante
Pruebas realizadas en presencia de Supervision y Residente

Letenda:
M# - FRACT. Muestra - Agregado Grueso (...% Fracturado)
M# - FRACT. PATRON Muestra - Agregado Grueso (100% Fracturado - Patron)

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.

Luisa Hilda Arcos Ticona
Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEOLOGO
CIP: 115895



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE CONCRETO

ASTM C78 - 08

Proyecto de Tesis.

Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023

TESISTA :

WILBER CARI CALSIN

Material: Testigos de concreto Prismatico

RESPONSABLE LAB.:

LUISA ARCOS TICONA

Numero de testigos a 7 dias

12

| ELEMENTO | % Fracturado | EDAD (días) | LECTURA DIAL (KN) | CONVERSIÓN EN kg. | Altura cm | Ancho cm | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA A (%) |
|----------------------|--------------|-------------|-------------------|-------------------|-----------|----------|--------------|--|---------------------------|-------------------|
| FM01 - FRACT. PATRON | 100% | 7 | 23.44 | 2,390.21 | 15.37 | 15.32 | 45.00 | 29.7 | 280 | 10.6% |
| FM02 - FRACT. PATRON | 100% | 7 | 24.35 | 2,483.01 | 15.37 | 15.32 | 45.00 | 30.9 | 280 | 11.0% |
| FM03 - FRACT. PATRON | 100% | 7 | 26.10 | 2,661.46 | 15.37 | 15.32 | 45.00 | 33.1 | 280 | 11.8% |
| FM01 - Fract. | 90% | 7 | 20.15 | 2,054.73 | 15.35 | 15.12 | 45.00 | 26.0 | 280 | 9.3% |
| FM02 - Fract. | 90% | 7 | 22.95 | 2,340.25 | 15.35 | 15.12 | 45.00 | 29.6 | 280 | 10.6% |
| FM03 - Fract. | 90% | 7 | 23.75 | 2,421.83 | 15.35 | 15.12 | 45.00 | 30.6 | 280 | 10.9% |
| FM01 - Fract. | 80% | 7 | 18.44 | 1,880.36 | 15.23 | 15.33 | 45.00 | 23.8 | 280 | 8.5% |
| FM02 - Fract. | 80% | 7 | 19.62 | 2,000.68 | 15.23 | 15.33 | 45.00 | 25.3 | 280 | 9.0% |
| FM03 - Fract. | 80% | 7 | 21.13 | 2,154.66 | 15.23 | 15.33 | 45.00 | 27.3 | 280 | 9.7% |
| FM01 - Fract. | 70% | 7 | 14.70 | 1,498.98 | 15.46 | 15.36 | 45.00 | 18.4 | 280 | 6.6% |
| FM02 - Fract. | 70% | 7 | 16.10 | 1,641.74 | 15.46 | 15.36 | 45.00 | 20.1 | 280 | 7.2% |
| FM03 - Fract. | 70% | 7 | 17.12 | 1,745.75 | 15.46 | 15.36 | 45.00 | 21.4 | 280 | 7.6% |

FECHA DE MOLDEO **02/09/2023**

FECHA DE ROTURA **09/09/2023**

RESISTENCIA PROMEDIO

| ELEMENTO | % Fracturado | LECTURA DIAL (KN) | EDAD (días) | CONVERSIÓN EN kg. | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|----------|--------------|-------------------|-------------|-------------------|--------------|--|---------------------------|-----------------|
| PATRON | 100% | 24.63 | 7 | 2,511.56 | 45 | 31.2 | 280 | 11.2% |
| FRACT. | 90% | 22.28 | 7 | 2,272.27 | 45 | 28.7 | 280 | 10.3% |
| FRACT. | 80% | 19.73 | 7 | 2,011.90 | 45 | 25.5 | 280 | 9.1% |
| FRACT. | 70% | 15.97 | 7 | 1,628.83 | 45 | 20.0 | 280 | 7.1% |

Nota:

Prensa de concreto digital con Certificación Vigente
Muestras proporcionadas por el solicitante
Pruebas realizadas en presencia de Supervision y Residente

Letenda:


FM# - FRACT.

