



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Evaluación de las propiedades físico y mecánicas del concreto  $f'c= 210$   
kg/cm<sup>2</sup> incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos  
rígidos en la provincia de Jaén – 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Herrera Carrion, Jairo Segundo (orcid.org/0009-0009-7718-2280)

Ruiz Chilcon, Marly Lisele (orcid.org/0009-0004-1267-2506)

**ASESOR:**

Mag. Arevalo Vidal, Samir Augusto (orcid.org/0000-0002-6559-0334)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis primeramente a Dios y mi familia por haber permitido llegar hasta aquí hoy, por darme fuerza y salud para llevar a cabo mis metas y objetivos. Quiero darle las gracias por su amor infinito

**Jairo Segundo**

A mis padres y hermanos por brindarme su apoyo incondicional , por haberme inculcado valores para ser una mejor persona y ser una profesional de éxito. A mis amigos, familiares, compañeros y a todas las personas que de una u otra manera siempre me han brindado su apoyo para lograr mi objetivo

**Marly Lisele**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y mi familia, por haber sido mi apoyo durante todo este tiempo por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad.

De manera especial a mi asesor de tesis, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

A la Universidad CESAR VALLEJO, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

**Jairo Segundo**

A mis padres y familiares, por brindarme siempre su apoyo durante todo el proceso de mi educación.

A la universidad CESAR VALLEJO por haberme aceptado ser parte de ella y abierto sus puertas en su seno para estudiar mi carrera, también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

**Marly Lisele**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, HERRERA CARRION JAIRO SEGUNDO, RUIZ CHILCON MARLY LISELE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM 2 INCORPORANDO ROCAS SEDIMENTARIAS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA PROVINCIA DE JAEN – 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
JAIRO SEGUNDO HERRERA CARRION <b>DNI:</b> 40056860 <b>ORCID:</b> 0009-0009-7718-2280	Firmado electrónicamente por: JSHERRERA el 18-03-2024 13:43:38
MARLY LISELE RUIZ CHILCON <b>DNI:</b> 73487580 <b>ORCID:</b> 0009-0004-1267-2506	Firmado electrónicamente por: MLRUIZ el 18-03-2024 20:58:00

Código documento Trilce: TRI - 0740499



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, AREVALO VIDAL SAMIR AUGUSTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO Y MECANICAS DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM 2 INCORPORANDO ROCAS SEDIMENTARIAS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA PROVINCIA DE JAEN – 2023", cuyos autores son HERRERA CARRION JAIRO SEGUNDO, RUIZ CHILCON MARLY LISELE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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.

CHICLAYO, 18 de Marzo del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL DNI: 46000342 ORCID: 0000-0002-6559-0334	Firmado electrónicamente por: SAAREVALOV el 18- 03-2024 15:48:41

Código documento Trilce: TRI - 0740496

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENCIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III.METODOLOGÍA .....	22
3.1.Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2. variables y operacionalización .....	22
3.2. variables y operacionalización .....	22
3.3. Población, muestra y muestreo .....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.5. Procedimientos .....	25
3.6. Método de análisis de datos .....	57
3.7. Aspectos éticos.....	57
IV. RESULTADOS.....	41
V. DISCUSIÓN .....	50
VI. CONCLUSIONES .....	54
VII. RECOMENDACIONES .....	55
REFERENCIAS .....	56
ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Pasos del proceso de ensayo de resistencia .....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2. Muestra de la investigacion.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 4. Resultados de los ensayos de agregado fino y agregado grueso.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 5. Analisis granulometrico por tamizado del agregado fino.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 6. Analisis granulometrico por tamizado agregado grueso (M-1).....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 7. Analisis granulometrico por tamizado agregado grueso (M-2).....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 8. Elaboración de diseños de mezcla Concreto patrón .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 9. Cálculo de peso unitario y asentamiento.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 10. Medicion del asentamiento del hormigon con el cono de Abrams.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 11. Prueba de normalidad - datos de resistencia a compresion del concre... </i>	<i>45</i>
<i>Tabla 12. Descriptivos - datos de resistencia a compresion del concreto f'c.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 13. Pruebas de homogeneidad de varianzas- resistencia a la compresion del concreto f'c. ....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 14. ANOVA ; Datos de resistencia a la compresion del concreto f'c.....</i>	<i>48</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Medición de los diferentes tamaños de rocas.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2. Porosidad y permeabilidad de las rocas.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3. Esquema de formación de las rocas sedimentarias .....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4. Clasificación de las rocas sedimentarias.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5. Ciclos de las rocas sedimentarias.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6. Provincia de Jaén .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 7. Ubicación de la cantera.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8. Curva granulométrica del agregado fino.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 9. Curva granulométrica de las rocas sedimentarias (M-1).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 10. Curva granulométrica de las rocas sedimentarias (M-2).....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 11. Cuadro comparativo para el concreto patrón mas adición al (M-1)(M-2).</i>	<i>42</i>
<i>Figura 12. Cuadro comparativo (kg/cm<sup>2</sup>) para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (M-1)(M-2).</i>	<i>43</i>
<i>Figura 13. Ensayo de muestra con slump para (M-1)(M-2).....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 14. Histograma del ajuste de distribución normal de st. Patron.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 15. Histograma del ajuste de distribución normal de M-1. f'c.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 16. Histograma del ajuste de distribución normal de M-2. f'c.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 17. HSD TUKEY, resistencia a la compresión del concreto f'c.....</i>	<i>49</i>



## RESUMEN

La investigación tiene como objetivo realizar la evaluación de las Rocas Sedimentarias en los Agregados para el Diseño de Pavimentos Rígido, la metodología empleada es de tipo experimental.

La muestra consistirá en 27 probetas de concreto, todas con una resistencia nominal de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de rocas sedimentarias en relación al peso del cemento. Se realizaron ensayos de resistencia a compresión del concreto en diferentes edades de curado. Los resultados en el ensayo a compresión del concreto , para un concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>) con rocas sedimentarias (M-1), resultó un promedio a los 7 días de 196.70 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 277.68 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 323.72 kg/cm<sup>2</sup>, En el ensayo a la compresión del concreto, para un concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>) con rocas sedimentarias (M-2), resultó un promedio a los 7 días de 218.51kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 267.73 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 294.09 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Se concluye que la piedra para ser agregada al concreto, tiene que ser procesada correctamente por diferentes procesos de molido, para obtener una contextura fina y para poder hacer la mezcla. En los resultados se comprobó que al adicionar rocas sedimentarias brindan una mayor fuerza a la resistencia a compresión al usarse en pavimentos rígidos.

**Palabras clave:** propiedades físicas, propiedades mecánicas, concreto, rocas sedimentarias, pavimentos rígidos

## ABSTRACT

The objective of the research is to carry out the evaluation of sedimentary rocks in the aggregates for the design of rigid pavements, the methodology used is experimental. The sample will consist of 27 concrete probes, all with a nominal resistance of 210 kg/cm<sup>2</sup>, with the incorporation of sedimentary rocks in relation to the weight of the cement. Concrete Compressive strength tests were carried out at different curing ages. The results in the concrete compression test, for a concrete (210 kg/cm<sup>2</sup>) with sedimentary rocks (M-1), resulted in an average of 196.70 kg/cm<sup>2</sup> after 7 days, and 277.68 kg/cm<sup>2</sup> at 14 days. cm<sup>2</sup> and at 28 days 323.72 kg/cm<sup>2</sup>. In the concrete compression test, for a concrete (210 kg/cm<sup>2</sup>) with sedimentary rocks (M-2), an average at 7 days was 218.51kg/cm<sup>2</sup>, at 14 days 267.73 kg/cm<sup>2</sup> and at 28 days 294.09 kg/cm<sup>2</sup> respectively.

It is concluded that the stone, to be added to the concrete, has to be processed correctly by different grinding processes, to obtain a fine texture and to be able to make the mixture. The results showed that adding sedimentary rocks provides greater strength to compression resistance when used in rigid pavements.

**Keywords:** physical properties, mechanical properties, concrete, sedimentary rocks, rigid pavements.

## I. INTRODUCCIÓN

El diseño de pavimentos rígidos enfrenta desafíos significativos a nivel internacional, cuyas repercusiones afectan tanto la sostenibilidad como la funcionalidad de las infraestructuras urbanas y rurales. Uno de los centrales problemas radica en la adaptabilidad de estos pavimentos a las variadas condiciones climáticas y geológicas, un aspecto que ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones. Según Motova et al. (2024, p.21), la resistencia de los pavimentos rígidos frente a cambios extremos de temperatura y su susceptibilidad a la formación de fisuras por contracción térmica constituyen un área crítica que demanda una atención meticulosa en la fase de diseño. Este fenómeno no solo reduce la vida útil de los pavimentos, incrementa, los costos de mantenimiento a largo plazo.

Además, la interacción entre los pavimentos rígidos y el suelo subyacente presenta otra capa de complejidad. Zeng et al. (2023, p.6) destacan cómo las variaciones en la capacidad de soporte del suelo pueden llevar a un desempeño inconsistente de los pavimentos, provocando asentamientos diferenciales y, en consecuencia, fallas prematuras. Este desafío subraya la importancia de realizar evaluaciones geotécnicas detalladas antes de la construcción, para ajustar el diseño del pavimento a las condiciones específicas del sitio, una práctica que, aunque esencial, resulta en un aumento del tiempo y del coste del proyecto.

La sostenibilidad de los pavimentos rígidos también es un tema crítico abordado por la literatura reciente. Li et al. (2023, p.156) argumentan que el impacto ambiental de la producción de concreto, material predominante en los pavimentos rígidos, plantea serias preocupaciones de emisiones de CO<sub>2</sub> y uso de recursos naturales. Esta situación ha impulsado la búsqueda de alternativas más verdes y eficientes, como el concreto reciclado o el uso de aditivos que reduzcan la huella de carbono, sin comprometer la durabilidad y la resistencia mecánica del pavimento.

En el contexto nacional de Perú, el desarrollo económico impulsado por sectores como el turismo y la agricultura ha generado un aumento en la demanda interna y, consecuentemente, un incremento en la inversión privada. Esta dinámica económica positiva, sin embargo, enfrenta desafíos significativos en el ámbito de la infraestructura vial, especialmente en la construcción y mantenimiento de pavimentos rígidos, que son esenciales para soportar tanto el crecimiento económico como el bienestar social. La evaluación de las rocas sedimentarias,

según Espinel (2022, p. 45), desempeña un papel crucial en este contexto, ya que estas rocas, formadas por la acumulación de materiales debido a la acción del viento, el hielo, o procesos químicos en soluciones acuosas, y posteriormente litificadas, constituyen la base para la selección de agregados en la construcción de pavimentos.

Ospino et al. (2020, p.2) clasifica en detríticas las rocas sedimentarias y no detríticas, un factor determinante en su aplicación en la ingeniería civil, dado que estas diferencias afectan directamente de los pavimentos rígidos las propiedades físicas y mecánicas añade que la erosión y la acumulación por gravedad en fondos marinos y lacustres son procesos clave en la formación de estos materiales. Gallardo (2023, p.25) destaca la importancia de los agregados, divididos en gruesos y finos, que conforman entre el 70-75% de la masa endurecida del concreto, subrayando su papel en la integridad estructural de los pavimentos.

El diseño de pavimentos, según Vivanco et al. (2023, p.2), requiere una consideración meticulosa de las cargas dinámicas provocadas por el tráfico vehicular, que generan tensiones cíclicas y deformaciones en las estructuras de pavimento. Estas tensiones, detalladas por Huaraca (2021, p.52), implican desafíos en la selección de materiales y en la ingeniería de pavimentos para asegurar la durabilidad, seguridad y comodidad en el acceso vehicular. La complejidad de estos desafíos subraya la necesidad de una investigación y desarrollo continuos en la selección de materiales, diseño estructural y técnicas de construcción que puedan soportar eficazmente las condiciones ambientales y las cargas de tráfico, garantizando así infraestructuras viales sostenibles y resilientes que acompañen el crecimiento económico del Perú (Huamán 2021, p.67).

La problemática local en el distrito de Jaén se centra en la limitación significativa que representa la variabilidad de las propiedades (físicas y mecánicas) de las rocas sedimentarias para el diseño eficiente de pavimentos rígidos. Esta variabilidad, señalada por Fuentes (2024, p. 3), implica un reto considerable en la predicción de la calidad y durabilidad de los pavimentos, ya que la idoneidad de estas rocas para tales aplicaciones depende intrínsecamente de sus características específicas. La causa de esta limitación radica en la naturaleza heterogénea de las rocas sedimentarias, cuyas propiedades como porosidad, densidad, y resistencia a la compresión, varían ampliamente según su origen, textura y composición Abad et al. (2022, p.2). Esta heterogeneidad dificulta la estandarización de selección y

evaluación de materiales, lo que es crucial para garantizar la construcción de pavimentos que puedan soportar las demandas del tráfico y las condiciones ambientales (Bautista y Leyva 2020, p.24).

Los efectos de esta limitación son multifacéticos. En primer lugar, para predecir la dificultad de las rocas sedimentarias el comportamiento bajo diferentes condiciones climáticas y de carga lleva a un diseño de pavimento que puede no ser óptimo, aumentando el riesgo de fallos prematuros y, por consiguiente, elevando los costos de mantenimiento y reparación Abad y Molina (2020, p.2). Además, la falta de pruebas estandarizadas y evaluaciones adecuadas de las propiedades de estas rocas en el ámbito local exacerba el problema, resultando en la selección de materiales que pueden no ser los más adecuados para las necesidades específicas de la infraestructura (Diario Digital, 2022, p.3).

Este conjunto de desafíos subraya la necesidad crítica de desarrollar metodologías de evaluación más rigurosas y adaptativas que puedan abordar la complejidad de las rocas sedimentarias. Superar estas limitaciones no solo mejorará la calidad y durabilidad de los pavimentos rígidos en Jaén, sino que también contribuirá a una infraestructura vial más sostenible y eficiente. La adopción de enfoques innovadores en el estudio y aplicación de estos materiales es esencial para avanzar hacia soluciones de pavimentación que sean resilientes frente a las variadas condiciones de servicio y ambientales.

Problema General: ¿De qué manera influye la evaluación de las propiedades físico y mecánicas del concreto  $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023?

Problemas Específicos: **(1)** ¿Cómo varían las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al incorporar rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos? **(2)** ¿Cuál es el diseño de mezcla óptimo de concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  que integra rocas sedimentarias para pavimentos rígidos en Jaén? **(3)** ¿De qué manera influyen las rocas sedimentarias en la resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ? en relación a la muestra patrón  $\text{kg/cm}^2$  **(4)** ¿Cuál es el porcentaje óptimo de rocas sedimentarias que mejora la calidad y durabilidad de los pavimentos rígidos en Jaén?

La justificación teórica de este estudio se centra en su contribución al entendimiento del uso de rocas sedimentarias en mezclas de concreto para pavimentos rígidos, con especial atención en la provincia de Jaén. Se propone

evaluar el impacto de incorporar rocas sedimentarias en porcentajes del 5%, 10% y 15% en las propiedades del concreto, basado en la premisa de que estas inclusiones pueden optimizar tanto la durabilidad como la economía de los proyectos de construcción. La selección de estos porcentajes se fundamenta en investigaciones previas que indican cómo la variabilidad en la composición del concreto afecta sus características fundamentales, tales como la resistencia y la permeabilidad (Escudero et al., 2021, p.477).

Este enfoque teórico busca validar y expandir el conocimiento existente sobre las rocas sedimentarias como agregados, explorando su potencial para reducir costos y mejorar la sostenibilidad en la construcción de pavimentos. La relevancia de utilizar rocas locales, más accesibles y menos costosas, podría ofrecer alternativas más sostenibles y económicamente viables frente a los materiales tradicionales (Huaman, 2021, p. 14). En suma, este estudio no solo aporta al campo teórico de la ingeniería civil y la construcción sostenible, sino que también establece una base para futuras investigaciones y prácticas constructivas en regiones similares.

**Justificación Práctica.** Los trabajos de investigación se realizan en proyectos de pavimentos de construcción y ejecución que cuentan con criterios suficientes para conocer los defectos reflejados en el plano y la seguridad, garantizar la vida útil y de la estructura funcionalidad. También nos ayuda a reducir la mantenibilidad del pavimento. Se alienta a las autoridades competentes a ayudar a comprender las medidas adoptadas para mantener adecuadamente el pavimento rígido para mantener la vía en buen estado, alargando así su vida. Esto permite un mejor comportamiento del revestimiento rígido y reduce la aparición de defectos durante su vida útil. servicio y mejor rendimiento.

**Justificación Social:** En la justificación social para la población del uso de materiales en una investigación sobre las propiedades en rocas sedimentarias en los agregados para el diseño en la provincia de Jaén es muy importante. Los pavimentos rígidos son una infraestructura para el desarrollo importante y de una comunidad el bienestar, ya que proporcionan una base sólida y duradera para el tráfico de vehículos, peatones y ciclistas. Por lo tanto, la investigación sobre de los materiales la calidad en la construcción utilizados de pavimentos rígidos es para garantizar de gran importancia la seguridad y la durabilidad de estas infraestructuras. **Justificación metodológica:** De los materiales empleados en esta

investigación se puede dividir en dos partes: los materiales para la recolección de muestras y los materiales para el análisis de laboratorio. la selección de los materiales adecuados para la recolección de muestras y para el análisis de laboratorio es fundamental la calidad para garantizar y confiabilidad de los resultados obtenidos.

**Objetivo general:** Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  mediante la incorporación de Rocas Sedimentarias para el Diseño de Pavimentos Rígidos en la provincia de Jaén 2023.

**Objetivos específicos:** (1) Determinar las propiedades físicas mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén. (2) Determinar el diseño de mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén. (3) De qué manera las rocas sedimentarias influyen en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . (4) Determinar el óptimo porcentaje de rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén.

**Hipótesis General:** La incorporación de Rocas Sedimentarias mejorara significativamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  – Jaén 2023.

**Hipótesis Específico:** (1) La adición de rocas sedimentarias al concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , mejorara significativamente sus propiedades físicas y mecánicas para pavimentos rígidos en la provincia de jaén (2) Incorporar rocas sedimentarias en la mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  mejorara significativamente el diseño de mezclas, en pavimentos rígidos de la provincia de jaén.(3) La inclusión de rocas sedimentarias mejorara significativamente la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , de pavimentos rígidos en la provincia de jaén (4) Identificar un porcentaje óptimo de rocas sedimentarias mejorara significativamente la eficacia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para pavimentos rígidos en la provincia de Jaén.

## II. MARCO TEÓRICO

En realizadas investigaciones a nivel internacional, Como señala Barbieri et al. (2021, p. 45), en Noruega. Cuyo objetivo de estudio busca analizar la caracterización mecánica de rocas sedimentarias recolectadas en las orillas del río Longyear en Svalbard, con el propósito de evaluar su potencial como materiales de construcción para nuevas infraestructuras viales en el archipiélago. La metodología es experimental de enfoque cuantitativo, a cabo para llevar este análisis, tres tipos se realizaron de pruebas de laboratorio para la caracterización mecánica: pruebas de Los Ángeles, pruebas de micro-Deval y pruebas triaxiales de carga repetida. Los resultados indicaron que la curva granulométrica del material caracterizado con las pruebas triaxiales de carga repetida era similar a la que comúnmente se adopta en Noruega para la capa base de carreteras de 0-31,5 mm. En resumen. En conclusión, este estudio destaca el potencial de las rocas sedimentarias como materiales de construcción local para infraestructuras viales en Svalbard. Los resultados obtenidos respaldan de utilizar la viabilidad estas rocas en la construcción de carreteras y otras estructuras en la región. Es valiosa la información para el desarrollo de proyectos de infraestructura sostenible y la optimización de recursos locales en Svalbard.

Amaya y Araque (2020, p.7) Este proyecto investigativo tuvo como objetivo explorar el impacto de añadir vidrio molido en proporciones de 3%, 5% y 8% en sustitución de los agregados finos en las propiedades físico-mecánicas del concreto, para evaluar su comportamiento comparativo frente al concreto tradicional y aquel protegido con fibra de acero. La metodología es de tipo aplicada incluyó ensayos de trituración, análisis granulométrico y pruebas de compresión, enfocados en evaluar el módulo de elasticidad; A la compresión y para determinar la viabilidad estructural y económica del uso de vidrio molido. Los resultados revelaron que el concreto con un 3% de vidrio molido exhibió una resistencia superior, alcanzando los 35.96 MPa a los 28 días, superando las mezclas con mayor porcentaje de vidrio y la mezcla con fibra de acero, que mostró la menor resistencia con 16.21 MPa. Esta investigación concluyó que las propiedades físico-mecánicas del concreto son cruciales para asegurar la permanencia, resistencia y seguridad de las estructuras de concreto. Estas propiedades, la resistencia a la presión que incluyen, la



trabajabilidad, la densidad y la elasticidad, determinan cómo el concreto se comportará bajo diferentes cargas y condiciones ambientales a lo largo del tiempo.

Dobiszewska et al. (2023, p.12) el objetivo de estudio se propuso investigar la viabilidad de utilizar polvo de roca de diferente origen geológico como un material alternativo en la producción de concreto, particularmente como un sustituto parcial del Clinker de cemento, con el fin de mitigar los efectos ambientales negativos asociados con la producción convencional de hormigón. La metodología se realizó una inspección completa de la literatura científica para analizar el impacto del polvo de roca como del cemento sucesor parcial en las propiedades físicas, mecánicas y de persistencia de los compuestos de cemento. Los resultados se observaron que la sustitución del cemento por polvo de roca hasta un 10-15% no compromete las propiedades del compuesto, mientras que una mayor sustitución podría reducir las propiedades “mecánicas y la durabilidad” de los compuestos de cemento. Por lo que concluyeron que el polvo de roca de diferentes orígenes geológicos tiene el potencial de aliviar las implicaciones ambientales de la producción de hormigón, sin deteriorar significativamente las propiedades del mismo. Este estudio subraya la importancia de entender bien el impacto del polvo de roca en las propiedades del hormigón para su aplicación efectiva, proporcionando una base sólida en el uso sostenible de materiales en la producción de hormigón.

Biswas y Shubham (2023, p.7) El principal objetivo es evaluar integralmente el uso del pavimento asfáltico (RAP) como material alternativo en la construcción de carreteras, considerando la creciente escasez de áridos naturales y la necesidad de soluciones más ecológicas. Este estudio en su metodología basa en una caracterización secuencial de los materiales RAP, utilizando análisis detallados de sus propiedades físicas y mecánicas. Además, se examinan las propiedades frescas y endurecidas de los agregados RAP, incluidas las de durabilidad, para evaluar su potencial como sustitutos parciales de los agregados naturales. En sus resultados el estudio destaca el potencial del RAP para reducir el consumo de materiales vírgenes y fomentar la economía circular, identificando proporciones óptimas para su uso en sistemas de pavimento rígido sostenible. Por lo que concluyen que el RAP representa una opción viable y ecológicamente sustentable para la construcción de carreteras, capaz de aliviar la dependencia de los áridos naturales y mitigar los

impactos ambientales asociados con la producción de pavimentos asfálticos. Sin embargo, enfatizan la importancia de una comprensión detallada de las propiedades del RAP y la necesidad de investigación adicional para optimizar su uso en pavimentos rígidos, recomendando proporciones específicas y estrategias de mejora para garantizar de las estructuras la durabilidad y resistencia de pavimento.

En otros idiomas tenemos en alemán a Fecker (2019, p.19) cuyo objetivo es abordar las propiedades estructurales de los materiales terrestres presentes en el subsuelo, centrándose en la distinción entre roca sólida y roca suelta (suelo) y destacando la importancia de concluir las propiedades del suelo en el campo y en el laboratorio según normas internacionales. La metodología está definida en gran medida por normas alemanas. Además, se hace referencia a la existencia de libros de texto en alemán que describen detalladamente los procedimientos para el análisis del suelo. En cuanto a las propiedades de la roca, se menciona que los procesos para determinar estas propiedades están en desarrollo y aún no han sido completamente definidos por estándares, pero se proporcionan indicaciones de pruebas estándar a través de recomendaciones de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas e Ingeniería de Rocas (ISRM) y la Sociedad Alemana de Geotecnia (DGGT). En el resultado el suelo como de la roca, son importantes en el campo de la geotecnia y que existen normas y recomendaciones para determinar estas propiedades. En conclusión, las propiedades de los materiales del subsuelo, tanto del suelo como de la roca, de estudio son objeto y análisis en el campo de la geotecnia. Se destaca la existencia de normas y recomendaciones para determinar estas propiedades, pero se menciona que los procedimientos para el análisis de la roca aún están en desarrollo.

El artículo científico realizado por Graham et al., (2019, p.5) tiene como objetivo determinar de manera precisa y altamente correlacionada las respuestas mecánicas de las rocas durante pruebas de esfuerzo. La metodología utilizada es de carácter experimental y cuantitativo, donde se recolectaron muestras de roca caliza de diferentes ubicaciones en la Península de Campeche y Quintana Roo. Los resultados obtenidos revelan la tendencia del comportamiento de las rocas estudiadas en pruebas de esfuerzo. A partir del gráfico generado por estas pruebas, se identifica que el comportamiento de la roca estudiada es del tipo plasto

elastoplástico, una curva típica que describe el comportamiento de los materiales en pruebas de esfuerzo-deformación. En conclusión, este artículo de investigación contribuye significativamente al conocimiento de los materiales de la región, en particular, la piedra caliza, que actualmente en una variedad se utiliza de aplicaciones, permitiendo comprender mejor el comportamiento mecánico de esta roca y su respuesta en diferentes situaciones de esfuerzo. Esto proporciona información valiosa para el uso adecuado y eficiente de la piedra caliza en diversas industrias y aplicaciones.

Sostiene Vilorio (2020, p.12) el estudio realizado propuso proyectar una armadura de pavimento rígido para el tramo de la Carrera 8 entre las calles 5 y 10 en el municipio de Malambo, Atlántico, empleando el método Portland Cement Association PCA-84 con el objetivo de encontrar la alternativa más adecuada que se alinee con las características específicas de la zona. La metodología adoptada se enmarcó dentro de un enfoque de investigación aplicada de nivel descriptivo, representando así una etapa inicial en la generación de conocimiento científico. En el desarrollo de este proyecto, se determinó la utilización de un módulo de reacción (k) de 48,3 MPa y la implementación de una subbase granular de 15 cm, siguiendo las recomendaciones mínimas para vías urbanas. Como resultado, se definió una estructura de pavimento rígido óptima para el segmento vial especificado, consistente en una capa de concreto hidráulico de 20 cm de espesor, acompañada de una subbase granular de 15 cm y losas de 3.5 m de ancho por 4.5 m de longitud. En conclusión, este diseño no solo cumple con los requisitos técnicos y estructurales necesarios, sino que también se ajusta a las condiciones particulares del lugar, asegurando una solución duradera y eficiente para la infraestructura vial de Malambo.

Asimismo se tiene a Verdecchia et al., (2020, p.16) en su artículo el objetivo y el propósito de estudio este es examinar las propiedades geoquímicas de las rocas metamórficas en el complejo de la Sierra de los Llanos con el objetivo de identificar su composición y origen. En su metodología se busca investigar las características químicas y las relaciones entre los elementos presentes en estas rocas una comprensión para obtener de su historia geológica más completa y la influencia de las fuentes en su formación. El complejo metamórfico de la Sierra de Los Llanos

exhibe una diversidad de rocas, como filitas, esquistos, gneises y migmatitas, junto con rocas corneanas asociadas a intrusiones de composición básica. Se ha observado que las rocas metasedimentarias muestran similitudes en composición con pelitas y areniscas. Los resultados geoquímicos indican una fuente enriquecida en componentes félsicos o materiales reciclados, con una menor presencia de componentes máficos. En conclusión, las rocas sedimentarias pueden ofrecer una variedad de colores y texturas que contribuyen a la estética del concreto y mejorar sus propiedades.

A nivel nacional, Lurigancho Huamàn (2021, p.9) La investigación tuvo como objetivo examinar cómo la incorporación de roca de basalto afecta las características de un pavimento flexible de la subrasante en la av. Las Torres, Lurigancho, a través de pruebas de laboratorio con cinco niveles de dosificación de roca basalto (10%; 20; 30; 40 y 50%) y análisis químicos del suelo y la roca. Adoptando una metodología aplicada y un diseño cuasi experimental cuantitativo y explicativo con un enfoque. En sus resultados se descubrió de roca basalto que la adición reduce el Índice Plástico en un 46%, mejora la calidad del suelo disminuyendo la humedad en un 40%, y muestra un contenido mínimo de sales, sulfatos y cloruros tanto en el suelo como en la roca. Por consiguiente, se concluye que la integración de roca basalto optimiza significativamente de la subrasante las propiedades de pavimentos flexibles en la Avenida Las Torres, ofreciendo una solución eficaz para el refuerzo de suelos.

Citando a Barrientos (2021, p.11) en su estudio tuvo como objetivo evaluar cómo la incorporación de almidón de cebada afecta las propiedades (físicas y mecánicas) del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos, probando adiciones del 0% (control), 3% y 5%. La metodología es de naturaleza aplicada y con un diseño cuasiexperimental, se enfocó en la producción de concreto en las áreas de expansión urbana de Cusco, utilizando 54 probetas para ensayos de resistencia a la compresión y flexión. En sus resultados las pruebas realizadas a los 7, 14 y 28 días mostraron que un 3% de adición de almidón incrementó la trabajabilidad en un 28.61%, mientras que un 5% de adición aumentó la absorción a 0.79% respecto al estándar, mejorando la fuerza a la compresión en un 6.33% y la fuerza a la flexión en un 9.9% por encima del valor de diseño. La conclusión principal es que el almidón

de cebada, especialmente en una adición óptima del 5%, resulta beneficioso para mejorar el concreto utilizado en pavimentos rígidos en zonas de expansión urbana.

Expresa Mamani, (2019, p.64) quien, en su investigación desarrollada de Puno, cuyo objetivo trabajo de este los efectos es demostrar del desmonte de roca minera en la resistencia utilizado en obras civil. La metodología de investigación el estudio a cabo se llevó una metodología utilizando cuantitativa aplicada, con experimental diseño factorial. Se trabajó con 60 briquetas de muestra de concreto que fueron sometidas a pruebas de resistencia. Se analizó de la resistencia la variación promedio del concreto en 21 días, considerando el diseño de mezcla que incorporaba el desmonte de rocas mineras. En los resultados obtenidos indican que la resistencia promedio del concreto significativamente varía a los 21 días, según el diseño de mezcla que incluye el desmonte mineras de rocas. Estos valores dentro de la región se encuentran de rechazo, lo que sugiere que no cumplen con mínimos estándares requeridos. Se concluye, las particularidades de resistencia del concreto difieren de manera significativa y no son iguales entre las diferentes muestras analizadas de ensayo durante el proceso de las briquetas de rotura.

Afirma García (2020, p.5) tuvo como objetivo general evaluar las propiedades (físicas y mecánicas) del concreto mediante la adición de viruta de aluminio secundario, adoptando un metodología aplicada y tecnológico para abordar problemas técnicos mediante la aplicación de conocimientos teóricos científicos, mediante un diseño experimental. En sus resultados el estudio identificó las propiedades óptimas de los agregados con un TMN de 3/4", peso unitario del concreto varía entre 2200 y 2400 kg/m<sup>3</sup>, una diferencia significativa en comparación con el peso específico del cemento debido a la inclusión de agua, agregados (grueso y fino), y aditivos cuando sean necesarios. Este estudio concluye la importancia de considerar la dosificación de agregado, densidad del agregado, la proporción de aire capturado, relación de agua, el tamaño máximo de los materiales pétreos y el cemento en la variación del peso unitario del concreto.

Como plantea Pinedo, (2019, p.29) quien, en su investigación desarrollada en Tarapoto, cuyo objetivo de este trabajo de tesis es estudiar los agregados del río Cumbaza (piedra chancada, roca, arena) para determinar su idoneidad en capas de

subbase de pavimentos flexibles. Se siguió la metodología establecida del MTC. Se realizaron pruebas de granulometría, ensayos especiales, así como CBR, abrasión; Índice de Plasticidad, Límite Líquido, Sales Solubles; Equivalente de arena y partículas Alargadas y chatas. En sus resultados se compararon con los establecidos requisitos para los agregados utilizados en la sub base de pavimentos flexibles. Se realizó la clasificación correspondiente de cada cantera en los resultados con base, y posteriormente se compararon con los requisitos establecidos para los agregados utilizados en la Sub Base en flexibles, siguiendo las pautas del Manual de Carreteras EG - 2013 MTC. Con base en los resultados y análisis de los ensayos, se concluye del río Cumbaza que los agregados para ser utilizados no son aptos como capas de subbase en pavimentos flexibles.

Dentro del contexto conceptual, se entiende que las propiedades mecánicas de un material abarcan aquellas características que determinan su comportamiento frente a la aplicación de fuerzas externas Patil y Katare (2023, p.36). Estas propiedades engloban aspectos a la compresión, la capacidad de absorber agua, así como la expansión y contracción del material en respuesta a variaciones en su entorno. Esta comprensión es fundamental para predecir y optimizar el rendimiento del material en aplicaciones prácticas, asegurando su durabilidad y eficacia bajo diferentes condiciones de carga y ambientales (Beskou y Edmond 2023, p.16).

Los ensayos a la compresión son evaluaciones diseñadas para medir la capacidad de un material para resistir cargas compresivas. Durante estas pruebas, se aplica una fuerza de manera gradual sobre el material, con el objetivo de determinar la máxima carga que este puede soportar antes de experimentar deformación o falla Wang y Xiao (2023, p.20). Este proceso meticuloso permite registrar con precisión el punto de resistencia máxima del material, proporcionando datos cruciales para entender su comportamiento bajo presión y garantizar su adecuada aplicación en contextos que requieren alta resistencia a la compresión Pal y Sarkar (2023, p.7).

La realización del ensayo se ajusta a diversas normativas internacionales y regionales, tales como ASTM, EN (European Norm), o ISO, que pueden presentar variaciones específicas según el contexto geográfico. Sin embargo, los procedimientos generalmente adoptan una estructura de pasos uniforme, iniciando

de las muestras con la preparación, para los ensayos en concreto, se preparan muestras en forma de cilindros o cubos Muhamma et al. (2022, p.41). Estas muestras se moldean y curan en condiciones ambientales controladas para garantizar la consistencia y la fiabilidad de los resultados. Los cilindros se fabrican con dimensiones estándar de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. En el caso de los cubos, es habitual emplear muestras con dimensiones de 15 cm por lado, aunque este tamaño puede variar según las especificaciones del ensayo. Este meticuloso proceso de preparación asegura que las muestras sean representativas y capaces de proporcionar datos precisos sobre la resistencia a la compresión del concreto (Diptikanta et al. 2023, p.20).

Durante la fase de curado posterior al moldeo, las muestras se colocan en un ambiente con humedad y temperatura rigurosamente controladas. Este entorno optimizado permite que el proceso de hidratación del cemento transcurra de manera eficaz, un paso crucial para el desarrollo adecuado de la resistencia del concreto (Beskou y Edmond 2022, p.10). Este periodo de curado puede extenderse hasta 28 días, momento en el cual se considera que el concreto ha alcanzado su resistencia estándar y está listo para ser evaluado. El ensayo de compresión, esta evaluación se lleva a cabo mediante el uso de una prensa de compresión especializada, la cual aplica una carga uniforme y controlada sobre la muestra a una velocidad constante (Shobeiri et al. 2024, p.5). El ensayo continúa hasta que la muestra experimenta una falla, evidenciada por la ruptura o la incapacidad para soportar una carga adicional. La carga máxima sostenida por la muestra en el punto de falla es meticulosamente registrada. Este procedimiento no solo determina a la compresión del material, sino que también proporciona información valiosa sobre su comportamiento y durabilidad bajo condiciones de estrés extremas (Gan et al. 2023, p. 12). El cálculo de la resistencia: se calcula la carga máxima a la compresión dividiendo soportada por la probeta en el momento de la falla por el área de la sección transversal de la probeta. Se expresa el resultado de presión en unidades, (MPa) o kilogramos fuerza por centímetro cuadrado (kgf/cm<sup>2</sup>) (Li et al. 2024, p.9).

**Tabla 1.***Pasos del proceso de ensayo de resistencia*

Paso	Descripción del proceso	Días empleados
Preparación de la probeta	Moldeo de cilindros o cubas de concreto en moldes estándar	Día 0 (día del moldeo)
Curado inicial	Conservación de las probetas en un ambiente húmedo tras su moldeo	1 día (primeras 24 horas)
Desmoldeo	Retiro de las probetas del molde tras el periodo inicial de curado	Día 1 (después de 24 horas)
Curado secundario	Almacenamiento de las probetas de humedad y temperatura controladas hasta la edad de ensayo	2 a 27 días (hasta 28 días)
Acondicionamiento	Ajuste de las probetas a la temperatura de ensayo y rectificación de caras si es necesario	Día 28 (antes del ensayo)
Ensayo de la compresión	Aplicación de carga en la prensa hasta la falla e la probeta	Día 28 (puede variar según la edad de ensayo específica requerida)
Registro de datos	Anotación de la carga máxima y observaciones del tipo de fractura	Día 28 (durante el ensayo)
Cálculo de resultados	Cálculo de la resistencia a la compresión basado en la carga máxima y el área de la sección transversal	Día 28 (posterior al ensayo)
Análisis de los resultados	Comparación con las especificaciones y análisis de los obtenidos datos	Día 28 o después
Reporte	Elaboración y entrega de informe detallado con los resultado y conclusiones	Día 28 o después

Nota: En la presente tabla se muestra el proceso de la resistencia de las probetas



El ensayo de absorción de agua evalúa la capacidad de un material para absorber agua. En agua se sumerge el material durante un tiempo y la cantidad de agua se mide absorbida. Esto proporciona información sobre la porosidad y permeabilidad del material (Reed et al. 2023, p.8)

El ensayo de expansión y contracción se realiza para determinar de un material para experimentar cambios dimensionales debido a la variación de la humedad o la temperatura. Se somete el material a condiciones controladas y se mide la variación en sus dimensiones. Esto es importante para evaluar la estabilidad y durabilidad del material en diferentes condiciones ambientales (Nguyen et al. 2020, p.23)

La granulometría es el análisis y de los diferentes la distribución tamaños de partículas presentes en un material. Permite determinar la composición y la distribución de las partículas, lo cual es importante para el diseño y la calidad de mezclas en diferentes aplicaciones (Knorst et al. 2023, p.5)

**Figura 1.** Medición de los diferentes tamaños de rocas



Nota: La figura adjunta ilustra la medición de los distintos tamaños de rocas, capturada personalmente por el autor de esta tesis.

El diseño de mezcla es el óptimo proceso de los diferentes componentes la proporción (como agregados, cemento, agua y aditivos) para obtener un concreto o mortero con las propiedades deseadas. Involucra consideraciones técnicas y prácticas para lograr en términos una mezcla adecuada de resistencia, trabajabilidad y durabilidad (Barbieri et al. 2021, p.11).

La dosificación de rocas sedimentarias, se refiere a la inclusión de rocas sedimentarias en la mezcla de concreto. Esta dosificación implica agregar un determinado volumen de rocas sedimentarias (como reemplazo parcial de agregados convencionales) para evaluar en las propiedades su influencia del concreto (Zelin et al. 2023, p.15)

En este contexto, por Costa y Rivero (2021, p.56), representa una contribución significativa al campo de la geotecnia. Su investigación se centró en la realización de un estudio geotécnico detallado, abarcando tanto trabajos de campo —incluyendo la ejecución de calicatas— como ensayos de laboratorio. La metodología adoptada fue de carácter experimental-descriptivo, complementada con el uso de software especializado como RocData v4.0 y Slide v6.0, para evaluar condiciones geotécnicas estables.

Los hallazgos de Costa y Ribeiro destacan las propiedades mecánicas específicas de la arenisca y la limolita, identificando una cohesión de  $0.93 \text{ kg/cm}^2$  y un ángulo de fricción interna de  $23.4^\circ$  para la arenisca, y de  $0.61 \text{ kg/cm}^2$  y  $21.2^\circ$  para la limolita, respectivamente. Estos valores, correspondientes a superficies de discontinuidad, son cruciales para el análisis de estabilidad en proyectos de ingeniería.

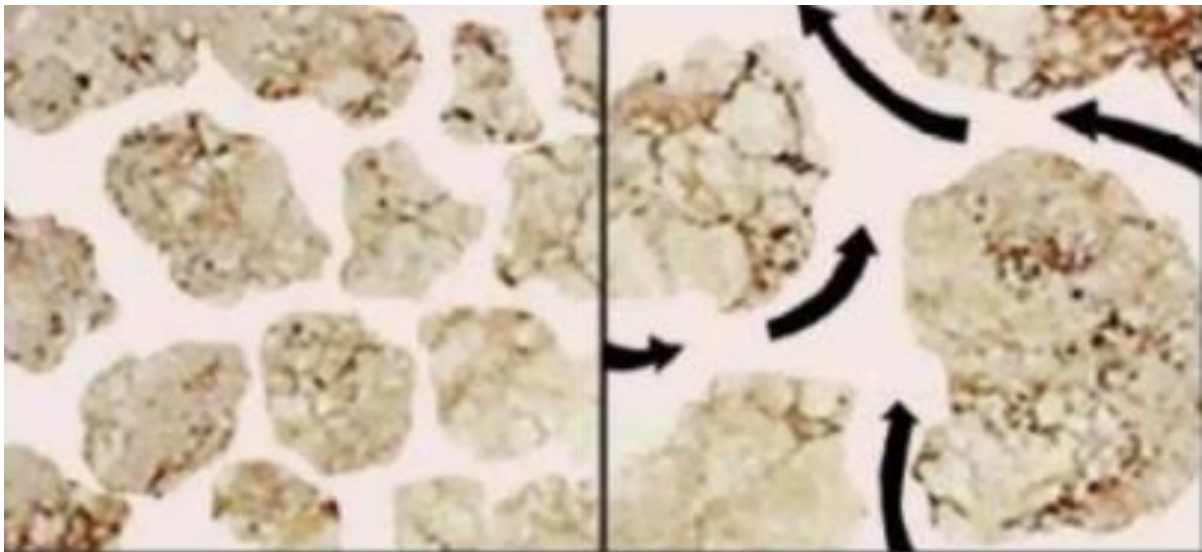
Utilizando RocData v4.0, se determinaron valores equivalentes de cohesión y fricción para cada tipo de roca, facilitando el modelado numérico y el cálculo del Factor de Seguridad. Este enfoque metodológico permite una evaluación más precisa del comportamiento mecánico de las rocas en condiciones de carga y su impacto en la estabilidad estructural.

La investigación subraya la importancia de incorporar rocas sedimentarias en proyectos de construcción, no solo para controlar la permeabilidad y reducir la fisuración, sino también la resistencia para mejorar al desgaste y la adherencia del pavimento. Estos beneficios significativamente contribuyen a prolongar la vida útil de

las infraestructuras y a minimizar los requisitos de mantenimiento (Aita et al. 2024, p3).

La porosidad y permeabilidad del material, se refiere la porosidad al volumen de espacios vacíos o poros presentes en un material, mientras se refiere que la permeabilidad a la capacidad para permitir del material de fluidos el paso a través de esos poros. Ambos parámetros son importantes la resistencia para evaluar al agua y la durabilidad de los materiales (Hartmann y Trappey 2020, p.8).

**Figura 2.** Porosidad y permeabilidad de las rocas



Nota: En la presente figura se muestra el comportamiento de la porosidad y permeabilidad adaptado por (Pena 2020)

La contracción del concreto se refiere en el volumen o dimensiones del concreto a la pérdida debido durante el proceso de humedad de fraguado y curado. Esta contracción puede causar grietas y deformaciones en la estructura del concreto, lo que puede afectar su resistencia y durabilidad (Costa y Ribeiro 2020, p.22)

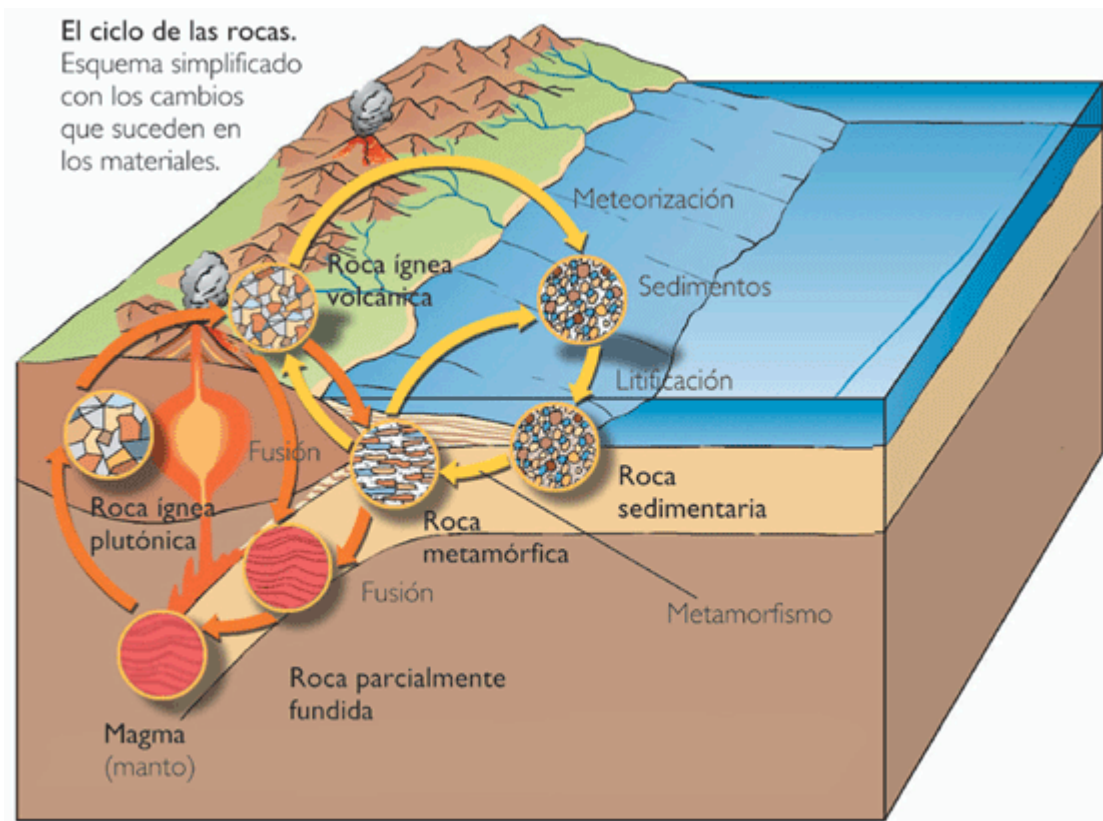
Estabilidad dimensional es la capacidad de un material para mantener sus dimensiones y forma bajo diferentes condiciones ambientales, como cambios de temperatura y humedad. La estabilidad dimensional es importante para prevenir deformaciones y daños en las estructuras a lo largo del tiempo (Ajeng et al. 2020, p.10)

La fundamentación teórica de las rocas sedimentarias se basa en los principios y conceptos de la sedimentología, de la geología es la rama que estudia la formación,

deposición, transporte y transformación de los sedimentos (Machado et al. 2024, p.12)

Algunos aspectos importantes de la fundamentación teórica de las rocas sedimentarias incluyen, procesos de sedimentación, se forman rocas sedimentarias de la acumulación a partir y de sedimentos compactación, que pueden ser fragmentos de rocas preexistentes, materiales orgánicos o productos químicos precipitados. Los procesos de sedimentación incluyen el transporte; la erosión y de los sedimentos la deposición en cuencas sedimentarias (Wen et al. 2020, p.24)

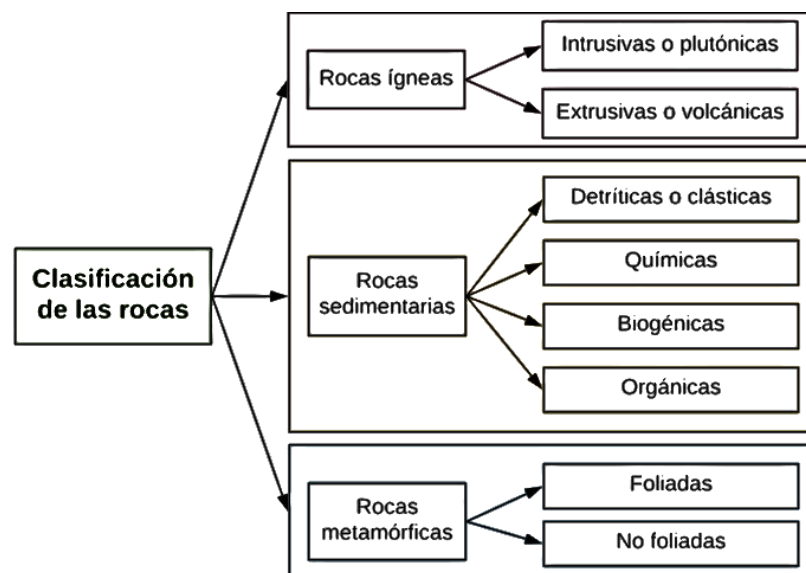
**Figura 3.** Esquema de formación de las rocas sedimentarias



Nota: En la presente figura se muestra el ciclo de las rocas con los cambios que suceden en los materiales tomado por (Geoscience news and information 2017)

En la clasificación de rocas sedimentarias, se clasifican en base a su origen y composición. Los principales tipos de rocas sedimentarias son las rocas detríticas, por la acumulación formadas de fragmentos de rocas preexistentes; las rocas químicas, formadas de minerales disueltos por la precipitación en el agua; y las rocas orgánicas, formadas por la acumulación de materiales orgánicos (Huanyuan et al. 2023, p.14). En los ambientes de sedimentación, los ambientes se depositan en diferentes ambientes de sedimentación, como ríos, lagos, océanos, deltas y desiertos. Cada ambiente de sedimentación tiene características distintas que influyen en el tipo de sedimentos depositados y en la formación de rocas sedimentarias específicas (Pasquier et al. 2022, p.4).

**Figura 4.** Clasificación de las rocas sedimentarias

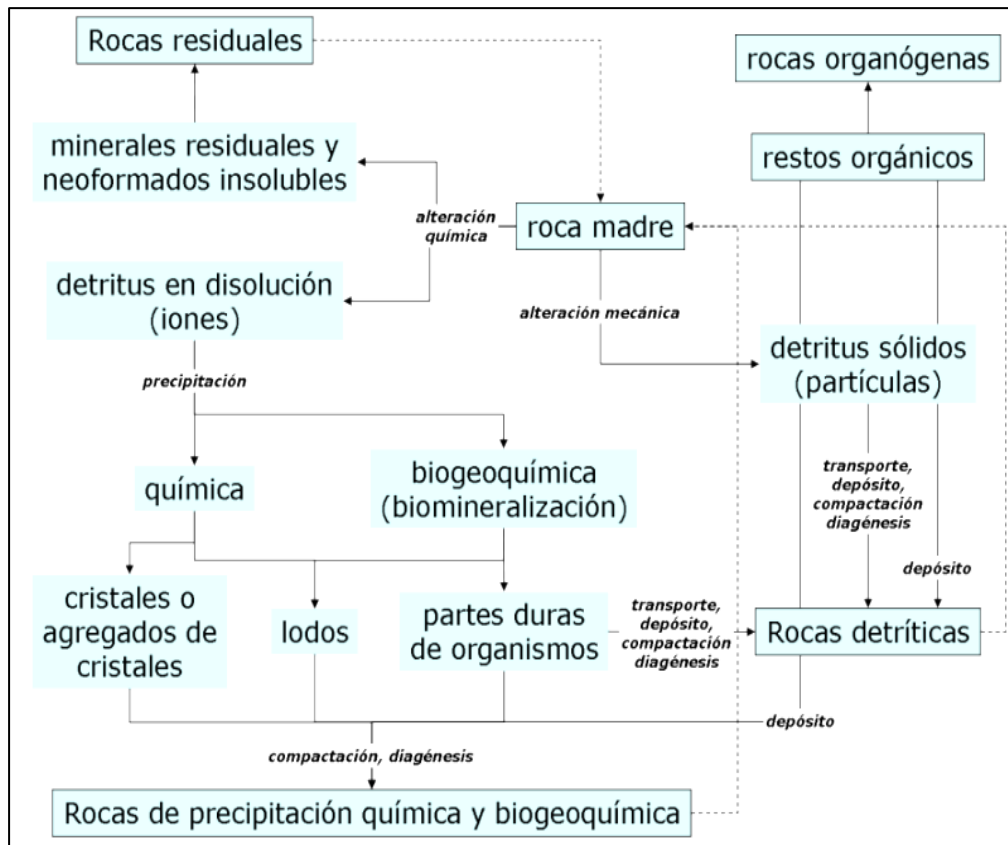


Nota: En la presente imagen se muestra la clasificación de las rocas sedimentarias tomado por (Geoscience news and information 2017)

La diagénesis es el conjunto complejo de procesos (físicos y químicos) que convierten los sedimentos en rocas sedimentarias. Este fenómeno ocurre post-deposición, bajo la influencia (presión y temperatura) presentes en la corteza terrestre (Ma et al. 2024, p.6). Durante la diagénesis, los sedimentos experimentan una serie de transformaciones fundamentales, entre las que se incluyen la compactación y la cementación, procesos que reducen el espacio poroso mediante la presión y unen los granos de sedimento con minerales precipitados, respectivamente (Majid et al. 2024, p.12). Adicionalmente, la recristalización modifica la composición mineral y la textura de los sedimentos sin alterar su solidez general, mientras que otros cambios físicos y

químicos adicionales contribuyen a la evolución gradual de los sedimentos hacia estructuras rocosas coherentes y estables (Majid et al. 2024, p.15). Este proceso es esencial para entender la formación de las capas sedimentarias de la Tierra y ofrece información valiosa sobre la historia geológica del planeta (Pasquier et al. 2022, p.3)

**Figura 5.** Ciclos de las rocas sedimentarias



Nota: La imagen adjunta ilustra la clasificación de las rocas sedimentarias, basada en la información proporcionada por "Geoscience news and information " en el año 2017.

La interpretación paleoambiental, es el estudio de las rocas sedimentarias proporciona información sobre las condiciones ambientales pasadas de la Tierra. Los fósiles y las estructuras sedimentarias presentes en las rocas sedimentarias permiten reconstruir los ambientes paleoambientales y entender la evolución geológica y biológica (Shaocheng 2022, p.9).