Muestra - Agregado Grueso (...% Fracturado)

FM# - FRACT. PATRON

Muestra - Agregado Grueso (100% Fracturado - Patron)

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEOLOGO
CIP: 115895



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE CONCRETO

ASTM C78 - 08

Proyecto de Tesis.

Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023

TESISTA :

WILBER CARI CALSIN

Material: Testigos de concreto Prismatico

RESPONSABLE LAB.:

LUISA ARCOS TICONA

Numero de testigos a 14 dias

12

| ELEMENTO | % Fracturado | EDAD (días) | LECTURA DIAL (KN) | CONVERSIÓN EN kg. | Altura cm | Ancho cm | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA A (%) |
|----------------------|--------------|-------------|-------------------|-------------------|-----------|----------|--------------|--|---------------------------|-------------------|
| FM04 - FRACT. PATRON | 100% | 14 | 28.99 | 2,956.16 | 15.21 | 15.06 | 45.00 | 38.2 | 280 | 13.6% |
| FM05 - FRACT. PATRON | 100% | 14 | 30.85 | 3,145.82 | 15.17 | 15.00 | 45.00 | 41.0 | 280 | 14.6% |
| FM06 - FRACT. PATRON | 100% | 14 | 31.85 | 3,247.80 | 15.07 | 15.12 | 45.00 | 42.6 | 280 | 15.2% |
| FM04 - Fract. | 90% | 14 | 28.50 | 2,906.19 | 15.29 | 15.11 | 45.00 | 37.0 | 280 | 13.2% |
| FM05 - Fract. | 90% | 14 | 29.10 | 2,967.37 | 15.14 | 15.09 | 45.00 | 38.6 | 280 | 13.8% |
| FM06 - Fract. | 90% | 14 | 31.50 | 3,212.11 | 15.12 | 15.15 | 45.00 | 41.7 | 280 | 14.9% |
| FM04 - Fract. | 80% | 14 | 23.81 | 2,427.94 | 15.23 | 15.08 | 45.00 | 31.2 | 280 | 11.2% |
| FM05 - Fract. | 80% | 14 | 24.81 | 2,529.92 | 15.23 | 15.08 | 45.00 | 32.5 | 280 | 11.6% |
| FM06 - Fract. | 80% | 14 | 25.81 | 2,631.89 | 15.23 | 15.08 | 45.00 | 33.9 | 280 | 12.1% |
| FM04 - Fract. | 70% | 14 | 18.20 | 1,855.88 | 15.32 | 15.18 | 45.00 | 23.4 | 280 | 8.4% |
| FM05 - Fract. | 70% | 14 | 19.20 | 1,957.85 | 15.32 | 15.18 | 45.00 | 24.7 | 280 | 8.8% |
| FM06 - Fract. | 70% | 14 | 20.20 | 2,059.83 | 15.32 | 15.18 | 45.00 | 26.0 | 280 | 9.3% |

FECHA DE MOLDEO **02/09/2023**

FECHA DE ROTURA **09/09/2023**

RESISTENCIA PROMEDIO

| ELEMENTO | % Fracturado | LECTURA DIAL (KN) | EDAD (días) | CONVERSIÓN EN kg. | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|----------|--------------|-------------------|-------------|-------------------|--------------|--|---------------------------|-----------------|
| PATRON | 0% | 30.56 | 14 | 3,116.59 | 45 | 40.6 | 280 | 14.5% |
| FRACT. | 90% | 29.70 | 14 | 3,028.56 | 45 | 39.1 | 280 | 14.0% |
| FRACT. | 80% | 24.81 | 14 | 2,529.92 | 45 | 32.5 | 280 | 11.6% |
| FRACT. | 70% | 19.20 | 14 | 1,957.85 | 45 | 24.7 | 280 | 8.8% |

Nota:

Prensa de concreto digital con Certificación Vigente
Muestras proporcionadas por el solicitante
Pruebas realizadas en presencia de Supervision y Residente

Letenda:

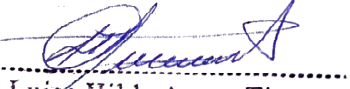
FM# - FRACT.