La fundamentación teórica de las "rocas sedimentarias" se basa en los procesos de sedimentación, la clasificación de rocas, los ambientes de sedimentación, la diagénesis y la interpretación paleoambiental. Estos conceptos y principios son

fundamentales para comprender la formación, composición y características de las rocas sedimentarias en el contexto geológico (Yuexiang et al. 2024, p.6). Las rocas sedimentarias, particularmente aquellas que han sido sometidas a procesos de diagénesis avanzados, poseen una notable durabilidad y resistencia a la compresión. Esto las hace ideales para su uso en la capa de sub-base y base de pavimentos rígidos, donde soportan las cargas del tráfico y las condiciones ambientales adversas sin degradarse significativamente. (Huyue et al. 2023, p.12).

Las rocas sedimentarias se pueden triturar y clasificar en una variedad de tamaños de agregados, lo que permite su uso en diferentes capas del pavimento y para diversas especificaciones técnicas. Su versatilidad también permite ajustar la mezcla de concreto para optimizar la resistencia y la durabilidad según las necesidades específicas del proyecto (Xu et al. 2024, p.7). En algunos casos, el uso de rocas sedimentarias locales para la construcción de pavimentos puede reducir la huella de carbono asociada con el transporte de materiales (Wan et al. 2024, p.5). Además, algunas prácticas permiten reciclar concreto antiguo, incluidos sus agregados de roca sedimentaria, para su uso en nuevos proyectos de pavimentación, promoviendo así prácticas de construcción más sostenibles (Zhao et al. 2024, p.20).

### **Marco legal y normativo**

Norma Técnica Peruana (NTP 334.032): Concreto estructural son requisitos totales .("NTP 334.090.2010 2010")

Las condiciones en construcciones de esta norma establecen utilizando, aspectos incluyendo a la flexión, compresión, durabilidad y importantes otros aspectos. (NTP 334.090.2010 2010)

NTP 339.031: Especificaciones- Agregados. establece las especificaciones de esta norma en el concreto utilizados para los agregados, características incluyendo (físicas y mecánicas) es decir densidad, granulometría; absorción, etc.( "NTP 339.034.2015, 2015")

NTP 399.010: Resistencia endurecido del concreto a la compresión. que establecen esta los procedimientos la norma ensayos a la fuerza para realizar concreto endurecido. Para evaluar es relevante del concreto de  $F_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ .( NTP 399.010-1 2015, 2015)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **1.1. Tipo y diseño de investigación**

Es tipo en este caso sería una investigación experimental. Se busca evaluar del concreto las propiedades (físicas y mecánicas) incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos. Esto implica realizar pruebas y mediciones en muestras de concreto que contienen las rocas sedimentarias y comparar con los estándares los resultados establecidos para determinar su idoneidad para su uso en pavimentos.

Enfoque de investigación: El enfoque de este estudio parece ser experimental, ya que se busca evaluar las propiedades mediante la incorporación de rocas sedimentarias de pavimentos rígidos para el diseño.

Diseño de investigación: al diseño en cuanto, se trata de un diseño cuasi-experimental con un grupo único pretest-postest. Se seleccionará un grupo de muestras de concreto que contienen las rocas sedimentarias y se realizarán pruebas para evaluar sus propiedades tanto antes como después de la incorporación de las rocas. Esta configuración permite comparar antes y después los resultados de la intervención y evaluar el impacto de las rocas sedimentarias en las propiedades.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variable independiente:** Incorporación de rocas sedimentarias

##### **Definición conceptual**

Es un elemento o factor que se manipula o controla en un experimento o estudio para evaluar su efecto sobre la variable dependiente. Esto implica agregar rocas sedimentarias al concreto durante el proceso de mezcla para examinar cómo afecta la resistencia, durabilidad u otras propiedades del pavimento rígido (Pasquier et al. 2022, p.22)

##### **Definición operacional**

La incorporación de rocas sedimentarias de pavimentos rígidos para el diseño se refiere a la utilización de este tipo de rocas como que componen el concreto parte de los materiales utilizado en la construcción de pavimentos rígidos, como carreteras, calles o pistas de aeropuertos.



**Variable dependiente:** Evaluación de las propiedades (físicas y mecánicas) del concreto.

### **Definición conceptual**

La evaluación de las propiedades mencionadas del concreto es el proceso mediante el cual se analizan y se determinan las características y comportamiento del en términos concreto de su resistencia, durabilidad y otras propiedades relevantes (Shaocheng 2022, p. 9)

### **Definición operacional**

Se define de forma operacional la evaluación propiedades del concreto, como la forma de medir aspectos a la compresión, a la tracción, la absorción de agua, densidad, la permeabilidad, entre otros. Esta evaluación es fundamental para asegurar la calidad y el desempeño adecuado del concreto en diversos tipos de construcciones.

## **3.3. Población, muestra y muestreo**

### **Población**

Según Ñaupas et al. (2014, p.246) “La población se define como el conjunto total de individuos, eventos, casos o elementos de estudio que son objeto y sobre los cuales se desea generalizar los resultados de la investigación”.

La población de estudio está definida por especímenes de concreto diseñados para pavimentos rígidos, los cuales incorporan rocas sedimentarias y poseen una resistencia nominal de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Esta población abarca 15 probetas que contienen adición de rocas sedimentarias y 12 muestras patrón sin rocas sedimentarias, todas preparadas en proporción al peso del cemento. Los especímenes se ajustan a las especificaciones de las normas ASTM C-39 y C78, destinadas a evaluar la resistencia a la compresión.

### **Muestra**

La muestra consiste en 27 probetas idénticas a la población, destinadas a pruebas de rotura para evaluar la resistencia a la compresión, específicamente para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén.

**Tabla 2***Probetas a la resistencia a la compresión*

Descripción	Nro. de probetas	Cantidad
Probetas con rocas sedimentarias	15 probetas con adición de rocas sedimentarias	15
Muestra patrón	12 muestra patrón sin adición de rocas sedimentarias	12
Monto total		27

Nota: Elaboración propia

**Muestreo**

El muestreo para esta tesis consistirá en elegir ubicaciones representativas de pavimentos rígidos en varios estratos de Jaén, recogiendo muestras del concreto de esos pavimentos para análisis. Se empleará un enfoque de muestreo **aleatorio estratificado** para asegurar una muestra representativa.

**Unidad de análisis**

Será en pavimentos rígidos el concreto utilizado, con una nominal resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y la adición de rocas sedimentarias. Se realizaron pruebas con probetas y vigas las propiedades físicas y mecánicas para evaluar del concreto. Se crearán cuatro mezclas diferentes, una de concreto simple como referencia y tres mezclas con proporciones variables de rocas sedimentarias. Se evaluaron 27 probetas para ver el nivel de resistencia.

**3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se consideran técnicas de datos de recolección formas diversas informaciones de obtener, como la directa observación; entrevista, el análisis documental, el análisis de contenido, entre otras como lo afirma. (Torres 2019)

Por lo tanto, de investigación en este proyecto, se utilizaron la observación directa y la experimentación como técnicas de datos para la recolección. Estas técnicas se aplicaron durante los diferentes realizados ensayos, donde se evaluaron las dos muestras de rocas sedimentarias.

**Tabla 3***Técnica e instrumentos de recolección de datos*

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Dosificación de rocas sedimentarias	Observación directa	Ficha de recolección de datos - ASTM C 143
Trabajabilidad del concreto	Experimental	– ASTM C39 -ASTM C78 y fichas de datos de laboratorio
Resistencia a comprensión		
Peso específico		

Nota: En la presente tabla se presenta para la recolección de datos las técnicas e instrumentos de acuerdo a la norma ASTM C143.

**Instrumento de recolección de datos**

Se utilizarán de laboratorio de los ensayos las fichas de resultados que se realizarán, las fichas, así como de datos la recolección de las diferentes proporciones de rocas sedimentarias que se agregarán al mortero. Estas fichas serán utilizadas para registrar y recopilar la información obtenida durante el estudio.

**Validez:** de los resultados para garantizar, utilizar es importante métodos y confiables técnicas y validados en la evaluación de las propiedades. Además, en cuenta, se deben tomar las variables relevantes y controlar factores posibles los resultados que puedan afectar, de laboratorio como las condiciones y calidad de los utilizados materiales.

**Confiabilidad de los instrumentos:** Los instrumentos en la evaluación utilizados en las propiedades se puede asegurar mediante la calibración adecuada de medición de los equipos y la implementación estandarizados de procedimientos. Además, un seguimiento riguroso se debe realizar de ensayo para minimizar errores de los protocolos y consistencia garantizar en los obtenidos resultados.

**3.5. Procedimientos**

Objetivo Específico 1: Determinar las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto.

Preparación de las Mezclas de Concreto y Fabricación de Especímenes:

Inicialmente, se seleccionaron y prepararon materiales para diseñar mezclas de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> con resistencia nominal incorporando rocas sedimentarias. Las mezclas se homogeneizaron y se vertieron en moldes para probetas y vigas.

Ensayos de Propiedades Físicas y Mecánicas:

Se realizaron a la compresión en los especímenes curados, evaluando cómo las rocas sedimentarias afectan estas propiedades fundamentales del concreto.

Objetivo Específico 2: Determinar el Diseño de Mezcla Óptimo

Optimización de la Mezcla de Concreto:

A partir de los datos recabados en los ensayos, se ajustaron las proporciones de los componentes para optimizar el diseño de la mezcla de concreto. Este proceso permitió identificar en las muestras de rocas sedimentarias que maximiza la resistencia y durabilidad del concreto, manteniendo una buena trabajabilidad.

Objetivo Específico 3: Evaluar de las Rocas Sedimentarias la Influencia en la Resistencia a la Compresión

Análisis Comparativo a la Compresión:

de los ensayos los resultados obtenidos a la compresión fueron analizados para determinar cómo la inclusión de rocas sedimentarias influye del concreto en la resistencia.

Objetivo Específico 4: Determinar el Óptimo Porcentaje de Rocas Sedimentarias para Pavimentos Rígidos

Determinación del Porcentaje Óptimo de Rocas Sedimentarias:

Con base en un análisis exhaustivo de los datos de resistencia a la compresión, se identificó el porcentaje de rocas sedimentarias que ofrece el mejor rendimiento para el concreto destinado a pavimentos rígidos. Este porcentaje óptimo equilibra la resistencia, durabilidad y coste-efectividad del material.

#### IV. RESULTADOS

Aspectos Generales del Proyecto

Ubicación y Descripción del Área De Estudio

Ubicación Política

Esta investigación ubicada en Jaén se encuentra en la zona Nor Oriental - Cajamarca. Su capital, en Jaén a 295 Km se encuentra de Chiclayo y de Lima a 1060 Km, entre las coordenadas de Latitud Sur  $05^{\circ}42'15''$  y de Oeste  $78^{\circ}48'29''$ .

- Ubicación Geográfica
- Localidad: Jaén
- Provincia: Jaén
- Departamento; Cajamarca



Figura 6. provincia de Jaén



Figura 7. Ubicación de la cantera

Fuente: Google maps

## Resultados de las Pruebas Realizadas en el Laboratorio.

Se realizó en la investigación del diseño de mezcla con la realización según ACI – 211, ha sido el cual para un  $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$  en donde:

Se presenta las propiedades del agregado fino y rocas sedimentarias para un agregado grueso de TMN de  $\frac{3}{4}$ " que se representaran por la nomenclatura (M-1) y  $\frac{1}{2}$ " por la nomenclatura (M-2) respectivamente.

**Tabla 4**

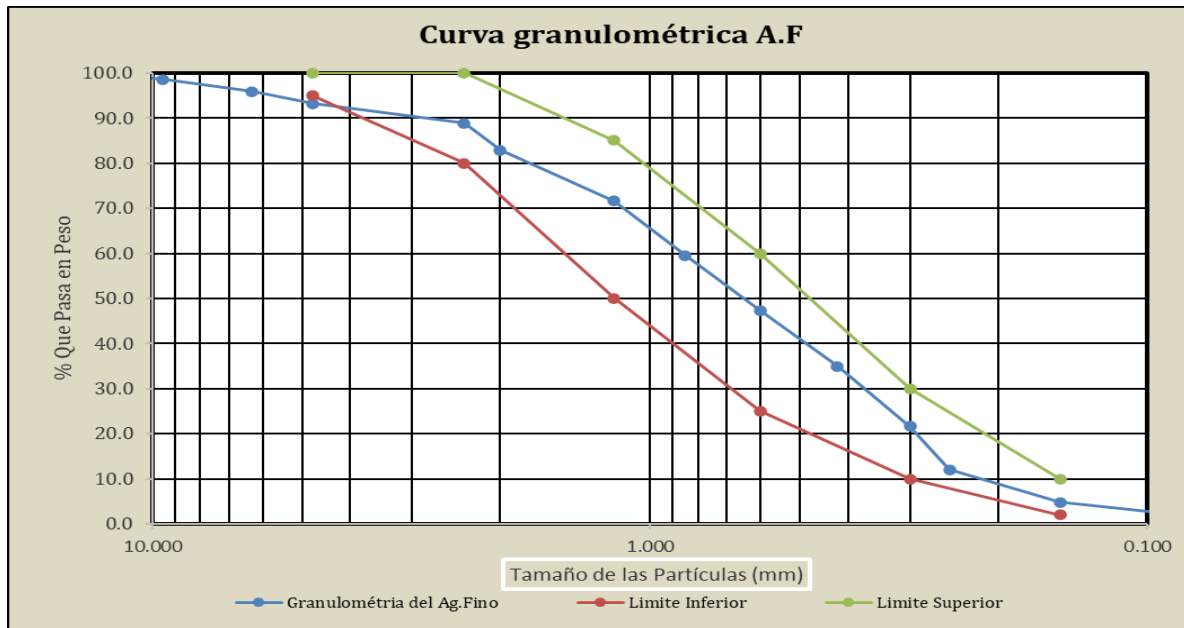
*Resultados de los ensayos de agregado fino y agregado grueso*

Característica	Und.	Agregado Fino	Agregado Grueso (M-1)	Agregado Grueso (M-2)
Módulo de Fineza (MF)	Adm.	2.73	-	-
TMN	Adm.	-	$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "
Contenido de Absorción (CA)	%	1.69	1.76	2.09
Contenido de humedad (CH)	%	1.3	0.4	0.4
Peso específico de Seco de Masa (PEMSS)	kg/m <sup>3</sup>	2577	2507	2515
Peso unitario Suelto Seco (PUSS)	kg/m <sup>3</sup>	1746	1258	1138
Peso unitario Compactado Seco (PUCS)	kg/m <sup>3</sup>	1893	1386	1328

*Nota: Elaboración propia*

**Descripción:** Muestra la tabla son óptimos los datos de las propiedades físicas

**Figura 8.** Curva granulométrica del agregado fino



Nota: elaboración propia

**Descripción:** que la curva nos muestra que cumple los límites inferiores y superiores con las especificaciones de la normativa.

**Tabla 5**

*Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.*

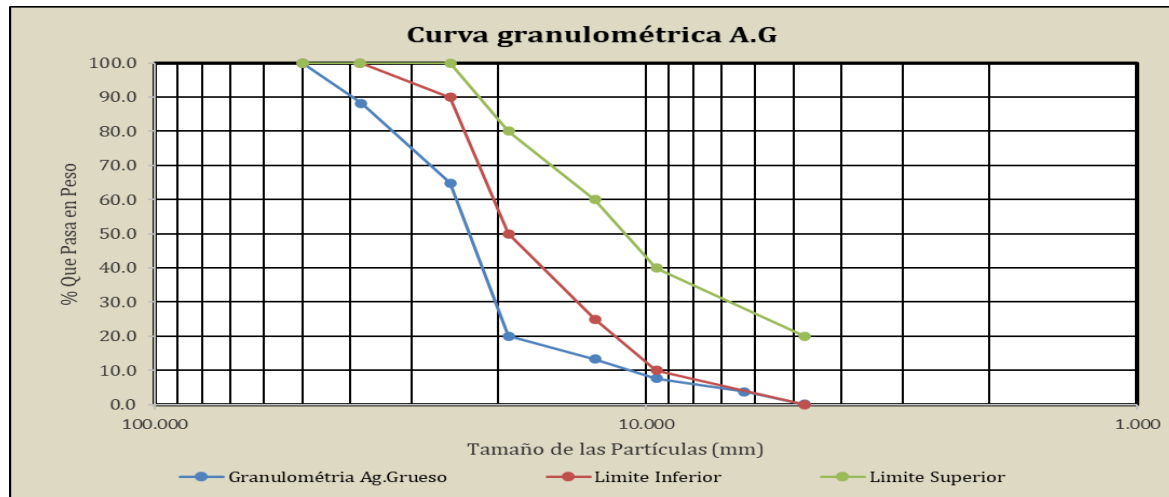
Peso inicial: 212 kg

Malla	Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido
				Que pasa
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	3	1.415	98.6
1/4"	6.3	5.8	2.736	95.8
Nº 4	4.75	5.6	2.642	93.2
Nº 8	2.36	9.25	4.364	88.8
Nº 10	2	12.55	5.92	82.9
Nº 16	1.18	23.86	11.256	71.7
Nº 20	0.85	25.65	12.1	59.6
Nº 30	0.6	25.95	12.242	47.3
Nº 40	0.42	26.27	12.393	34.9
Nº 50	0.3	28.26	13.331	21.6
Nº 60	0.25	20.35	9.6	12
Nº 100	0.15	15.29	7.213	4.8
Nº 200	0.075	7.25	3.42	1.4
<b>FONDO</b>		2.9	1.368	0
			<b>MF =</b>	<b>2.73</b>
			Abertura de malla de referencia =	<b>4.75</b>

Nota: Elaboración propia

**Descripción:** nos muestra el procedimiento que se adquiere para definir su módulo de fineza

**Figura 9.** Curva granulométrica de las rocas sedimentarias (M-1)



Fuente: Elaboración propia

**Descripción:** nos muestra de rocas sedimentarias (M-1), donde que la curva se puede apreciar de los limites inferiores y superiores no está dentro.

**Tabla 6**

*Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso (M-1)*

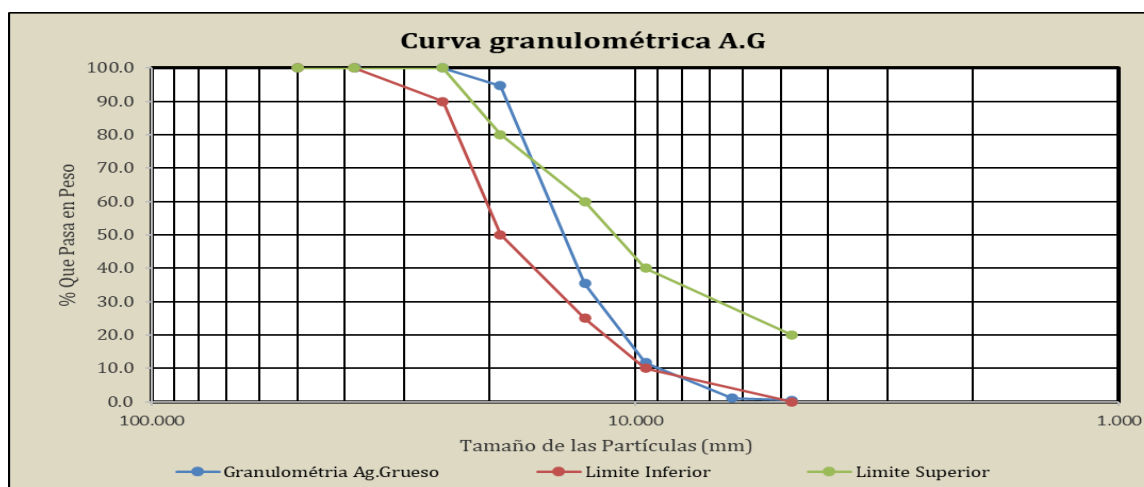
Malla	Peso	%	%	%
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Acumulado
				Que pasa
2"	50	0	0	100
1 1/2"	38	667.5	11.7717	88.2
1"	25	1323	23.3317	64.9
3/4"	19	2546.1	44.9016	20
1/2"	12.7	378.2	6.6697	13.3
3/8"	9.52	320.8	5.6574	7.7
1/4"	6.3	222.2	3.9186	3.7
Nº 004	4.75	209.1	3.6876	0.1
<b>FONDO</b>		3.5	0.0617	0
TM =		<b>1 1/2"</b>		
TMN =		<b>3/4"</b>		
Peso inicial 5670.4 gr				

Nota: Elaboración propia



**Descripción:** los ensayos nos muestran realizados los resultados del grueso (M1)

**Figura 10.** Curva granulométrica de las rocas sedimentarias (M-2)



Nota: Elaboración propia

Descripción: evidencia las rocas sedimentarias (M-2), donde se puede apreciar de lo límites inferiores y superiores cumple.

Se presenta los diseños de mezcla en cantidades  $m^3$  y de Peso Unitario y Asentamiento los resultados  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con rocas sedimentarias (M-1) y (M-2). El diseño de mezcla mediante se realiza el método A.C.I. 211; a continuación, la tabla resumen.

**Tabla 7**

*Elaboración de diseños de mezcla Concreto patrón*

Material	Und.	Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> (M-1)	Concreto	
			210 kg/cm <sup>2</sup> (M-2)	Tipo
Cemento		388	393	Pacasmayo Tipo I
A. fino	kg/m <sup>3</sup>	818	932	Olano
A. grueso		871	745	Olano
Agua	L	216	219	Potable de la zona

Nota: Elaboración propia

**Nota:** la tabla muestra la dosificación del concreto patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionando rocas sedimentarias de ½ y 3/8. La tabla resume de materiales las cantidades para un m<sup>3</sup> de concreto en mezclas incorporando rocas sedimentarias como aditivo al cemento Pacasmayo Tipo I.

**Tabla 8**

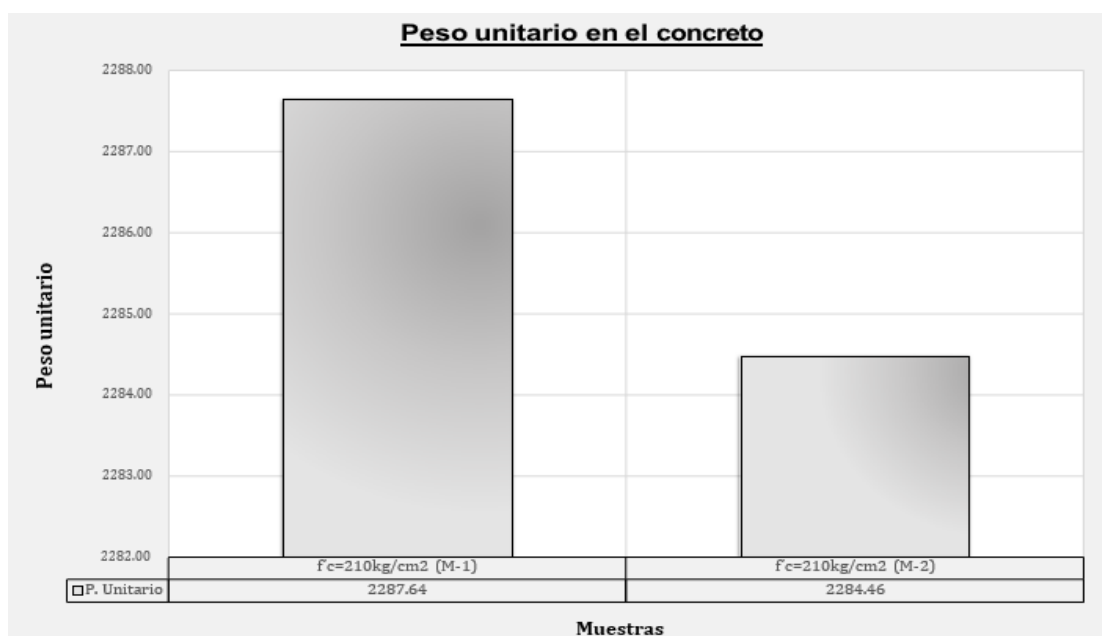
*Cálculo de peso unitario y asentamiento*

Muestra	Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )	Slump (cm)
f'c=210kg/cm <sup>2</sup> (M-1)	2292	10.180
f'c=210kg/cm <sup>2</sup> (M-2)	2289	10.300

Nota: Elaboración propia

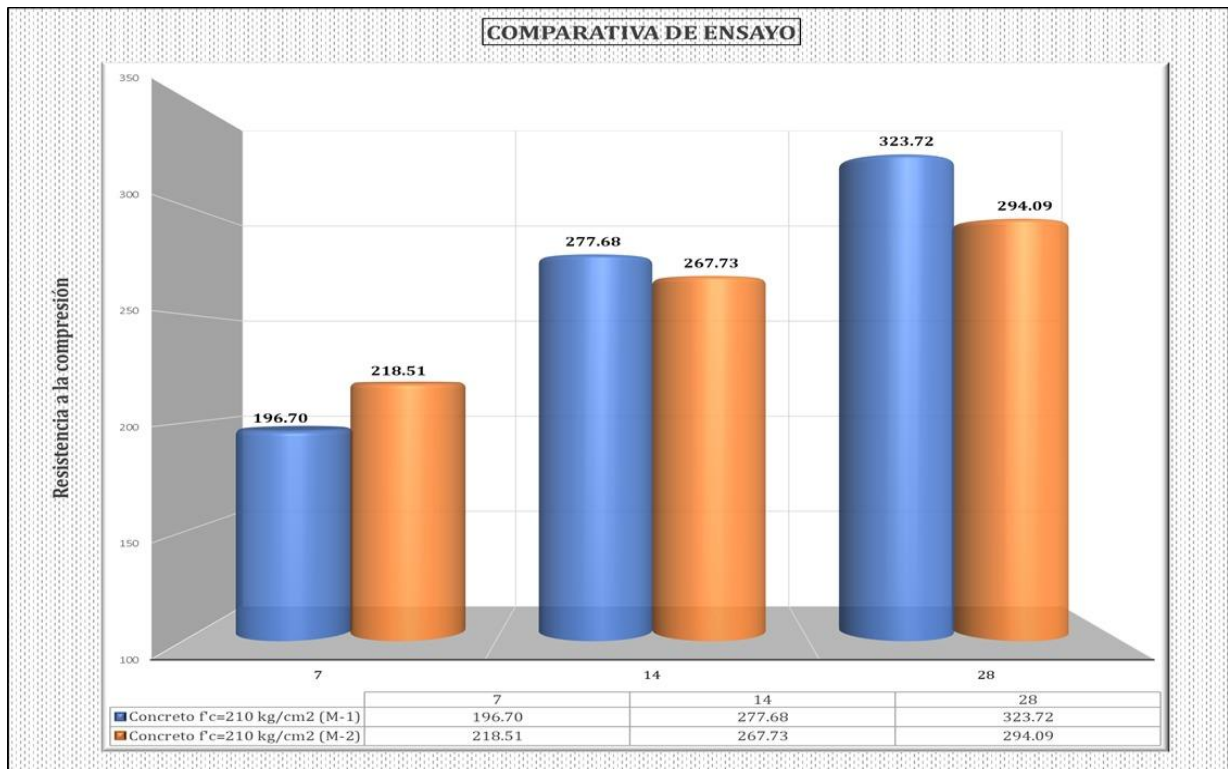
**Descripción:** en la tabla N°8 los resultados nos muestran para una mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (M-1) y (M-2) de los ensayos realizados, la variación donde se observa del peso unitario y slump.

**Figura 11.** Cuadro comparativo para el concreto patrón más adición al (M-1) (M-2)



Nota: Se presenta los resultados comparativos del ensayo a compresión para un concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con influencia de rocas sedimentarias (M-1) y (M-2).

**Figura 12.** Cuadro comparativo (kg/cm<sup>2</sup>) para el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (M-1) y (M-2)



Nota: Elaboración propia

**Descripción:** nos muestra un cuadro semejante de los resultados del ensayo de compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (M-1) y (M-2). A los 7,14,28 días.

### Ensayo de asentamiento del concreto con el cono de Abrams

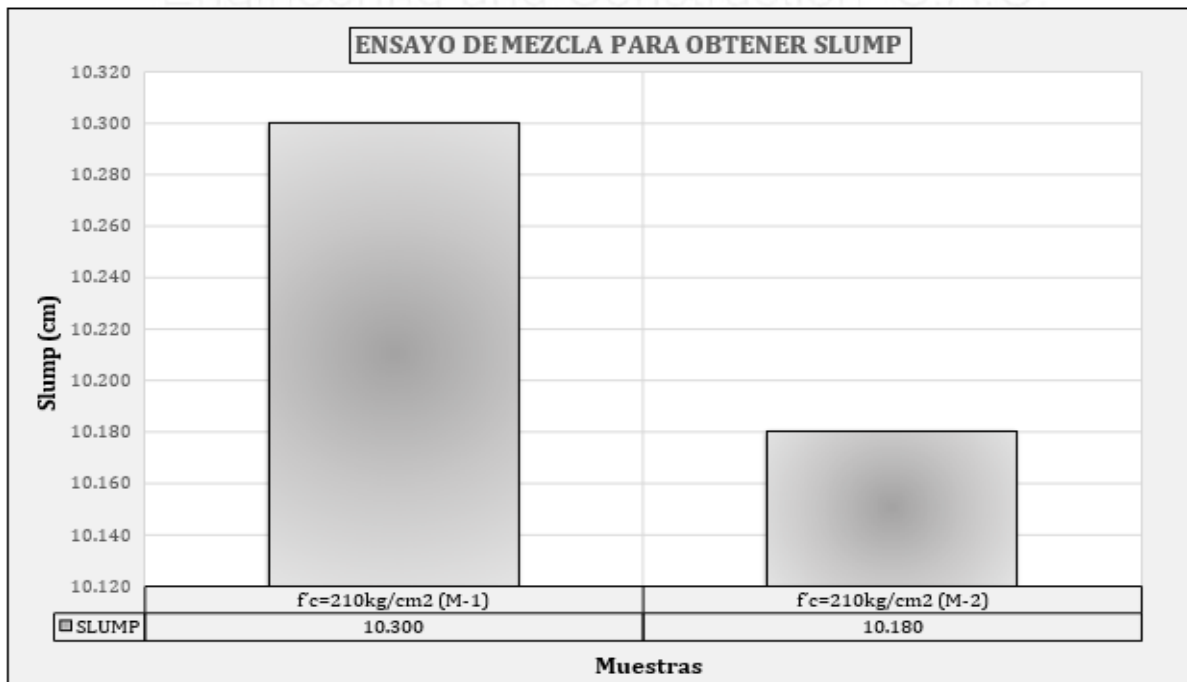
**Tabla 9**

*Medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams*

MUESTRA	SLUMP (cm)
f'c=210kg/cm <sup>2</sup> (M-1)	10.3
f'c=210kg/cm <sup>2</sup> (M-2)	10.18

Nota: nos muestra el resultado del asentamiento del concreto con piedra de (M-1) (M-2)

**Figura 13.** Ensayo de mezcla con slump para (M-1) y (M-2).



**Nota:** En la siguiente figura observamos el resultado de slump para un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> agregando rocas sedimentarias (M-1) y (M-2).

**Tabla 10**

*Resultados del ensayo de absorción de agua*

Muestra	% de Absorción	
	Agregado Fino	Agregado Grueso
f'c=210kg/cm <sup>2</sup> (M-1)	1.7 %	1.8 %
f'c=210kg/cm <sup>2</sup> (M-2)	1.7 %	2.1 %

Nota: los resultados nos muestra del ensayo de absorción realizados para una mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (M-1) y (M-2), donde se observa que el porcentaje de absorción del agregado fino no varía por ser una

muestra de la misma cantera, mientras que el porcentaje del agregado grueso de absorción para un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (M-2) es mayor que  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  (M-1).

- **Estadística inferencial - Prueba de hipótesis**

**Tabla 11.** Prueba de normalidad – Datos de resistencia a la comprensión del concreto  $f'c$ .

	Tratamientos- Unidad experimental	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la comprensión del concreto $f'c$	ST.Patron	,942	3	,537
	$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-1)	,975	3	,699
	$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-2)	,970	3	,670

Fuente:

ST. Patrón	136,50	7 días
ST. Patrón	189,00	14 días
ST. Patrón	210,00	28 días
$f'c= 210\text{kg/cm}^2$ (M-1)	196,70	7 días
	277,68	14 días
	323,72	28 días
$f'c= 210\text{kg/cm}^2$ (M-2)	218,51	7 días
	267,73	14 días
	294,09	28 días

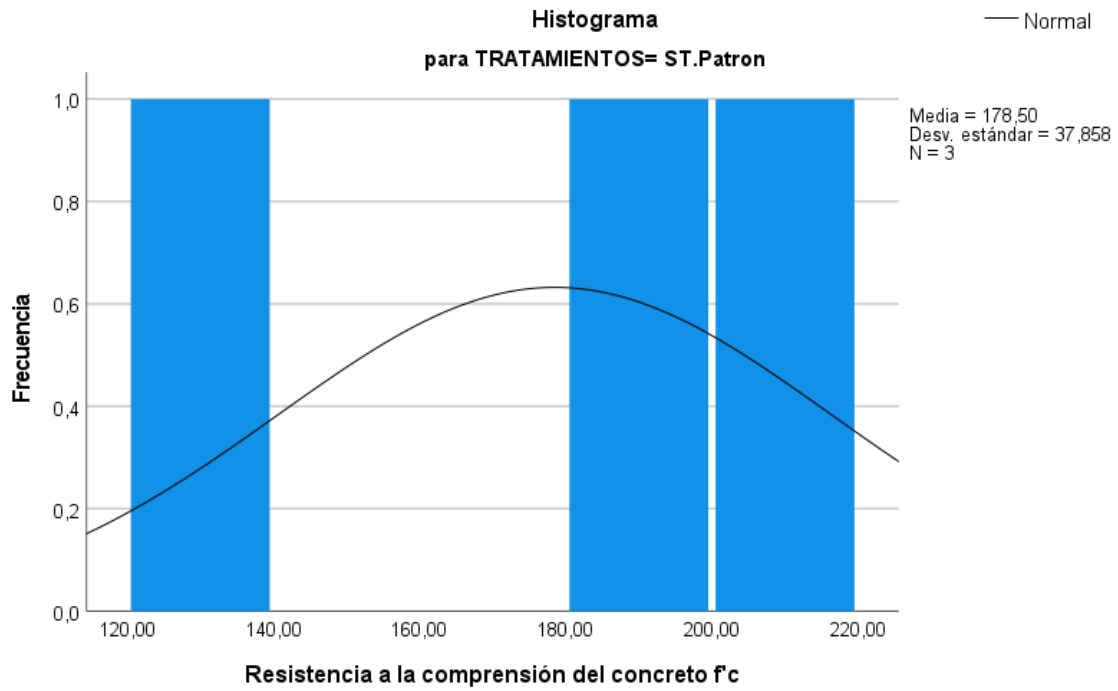
### Interpretación

Según Tabla 11, se visualiza, una muestra de 9 datos registrados para (7 ,14 y 28 días), se observa que los datos tienen distribución de probabilidad con la media y desviación estándar determinada, por la muestra se asumió el método de Shapiro-Wilk., siendo la muestra menor a 50 datos.

ST. Patrón	,537 $\geq$ 0,05	<i>Distribución normal</i>
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-1)	,699 $\geq$ 0,05	<i>Distribución normal</i>
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-2)	,670 $\geq$ 0,05	<i>Distribución normal</i>

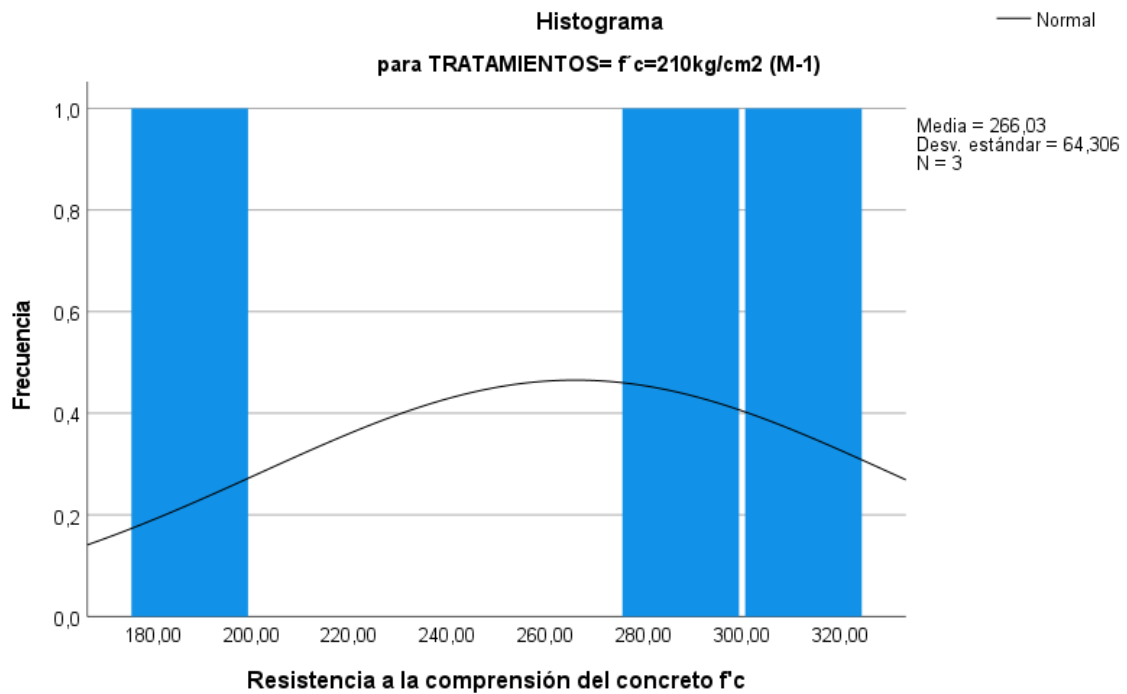
Los datos a la comprensión del  $f'c$ , se distribuyen normalmente, esto permitió realizar *prueba paramétrica* HDS Tukey, para la verificación de diferencias significativas.

**Figura 14.** Histograma del ajuste de distribución normal de ST. Patrón.



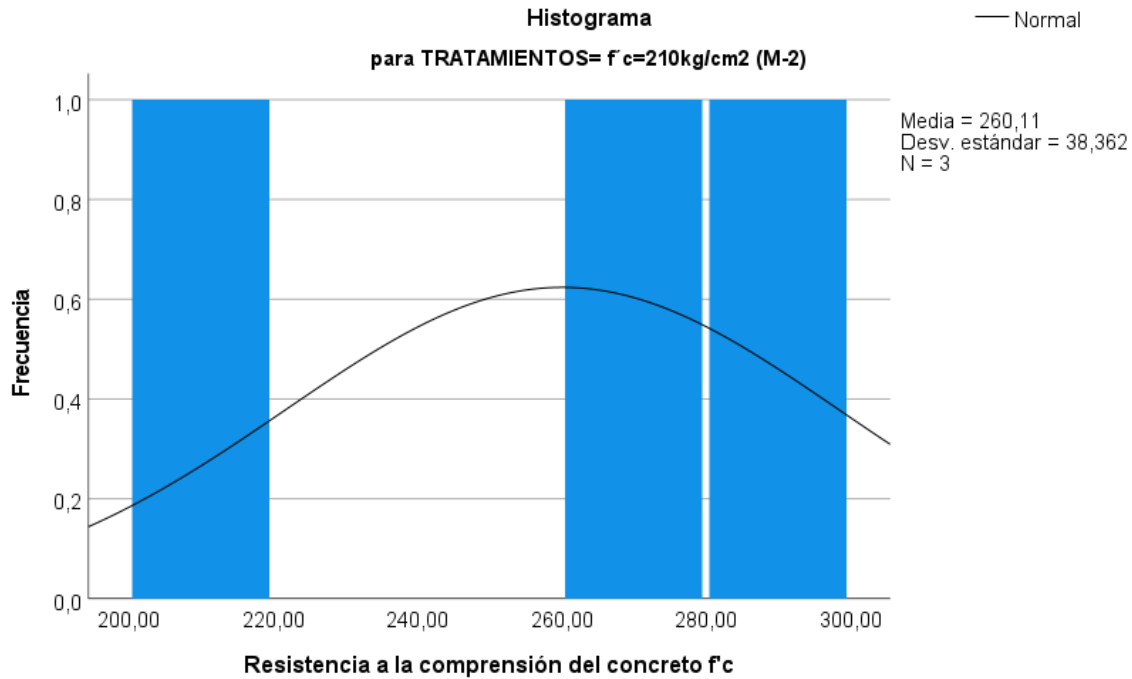
Fuente: spss

**Figura 15.** Histograma del ajuste de distribución normal de M-1. f'c



Fuente:spss

**Figura 16.** Histograma del ajuste de distribución normal de M-2. f'c



Fuente:spss

La Figura 14, muestra tendencias de datos en resistencia a compresión del concreto  $f'c$ , cada barra figura cómo se disponen los datos en una sola categoría, se muestra la curva de ajuste a una distribución normal, datos ST. Patrón, esto permitió verificar o filtrar que estadística inferencial ha posibilitado aplicar, eligiéndose la prueba HDS Tukey (comparación de medias). En el mismo sentido la Figura 15, la tendencia de los datos sigue un patrón de *distribución normal*, por lo tanto, ha sido también decisión de aplicar una prueba paramétrica, así mismo la Figura 16. Los valores calculados de significancia son mayores al asumido de valor 0,05.

**Tabla 12. Descriptivos– Datos de Fuerza a la compresión del concreto  $f'c$ .**

Fuerza a la compresión del concreto  $f'c$

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
ST. Patrón ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ )	3	178,5000	37,85829	21,85749	84,4548	272,5452	136,50	210,00
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-1)	3	266,0333	64,30594	37,12705	106,2885	425,7781	196,70	323,72

f'c=210kg/cm <sup>2</sup> (M-2)	3	260,1100	38,36186	22,14823	164,8139	355,4061	218,51	294,09
Total	9	234,8811	59,62134	19,87378	189,0521	280,7101	136,50	323,72

Fuente:spss

En la Tabla 12, se visualiza, diferentes tratamientos, el promedio a compresión del f'c, en 3 registros en cada grupo, mostrándose que Sin tratamiento (ST) el valor es 178,50 kg/cm<sup>2</sup>.; M-1 con valor 266,03 kg/cm<sup>2</sup>.; M-2 con valor 260,11 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 13. Pruebas de homogeneidad de varianzas– resistencia a la compresión del concreto f'c.**

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión del concreto f'c	Se basa en la media	,671	2	6	,546
	Se basa en la mediana	,311	2	6	,744
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,311	2	4,881	,746
	Se basa en la media recortada	,643	2	6	,559

Fuente:spss

La tabla 13, nos brindó que las significancias son mayores al 0,05, por tanto, no hay significativas diferencias en las medias a compresión del concreto f'c entre Sin tratamiento (ST).; M-1 y M-2; basado en la media el valor  $0,546 \geq 0,05$ .

**Tabla 14. ANOVA, datos de fuerza a la compresión del concreto f'c.**

ANOVA					
Resistencia a la compresión del concreto f'c					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14357,362	2	7178,681	3,059	,121
Dentro de grupos	14080,272	6	2346,712		
Total	28437,635	8			

Fuente:spss



$$1 - \alpha = 0.95$$

$$1 - \alpha = P ( F \leq f_{\alpha, v_1, v_2} )$$

$v_1$  = grados de libertad del numerador

$v_2$  = grados de libertad del denominador

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161.446	199.499	215.707	224.583	230.160	233.988	236.767	238.884	240.543	241.882
2	18.513	19.700	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.785
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978

### Interpretación

La Tabla 14, permitió mostrar a comprensión del  $f'c$ , comparados al registro ST, los tratamientos aplicados (M-1, M-2); las pruebas de ser significativos, la hipótesis nula si es necesario rechazar lo aceptar la alternativa hipótesis. Se demostró que, no hay probabilísticamente una variación entre muestras, se observa el valor de  $F: 3,059 \leq 4,459$  (Tabla F); además la significancia asumida fue de 0,05 y el calculado es de 0,121, entonces  $0,121 > 0,05$ . según las medias, analizadas en las edades de 7, 14 y 28 días, en la comparación de las mismas, para la comprensión del  $f'c$ , no tienen influencia o no hay diferencias estadísticas significativas al 95% de confianza.

**Figura 17. HSD Tukey, resistencia a la comprensión del concreto  $f'c$ .**

		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamientos-Unidad experimental	N	1	
HSD Tukey <sup>a</sup> ST.Patron( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ )	3	178,5000	
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-2)	3	260,1100	
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-1)	3	266,0333	
Sig.		,147	

Se observan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

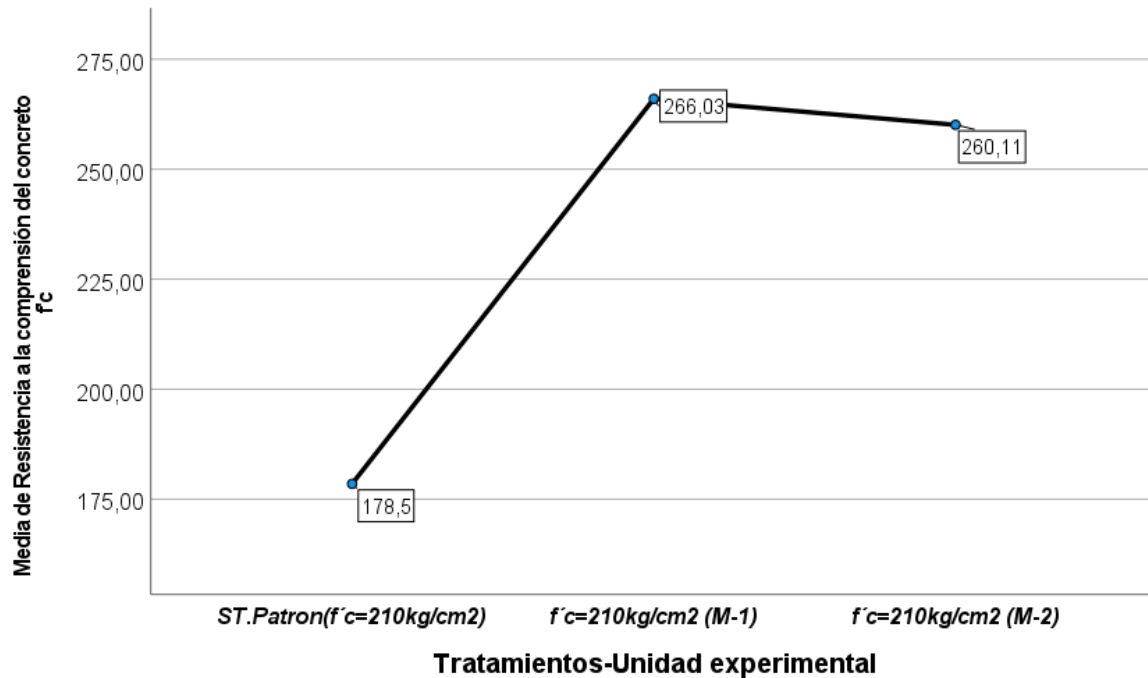
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

### Comentar

La prueba HSD-Tukey, según la Figura 17, los tratamientos son estadísticamente semejantes, o probabilísticamente la resistencia a la comprensión del concreto  $f'c$ , la resistencia sin tratamiento (ST- Patrón), sus medias son semejantes, y agrupados en

una sola columna o Subconjunto (1) para alfa = 0.05, al 95 % de confianza. El valor más resaltante, el tratamiento M-1 con valor de media: 266,03 kg/cm<sup>2</sup>.

Figura 17. Media de resistencia a la compresión del concreto f'c.



### Comentar

La Figura 17; muestra la comparación en resistencia de las medias a la compresión del concreto f'c diseñadas según tratamiento, se visualiza que el tratamiento M-1, el más alto con valor de media: 266,03 kg/cm<sup>2</sup>. Los tratamientos, han tenido diferentes valores en las resistencias, pero según la comparación de la prueba HSD Tukey(medias) y el valor F, estadísticamente no son significativas desde las probabilidades al 95% de confianza, las medias son semejantes, están en el subconjunto (1) para alfa = 0.05.

## V. DISCUSIÓN

En la provincia de Jaén se presentan diferentes tipos de rocas, por lo que se puede decir que en este lugar existe gran variedad de sedimentos, resultado de los desechos de estas, por ende para esta investigación se recolecto las rocas sedimentarias, material que se adicionó al concreto  $F_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$  en la mezcla, ésta fue recolectada en el único rio Amojú que pasa por la provincia de Jaén, puntualmente en el sector denominado cruce de bellavista donde se encuentra la cantera de la empresa "ARENERA JAEN – MATERIALES SAC", la cual provee de material de piedra chancada y arena fina, gruesa así mismo contando con una cantera para sus fines de comercialización, se dividió la investigación en dos etapas en la cual en la primera etapa se recogieron las rocas sedimentarias según su identificación, luego su recolección y su extracción de forma manual y con ayuda de maquinaria en la misma quebrada, en cantidad aproximada de 5 sacos de polietileno color blanco para luego llevarlos a la chancadora y sacar piedras de  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  pulgadas, también ya en el laboratorio de suelos se llevó a cabo la identificación de estas y en la segunda etapa se llevó a cabo la adquisición de los agregados, los cuales fueron adquiridos en la cantera antes mencionada la misma que fue escogida, para luego llevarlas al laboratorio porque se localiza cerca donde se realizaron los ensayos de concreto y nos brindó la garantía en la calidad de los materiales, en esta etapa se presenta las propiedades físicas mecánicas del agregado fino y rocas sedimentarias para un agregado grueso de TMN de  $\frac{3}{4}$ " que se represaran por la nomenclatura (M-1) y  $\frac{1}{2}$ " por la nomenclatura (M-2) respectivamente, por lo que resulta así que en el ensayo de para el diseño del concreto ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ) con rocas sedimentarias (M-1), tuvo como resultado en el agregado fino, un push es 1770 ( $\text{kg/m}^3$ ) y PUSS es 1746 ( $\text{kg/m}^3$ ), puch es 1919 ( $\text{kg/m}^3$ ), PUSC es 1893 ( $\text{kg/m}^3$ ), CH 1.3%; siendo en el agregado grueso, tuvo un PUSH 1264 ( $\text{kg/m}^3$ ) y PUSS 1258 ( $\text{kg/m}^3$ ), puch 1392 ( $\text{kg/m}^3$ ), pusc 1386 ( $\text{kg/m}^3$ ), CH 0.4%; siendo que para  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el agregado fino, tuvo PEM 2.577 ( $\text{gr/cm}^3$ ), PEMSSS 2.621 ( $\text{gr/cm}^3$ ), PEA 2.694 ( $\text{gr/cm}^3$ ), absorción 1.69% y para agregado grueso, tuvo peso específico de masa 2.507 ( $\text{gr/cm}^3$ ), peso específico de masa saturado superficialmente seco 2.551 ( $\text{gr/cm}^3$ ), PEA es 2.623 ( $\text{gr/cm}^3$ ), porcentaje de absorción 1.76% donde se observó también la hipótesis planteada para primer objetivo es verdadera con 0.537 para patrón y para los modificados 0.699 compresión y flexión 0.670 las cuales son

mayores que 0.05 . Desde el punto de vista de Lian y Zhugeb, (2020) quien, en su investigación desarrollada en la ciudad de Australia, con el objetivo de desarrollar un nuevo tipo de hormigón permeable con mayor resistencia estructural, se intentaron varios diseños de mezcla y sobre sus efectos a la compresión y la permeabilidad del concreto permeable investigados fueron en esta investigación. El procedimiento de investigación fue explicativo de enfoque cuantitativo. En consecuencia, se recomendó el diseño óptimo de los componentes del agregado y la mezcla para el concreto permeable mejorado. En su población en la primera etapa, se utilizaron tres tipos diferentes de agregado grueso sin agregado fino y otras mezclas. En sus resultados se aplicaron arenas y humo de sílice para mejorar la resistencia del concreto. En conclusión, este estudio proporciona los resultados de investigaciones experimentales que analizan los factores que influyen en las resistencias y la permeabilidad del hormigón poroso. Se ha demostrado que la resistencia y la permeabilidad del hormigón poroso están relacionadas inversamente, lo que a la creación ha llevado de una serie de experimentos para determinar el diseño de mezcla óptimo.

En el ensayo de para el diseño del concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>) con rocas sedimentarias (M-2), tuvo como resultado en el agregado fino, un peso unitario suelto húmedo 1770 (kg/m<sup>3</sup>) y puss es 1746 (kg/m<sup>3</sup>), pusc es 1919 (kg/m<sup>3</sup>), pusc es 1893 (kg/m<sup>3</sup>), CH es 1.3%; siendo en el agregado grueso, tuvo un peso unitario suelto húmedo 1143 (kg/m<sup>3</sup>) y puss es 1138 (kg/m<sup>3</sup>), pusc es 1333 (kg/m<sup>3</sup>), peso unitario seco compactado 1328 (kg/m<sup>3</sup>), Contenido de humedad 0.4%; siendo que para f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> en el agregado fino, tuvo peso específico de masa 2.577 (gr/cm<sup>3</sup>), pemssss 2.621 (gr/cm<sup>3</sup>), peso específico aparente 2.694 (gr/cm<sup>3</sup>), porcentaje de absorción 1.688% y para agregado grueso, tuvo pem es 2.515 (gr/cm<sup>3</sup>), pemsss 2.567 (gr/cm<sup>3</sup>), pea 2.654 (gr/cm<sup>3</sup>), absorción 2.09%, tal como se explica en investigaciones realizadas a nivel internacional, se encontró a Chen et al., (2020) refiere que el análisis de microtribología para simular el comportamiento entre las interfaces de contacto de los agregados de la capa base. Se utilizó una metodología de análisis espectral de enfoque cuantitativo lo cual sirvió para calcular los niveles de microtextura de la superficie y su distribución en cada banda de espectro de octava, lo que permitió detectar detalles en la longitud de onda de la microtextura que afectan el comportamiento de los agregados. Se creó un modelo

de elementos finitos bola-árido para calcular la tensión de contacto entre la bola y el árido, considerando diferentes profundidades de picaduras de contacto en la superficie del árido. mostraron los resultados que los coeficientes de fricción cinética de la mayoría de los tipos de agregados de roca se mantuvieron constantes después de un aumento inicial, excepto para el agregado de piedra caliza. En su conclusión se encontraron significativas correlaciones entre los niveles de microtextura de la superficie del agregado y los coeficientes de fricción cinética, así como entre la tensión de contacto y la propiedad de desgaste de los agregados.