Muestra - Agregado Grueso (...% Fracturado)

FM# - FRACT. PATRON

Muestra - Agregado Grueso (100% Fracturado - Patron)

ASESORES TÉCNICOS J&L E.I.R.L.


Luisa Hilda Arcos Ticona
INGENIERO GEOLOGO
CIP: 116895



ASTM C78 - 08

Proyecto de Tesis.

Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023

TESISTA :

WILBER CARI CALSIN

Material: Testigos de concreto Prismático

RESPONSABLE LAB.:

LUISA ARCOS TICONA

Numero de testigos a 28 días

12

| ELEMENTO | % Fracturado | EDAD (días) | LECTURA DIAL (KN) | CONVERSIÓN EN kg. | Altura cm | Ancho cm | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA A (%) |
|----------------------|--------------|-------------|-------------------|-------------------|-----------|----------|--------------|--|---------------------------|-------------------|
| FM07 - FRACT. PATRON | 100% | 28 | 34.85 | 3,553.71 | 15.17 | 15.15 | 45.00 | 45.9 | 280 | 16.4% |
| FM08 - FRACT. PATRON | 100% | 28 | 36.20 | 3,691.37 | 15.12 | 15.12 | 45.00 | 48.1 | 280 | 17.2% |
| FM09 - FRACT. PATRON | 100% | 28 | 38.00 | 3,874.92 | 15.08 | 15.13 | 45.00 | 50.7 | 280 | 18.1% |
| FM07 - Fract. | 100% | 28 | 27.10 | 2,763.43 | 15.25 | 15.12 | 45.00 | 35.4 | 280 | 12.6% |
| FM08 - Fract. | 100% | 28 | 31.22 | 3,183.55 | 15.25 | 15.15 | 45.00 | 40.7 | 280 | 14.5% |
| FM09 - Fract. | 100% | 28 | 32.10 | 3,273.29 | 15.21 | 15.13 | 45.00 | 42.1 | 280 | 15.0% |
| FM07 - Fract. | 80% | 28 | 26.45 | 2,697.15 | 15.23 | 15.13 | 45.00 | 34.6 | 280 | 12.4% |
| FM08 - Fract. | 80% | 28 | 28.65 | 2,921.49 | 15.20 | 15.07 | 45.00 | 37.8 | 280 | 13.5% |
| FM09 - Fract. | 80% | 28 | 24.64 | 2,512.58 | 15.22 | 15.11 | 45.00 | 32.3 | 280 | 11.5% |
| FM07 - Fract. | 70% | 28 | 18.40 | 1,876.28 | 15.25 | 15.16 | 45.00 | 23.9 | 280 | 8.6% |
| FM08 - Fract. | 70% | 28 | 21.22 | 2,163.84 | 15.18 | 15.15 | 45.00 | 27.9 | 280 | 10.0% |
| FM09 - Fract. | 70% | 28 | 22.75 | 2,319.85 | 15.22 | 15.14 | 45.00 | 29.8 | 280 | 10.6% |

FECHA DE MOLDEO

02/09/2023

FECHA DE ROTURA

09/09/2023

RESISTENCIA FLEXIÓN PROMEDIO

| ELEMENTO | % Fracturado | LECTURA DIAL (KN) | EDAD (días) | CONVERSIÓN EN kg. | Luz Libre cm | MODULO DE ROTURA (kg/cm ²) | f'c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|----------|--------------|-------------------|-------------|-------------------|--------------|--|---------------------------|-----------------|
| PATRON | 0% | 36.35 | 28 | 3,706.67 | 45 | 48.2 | 280 | 17.2% |
| FRACT. | 100% | 30.14 | 28 | 3,073.42 | 45 | 39.4 | 280 | 14.1% |
| FRACT. | 80% | 26.58 | 28 | 2,710.41 | 45 | 34.9 | 280 | 12.5% |
| FRACT. | 70% | 20.79 | 28 | 2,119.99 | 45 | 27.2 | 280 | 9.7% |