En el ensayo a la comprensión del concreto, para un concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>) con rocas sedimentarias (M-1), resultó un promedio a los 7 días de 196.70 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 277.68 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 323.72 kg/cm<sup>2</sup>, En el ensayo a la comprensión del concreto, para un concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>) con rocas sedimentarias (M-2), resultó un promedio a los 7 días de 218.51, a los 14 días de 267.73 y a los 28 días 294.09 kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo con Costa y Ribeiro, (2020) quien en su investigación desarrollada en la ciudad de Lima. . Cuyo objetivo se llevó a cabo un estudio geotécnico detallado, que incluyó trabajos de campo como la realización de calicatas y ensayos de laboratorio, La metodología de investigación es experimental de tipo descriptivo, además de la utilización de software especializado como RocData v 4.0 y Slide en su versión 6.0, para establecer condiciones geotécnicas estables. Los resultados indicaron de los ensayos que la cohesión y fricción de la arenisca era de 0.93 kg/cm<sup>2</sup> y 23. 4<sup>o</sup> respectivamente, mientras que para la limolita era de 0.61 kg/cm<sup>2</sup> y 21.2<sup>o</sup>. Cabe destacar que estos valores corresponden a una superficie de discontinuidad. Con la ayuda de RocData v 4.0, se obtuvieron valores equivalentes de cohesión y fricción para cada tipo de roca, que fueron utilizados en el modelamiento numérico para calcular el Factor de Seguridad. En conclusión, al utilizar rocas sedimentarias como adición, se logra un mayor control de la permeabilidad y una reducción de la fisuración, lo que a su vez disminuye la posibilidad de infiltración de agua y la formación de baches. Además, la roca sedimentaria puede ayudar a mejorar la resistencia al desgaste y la adherencia del pavimento, lo que contribuye a una mayor vida útil y un menor mantenimiento, nos brindó que las significancias son mayores al 0,05, por tanto, no hay diferencias relevantes en las medias de resistencia a comprensión del concreto f'c entre Sin tratamiento (ST).; M-1 y M-2; basado en la media el valor  $0,546 \geq 0,05$  y también

Chavarría et al., (2019) quien, en su investigación desarrollada en la ciudad de Arequipa, cuyo objetivo es evaluar el uso de las diatomitas de los yacimientos - Arequipa como material cementante suplementario (MCS) de alta resistencia en el concreto, de la microsilice, desde el punto de vista evaluándolo del desempeño económico y ecológico. La metodología de investigación fue no experimental de tipo descriptivo. Como respuesta, se encontró que la diatomita en Arequipa como reemplazo es una buena alternativa al cemento en lugar de la microsilice. En conclusión, el uso de la diatomita como adición en el concreto ofrece beneficios significativos. Además de proporcionar altas resistencias a la compresión, la diatomita mejora otras propiedades del concreto, como la baja permeabilidad y de hidratación el bajo calor. De la permeabilidad la reducción en el concreto tiene diversos efectos positivos, como la disminución del deterioro, incluyendo la corrosión del acero de refuerzo y el ataque químico, en lo estadístico se demostró que, no hay probabilísticamente una variación entre muestras, se observa el valor de **F:  $3,059 \leq 4,459$**  (Tabla F); además la significancia asumida fue de 0,05 y el calculado es de 0,121, entonces  $0,121 > 0,$

## VI. CONCLUSIONES

- Se concluye que la presencia de una amplia variedad de rocas sedimentarias en la provincia de Jaén, especialmente en el área del río Amojú, Bellavista. La selección de materiales de la cantera "ARENERA JAEN – MATERIALES SAC" demuestra la factibilidad de utilizar estos agregados locales para alcanzar la resistencia deseada de 210 kg/cm<sup>2</sup> en concreto, alineándose con el objetivo de determinar las propiedades del concreto mejoradas por estos agregados. Se distribuyen normalmente, esto permitió realizar *prueba paramétrica* HDS Tukey, para la verificación de diferencias significativas.

- Que los ensayos a la compresión para las mezclas con rocas sedimentarias (M-1 y M-2) indican un incremento significativo en la resistencia a medida que curan, alcanzando valores máximos de 323.72 kg/cm<sup>2</sup> y 294.09 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, respectivamente. La búsqueda del diseño de mezcla óptimo y cómo estos porcentajes influyen dicha resistencia. nos brindó que las significancias son mayores al 0,05, por tanto, no hay diferencias significativas en las medias de resistencia a compresión del concreto  $f'_c$  entre Sin tratamiento (ST).; M-1 y M-2; basado en la media el valor  $0,546 \geq 0,05$ .

- Se concluye la necesidad de procesar adecuadamente las rocas sedimentarias para lograr una granulometría fina es esencial para su eficacia como agregado en el concreto. Este proceso asegura una mezcla homogénea y una mejor adherencia con el cemento, lo que es crucial para optimizarlo las propiedades mecánicas del concreto, reflejando la importancia del diseño de mezcla y la preparación en agregados.

- Se concluye que el uso de rocas sedimentarias en el concreto no solo cumple con los requisitos de resistencia a la compresión, sino que también contribuye significativamente a la durabilidad y el rendimiento general de pavimentos rígidos. Esto valida la hipótesis de que un porcentaje específico de rocas sedimentarias es óptimo para el diseño de pavimentos rígidos en Jaén, ofreciendo resistencia y durabilidad.

## VII. RECOMENDACIONES

- Fomentar la explotación sostenible de las rocas sedimentarias disponibles en Jaén, especialmente de la cantera ubicada en el sector del cruce de Bellavista. Se recomienda establecer colaboraciones entre entidades gubernamentales, la industria de la construcción y centros de investigación para asegurar una cadena de suministro eficiente y sostenible de estos materiales.

- Implementar prácticas estandarizadas para el procesamiento de rocas sedimentarias, asegurando que se alcance la granulometría adecuada para su uso como agregado en concreto. Esto incluye la adopción de tecnologías de molido y clasificaciones eficientes, así como la capacitación del personal involucrado en estos procesos.

- Desarrollar guías técnicas de mezclas para el diseño de concreto que incorporen rocas sedimentarias, basadas en los hallazgos de la investigación. Estas guías deben detallar las proporciones recomendadas de rocas sedimentarias para alcanzar la resistencia a la compresión deseada y optimizar otras propiedades mecánicas relevantes.

- Realizar evaluaciones periódicas del desempeño de los pavimentos rígidos que utilicen rocas sedimentarias, con el fin de ajustar las proporciones de la mezcla según sea necesario.



## REFERENCIAS

- ABAD, I., GEA, G. De, MOLINA, J.M. y NAVARRO, V., 2022. Rocas graníticas de la provincia de Jaén: Un paseo geológico por el Piélag y la Aliseada. [en línea], vol. 8889. Disponible en: [https://sge.usal.es/archivos\\_pdf/geolodia22/guias\\_geolodia22/gdia22guia\\_jaen.pdf](https://sge.usal.es/archivos_pdf/geolodia22/guias_geolodia22/gdia22guia_jaen.pdf).
- ABAD, M. y MOLINA, J., 2020. Minerales y rocas de la provincia de Jaén. [en línea]. Disponible en: <https://bvirtual.uce.edu.ec:2534/es/ereader/uce/54999?page=118>.
- AITA, R., MAHMOUD, K., ABDEL, G., IBRAHIM, E. y AASSY, I., 2024. Impacts of siltstone rocks on the ordinary concrete ' s physical , mechanical and gamma-ray shielding properties : An experimental examination. *Nuclear Engineering and Technology* [en línea], no. January, pp. 1-19. DOI <https://doi.org/10.1016/j.net.2024.01.014>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1738573324000159>.
- AJENG, A., ABDULLAH, R., TAU, L. y CHUAN, L., 2020. Biochar-Bacillus consortium for a sustainable agriculture: physicochemical and soil stability analyses. *Sustainability (Switzerland)* [en línea], vol. 12, no. 17, pp. 1-13. ISSN 20711050. DOI 10.3390/SU12176966. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85150990584&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=sustainable+development&nlo=&nlr=&nls=&sid=08ddf0eb9d84095bd313ed96fdf8056c&sot=b&sdt=cl&cluster=scopusbyr%25252C%2525222024%252522%25252Ct%25252C%2525222023%252522%25>.
- AMAYA, C. y ARAQE, M., 2020. *Estudio de las propiedades físico mecánicas del concreto con incorporación de vidrio molido y análisis comparativo a partir de concreto con fibra de acero y concreto convencional* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31452/2020carlosamaya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- BARBIERI, D., DORVALB, G., LOU, B. y CHEN, H., 2021. Conjunto de datos sobre la caracterización mecánica de rocas sedimentarias derivadas de Svalbard para su posible uso en la construcción de carreteras locales. *Science Direct* [en línea], pp. 1-13. DOI 10.17632/mtn347g3gp.1. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340921000214>.
- BARRIENTOS, S., 2021. *Propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en pavimentos rígidos con adición de almidón de cebada, Cusco 2021* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64582/Barrientos\\_AS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64582/Barrientos_AS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- BAUTISTA, R. y LEYVA, A., 2020. Diseño de concreto durable 210 kg/cm<sup>2</sup> para elementos estructurales incorporando vidrio molido a los agregados, Jaén - 2021. *Universidad Cesar Vallejo* [en línea], pp. 1-118. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_R\\_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_R_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- BESKOU, N. y EDMOND, M., 2022. Microstructural effects on dynamic response of rigid and flexible pavements to moving load under plane strain. [en línea], vol. 163, no. December, pp. 1-8. DOI <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2022.107544>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026772612200389X>.
- BESKOU, N. y EDMOND, M., 2023. Review on dynamic response of road pavements to moving vehicle loads. *Soil Dynamics and earthquake engineering* [en línea], vol. 175, no. December, pp. 1-6. DOI <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2023.108249>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0267726123004943>.
- BISWAS, S. y SHUBHAM, K., 2023. Una revisión sistemática sobre el desempeño del pavimento asfáltico recuperado ( RAP ) como material sustentable en la construcción de pavimento rígido : estado actual y perspectiva futura. [en línea], pp. 1-7. DOI <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.107253>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271022301433X>.
- CHEN ET AL., 2020. Construcción y Materiales de Construcción Propiedades

microtribológicas agregadas de la capa base de pavimento permeable de ciudad esponja bajo carga de vehículos. *Construcción y Materiales de Construcción* [en línea], pp. 1-7. DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120424>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820324296>.

COSTA, F. y RIBEIRO, D., 2020. Reduction in CO2 emissions during production of cement, with partial replacement of traditional raw materials by civil construction waste (CCW). *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 276, no. December, pp. 1-8. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.123302. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620333473>.

COSTA, F. y RIVERO, D., 2021. Evaluation of phase formation and physical-mechanical properties of Portland cements produced with civil construction waste. *Cement* [en línea], vol. 5, no. September, pp. 100012. ISSN 26665492. DOI 10.1016/j.cement.2021.100012. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666549221000098>.

DIARIO DIGITAL, 2022. Geolodía 2022 mostró en dos itinerarios los paisajes geológicos de La Aliseda y El Piélago. [en línea], pp. 22-24. Disponible en: <https://diariodigital.ujaen.es/divulgacion-cientifica/geolodia-2022-mostro-en-dos-itinerarios-los-paisajes-geologicos-de-la>.

DIPTIKANTA, R., SABYASACHI, B., KUMAR, S. y ADDHESH, K., 2023. A systematic review on performance of reclaimed asphalt pavement ( RAP ) as sustainable material in rigid pavement construction : Current status to future perspective. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 76, no. October, pp. 1-8. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107253>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S235271022301433X>.

DOBISZEWSKA, M., BAGCAL, O., BEYCIOĞLU, A., GOULIAS, D., KÖKSAL, F., PŁOMIŃSKI, B. y ÜRÜNVEREN, H., 2023. Utilization of rock dust as cement replacement in cement composites: An alternative approach to sustainable mortar and concrete productions. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 69, no. June, pp. 1-59. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.jobbe.2023.106180. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710223003595>.

- ESCUADERO, M.A., RÍOS-REYES, C.A., GARCÍA-GONZÁLEZ, M. y ORTIZ-ORDUZ, A., 2021. Diagenesis and thermal maturity of the Cogollo Group sedimentary rocks in the ANH-CR-Montecarlo-1X well, Cesar-Ranchería Basin, Colombia. *Andean Geology* [en línea], vol. 48, no. 3, pp. 472-495. ISSN 07187106. DOI 10.5027/andgeov48n3-3329. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/andgeol/v48n3/0718-7106-andgeol-48-03-0472.pdf>.
- ESPINEL, M., 2022. Estudio geológico para la factibilidad económica de una planta metalúrgica de minerales preciosos en la provincia de otuzco del departamento de la libertad, Perú ". *Universidaad Nacional de San Agustín de Arequipa* [en línea], Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/df16c66b-4b8e-461c-b35d-d6cadbd64151>.
- FECKER, 2019. Materialeigenschaften von Böden, Gesteinen und Gebirge. *Baugeologie* [en línea], pp. 21-24. DOI 10.1007/978-3-662-58998-4. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-58998-4\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-58998-4_7).
- FUENTES, 2024. Hallan una cordillera rocosa con cinco millones de años. *Diario Jaen* [en línea], pp. 2-5. Disponible en: <https://www.diariojaen.es/jaen/hallan-una-cordillera-rocosa-con-cinco-millones-de-anos-KJ6784185>.
- GALLARDO, S., 2023. Caracterización estructural en las secuencias sedimentarias de la formación zapata entre los 51°60'-51°70' su relación con el tectonismo y evolución deformativa. *Universidad Andrés Bello* [en línea], pp. 1-109. Disponible en: <https://repositorio.unab.cl/server/api/core/bitstreams/0bfa0649-8e1f-46b0-be57-3c0aec1b1fdf/content>.
- GAN, L., LIU, Y., ZHANG, Z., LIU, J., JIN, H. y SUN, Y., 2023. Dynamic mechanical properties of concrete with freeze-thaw damage under different low-temperature conditions. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 80, no. December, pp. 1-6. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107986>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710223021666>.
- GARCÍA, J., 2020. *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando viruta de aluminio secundaria, Lambayeque 2020* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8075>.

- GEOSCIENCE NEWS AND INFORMATION, 2017. Tema 4 · Petrología : Rocas sedimentarias Procesos sedimentarios y clasificación de las rocas sedimentarias Procesos sedimentarios Ciclo de las rocas sedimentarias Componentes de las rocas sedimentarias. *Rocas sedimentarias I British Geological Survey* [en línea]. Disponible en: [https://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/pet\\_sed.htm](https://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/pet_sed.htm).
- GRAHAM ET AL., 2019. Estudio de las propiedades de la roca caliza de Yucatán. *Ingeniería* [en línea], vol. 7, no. 1, pp. 27-36. ISSN 1665-529X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46770103>.
- HARTMANN, T. y TRAPPEY, A., 2020. Advanced Engineering Informatics - Philosophical and methodological foundations with examples from civil and construction engineering. *Developments in the Built Environment* [en línea], vol. 4, no. November, pp. 1-19. ISSN 26661659. DOI 10.1016/j.dibe.2020.100020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165920300168>.
- HUAMAN, J., 2021. *Estabilización de la subrasante adicionando roca basalto para pavimento flexible en la Av. Las torres, distrito Lurigancho, Lima 2021* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_R\\_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_R_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- HUANYUAN, Y., YONGJUN, L., LIQUIN, Z., CONG, Y. y HAO, Z., 2023. Numerical analysis of interaction between flow characteristics and dynamic response of interlocked concrete block mattress during sinking process. *Ocean Engineering* [en línea], vol. 286, no. October, pp. 1-6. ISSN 00298018. DOI 10.1016/j.oceaneng.2023.115574. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0029801823019583>.
- HUARACA, S., 2021. *Efecto del sistema Consolid en el CBR y la ascención capilar del material para base de pavimento de la cantera de totora, Cusco, 2020* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61607>.
- HUYUE, S., TENG, X., STUEKEN, E., DU, Y. y ZHU, Y., 2023. Isotopic differences

and paleoenvironmental significance of nitrogen contained in bulk sedimentary rocks, decarbonated aliquots and kerogen extracts. *Chemical Geology* [en línea], vol. 631, no. August, pp. 1-6. ISSN 00092541. DOI 10.1016/j.chemgeo.2023.121522. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000925412300222X>.

KNORST, A., PAVAN, E., VANZETTO, S. y TOCHETTO, G., 2023. Incorporation of GFRP in interlocking floors: an ecological solution for industrial waste. *Ambiente Construído* [en línea], vol. 23, no. 1, pp. 157-169. ISSN 1415-8876. DOI 10.1590/s1678-86212023000100655. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ac/a/xBSRnnozM4YQd4ZpSBnHgkRm/?format=pdf&lang=pt>.

LI, D., HE, Q., LI, H., GAO, J., ZHAO, X., SUN, Q., WANG, S. y XUE, T., 2023. Organic matter enrichment and palaeoenvironmental comparison of Alinian fine-grained sedimentary rocks in lake facies. *Gas Science and Engineering* [en línea], vol. 116, no. August, pp. 2-7. ISSN 29499089. DOI 10.1016/j.jgsce.2023.205055. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2949908923001838>.

LI, Yanlong, DUO, Z., LI, Yang, LIU, Y., SUN, X. y GUO, H., 2024. Mechanical properties and damage characteristics of concrete under different atmospheric pressures. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 82, no. April, pp. 1-5. DOI <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.108196>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710223023768>.

MA, C., FANG, X., WU, Y., ZHAO, L., LEI, L., YUAN, W. y SUN, J., 2024. Target-based sedimentary diagenesis simulation and three-dimensional diagenesis evolution modeling. *Marine and Petroleum Geology* [en línea], vol. 160, no. February, pp. 1-5. ISSN 02648172. DOI 10.1016/j.marpetgeo.2023.106597. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264817223005032>.

MACHADO, L.C., DAMINELI, B.L., REBMANN, M.S. y ANGULO, S.C., 2024. Simple way to model the mechanical properties of concretes with recycled concrete aggregates. [en línea], vol. 84, no. May, pp. 1-7. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710223023938>.

MAJID, F., PAYMAN, R., AMIR, K. y TORGHABEH, K., 2024. Investigating the reservoir quality of the Early Triassic succession with a new perspective on diagenesis and sequence stratigraphy in the center of the Persian Gulf, South Pars. *Geoenergy Science and Engineering* [en línea], vol. 232, no. January, pp. 1-45. ISSN 29498910. DOI 10.1016/j.geoen.2023.212367. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949891023009545>.

MAMANI, 2019. Efecto del desmonte de roca minera en la resistencia del concreto para edificaciones en el centro poblado Rinconada Ananea Puno. *Universidad Alas Peruanas* [en línea], pp. 12990. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/4396>.

MOTOVA, Z., DOSKAYA, T., DEMITRI, G. y VALENTIN, K., 2024. Edades U-Pb de circones detríticos y composición de rocas sedimentarias clásticas de la periferia sur del cratón siberiano : implicaciones para la evolución cámbrica más temprana del sur de Siberia. *Revista de Ciencias de la Tierra Asiáticas* [en línea], pp. 2-7. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2024.106048>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1367912024000439>.

MUHAMMA, F., MOHD, M., SHAYFULL, Z. y MOHD, R., 2022. Potential of industrial By-Products based geopolymer for rigid concrete pavement application. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 344, no. August, pp. 1-6. DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128190>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822018542>.

ÑAUPAS, P., MEJIA, E., NOVOA, E. y ALBERTO, V., 2014. Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. *Ediciones U* [en línea], pp. 24. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VzOjDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=+la+poblacion+de+una+tesis+&ots=RXFv7Lec\\_T&sig=\\_4nMarQAg1EcQcblqzSqpXKSZkY#v=onepage&q=la+poblacion+de+una+tesis&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VzOjDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=+la+poblacion+de+una+tesis+&ots=RXFv7Lec_T&sig=_4nMarQAg1EcQcblqzSqpXKSZkY#v=onepage&q=la+poblacion+de+una+tesis&f=false).

NGUYEN, T., LIMONGAN, A., NGUYEN, M. y HWANG, C., 2020. Densified mixture design algorithm: A novel mix design concept and its application for green concretes incorporating industrial by-products. *Procedia Engineering* [en línea],

vol. 95, pp. 305-320. ISSN 18777058. DOI 10.1016/j.proeng.2014.12.190.  
Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958946517305486>.

NORMA TÉCNICA PERUANA 334.090.2010, 2010. Cementos adicionados hidráulicos. Requisitos. *Norma Peruana* [en línea], pp. 1-23. Disponible en:  
<https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>.

NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.034.2015, 2015. Norma técnica NTP 339.034.2015. *Norma Peruana* [en línea], no. Lima 27. Disponible en:  
<https://www.gob.pe/institucion/inacal/informes-publicaciones/1515837-listado-de-normas-tecnicas-peruanas-que-se-encuentran-referidas-en-dispositivos-de-caracter-obligatorio>.

NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.010-1 2015, 2015. Norma técnica Peruana NTP 399.010-1.2004. *Indeci* [en línea], no. Lima 41, pp. 108. Disponible en:  
<https://www.ccimasenalizaciones.pe/images/pdf/documentos/ntp-399010-1-2015-senales-de-seguridad.pdf>.

OLIVEIRA ET AL., 2020. Use of waste collected from wind turbine blade production as an eco-friendly ingredient in mortars for civil construction. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 274, no. November, pp. 1-8. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.122948. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620329930>.

OSPINO, M., MARTINEZ, A., POMPE, L. y BIAGUI, R., 2020. Geocronología, morfología, y procedencia de circones detríticos en sedimentos del plioceno, cuenca pisco, Perú. *Universidad Peruana Unión* [en línea], pp. 1-4. Disponible en: <https://www.bclausen.net/geo/Ospino2021SGPcongress=detrital-zircons.pdf>.

PAL, R. y SARKAR, P.P., 2023. Developing a model of porous concrete-filled rigid pavement. *Materials today proceedings* [en línea], no. May, pp. 2-5. DOI <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.333>. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323029644>.



- PASQUIER, V., FIKE, D., RÉVILLON, S. y HALEVY, I., 2022. A global reassessment of the controls on iron speciation in modern sediments and sedimentary rocks: A dominant role for diagenesis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* [en línea], vol. 335, no. October, pp. 211-230. ISSN 00167037. DOI 10.1016/j.gca.2022.08.037. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016703722004586>.
- PATIL, R.R. y KATARE, V.D., 2023. Application of fiber reinforced cement composites in rigid pavements : A review. *Materials today proceedings* [en línea], no. May, pp. 2-5. DOI <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.415>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323023167>.
- PENA, D., 2020. Técnicas para la evaluación de la porosidad y permeabilidad de las rocas. *Reservorio y Prospección* [en línea]. Disponible en: <https://dokumen.tips/documents/presentatecnicas-para-la-evaluacion-de-la-porosidad-y-permeabilidad-de-las.html?page=1>.
- PINEDO, 2019. Estudio de los agregados del río Cumbaza para la construcción de capas de sub base de pavimentos flexibles en la ciudad de Tarapoto. *Universidad Nacional de Tarapoto* [en línea], no. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Administración, pp. 1-70. ISSN 1050-2947. Disponible en: [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3024/ADMINISTRACION - Pamela Jhosymar Valles Vásquez %26 Martha Ruth Guerra Pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3024/ADMINISTRACION-Pamela%20Jhosymar%20Valles%20Vásquez%20Martha%20Ruth%20Guerra%20Pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- REED, M., KASAGA, H., CHOWDARY, U. y HARSHITH, H., 2023. A study on Real time strength assessment of concrete by maturity method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea], vol. 1130, no. 1. ISSN 17551315. DOI 10.1088/1755-1315/1130/1/012017. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s41062-023-01043-7>.
- SHAOCHENG, J., 2022. Relationship between fracture spacing and bed thickness in sedimentary rocks: Approach by means of Michaelis–Menten equation. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering* [en línea], no. December, pp. 1-17. ISSN 16747755. DOI 10.1016/j.jrmge.2022.11.003. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775522002268>.

SHOBEIRI, V., BENNETT, B., XIE, T. y VISINTIN, P., 2024. Case Studies in Construction Materials A comprehensive data driven study of mechanical properties of concrete with waste-based aggregates : Plastic , rubber , slag , glass and concrete. [en línea], vol. 20, no. July. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02815>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523009968>.

TORRES, 2019. Metodo de recolección de datos de una investigacion. *Indian Journal of Dental Research* [en línea], vol. 27, no. 3, pp. 283-287. ISSN 19983603. DOI 10.4103/0970-9290.186230. Disponible en: [http://148.202.167.116:8080/jspui/bitstream/123456789/2817/1/Métodos de recolección de datos para una investigación.pdf](http://148.202.167.116:8080/jspui/bitstream/123456789/2817/1/Métodos_de_recolección_de_datos_para_una_investigación.pdf).

VERDECCHIA ET AL., 2020. Geoquímica de las rocas metasedimentarias del Cámbrico medio al Ordovícico temprano de la sierra de Los Llanos (Sierras Pampeanas, Argentina): Fuente de sedimentos, correlación y ambiente geotectónico. *Andean Geology* [en línea], vol. 41, no. 2, pp. 380-400. ISSN 07187092. DOI 10.5027/andgeoV41n2-a06. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173931252006>.

VILORIA, L., 2020. Diseñ de la carretera de pavimento rígido para la vía ubicada en la carretera 8 entre las calles 4 y 10 del municipio de Malambo, Atlantico. *Universidad Militar Nueva Granada* [en línea], pp. 1-37. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38498/ViloriaOquend oLucyMercedes2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VIVANCO, R., ALBA, R., HURTADO, C. y ALVAN, A., 2023. Aportes sobre los mecanismos de deformación en las rocas sedimentarias de la Formación Cachíos, Yura, región de Arequipa. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas* [en línea], vol. 26, no. 51, pp. e23652. ISSN 1561-0888. DOI 10.15381/iigeo.v26i51.23652. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/104738983/19394-libre.pdf?1691090453=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAportes\\_sobre\\_los\\_mecanismos\\_de\\_defor](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/104738983/19394-libre.pdf?1691090453=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAportes_sobre_los_mecanismos_de_defor)

mac.pdf&Expires=1707106973&Signature=B6j9wJDLIjNm07nDnppxGcpfA~veC  
Rak1e7LTnZQgec0Vn2B05rxHsz.

WAN, C., JIN, J., WANG, L. y WANG, J., 2024. Quantification of full-field stress in continuously loaded fractured rocks using 3D printing and digital photoelasticity. *Optics and lasers in engineering* [en línea], vol. 175, no. April, pp. 1-6. DOI <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2023.108018>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143816623005468>.

WANG, C. y XIAO, W., 2023. Developing an improved extreme gradient boosting model for predicting the international roughness index of rigid pavement. [en línea], vol. 408, no. December, pp. 1-7. DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133523>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823032403>.

WEN, K., CHANGMING, B., SHIHUI, L. y YANG, L., 2020. Experimental investigation of flexure resistance performance of bio-beams reinforced with discrete randomly distributed fiber and bamboo. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 176, no. July, pp. 241-249. ISSN 09500618. DOI [10.1016/j.conbuildmat.2018.05.032](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.032). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818310973>.

XU, J., JIANG, J., WANG, D., XU, P., WANG, F., LI, H., CHENG, X., WU, Q., CHENG, F., LIN, L. y XU, Y., 2024. Main controlling factors evolution on high-quality source rocks development in the Shan'an Sag, Bohai Bay Basin, NE China: Implication from structure, depositional environment, and organic matter. *Journal of Asian Earth Sciences* [en línea], vol. 263, no. March, pp. 1-6. ISSN 13679120. DOI [10.1016/j.jseaes.2024.106020](https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2024.106020). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1367912024000154>.

YUEXIANG, L., ZHEGSHOU, L., JIANJUN, M. y LINCHONG, H., 2024. A combined weighted Voronoi tessellation and random field approach for modeling heterogeneous rocks with correlated grain structure. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 416, no. February, pp. 6-11. DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135228>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061824003696>.

- ZELIN, H., JIN, H., CANCIÓN, L. y BIN, L., 2023. Evaluación de la uniformidad del perfil de suelos de rocas sedimentarias clásticas meteorizadas en el suroeste de China. *Science and Technology Studies* [en línea], pp. 1-8. DOI <https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107007>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S034181622300098X>.
- ZENG, W., ZHANG, Z., WANG, B., CHEN, X., ZHENG, R., FU, G. y JIN, Y., 2023. Formation mechanism of organic-rich mixed sedimentary rocks in saline lacustrine basin, Permian Lucaogou Formation, Jimsar Sag, Junggar Basin, Northwest China. *Marine and Petroleum Geology* [en línea], vol. 156, no. October, pp. 2-7. ISSN 02648172. DOI 10.1016/j.marpetgeo.2023.106452. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264817223003586>.
- ZHAO, Z., CHEN, S., ZHANG, J., CHEN, J. y WU, Y., 2024. In-situ tracer test in fractured rocks for nuclear waste repository. *Earth-Science Reviews* [en línea], vol. 250, no. March, pp. 1-5. ISSN 00128252. DOI 10.1016/j.earscirev.2024.104683. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0012825224000102>.

## Anexo 1. Matriz De Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	DIMENSION	INDICADOR	METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general		Propiedades físicas	Granulometría	Tipo de investigación:
¿De qué manera influye la evaluación de las propiedades físico y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023?	Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mediante la incorporación de Rocas Sedimentarias para el Diseño de Pavimentos Rígidos en la provincia de Jaén 2023.	La incorporación de Rocas Sedimentarias mejorara significativamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la provincia de Jaén – 2023.	Evaluación de las propiedades físico y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .	Propiedades mecánicas	Diseño de mezcla	Aplicada Enfoque de investigación cuantitativo El diseño de la investigación cuasiexperimental El nivel de la investigación explicativo
Problemas específicos: (1) ¿Cómo varían las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos? (2) ¿Cuál es el diseño de mezcla óptimo de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que integra rocas sedimentarias	Objetivos específicos (1) Determinar las propiedades físicas mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén. (2) Determinar el diseño de mezcla $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la	Hipótesis específica (1) La adición de rocas sedimentarias al concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mejorara significativamente sus propiedades físicas y mecánicas para pavimentos rígidos en Jaén (2) Incorporar rocas sedimentarias en la mezcla de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mejorara significativamente el	Incorporación de rocas sedimentarias en pavimentos rígidos.	Ensayos de resistencia a la compresión	Dosificación de rocas sedimentarias	Población ciudad de Jaén Muestra: 27 probetas con la dosificación de dos grupos de roca sedimentaria (patrón y con adición de roca sedimentaria Muestreo No aleatorio
				Ensayos de absorción de agua	Porosidad y la permeabilidad del material.	
				Ensayos de expansión y contracción	Contracción del concreto	
					Estabilidad dimensional	

<p>para pavimentos rígidos en Jaén? (3) ¿De qué manera influyen las rocas sedimentarias en la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> en relación a la muestra patrón <math>\text{kg/cm}^2</math> (4)? ¿Cuál es el porcentaje óptimo de rocas sedimentarias que mejora la calidad y durabilidad de los pavimentos rígidos en Jaén?</p>	<p>provincia de Jaén. (3) De qué manera las rocas sedimentarias influyen en la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math>. (4) Determinar el óptimo porcentaje de rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén.</p>	<p>diseño de mezclas, en pavimentos rígidos de jaén. (3) La inclusión de rocas sedimentarias mejorara significativamente la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> de pavimentos rígidos en jaén (4) Identificar un porcentaje óptimo de rocas sedimentarias mejorara significativamente la eficacia del concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> para pavimentos rígidos en jaén</p>				
--	--	---	--	--	--	--

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Evaluación de las propiedades físico y mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2	La evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 se refiere a la realización de pruebas y análisis para determinar las características y el desempeño del concreto en términos de su resistencia, durabilidad y otras propiedades relevantes. (Oliveira et al. 2020)	La evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 es esencial para garantizar la calidad y la seguridad de las estructuras construidas con concreto donde se evaluarán de acuerdo a las dimensiones de las propiedades físicas y mecánicas.	Propiedades físicas	Granulometría	Razón
			Propiedades mecánicas	Diseño de mezcla	Razón
Incorporación de rocas sedimentarias en pavimentos rígidos	La utilización de rocas sedimentarias en el diseño de pavimentos puede proporcionar varias ventajas, tales como su disponibilidad en abundancia en muchas regiones, su resistencia y durabilidad a largo plazo, así como su bajo costo en comparación con otros materiales como el asfalto o el concreto. Además, la utilización de estos materiales puede ser una opción más sostenible y amigable con el medio ambiente, ya que son recursos naturales renovables y no requieren de procesos de producción intensivos. (Chen et al. 2020)	La incorporación de rocas sedimentarias en el diseño de pavimentos se refiere al uso de materiales pétreos de origen sedimentario en la construcción de pavimentos para carreteras, calles u otras superficies de tráfico lo cuales se evalúan de acuerdo a las siguientes dimensiones: Ensayo de resistencia a la comprensión, absorción, desgaste y erosión, expansión y contracción.	Ensayos de resistencia a la comprensión	Muestra-I (patrón) Muestra-II (con adición de rocas sedimentarias)	Razón
			Ensayos de absorción de agua	Porosidad y la permeabilidad del material.	Razón
			Ensayos de expansión y contracción	Contracción del concreto	Razón
				Estabilidad dimensional	Razón

## Anexo 3. Validez

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: HERRERA CARRION JAIRO SEGUNDO-RUIZ CHILCON

MARLY LISELE

Institución donde labora :

Especialidad : Ing. civil

Instrumento de evaluación : Diseño De Infraestructura Vial

Autor (s) del instrumento (s): -

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: Influencia del aditivo químico hidrófugo y cemento en el afirmado.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: Influencia del aditivo químico hidrófugo y cemento en el afirmado.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Influencia del aditivo químico hidrófugo y cemento en el afirmado.					X



METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		50				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Luego de su revisión se puede dar la veracidad que el instrumento es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

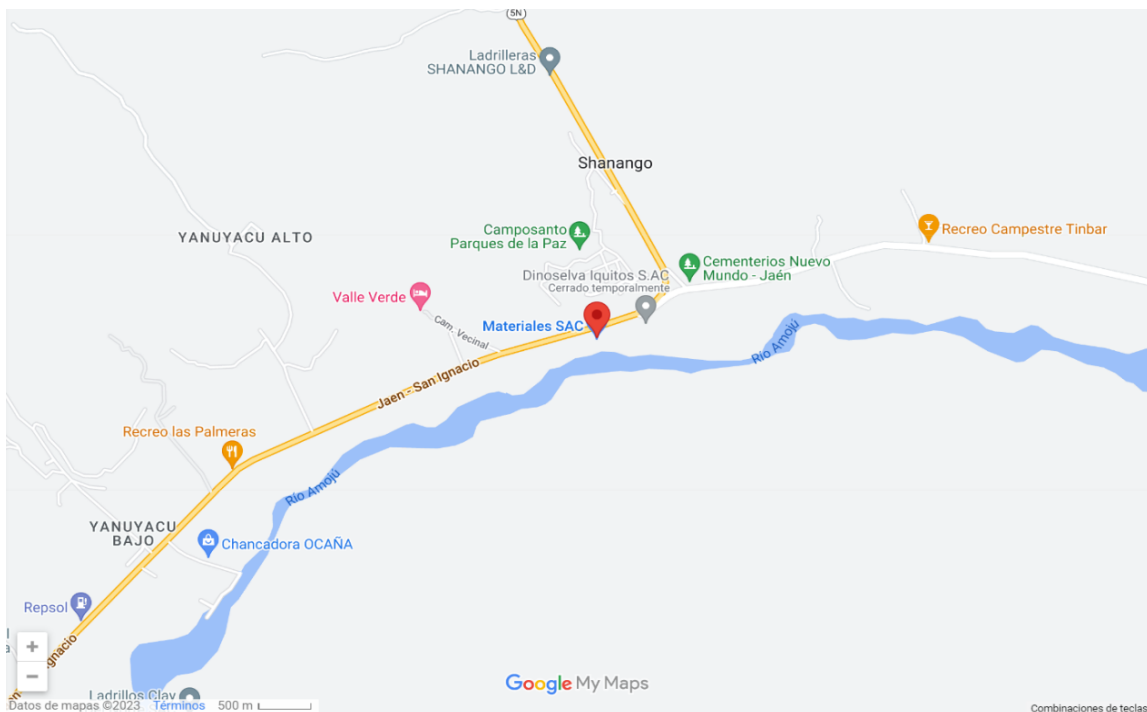
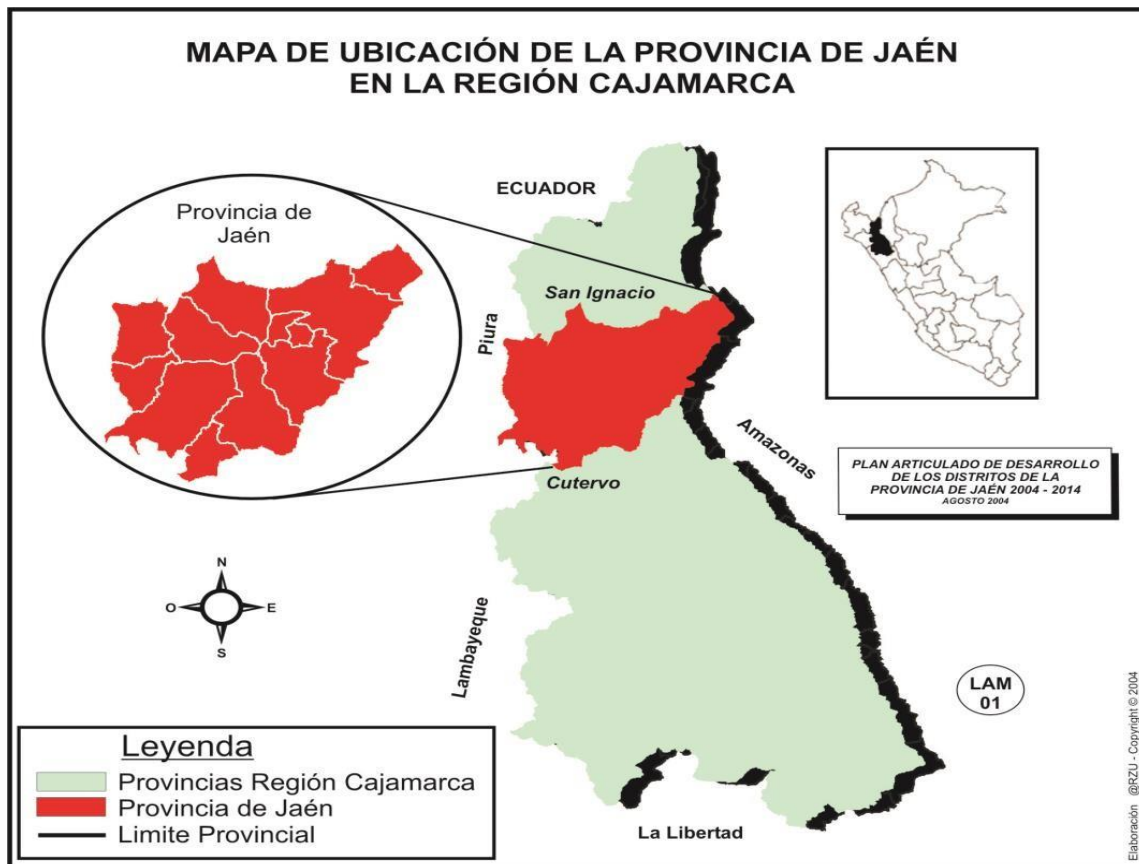
50

jaén, setiembre, 2023.

  
**ANGEL YAMIRA MELANDEZ ALCALDE**  
**INGENIERA CIVIL**  
**REG. CIP. 232424**

Firma de experto informante

## Anexo 4. Mapas Y Planos



Plano de ubicación de la cantera de la empresa “ARENERA JAÉN – MATERIALES SAC”

Nota: Google heart

Anexo 5. Panel Fotográfico

Foto 1,2,3,4 Identificación y extracción de las rocas sedimentarias.

Foto 1.



fuelle 2023

Foto 2.



fuelle 2023

Foto 3



Fuente 2023

Foto 4



Fuente 2023

Foto 5,6,7,8 Acopio de los agregados.

Foto 5



fuelle 2023

Foto 6



fuelle 2023

Foto 7



fuelle 2023

Foto 8



fuelle 2023

Foto 9,10,11,12 Cuarteado y pesado de los agregados finos y gruesos.

Foto 9



Fuente 2023

Foto 10



Fuente 2023

Foto 11



Fuente 2023

Foto 12



fuentes 2023

Ensayo de suelos de contenido de humedad del agregado fino.

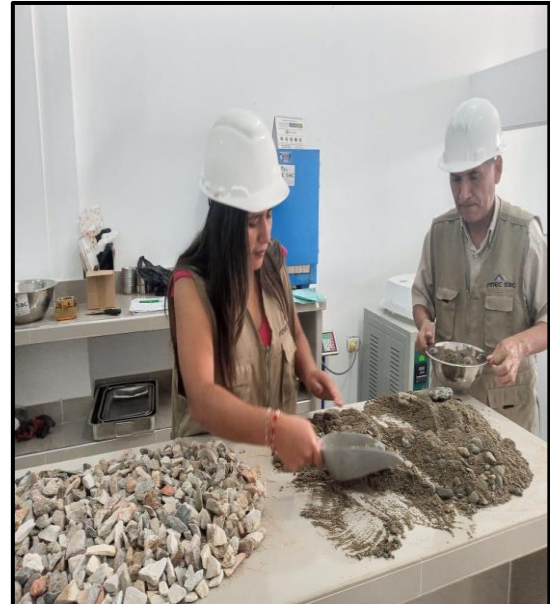
Foto 13,14 Cuarteo del agregado fino y pesamos la muestra más tara

Foto 13



Fuente 2023

Foto 14



fuentes 2023

Foto 15,16 Colocando la muestra al horno por 24 horas para finalizar con su Pesado.

Foto 15



Fuente 2023

Foto 16



Fuente 2023

Ensayo de suelo de contenido de humedad del agregado grueso.

Foto 17,18 Cuarteo del agregado grueso y pesamos muestra más tara.

Foto 17



Fuente 2023

Foto 18



fuentes 2023

Foto 19,20 Colocando la muestra al horno por 24 horas para finalizar con su Pesado.

Foto 19



Fuente 2023

Foto 20



fuentes 2023

Ensayo de suelos de análisis granulométrico del agregado fino.

Foto 21. Pesado de la muestra del agregado fino    Foto 22 tamizado del agregado fino



Fuente 2023



fuentes 2023

Foto 23 Agitamos los diferentes tamices    Foto 24 pesamos la muestra retenida del tamiz.



Fuente 2023



Fuente 2023



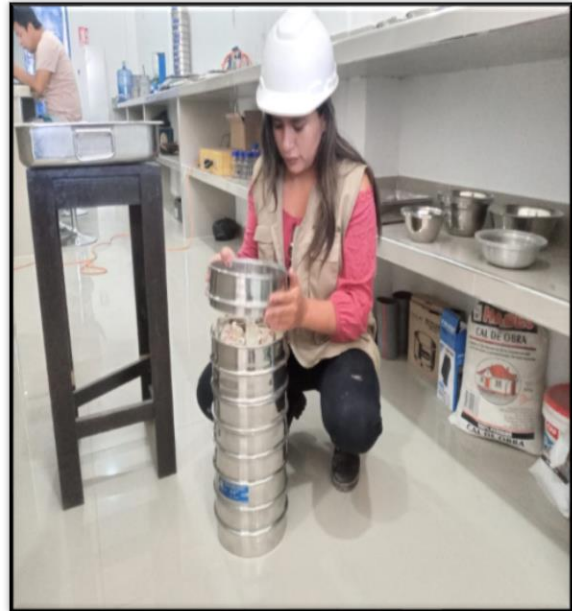
Ensayo de suelos de Análisis granulométrico del agregado grueso.

Foto 25. Pesado de la muestra del agregado

Foto 26 Tamizado del agregado  
Grueso.



Fuente 2023



Fuente 2023

Foto 27 agitamos los diferentes tamices

Foto 28 pesamos la muestra retenida.  
del tamiz.



Fuente 2023



Fuente 2023

Ensayo de suelo de peso unitario suelo agregado fino.

Foto 29 pesamos el molde



Fuente 2023

Foto 30 obtenemos el volumen del molde



Fuente 2023

Foto 31 colocamos la muestra suelta al molde. Foto 32 Enrazamos y finalmente Pesamos.



Fuente 2023



Fuente 2023

Ensayo de suelo de peso unitario compactado agregado fino.

Foto 33 colocamos la muestra al molde en tres capas cada capa 25 varilladas

Foto 34 enrazamos y pesamos



Fuente 2023

Fuente 2023

Ensayo de suelos de peso unitario suelto agregado grueso.

Foto 35 pesamos el molde

Foto 36 obtenemos el volumen del molde



Fuente 2023



Fuente 2023

Foto 37 colocamos la muestra suelta al molde. Foto 38 Enrazamos y pesamos.



Fuente 2023



Fuente 2023

Ensayo de suelos de peso unitario compactado agregado fino.

Foto 39 colocamos la muestra al molde en 3 capas cada capa 25 varilladas. Foto 40 Enrazamos y pesamos.



Fuente 2023



Fuente 2023

Ensayo de suelo de peso específico del agregado fino.

Foto 41 pesamos la muestra seca al horno Foto 42 procedemos a saturar el agua  
Por 24 horas.



Fuente 2023



Fuente 2023

Foto 43 sacamos la muestra hasta obtener Foto 44 se coloca la muestra en una  
O, C.H y pesar 500 gramos. fiola calibrada más agua destilada y se  
Agita.



Fuente 2023



Fuente 2023

Foto 45 se retiran las burbujas de aire  
Con bomba extractora de vacíos.



Fuente 2023

Foto 46 se retira toda la muestra de la  
fiola y se lleva al horno por 24 hrs.



Fuente 2023

Ensayo de suelos de peso específico del agregado grueso.

Foto 47 pesamos la muestra seca al horno Foto 48 procedemos a saturar el agua  
En 24 horas.



Fuente 2023



Fuente 2023

Foto 49 se seca superficialmente para  
Luego pesar.



Fuente 2023

Foto 50 se pesa la muestra más la  
Canastilla.



Fuente 2023

Ensayo de diseño de mezclas.

Foto 51,52 se pesan los materiales ya sea pura en concreto patrón y para el  
concreto más adición.

Foto 51



Fuente 2023

Foto 52



Fuente 2023

Foto 53,54 Se agrega a las mezclas las rocas sedimentarias en tamaños de  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  Según la cantidad que este en el diseño de mezclas.

Foto 53



Fuente 2023

Foto 54



Fuente 2023

Ensayo de cono de abrams.

Foto 55,56 Se realiza la mezcla de concreto con los materiales previamente pesados, se llena el cono de abrams en tres capas con 25 varilladas y 15 martillazos de goma.

Foto 55



Fuente 2023

Foto 56



Fuente 2023



Foto 57,58 Se retira el cono, se voltea y con la wincha se toma la medida del Asentamiento.

Foto 57



Fuente 2023

Foto 58



Fuente 2023

Ensayo de peso unitario del concreto

Foto 59. Se realiza la mezcla del concreto con los materiales previamente pesados, se pesa el molde y se toma las medidas para obtener el volumen.

Foto 59



Fuente 2023

Foto 60. Se llena el recipiente en tres capas con 25 varilladas y 15 martillos de goma.

Foto 60



Fuente 2023

Foto 61. Finalmente se registra su peso



Fuente 2023

Ensayo de la elaboración de testigos de concreto para comprensión

Foto 62. Se realiza la mezcla del concreto con los materiales previamente pesados tanto como para el concreto patrón como con la adición

Foto 62



Fuente 2023

Foto 63. Se llenan los moldes en tres capas con 25 varilladas y 15 martillazos de goma.

Foto 63



Fuente 2023

Foto 64. Se dejan 24 horas, luego se desmoldan y se procede al curado.

Foto 64



Fuente 2023

Ensayo de compresión del concreto

Foto 65 Se toma las medidas del testigo, altura y diámetro.

Foto 65



Fuente 2023

Foto 66 Se pesa el testigo

Foto 66



Fuente 2023

Foto 67 Se coloca en máquinas de compresión de concreto hasta su ruptura en 7,14 y en 28 días respectivamente.

Foto 67



Fuente 2023

## PROCEDIMIENTOS REALIZADOS

### Descripción de los procedimientos y etapas a seguir

Identificación y extracción de las rocas sedimentarias.

Se realizó la identificación y extracción in situ en la denominada quebrada de Jaén.

**Figura 6.** Reconocimiento del material in situ



### Análisis granulométrico de agregados

Para su realización pesamos la muestra del agregado luego se utiliza diferentes diámetros de tamices, se encuentra en la parte superior el tamiz de mayor diámetro donde el material se agrega original, luego se somete a vibración y movimientos rotatorios, después de algunos minutos retiramos los tamices anotando los pesos del material por separados.

**Figura 7.** Análisis granulométrico de agregados



Nota: elaboración propia

## 1. Contenido de humedad de los agregados

Se realizará la prueba de humedad para el fino y grueso (piedra de  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{8}$  según la NTP.339.185, Cuarteo del agregado fino y pesamos la muestra ninguna sin perder partícula, Colocando la muestra al horno por 24 horas para finalizar pesamos nuevamente ya estando seca y fría para determinar la humedad.

Figura 8. ensayo del contenido de humedad agregado fino



Nota: elaboración propia

Figura 9. ensayo del contenido de humedad agregado grueso



Nota: elaboración propia

## 2. peso específico y absorción del agregado fino.

Las pruebas de densidad y absorción de los agregados se llevarán a cabo siguiendo dos estándares. Para el agregado fino, se utilizará la NTP.400.022; y agregado grueso (NTP.400.021).

Llene parcialmente el picnómetro con agua e inmediatamente agregue aproximadamente 500 gramos de agregado fino seco superficial saturado al picnómetro y llénelo hasta aproximadamente el 90% de su capacidad con agua adicional. Voltee el picnómetro y agítelo para eliminar las burbujas de aire.

Establezca la temperatura en  $23 \pm 1,7$  °C y ajuste el nivel de agua en el picnómetro al volumen de calibración.

Mida el peso total del hidrómetro, la muestra y el agua, y registre estos datos y todos los demás pesos al 0,1 gramo más cercano.

Retire el agregado fino del picnómetro, séquelo a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta que el peso sea constante para evitar pérdida de material, enfríe al aire a temperatura ambiente durante 1 a 2 horas y pese exactamente a 0,1 g.

Sacamos la muestra hasta obtener O, C.H y pesar 500 gramos, colocamos la muestra en una fiola calibrada más agua destilada y se agita, se pasa a retirar las burbujas de aire con bomba extractora de vacíos, se retira toda la muestra de la fiola y se lleva al horno por 24 hrs.

Figura 10. Ensayo peso específico y absorción.



Nota: elaboración propia



### 3. **Peso específico y absorción del agregado (m-1) (m-2).**

Las muestras limpias se secaron en un horno a una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C hasta peso constante, y luego se dejaron a temperatura ambiente durante 1 a 3 h para permitir que los agregados se enfriaran.

Se extrae la muestra del agua, rodar sobre una tela grande que absorba la humedad hasta que no tenga rastros de humedad.

Pesar el agregado saturado con la superficie seca. Luego, las muestras se colocaron en una canasta y se sumergieron en agua a  $23 \pm 1,7$  °C. Luego se determina el peso de la muestra sumergida menos el peso del agua desplazada.

Secar la muestra hasta peso constante en estufa a temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C. Luego se enfría la muestra a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas en un recipiente protegido de la absorción de humedad del aire hasta que el agregado se haya enfriado a una temperatura cómoda para su manipulación y pesaje.

pesamos la muestra seca al horno, procedemos a saturar el agua en 24 horas, se seca superficialmente para luego pesar, se pesa la muestra más la Canastilla.

Figura 11. absorción del agua del agregado grueso



Nota: elaboración propia

#### 4. peso unitario de los agregados (agregado fino y grueso)

Se realizará según NTP.400.017 para ambos tipos de agregados. Esta normativa proporciona instrucciones tanto para el peso unitario suelto y compactado:

El peso unitario compactado: empezaremos pesando el recipiente luego se agrega la muestra al recipiente hasta  $\frac{1}{3}$  de su capacidad, con la varilla de acero ejecutamos 25 golpes distribuido por toda la capa, se sigue agregando la muestra hasta los  $\frac{2}{3}$  del recipiente y nuevamente se ejecuta 25 golpes con la varilla.

De igual manera, la arena se agrega todo el recipiente hasta llenar, se enrasa y se a apisonar procede 25 veces.

Finalmente llenamos completamente el recipiente y proceda con un último ciclo de apisonado siguiendo el mismo método previo.

Después de realizar el proceso de llenado, nivelado y apisonado del recipiente, es asegurarse de suma importancia de que la superficie del agregado esté uniforme.

Esto significa que las protuberancias ligeras más grandes del agregado grueso de las partículas deben equilibrar los huecos más grandes debajo de la parte superior del recipiente, pesamos.

Figura 12. peso unitario de los agregados (agregado fino y grueso)





Nota: elaboración propia

## 5. peso unitario suelto

peso unitario agregado fino

Se llena el recipiente, vaciando la arena a una altura no mayor a 5 cm hasta que esté totalmente lleno luego nos apoyamos con una varilla para quitar el exceso de material para que este a nivel del recipiente finalmente pesamos la muestra

Figura 13. peso unitario de agregado fino y peso unitario agregado grueso



El recipiente se pesa necesario tipo de agregado para este, para luego hacer el vaciado de las piedras a una altura no mayor a 5cm, hasta que esté totalmente lleno. Con ayuda de la varilla se quita con cuidado el excedente de la piedra, para que este al nivel del recipiente (enrasado) finalmente, se pesa la muestra.

Figura 14. peso unitario de los agregados grueso



Nota: elaboración propia

## 6. diseño de mezcla

Pesar la arena el agregado fino, grueso y agregamos agua las medidas se darán según nuestro diseño de mezclas a continuación colocamos en el trompo los agregados para realizar la mezcla

Figura 15. peso unitario de los agregados grueso



Nota: elaboración propia

## **7. Temperatura del concreto**

Se llevará a cabo el ensayo de temperatura del concreto como el primer análisis del material en su estado fresco.