Nota:

Prensa de concreto digital con Certificación Vigente
Muestras proporcionadas por el solicitante
Pruebas realizadas en presencia de Supervisión y Residente

Letenda:

FM# - FRACT.

Muestra - Agregado Grueso (...% Fracturado)

FM# - FRACT. PATRON

Muestra - Agregado Grueso (100% Fracturado - Patron)



ASTM C78 - 08

Proyecto de Tesis.

Análisis de la Influencia de la Forma del Agregado Grueso en las Propiedades del Concreto, Cantera Sorapa, Juli, Puno, 2023

TESISTA :

WILBER CARI CALSIN

Material: Testigos de concreto Prismatico

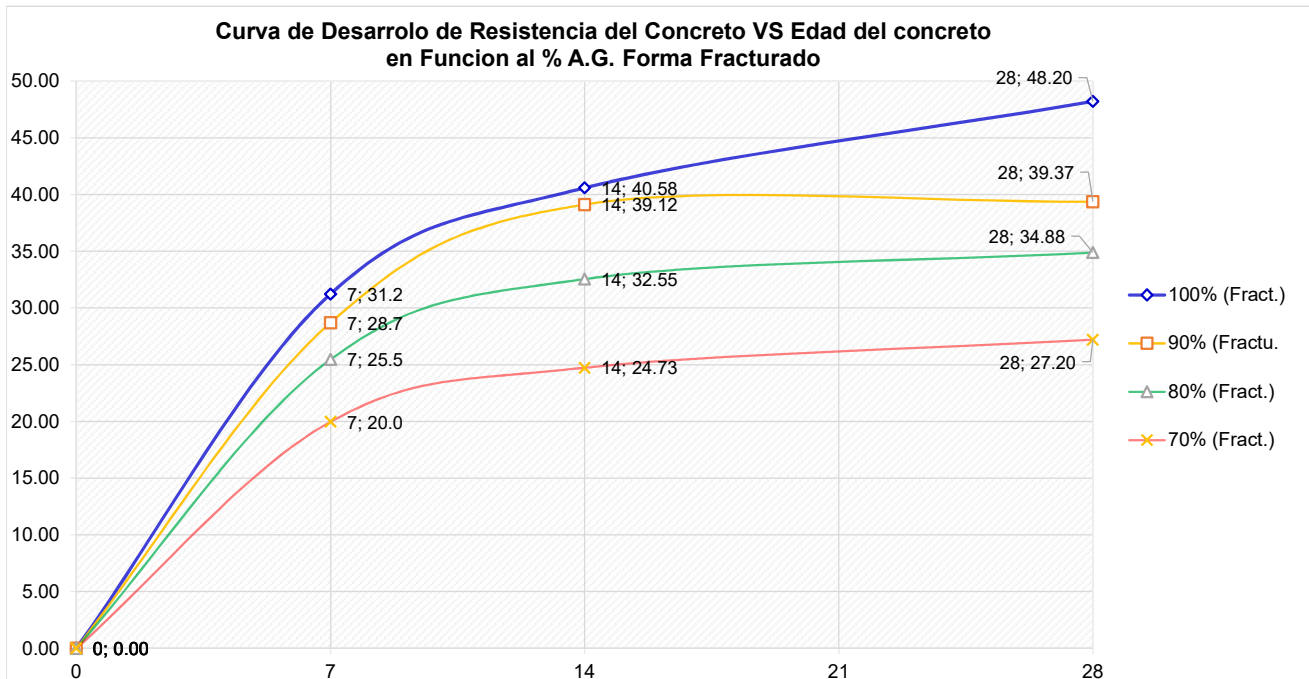
RESPONSABLE LAB.:

LUISA ARCOS TICONA

Numero de testigos a 28 días **12**

Resumen de Ensayo de Resistencia a la Flexión de concreto

| Agregado Grueso: | 100% FRACTUR | | 90% FRACTURADO | | 80% FRACTUR | | 70% FRACTURADO | |
|------------------|--------------|------------------|----------------|------------------|-------------|------------------|----------------|------------------|
| | 0% | Forma redondeado | 10% | Forma redondeado | 20% | Forma redondeado | 30% | Forma redondeado |
| Edad días | 0 | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 | | 0.00 |
| Edad días | 7 | 31.2 | | 28.7 | | 25.5 | | 20.0 |
| Edad días | 14 | 40.58 | | 39.12 | | 32.55 | | 24.73 |
| Edad días | 28 | 48.20 | | 39.37 | | 34.88 | | 27.20 |



Nota:

Prensa de concreto digital con Certificación Vigente
Muestras proporcionadas por el solicitante
Pruebas realizadas en presencia de Supervision y Residente

Letenda:

FM# - FRACT.

Muestra - Agregado Grueso (...% Fracturado)

FM# - FRACT. PATRON

Muestra - Agregado Grueso (100% Fracturado - Patron)



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

0038-LF-2024

Pág. 1 de 3

| | | | |
|--|---|----------------------|------------|
| Expediente: | S-0061-2024 | | |
| OBJETO DE PRUEBA: | MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO | | |
| Rangos | 203944.0 | kgf | |
| Dirección de carga | Ascendente | | |
| FABRICANTE | PYS | | |
| Modelo | STYE-2000 | | |
| Serie | 171268 | | |
| Indicador de Fuerza (Modelo // Serie) | LM-02 PROPIO DE LA MAQUINA | | |
| Trasductor de Presion (Modelo // Serie) | NO INDICA | | |
| Capacidad | 2000 kN | | |
| Ubicación | LABORATORIO DE ENSAYOS SOLICITANTE PUNO | | |
| Codigo Identificacion | NO INDICA | | |
| Procedimiento de Calibracion | El método utilizado fue de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante. | | |
| Intervalo calibrado | Escala (s) | 203 944 kgf | |
| | De 10 000 a 100 000 kgf | | |
| Temperatura de prueba °C | Inicial | 15.2 | Final 15.2 |
| Inspección general | La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento | | |
| Solicitante | ASESORES TECNICOS J & L E.I.R.L. | | |
| Dirección | JR. BENJAMIN PACHECO VARGAS NRO. 155 PUNO | | |
| Ciudad | PUNO | | |
| PATRON(ES) UTILIZADO(S) | | CELDA DE CARGA | |
| | Modelo | A-SHN // K-9 | |
| | Serie | 5Y46357 // 201806022 | |
| | Certif. de calibr. | INF-LE 008-24 | |
| Unidades de medida | Sistema Internacional de Unidades (SI) | | |
| FECHA DE CALIBRACION | 2024/03/13 | | |
| FECHA DE EMISION | 2024/03/19 | | |
| FIRMAS AUTORIZADAS | | | |


 Jefe de Metrología
 Luigi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



01 622 5224



997 045 343

961 739 849

955 851 191



ventasag4ingenieria@gmail.com

ventas@ag4im.com



www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

0038-LF-2024

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

Condiciones Ambientales

| | | | |
|---------------------------------|------|-------------------------------|------|
| Temperatura Ambiente Inicial °C | 15.2 | Temperatura Ambiente Final °C | 15.2 |
| Humedad Relativa Inicial %HR | 63 | Humedad Relativa Final %HR | 64 |