Se seguirá la normativa NTP.339.184, que especifica el procedimiento de la siguiente manera: Para medir la temperatura en el concreto recién mezclado, coloque el termómetro cuidadosamente en la mezcla asegurándose de que el bulbo esté al menos a 75 mm de profundidad. Aplique una suave presión alrededor del instrumento para minimizar la influencia de la temperatura externa en la medición. Mantenga el termómetro insertado en la mezcla por un tiempo mínimo de 120 seg y máximo de 300 seg. La temperatura se deberá anotar con exactitud de  $\pm 0.5$  °C. Durante el proceso de medición, el termómetro no debe ser retirado del concreto para garantizar una lectura precisa se introduce dentro de la olla con concreto para luego dejar el termómetro entre 2 a 5 minutos que indica la norma para luego proceder a medir y apuntar en las hojas de registro

## **8. Asentamiento del concreto**

Del concreto la consistencia se determinará mediante el ensayo de asentamiento, que seguirá las pautas de la norma NTP.339.035 de la siguiente manera: Se coloca el molde sobre el suelo se para sobre las pisaderas evitando el movimiento del molde durante el llenado. A continuación, llenamos el molde en tres capas de igual volumen, apisonadas con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente. La primera capa se llena aproximada 7 cm de altura, con 25 golpes se compacta de varilla de acero con la varilla ligeramente los primeros golpes del perímetro inclinada alrededor, continuando hacia el centro. hacemos el mismo procedimiento hasta la tercera capa, después de haber compactado la última capa se nivela la superficie. limpiar el hormigón alrededor molde derramado.

Levante el molde verticalmente del concreto, en un tiempo de 5 a 10 segundos, y mida la diferencia de altura para determinar para determinar el asentamiento, si hay falla en el concreto vuelva a repetir el ensayo.

Figura 16. Cono de Abraham



Nota: elaboración propia

### **9. proceder a situar el hormigón dentro del recipiente de medición asignado**

Utilizar una varilla de acero de 16 mm para compactar el hormigón, con 25 golpes para moldes, después de apisonar cada capa, se deben dar entre 10 y 15 golpes a los lados del recipiente utilizando un mazo con una cabeza de caucho. Estos golpes ayudan a eliminar cualquier poro creado durante el apisonamiento con la barra y a eliminar burbujas de aire grandes atrapadas en el concreto.

Añadir la última capa de concreto para sortear el exceso de llenado. Durante la consolidación de esta capa final, el nivel del concreto en el recipiente de medición debe estar ligeramente por encima del borde superior del recipiente, aproximadamente 3 mm. Si hay un exceso significativo o una falta de concreto en el recipiente, se debe ajustar la cantidad de concreto para que se encuentre dentro de

los límites adecuados. En caso de un exceso sustancial, se debe retirar una porción representativa del concreto excedente utilizando una paleta grande.

Luego de terminar de concreto la última capa, se procede a alisar y nivelar cuidadosamente la superficie superior del concreto de medición en el recipiente.

Figura 17. proceder a situar el hormigón dentro del recipiente de medición asignado



Nota: elaboración propia

## 10. Elaboración y curado de especímenes de concreto

Se procederá a la fabricación de dos tipos de muestras de concreto endurecido después de realizar los ensayos en estado fresco: probetas cilíndricas para pruebas de compresión y vigas para pruebas de flexión. Elegir la técnica de compactación basándose en el grado de asentamiento del material.

Aplicar una barra para compactar que exceda en 100 mm la profundidad del molde, pero que no supere los 600 mm de longitud total, contando con extremos esféricos que tengan el mismo diámetro que la propia barra. Moldee los especímenes en un lugar estable y llénelos en capas compactadas y sin burbujas de aire. Nivele la superficie, marque la información pertinente y cubra los especímenes para prevenir la pérdida de agua. Desmolde siguiendo los tiempos establecidos y mantenga la humedad y temperatura controladas durante el curado inicial, cumpliendo con las normas de curado NTP 334.07

Figura 18. curado de especímenes de concreto



Nota: elaboración propia

## 11. Resistencia a la compresión del concreto

Se realizará en cilindros de 4"x8" conforme a la NTP.339.034, con pruebas a los 7, 14 y 28 días post-curado. Durante las pruebas, se situará la base de rotura endurecida hacia arriba, alineada con el soporte esférico superior. Asegúrese de que las superficies de contacto superior e inferior, así como las del espécimen, estén limpias. Asegúrese del espécimen de que los ejes estén alineados con precisión del bloque esférico con el centro de la rótula.

En equipos de prueba equipados con detectores de fractura, evite el desenganche automático hasta que haya disminuido la carga por debajo del 95% del pico de carga. Elabore un esquema simple y describa de manera resumida el patrón de fractura, incluyendo detalles particulares si se desvía de los patrones estándar. Para cilindros con resistencia inferior a la prevista, evalúe la fractura para identificar segregación o vacíos y observe si las fisuras rodean o penetran el agregado grueso. Verifique que el acabado cumpla NTP 339.037 o NTP 339.216.



Figura 19. Resistencia a la compresión del concreto



Nota: elaboración propia

### 3.6. Método de análisis de datos

Se empleará un enfoque estadístico descriptivo para analizar los datos. Este método se basará en la recopilación de tres mediciones de mezclas con un agregado de rocas sedimentarias común. A través de técnicas numéricas y gráficas, se obtendrán y compararán los promedios de los resultados. Estos hallazgos se discutirán en relación con los antecedentes existentes y se plantearán en las conclusiones del estudio.

### 3.7. Aspectos éticos

Al llevar a cabo la investigación "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023", es importante considerar los siguientes aspectos éticos:

Manejo ético de los datos: Utilizar recopilados los datos de manera ética y responsable, evitando cualquier forma de manipulación o falsificación de resultados.

Mantener la integridad científica y asegurar la exactitud de los datos recopilados y analizados.

Evitar daños y riesgos: Tomar todas necesarias las medidas para minimizar cualquier daño o riesgo potencial para los participantes, el personal de investigación y cualquier otra persona involucrada en el estudio. Asegurarse de que los procedimientos utilizados sean seguros y cumplan con las regulaciones y estándares éticos aplicables.

Cumplimiento de normas éticas y regulaciones: Asegurarse de que la investigación cumpla con todas las normas éticas y regulaciones aplicables, incluyendo la obtención de las aprobaciones necesarias de comités de ética de la investigación u otras entidades reguladoras.



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

## **ESTUDIO DE DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI 211 PARA EL PROYECTO:**

“Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén – 2023”

**SOLICITADO:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO  
RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**UBICACIÓN:** JAÉN, JAÉN, CAJAMARCA

**RESPONSABLE:** ING. ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE

**Julio, 2023**



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## INDICE

1. GENERALIDADES .....	3
1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	3
1.2 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO .....	3
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA ESTUDIADA .....	3
3. LISTADOS DE NORMAS UTILIZADAS .....	4
3.1 ENSAYOS DE LABORATORIO ESTÁNDAR .....	4
4. PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN .....	4
5. PARÁMETROS DE DISEÑO F'C 210 KG/CM2 .....	4
6. RESULTADOS DE DISEÑO .....	5
7. CONCLUSIONES .....	6
8. RECOMENDACIONES .....	7

Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)

 Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente Informe Técnico tiene como objetivo dos diseños de mezcla de concreto por el método del comité 211 del ACI para resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, con muestras de agregado grueso (M-1) y (M-2) para el proyecto "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO ROCAS SEDIMENTARIAS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA PROVINCIA DE JAÉN - 2023".

### 1.2 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El siguiente Estudio de Agregados, fue desarrollado en concordancia con las siguientes normas:

A. Método del comité 211 del ACI.



Fig.1: Departamento de Cajamarca

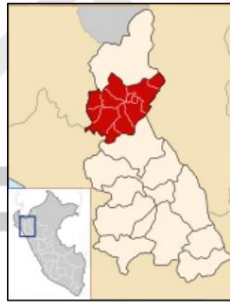


Fig.2: Provincia de Jaén



Fig.3: Distrito de Jaén

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA ESTUDIADA

<b>CANtera:</b>	OLANO
<b>UBICACIÓN:</b>	Jaén
<b>PROPIETARIO:</b>	-

  
ANGÉLICA VIVIANA VILLANUEVA, ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)

Indecopi

N°00146584

N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

### 3. LISTADOS DE NORMAS UTILIZADAS

#### 3.1 ENSAYOS DE LABORATORIO ESTÁNDAR

- ✓ NTP 400.012: Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
- ✓ NTP 339.185: Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados finos y gruesos por secado.
- ✓ NTP 400.021. Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino y grueso.
- ✓ NTP 400.017. Agregados. Método de ensayo normalizado para peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso.
- ✓ NTP 339.046. Ensayo de densidad de peso unitario.
- ✓ NTP 339. 035. Ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams.
- ✓ NTP 339. 034. Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

#### 4. PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

En esta etapa se ha realizado el procedimiento para la extracción de muestras representativas del material de cantera, mediante los métodos señalados en las normas técnicas peruanas vigentes.

#### 5. PARÁMETROS DE DISEÑO F'C 210 KG/CM2

##### 5.1 Resistencia de diseño de un concreto $f_c$ 210 kg/cm<sup>2</sup> (M-1).

CANTERA: OLANO	Cantidades	Und
Resistencia ( $f_c$ ):	210	kg/cm <sup>2</sup>
Relación agua cemento (A/C):	0.56	Adimensional
Agua de mezclado:	216	lt/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado (%A):	2.0	%
Factor cemento (F.C):	9.1	bol/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso (A.G):	871	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado fino (A.F):	818	kg/m <sup>3</sup>

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringnac@gmail.com](mailto:fmengineeringnac@gmail.com)

 Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015

### 5.2 Resistencia de diseño de un concreto $f_c$ 210 kg/cm<sup>2</sup> (M-2).

CANTERA: OLANO	Cantidades	Und
Resistencia ( $f_c$ ):	210	kg/cm <sup>2</sup>
Relación agua cemento (A/C):	0.56	Adimensional
Agua de mezclado:	219	lt/m <sup>3</sup>
Contenido de aire atrapado (%A):	2.5	%
Factor cemento (F.C):	9.3	bol/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado grueso (A.G):	745	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de agregado fino (A.F):	932	kg/m <sup>3</sup>

## 6. RESULTADOS DE DISEÑO

### 6.1 Resumen de resultado de las proporciones en peso y volumen del concreto patrón más adición

PARA:	Proporción en:	C	A.F	A.G	Agua
Concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (M-1)	Peso:	1	2.11	2.24	23.7
	Volumen:	1	1.82	2.68	23.7
Concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (M-2)	Peso:	1	2.37	1.90	23.7
	Volumen:	1	2.04	2.51	23.7

### 6.2 RESUMEN DEL ENSAYO DEL PESO UNITARIO Y ASENTAMIENTO

Muestra	Peso Unitario	Slump (cm)
Concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (M-1)	2292	10.180
Concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (M-2)	2289	10.300

### 6.3 RESUMEN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN KG/CM<sup>2</sup>

Muestra /Días	7 días	14 días	28 días
Concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (M-1)	196.70	277.68	323.72
Concreto $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> (M-2)	218.51	267.73	294.89

  
**ANGELA VIVIANA VILLANUEVA** ALCALDE  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@sac@gmail.com

 Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ El presente Informe Técnico corresponde al diseño de mezcla de concreto por el método del comité 211 del proyecto: "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023".
- ✓ La investigación corresponde a ensayos en laboratorio y análisis de resultados. Se extrajeron muestras representativas para verificar las características físicas de los agregados que conformaran la mezcla de concreto.
- ✓ Dos diseños de mezcla para una resistencia de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> por el método del comité del ACI, con muestras de rocas sedimentarias (M-1) y (M-2).
- ✓ Se realizaron los ensayos de peso unitario y el slump para hacer un comparativo en su comportamiento de acuerdo a las muestras de rocas sedimentarias (M-1) y (M-2).
- ✓ Del ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo que el concreto de mayor resistencia se obtiene del diseño de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la muestra de rocas sedimentarias (M-1).
- ✓ Los resultados, conclusiones y recomendaciones indicados en el presente informe, deberán ser usados únicamente para el área investigada, no siendo válida la aplicación en otras zonas.

Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

  
ANGÉLICA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)

 Indecopi

N°00146584

N°00146585



Iso 9001:2015





Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

## 8. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda tener un especialista en la materia, para la elaboración del mezclado de concreto, a fin de garantizar la homogeneidad del material y a la vez realizar periódicamente los ensayos de laboratorio respectivos con la frecuencia estipulada en las Normas Técnicas Vigentes.
- ✓ Se deberá seguir rigurosamente el control de calidad durante el mezclado de concreto en obra, siguiendo las dosificaciones establecidas en el presente informe. De esta manera se garantizará la resistencia obtenida de acuerdo al diseño.
- ✓ Se recomienda utilizar las fuentes de agua para el humedecimiento del material, que cumplan con el requerimiento mínimo exigido bajo la Norma E-060.



# F&M

Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

  
ANGÉLICA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)

 Indecopi

N°00146584

N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

# ENSAYOS PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO (210 Kg/Cm<sup>2</sup>) CON ROCAS SEDIMENTARIAS (M-1)

Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

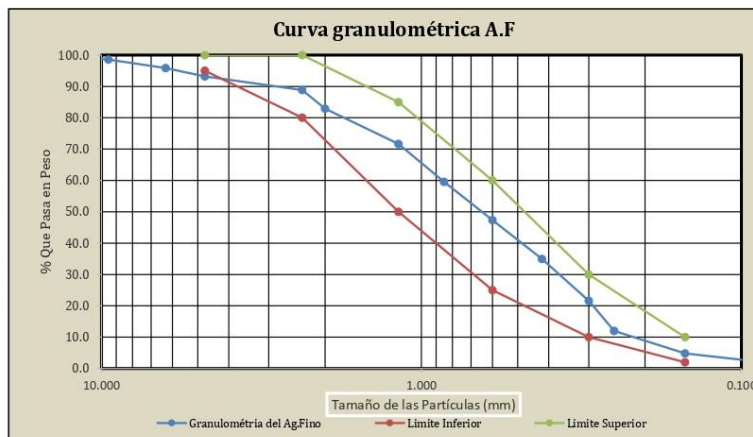
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca

**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino**  
Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

<b>Peso inicial :</b>	212.0	gr
<b>Muestra :</b>	OLANO	

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	0.00	0.000	0.000	100.0
3/8"	9.520	3.00	1.415	1.415	98.6
1/4"	6.300	5.80	2.736	4.151	95.8
Nº 4	4.750	5.60	2.642	6.793	93.2
Nº 8	2.360	9.25	4.364	11.157	88.8
Nº 10	2.000	12.55	5.920	17.077	82.9
Nº 16	1.180	23.86	11.256	28.333	71.7
Nº 20	0.850	25.65	12.100	40.433	59.6
Nº 30	0.600	25.95	12.242	52.675	47.3
Nº 40	0.420	26.27	12.393	65.067	34.9
Nº 50	0.300	28.26	13.331	78.399	21.6
Nº 60	0.250	20.35	9.600	87.999	12.0
Nº 100	0.150	15.29	7.213	95.212	4.8
Nº 200	0.075	7.25	3.420	98.632	1.4
<b>FONDO</b>		2.90	1.368	100.000	0.0
Módulo de fineza =			2.73		
Abertura de malla de referencia =			4.750		



*Angela Viviana Villanueva Calde*  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fengineeringnac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca

**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

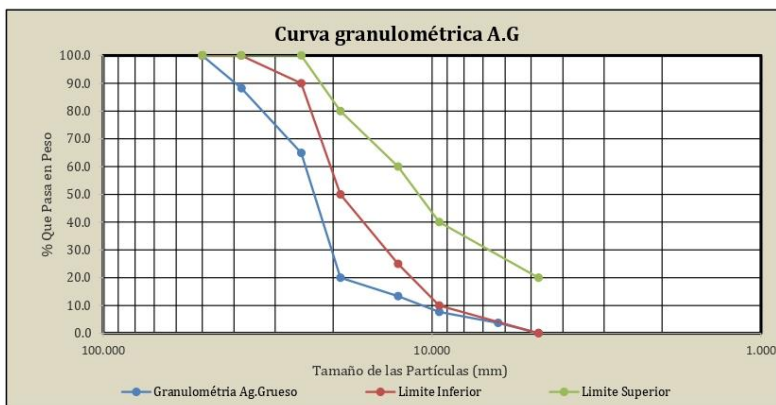
Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

<b>Peso inicial :</b>	5670.4
<b>Muestra :</b>	OLANO

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50.000	0.0000	0.0000	0.000	100.0
1 1/2"	38.000	667.5000	11.7717	11.772	88.2
1"	25.000	1323.0000	23.3317	35.103	64.9
3/4"	19.000	2546.100	44.9016	80.005	20.0
1/2"	12.700	378.200	6.6697	86.675	13.3
3/8"	9.520	320.800	5.6574	92.332	7.7
1/4"	6.300	222.200	3.9186	96.251	3.7
Nº 004	4.750	209.100	3.6876	99.938	0.1
<b>FONDO</b>		3.5000	0.0617	100.000	0.0

Tamaño Máximo = 1 1/2"  
Tamaño Máximo Nominal = 3/4"



ANGELLA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



lmengineeringsac@gmail.com

Indecopi

Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca

**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso unitario suelto y compactado del agregado fino**  
Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: **OLANO**

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8200	8200
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2286.8	2286.8
3.- Peso de muestra	(gr.)	5913.2	5913.2
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1770	1770
6.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1770</b>	
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1746</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8700	8700
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2290	2290
3.- Peso de muestra	(gr.)	6410	6410
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1919	1919
6.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1919</b>	
7.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1893</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2574.80	942.00
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	2528.50	935.60
c.- Peso de recipiente	(gr.)	153.90	80.40
d.- Contenido de humedad	(%)	1.95	0.75
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.3</b>	

  
ANGELA VIVIAN VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com

Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso**  
Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: **OLANO**

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	48250	48300
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8950	8950
3.- Peso de muestra	(gr.)	39300	39350
4.- Constante ó Volumen	( $\text{m}^3$ )	0.0311	0.0311
5.- Peso unitario suelto húmedo	( $\text{kg/m}^3$ )	1263	1265
6.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	( $\text{kg/m}^3$ )	<b>1264</b>	
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	( $\text{kg/m}^3$ )	<b>1258</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	52500	52050
2.- Peso del recipiente	(gr.)	8950	8950
3.- Peso de muestra	(gr.)	43550	43100
4.- Constante ó Volumen	( $\text{m}^3$ )	0.0311	0.0311
5.- Peso unitario suelto húmedo	( $\text{kg/m}^3$ )	1400	1385
6.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	( $\text{kg/m}^3$ )	<b>1392</b>	
7.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	( $\text{kg/m}^3$ )	<b>1386</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5331.20	1124.10
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	5299.80	1121.30
c.- Peso de recipiente	(gr.)	209.20	90.00
d.- Contenido de humedad	(%)	0.62	0.27
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.4</b>	

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com

Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** Jaén - Jaén - Cajamarca

**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso específico y Absorción del agregado fino**  
**Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022**

Muestra: **OLANO**

**I. DATOS**

1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	996.6
3.- Peso del frasco + agua	(gr)	687.4
4.- Peso de la muestra secada al horno + peso del frasco	(gr)	1179.1
5.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	491.7
6.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.0

**II. RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.577
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.621
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.694
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.69

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com

Indecopi

N°00146584

N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:  
Peso específico y Absorción del agregado Grueso  
Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021**

Muestra **OLANO**

**I. DATOS**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	4004.9
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	4075.3
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	3345.7
4.- Peso de la canastilla Sumergida	(gr)	867.7
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	2478.0

**II.- RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.507
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.551
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.623
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.76

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fengineeringnac@gmail.com

Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015





Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
**RECOMENDACIÓN ACI 211**

**DISEÑO DE RESISTENCIA**

$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

I.) Datos del agregado grueso OLANO

01.- Tamaño máximo nominal	3/4"	pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2507	Kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso Unitario compactado seco	1386	Kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso Unitario suelto seco	1258	Kg/m <sup>3</sup>
05.- Contenido de humedad	0.4	%
06.- Contenido de absorción	1.8	%

II.) Datos del agregado fino OLANO

07.- Peso específico seco de masa	2577	Kg/m <sup>3</sup>
08.- Peso unitario seco suelto	1746	Kg/m <sup>3</sup>
09.- Contenido de humedad	1.3	%
10.- Contenido de absorción	1.7	%
11.- Módulo de fineza (adimensional)	2.73	%

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días	$F'_{cr}$	295	Kg/cm <sup>2</sup>
13.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.56	
14.- Asentamiento		4	Pulg.
15.- Volumen unitario del agua	Jaén	205	L/m <sup>3</sup>
16.- Contenido de aire atrapado		0	%
17.- Volumen del agregado grueso		0.63	m <sup>3</sup>
18.- Peso específico del cemento	PACASMAYO TIPO I	3150	Kg/m <sup>3</sup>

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- Cemento	368	0.117		
b.- Agua	205	0.205		
c.- Aire	2.0	0.020	Corrección por humedad	Agua Efectiva
d.- Arena	803	0.311	48	814
e.- Grava	869	0.347	52	873
	2247	1.000		11.4
				14

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

CEMENTO	393	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	219	L/m <sup>3</sup>
ARENA	814	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	873	Kg/m <sup>3</sup>
	2299	

VI.) Tanda de ensayo

	393.428	kg	$F'_{\text{cemento (en bolsas)}}$	1.000	m <sup>3</sup>
	219.139	L	$R^{a/c \text{ de diseño}}$	0.557	
	813.543	kg	$R^{a/c \text{ de obra}}$	0.557	
	873.076	kg			
	2299.187				

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> P	1.0	2.07	2.22	23.7	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> V	1.0	1.78	2.65	23.7	Lts/pie <sup>3</sup>

ANGELLA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com

Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:  
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)  
RECOMENDACIÓN ACI 211**

**Peso de tanda de ensayo** 2299.187  
**Peso unitario de la mezcla teorica** 2292  
**Rendimiento** 1.0030

Ajuste de agua de mezclado	216
Ajuste de cantidad de cemento	388
Ajuste de grava (húmedo)	871
Ajuste de arena (húmedo)	818
Ajuste por slump	0.04
Ajuste de % de Grava	0

**Ra/c final** 0.557  
**F. Cemento** 9.1  
**% de grava** 52  
**% de arena** 48

Materiales	Tanda
	0.021
Cemento	8.223
Agua	4.580
Arena	17.349
Grava	18.460
<b>Total</b>	<b>48.613</b>

Arena  
Grava

Dosificación		
Peso	Volumen	
1.00	1.00	Pie <sup>3</sup>
23.7	23.7	Litros
2.11	1.82	Pie <sup>3</sup>
2.24	2.68	Pie <sup>3</sup>
	4.5	Pie <sup>3</sup>

**Peso unitario teorico final de la mezcla**  
**Peso unitario de la mezcla corregida**

**2292** kg/m<sup>3</sup>  
**2292** kg/m<sup>3</sup>

ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 252424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rípidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén - Jaén - Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
**RECOMENDACIÓN ACI 211**

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**Ajuste de agua de tanda**

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
-40	-0.040

**Consistencia del concreto fresco (Slump)**

Slump teórico del diseño  
Slump obtenido en comprobación  
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	101.6
4	101.8
Litros	
-0.04	

**Peso unitario del concreto fresco**

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	A	A
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 43300	43300
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	$\text{m}^3$ 0.0157	0.0157
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	$\text{kg/m}^3$ 2292	2292

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO**

01.- Número de prueba	
02.- Número de molde	
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr.
04.- Peso del molde	gr.
05.- Volumen ó Constante del molde	$\text{m}^3$
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	$\text{kg/m}^3$

**Resistencia a los 7 días**

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	$F'c$	%
Ensayo a los 7 días	20/05/2023	27/05/2023	15	35520.48	201	96
Ensayo a los 7 días	20/05/2023	27/05/2023	15	35634.72	202	96
Ensayo a los 28 días	20/05/2023	17/06/2023	15	58287.90	330	157
Ensayo a los 28 días	20/05/2023	17/06/2023	15	58378.68	330	157

ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** Jaén - Jaén - Cajamarca

**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:  
RECOMENDACIÓN ACI 211**

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)**

**$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**CEMENTO**

- 1.- Tipo de cemento : PACASMAYO TIPO I  
2.- Peso específico :  $3150 \text{ Kg/m}^3$

**AGREGADOS :**

Agregado fino :

OLANO

- 1.- Peso específico de masa 2,577  $\text{gr/cm}^3$   
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.621  $\text{gr/cm}^3$   
3.- Peso unitario suelto 1746  $\text{Kg/m}^3$   
4.- Peso unitario compactado 1893  $\text{Kg/m}^3$   
5.- % de absorción 1.7 %  
6.- Contenido de humedad 1.3 %  
7.- Módulo de fineza 2.73 adimensional

Agregado grueso :

OLANO

- 1.- Peso específico de masa 2.507  $\text{gr/cm}^3$   
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.551  $\text{gr/cm}^3$   
3.- Peso unitario suelto 1258  $\text{Kg/m}^3$   
4.- Peso unitario compactado 1386  $\text{Kg/m}^3$   
5.- % de absorción 1.8 %  
6.- Contenido de humedad 0.4 %  
7.- Tamaño máximo 1 1/2" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.4	98.6
Nº 04	2.6	93.2
Nº 08	4.4	88.8
Nº 16	11.3	71.7
Nº 30	12.2	47.3
Nº 50	13.3	21.6
Nº 100	7.2	4.8
Fondo	2.9	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	11.8	88.2
1"	23.3	64.9
3/4"	44.9	20.0
1/2"	6.7	13.3
3/8"	5.7	7.7
Nº 04	3.7	4.0
Fondo	0.1	3.9

**Resultados del diseño de mezcla :**

- Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco :  $2292 \text{ Kg/m}^3$   
Resistencia promedio a los 7 días :  $201 \text{ Kg/cm}^2$   
Porcentaje promedio a los 7 días : 96 %  
Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 9.1 bolsas/ $\text{m}^3$   
Relación agua cemento de diseño : 0.56

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

- Cemento 388  $\text{Kg/m}^3$  : PACASMAYO TIPO I  
Agua 216 L : Jaén  
Agregado fino 818  $\text{Kg/m}^3$  : OLANO  
Agregado grueso 871  $\text{Kg/m}^3$  : OLANO

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua
	1.0	2.11	2.24	23.7 Lts/ $\text{pie}^3$
Proporción en volumen :				
	1.0	1.82	2.68	23.7 Lts/ $\text{pie}^3$

ANGELLA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

# ENSAYOS PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO (210 Kg/Cm<sup>2</sup>) CON ROCAS SEDIMENTARIAS (M-2)

Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringnac@gmail.com](mailto:fmengineeringnac@gmail.com)



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca

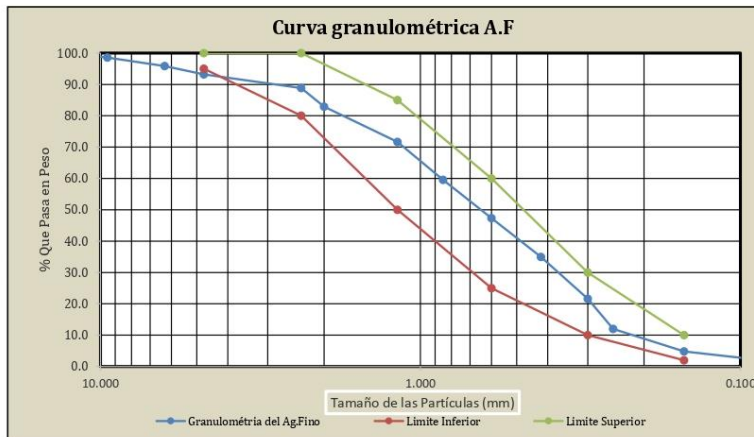
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino**  
Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