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 2000.0 kN Resolución: 0.10 kN Dirección de la carga: Ascendente

| Indicación de la máquina (F _i) | | | Indicaciones del instrumento patrón | | | | |
|---|---------|---------|-------------------------------------|--------|-----------|--------|------------|
| | | | 0° | 120° | No aplica | 240° | Accesorios |
| % | kN | kgf | kN | kN | kN | kN | kN |
| 10 | 100.00 | 10 197 | 101.5 | 99.9 | No aplica | 101.6 | No aplica |
| 20 | 200.00 | 20 394 | 204.7 | 201.9 | No aplica | 199.8 | No aplica |
| 30 | 300.00 | 30 592 | 303.2 | 303.6 | No aplica | 302.8 | No aplica |
| 40 | 400.00 | 40 789 | 406.9 | 406.7 | No aplica | 405.9 | No aplica |
| 50 | 500.00 | 50 986 | 508.8 | 507.8 | No aplica | 507.7 | No aplica |
| 60 | 600.00 | 61 183 | 609.7 | 608.8 | No aplica | 608.7 | No aplica |
| 70 | 700.00 | 71 380 | 707.7 | 708.5 | No aplica | 708.5 | No aplica |
| 80 | 800.00 | 81 578 | 812.5 | 809.8 | No aplica | 809.7 | No aplica |
| 90 | 900.00 | 91 775 | 910.7 | 907.9 | No aplica | 907.9 | No aplica |
| 100 | 1000.00 | 101 972 | 1008.8 | 1006.0 | No aplica | 1006.1 | No aplica |
| Indicación después de carga : | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | No aplica |

ESCALA : 2000.01 kN Incertidumbre del patrón: 0.086 %

| Indicación de la máquina (F _i) | | | Cálculo de errores relativos | | | | Resolución |
|---|---------|---------|------------------------------|---------------|----------------|------------|-------------------|
| | | | Exactitud | Repetibilidad | Reversibilidad | Accesorios | |
| % | kN | kgf | q (%) | b (%) | v (%) | Acces. (%) | a (%) |
| 10 | 100.00 | 10 197 | -0.99 | 1.63 | No aplica | No aplica | 0.10 |
| 20 | 200.00 | 20 394 | -1.05 | 2.45 | No aplica | No aplica | 0.05 |
| 30 | 300.00 | 30 592 | -1.05 | 0.25 | No aplica | No aplica | 0.03 |
| 40 | 400.00 | 40 789 | -1.59 | 0.25 | No aplica | No aplica | 0.02 |
| 50 | 500.00 | 50 986 | -1.59 | 0.22 | No aplica | No aplica | 0.02 |
| 60 | 600.00 | 61 183 | -1.49 | 0.16 | No aplica | No aplica | 0.02 |
| 70 | 700.00 | 71 380 | -1.16 | 0.12 | No aplica | No aplica | 0.01 |
| 80 | 800.00 | 81 578 | -1.32 | 0.35 | No aplica | No aplica | 0.01 |
| 90 | 900.00 | 91 775 | -0.97 | 0.31 | No aplica | No aplica | 0.01 |
| 100 | 1000.00 | 101 972 | -0.69 | 0.28 | No aplica | No aplica | 0.01 |
| Error de cero fo (%) | | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | No aplica | Err máx.(0) = 000 |

FIRMAS AUTORIZADAS

Luigi Asenjo G
 Jefe de Metrología
 LUIGI ASENJO G
 LABORATORIO DE METROLOGÍA S.R.L.
 FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

0038-LF-2024

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO

| | | | | |
|-------------------------|-----------|-----|----------------------|-----------------|
| ESCALA | 203944.0 | kgf | | |
| Error de exactitud | -0.69 % | | Error de cero | 0 |
| Error de repetibilidad | 2.45 % | | Error por accesorio: | 0 % |
| Error de Reversibilidad | No aplica | | Resolución | 0.05 En el 20 % |

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (kN) a (N) = 1 000, tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontifica Universidad Catolica de Peru.

OBSERVACIONES .

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4.Este documento expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .
6. La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las Mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un actor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.