<b>Peso inicial :</b>	212.0	gr
<b>Muestra :</b>	OLANO	

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	0.00	0.000	0.000	100.0
3/8"	9.520	3.00	1.415	1.415	98.6
1/4"	6.300	5.80	2.736	4.151	95.8
Nº 4	4.750	5.60	2.642	6.793	93.2
Nº 8	2.360	9.25	4.364	11.157	88.8
Nº 10	2.000	12.55	5.920	17.077	82.9
Nº 16	1.180	23.86	11.256	28.333	71.7
Nº 20	0.850	25.65	12.100	40.433	59.6
Nº 30	0.600	25.95	12.242	52.675	47.3
Nº 40	0.420	26.27	12.393	65.067	34.9
Nº 50	0.300	28.26	13.331	78.399	21.6
Nº 60	0.250	20.35	9.600	87.999	12.0
Nº 100	0.150	15.29	7.213	95.212	4.8
Nº 200	0.075	7.25	3.420	98.632	1.4
<b>FONDO</b>		2.90	1.368	100.000	0.0

Módulo de fineza = 2.73  
Abertura de malla de referencia = 4.750



ANGELLA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmc@ingecringsac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca

**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

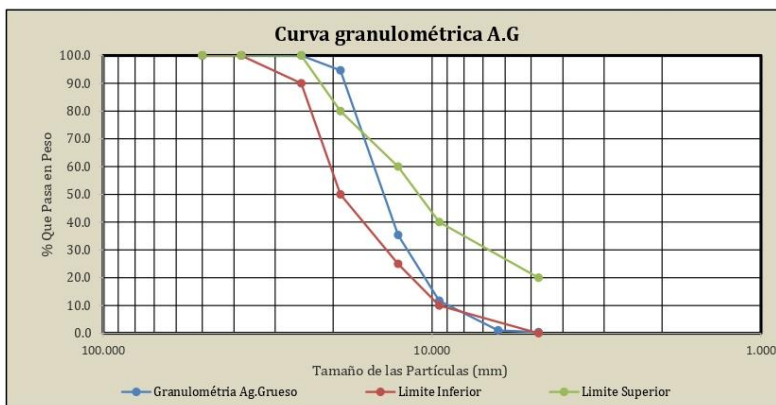
#### Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

<b>Peso inicial :</b>	2538.1
<b>Muestra :</b>	OLANO

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50.000	0.0000	0.0000	0.000	100.0
1 1/2"	38.000	0.0000	0.0000	0.000	100.0
1"	25.000	0.0000	0.0000	0.000	100.0
3/4"	19.000	135.600	5.3426	5.343	94.7
1/2"	12.700	1505.200	59.3042	64.647	35.4
3/8"	9.520	601.100	23.6831	88.330	11.7
1/4"	6.300	269.100	10.6024	98.932	1.1
Nº 004	4.750	16.800	0.6619	99.594	0.4
<b>FONDO</b>		10.3000	0.4058	100.000	0.0

Tamaño Máximo = 3/4"  
Tamaño Máximo Nominal = 1/2"



ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495

[fmenginecrinasac@gmail.com](mailto:fmenginecrinasac@gmail.com)

Indecopi N°00146584  
N°00146585  
 Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca

**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso unitario suelto y compactado del agregado fino**  
Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: **OLANO**

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8200	8200
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2286.8	2286.8
3.- Peso de muestra	(gr.)	5913.2	5913.2
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1770	1770
6.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1770</b>	
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1746</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8700	8700
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2290	2290
3.- Peso de muestra	(gr.)	6410	6410
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1919	1919
6.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1919</b>	
7.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1893</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2574.80	942.00
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	2528.50	935.60
c.- Peso de recipiente	(gr.)	153.90	80.40
d.- Contenido de humedad	(%)	1.95	0.75
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.3</b>	

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fengineeringnac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015





Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso**  
Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: **OLANO**

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	25900	26650
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7350	7350
3.- Peso de muestra	(gr.)	18550	19300
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0166	0.0166
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1121	1166
6.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1143</b>
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1138</b>

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	29400	29450
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7350	7350
3.- Peso de muestra	(gr.)	22050	22100
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0166	0.0166
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1332	1335
6.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1333</b>
7.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )		<b>1328</b>

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso

**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2529.70	1123.10
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	2515.50	1120.30
c.- Peso de recipiente	(gr.)	154.20	90.00
d.- Contenido de humedad	(%)	0.60	0.27
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)		<b>0.4</b>

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. C.I.P. 292424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com

 Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso específico y Absorción del agregado fino**  
Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra: **OLANO**

**I. DATOS**

1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	996.6
3.- Peso del frasco + agua	(gr)	687.4
4.- Peso de la muestra secada al horno + peso del frasco	(gr)	1179.1
5.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	491.7
6.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.0

**II.- RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.577
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.621
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.694
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.688

ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



[fmengineeringnac@gmail.com](mailto:fmengineeringnac@gmail.com)



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**Peso específico y Absorción del agregado Grueso**  
Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra **OLANO**

**I. DATOS**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	2341.8
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	2390.7
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	2332.5
4.- Peso de la canastilla Sumergida	(gr)	873.1
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1459.4

**II.- RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.515
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.567
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.654
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.09

ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



[fmengineeringnac@gmail.com](mailto:fmengineeringnac@gmail.com)

Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca

**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
**RECOMENDACIÓN ACI 211**

**DISEÑO DE RESISTENCIA**

$F'c =$   Kg/cm<sup>2</sup>

I.) Datos del agregado grueso OLANO

01.- Tamaño máximo nominal	1/2"	pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2515	Kg/m <sup>3</sup>
03.- Peso Unitario compactado seco	1328	Kg/m <sup>3</sup>
04.- Peso Unitario suelto seco	1138	Kg/m <sup>3</sup>
05.- Contenido de humedad	0.4	%
06.- Contenido de absorción	2.09	%

II.) Datos del agregado fino OLANO

07.- Peso específico seco de masa	2577	Kg/m <sup>3</sup>
08.- Peso unitario seco suelto	1746	Kg/m <sup>3</sup>
09.- Contenido de humedad	1.3	%
10.- Contenido de absorción	1.7	%
11.- Módulo de fineza (adimensional)	2.73	%

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días	$F'_{cr}$	295	Kg/cm <sup>2</sup>
13.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.56	
14.- Asentamiento		4	Pulg.
15.- Volumen unitario del agua	Jaén	216	L/m <sup>3</sup>
16.- Contenido de aire atrapado		0	2.5 %
17.- Volumen del agregado grueso			0.56 m <sup>3</sup>
18.- Peso específico del cemento	PACASMAYO TIPO I		3150 Kg/m <sup>3</sup>

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- Cemento	388	0.123			
b.- Agua	216	0.216			
c.- Aire	2.5	0.025			
d.- Arena	881	0.342	Corrección por humedad	54	893
e.- Grava	740	0.294		46	743
	2227	1.000			
					Agua Efectiva
					3.0
					12.2
					15

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

CEMENTO	415	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	231	L/m <sup>3</sup>
ARENA	893	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	743	Kg/m <sup>3</sup>
	2282	

VI.) Tanda de ensayo

415.079 kg	$F'_{cemento}$ (en bolsas)	1.000 m <sup>3</sup>	9.8
231.199 L	$R^{a/c}$ de diseño		0.557
892.697 kg	$R^{a/c}$ de obra		0.557
742.755 kg			
2281.731			

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> P	1.0	2.15	1.79	23.7	Lts/pie <sup>3</sup>
En bolsa de 1 pie <sup>3</sup> V	1.0	1.85	2.37	23.7	Lts/pie <sup>3</sup>

ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fengineering@sac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:  
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)  
RECOMENDACIÓN ACI 211**

Peso de tanda de ensayo 2281.731  
Peso unitario de la mezcla teorica 2289  
Rendimiento 0.9967

Ajuste de agua de mezclado	219	Ra/c final	0.557
Ajuste de cantidad de cemento	393	F. Cemento	9.3
Ajuste de grava (húmedo)	745	% de grava	44
Ajuste de arena (húmedo)	932	% de arena	56
Ajuste por slump	0.28		
Ajuste de % de Grava	0		

Materiales	Tanda
	0.021
Cemento	8.338
Agua	4.644
Arena	19.761
Grava	15.802
<b>Total</b>	<b>48.545</b>

Arena  
Grava

Dosificación		
Peso	Volumen	
1.00	1.00	Pie <sup>3</sup>
23.7	23.7	Litros
2.37	2.04	Pie <sup>3</sup>
1.90	<u>2.51</u>	Pie <sup>3</sup>
	4.5	Pie <sup>3</sup>

Peso unitario teorico final de la mezcla  
Peso unitario de la mezcla corregida

2289	kg/m <sup>3</sup>
2289	kg/m <sup>3</sup>

ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringssac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIA  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**Ajuste de agua de tanda**

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
-280	-0.280

**Consistencia del concreto fresco (Slump)**

Slump teorico del diseño  
Slump obtenido en comprobación  
Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	101.6
4	103
Litros	-0.28

**Peso unitario del concreto fresco**

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	A	A
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 43250	43250
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	$m^3$ 0.0157	0.0157
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	$kg/m^3$ 2289	2289

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO**

01.- Numero de prueba	
02.- Número de molde	
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr.
04.- Peso del molde	gr.
05.- Volumen ó Constante del molde	$m^3$
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	$kg/m^3$

Resistencia a los 7 días

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	24/05/2023	31/05/2023	15	39284.28	222	106
Ensayo a los 7 días	24/05/2023	31/05/2023	15	39419.94	223	106
Ensayo a los 28 días	24/05/2023	21/06/2023	15	52813.56	299	142
Ensayo a los 28 días	24/05/2023	21/06/2023	15	52932.90	300	143

ANGELLA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringnac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"  
**Lugar:** Jaén -Jaén- Cajamarca  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : PACASMAYO TIPO I  
2.- Peso específico :  $3150 \text{ Kg/m}^3$

**AGREGADOS :**

Agregado fino :

OLANO

1.- Peso específico de masa 2.577  $\text{gr/cm}^3$   
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.621  $\text{gr/cm}^3$   
3.- Peso unitario suelto 1746  $\text{Kg/m}^3$   
4.- Peso unitario compactado 1893  $\text{Kg/m}^3$   
5.- % de absorción 1.7 %  
6.- Contenido de humedad 1.3 %  
7.- Módulo de finza 2.73 adimensional

Agregado grueso :

OLANO

1.- Peso específico de masa 2.515  $\text{gr/cm}^3$   
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.567  $\text{gr/cm}^3$   
3.- Peso unitario suelto 1138  $\text{Kg/m}^3$   
4.- Peso unitario compactado 1328  $\text{Kg/m}^3$   
5.- % de absorción 2.1 %  
6.- Contenido de humedad 0.4 %  
7.- Tamaño máximo 3/4" Pulg.  
8.- Tamaño máximo nominal 1/2" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.4	98.6
Nº 04	2.6	93.2
Nº 08	4.4	88.8
Nº 16	11.3	71.7
Nº 30	12.2	47.3
Nº 50	13.3	21.6
Nº 100	7.2	4.8
Fondo	2.9	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	5.3	94.7
1/2"	59.3	35.4
3/8"	23.7	11.7
Nº 04	0.7	11.0
Fondo	0.4	10.6

**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco :  $2289 \text{ Kg/m}^3$   
Resistencia promedio a los 7 días :  $223 \text{ Kg/cm}^2$   
Porcentaje promedio a los 7 días : 106 %  
Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 9.3 bolsas/ $\text{m}^3$   
Relación agua cemento de diseño : 0.56

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento 393  $\text{Kg/m}^3$  : PACASMAYO TIPO I  
Agua 219 L : Jaén  
Agregado fino 932  $\text{Kg/m}^3$  : OLANO  
Agregado grueso 745  $\text{Kg/m}^3$  : OLANO

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua
	1.0	2.37	1.90	23.7 Lts/ $\text{pie}^3$
Proporción en volumen :				
	1.0	2.04	2.51	23.7 Lts/ $\text{pie}^3$

ANGELLA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com

Indecopi

Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

# ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

  
ANGÉLICA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015





Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

Lugar: JAÉN-JAÉN-CAJAMARCA

Solicitante: HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

#### CERTIFICADO DE ENSAYO:

Ensayo de densidad de peso unitario

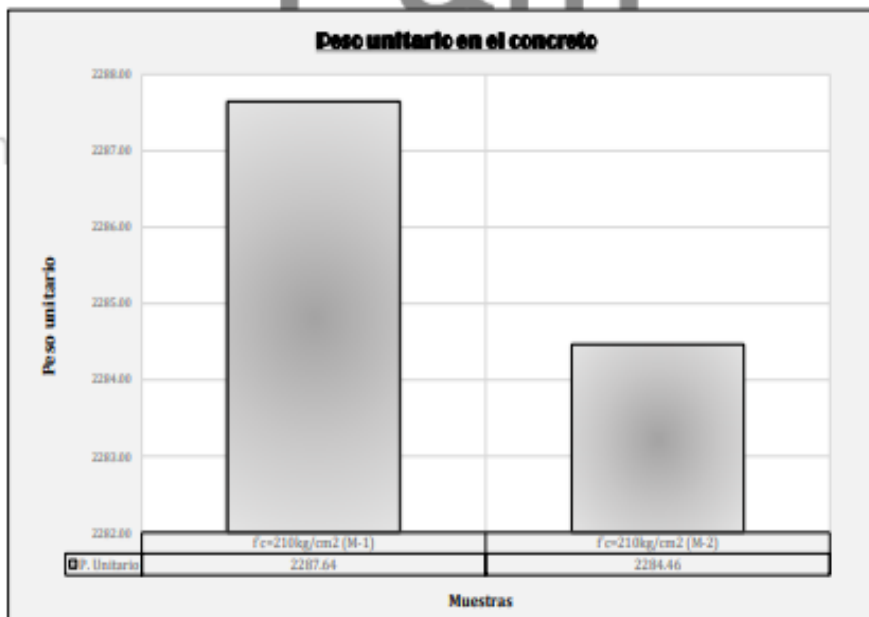
Norma ASTM C-138 ó N.T.P. 339.046

PESO UNITARIO DEL DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Muestra	Peso de la muestra + molde(kg)	Peso del molde(kg)	Area (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen(m <sup>3</sup> )	Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-1)	43.300	7.35	0.347337	0.27600	0.01571	2287.64
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-2)	43.250	7.35	0.347337	0.27600	0.01571	2284.46

#### RESUMEN

Muestra	Peso unitario
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-1)	2287.64
$f'c=210\text{kg/cm}^2$ (M-2)	2284.46



ANGÉLICA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 292424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineeringssac@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

# ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON EL CONO DE ABRAMS

Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)

 Indecopi

N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** JAÉN-JAÉN-CAJAMARCA

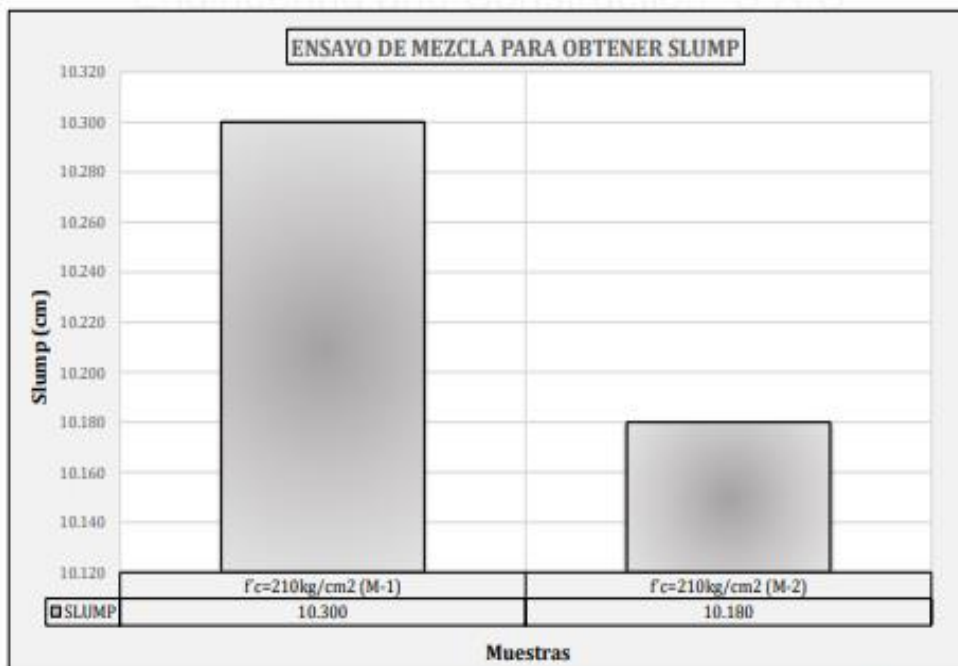
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

### CERTIFICADO DE ENSAYO:

Ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams

Norma ASTM C-143 ó N.T.P. 339.035

MUESTRA	SLUMP(cm)
$f_c=210\text{kg/cm}^2$ (M-1)	10.300
$f_c=210\text{kg/cm}^2$ (M-2)	10.180



ANGELA YVONNE VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



[fengineeringnac@gmail.com](mailto:fengineeringnac@gmail.com)



N°00146584  
N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

# ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA UN CONCRETO (210 Kg/cm<sup>2</sup>) CON ROCAS SEDIMENTARIAS (M-1)

Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis: "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

Lugar: JAEN-JAEN-CAJAMARCA

Solicitante: HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

CERTIFICADO DE ENSAYO:  
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO  
Norma ASTM C-39 ó N.T.P. 339.034

Observaciones	El laboratorio no se responsabiliza por las características físicas, químicas, alteraciones y la toma de muestras de las probetas.
---------------	--

A. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS  $f_c = 210 \text{ KG/CM}^2$

210

Estructura / Elemento	Fecha de Muestreo	Nº Cilindro	Días Curado	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Altura (cm <sup>2</sup> )	Peso (gr)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Carga Aplicada (KN)	Conversión de Carga en (KG)	Resistencia a la Fecha		Resist. del Ensayo Respecto al diseño	Condición
													kg/cm <sup>2</sup>	Diseño		
TESIS	24/06/2023	1.0	7	01/07/2023	15.21	181.58	30.05	12950	5456.4126	2.37	347.91	35486.82	195.43	210	93.06%	Cumple
	24/06/2023	2.0	7	01/07/2023	15.20	181.48	30.05	12960	5453.5421	2.38	348.24	35520.48	195.72	210	93.20%	Cumple
	24/06/2023	3.0	7	01/07/2023	15.10	179.13	30.05	12940	5382.7385	2.40	349.36	35634.72	198.94	210	94.73%	Cumple
PROMEDIO													196.70	210	93.67%	Cumple
TESIS	24/06/2023	1.0	14	08/07/2023	15.41	186.56	30.05	13530	5605.9904	2.41	500.64	51065.28	273.73	210	130.35%	Cumple
	24/06/2023	2.0	14	08/07/2023	15.32	184.33	30.05	13510	5539.2617	2.44	501.12	51114.24	277.29	210	132.04%	Cumple
	24/06/2023	3.0	14	08/07/2023	15.21	181.7	30.05	13520	5460.0017	2.48	502.36	51240.72	282.01	210	134.29%	Cumple
PROMEDIO													277.68	210	132.23%	Cumple
TESIS	24/06/2023	1.0	28	22/07/2023	15.18	180.86	30.05	12300	5434.9024	2.26	570.26	58166.52	321.61	210	153.15%	Cumple
	24/06/2023	2.0	28	22/07/2023	15.14	180.08	30.05	12290	5411.2903	2.27	571.45	58287.90	323.68	210	154.14%	Cumple
	24/06/2023	3.0	28	22/07/2023	15.10	179.15	30.05	12310	5383.4514	2.29	572.34	58378.68	325.87	210	155.17%	Cumple
PROMEDIO													323.72	210	154.15%	Cumple

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

ANGÉLICA YAMANÍ VILLANUEVA, ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495



fmengineering@sac@gmail.com



Nº00146584  
Nº00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

# ENSAYO A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PARA UN CONCRETO (210 Kg/cm<sup>2</sup>) CON ROCAS SEDIMENTARIAS (M-2)

Engineering and Construction S.A.C.

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

  
ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



[fmengineeringsac@gmail.com](mailto:fmengineeringsac@gmail.com)



N°00146584

N°00146585



Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** JAEN-JAEN-CAJAMARCA  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**CERTIFICADO DE ENSAYO:**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO**  
Norma ASTM C-39 ó N.T.P. 339.034

<b>Observaciones</b>	El laboratorio no se responsabiliza por las características físicas, químicas, alteraciones y la toma de muestras de las probetas.
----------------------	--

**A. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS F'C= 210 KG/CM2** 210

Estructura / Elemento	Fecha de Muestreo	Nº Cilindro	Días Curado	Fecha de Ensayo	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Altura (cm <sup>2</sup> )	Peso (gr)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Carga Aplicada (KN)	Conversión de Carga en (KG)	Resistencia a la Fecha		Resist. del Ensayo Respecto al diseño	Condición
													kg/cm <sup>2</sup>	Diseño		
TESIS	24/06/2023	1.0	7	01/07/2023	15.10	179.03	30.05	12730	5379.8875	2.37	384.36	39204.72	218.98	210	104.28%	Cumple
	24/06/2023	2.0	7	01/07/2023	15.20	181.48	30.05	12740	5453.5421	2.34	385.14	39284.28	216.46	210	103.08%	Cumple
	24/06/2023	3.0	7	01/07/2023	15.10	179.13	30.05	12750	5382.7385	2.37	386.47	39419.94	220.07	210	104.79%	Cumple
<b>PROMEDIO</b>													218.51	210	104.05%	Cumple
TESIS	24/06/2023	1.0	14	08/07/2023	15.08	178.63	30.05	12480	5967.779	2.32	475.17	48467.34	271.33	210	129.21%	Cumple
	24/06/2023	2.0	14	08/07/2023	15.32	184.33	30.05	12460	5539.2617	2.25	476.78	48631.56	263.82	210	125.63%	Cumple
	24/06/2023	3.0	14	08/07/2023	15.21	181.7	30.05	12470	5460.0017	2.28	477.46	48700.92	268.03	210	127.63%	Cumple
<b>PROMEDIO</b>													267.73	210	127.49%	Cumple
TESIS	24/06/2023	1.0	28	22/07/2023	15.12	179.55	30.05	12520	5395.5775	2.32	516.70	52703.40	293.53	210	139.77%	Cumple
	24/06/2023	2.0	28	22/07/2023	15.14	180.08	30.05	12530	5411.2903	2.32	517.78	52813.56	293.28	210	139.66%	Cumple
	24/06/2023	3.0	28	22/07/2023	15.10	179.15	30.05	12510	5383.4514	2.32	518.95	52932.90	295.47	210	140.70%	Cumple
<b>PROMEDIO</b>													294.09	210	140.04%	Cumple

Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

ANGELA YIVANNI VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424

	Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca		941915761 949327495		fmeningeringsac@gmail.com		N°00146584 N°00146585		Iso 9001:2015
--	---	--	------------------------	--	---------------------------	--	--------------------------	--	---------------



Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

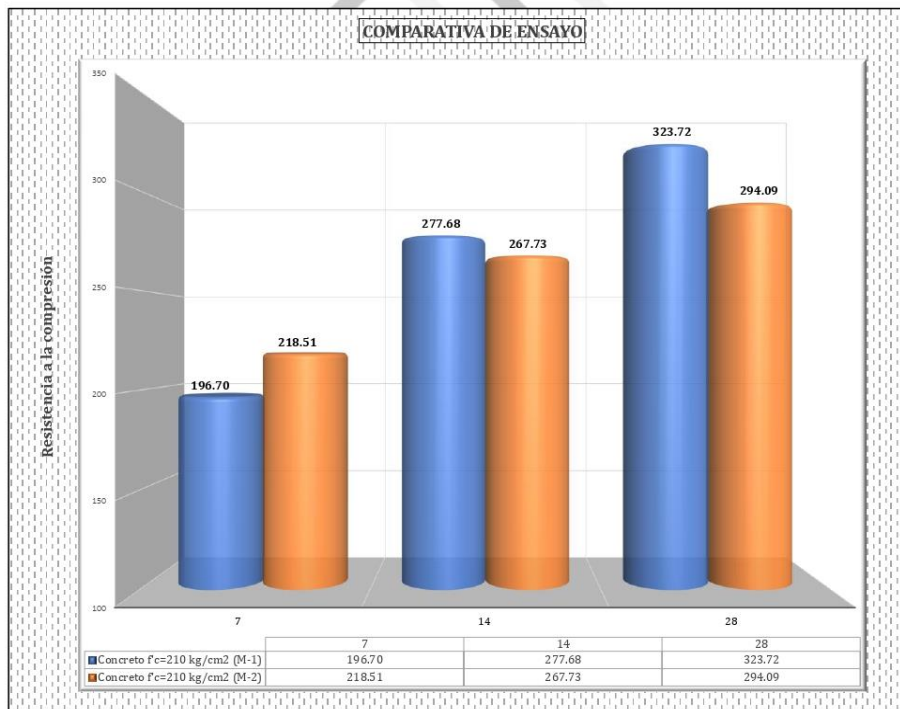
**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** JAÉN-JAÉN-CAJAMARCA

**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

GRÁFICOS DE RESULTADOS EN  $\text{kg/cm}^2$  DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO

Días	Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ (M-1)	Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ (M-2)
7	196.70	218.51
14	277.68	267.73
28	323.72	294.09



ANGELA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca



941915761  
949327495



fmengineering@gmail.com



N°00146584  
N°00146585



Iso 9001:2015





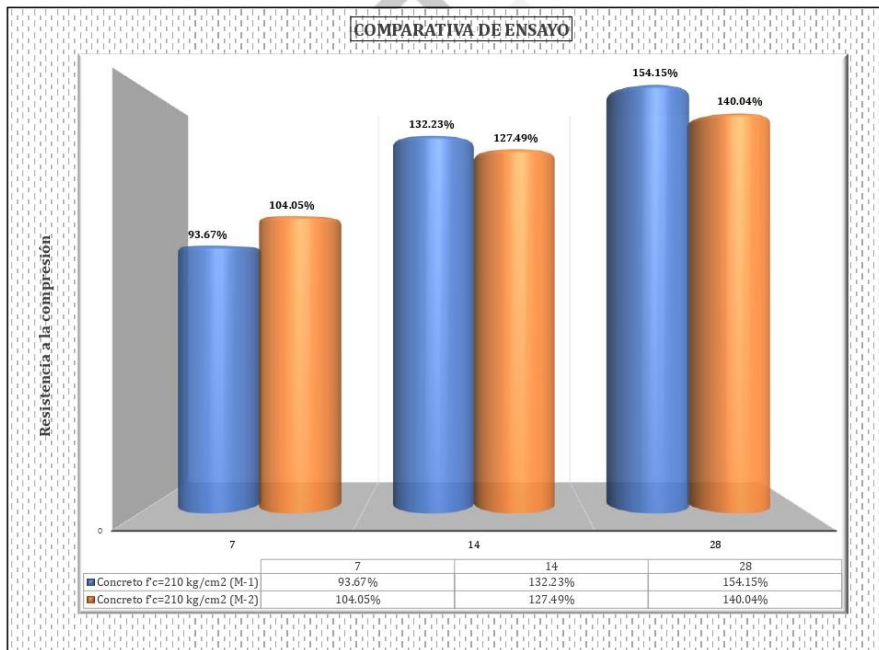
Engineering and Construction S.A.C.  
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción  
**SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE  
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**Tesis:** "Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando rocas sedimentarias para el diseño de pavimentos rígidos en la provincia de Jaén - 2023"

**Lugar:** #iREFI  
**Solicitante:** HERRERA CARRION, JAIRO SEGUNDO - RUIZ CHILCON, MARLY LISELE

**GRÁFICOS DE RESULTADOS EN % DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO**

Días	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (M-1)	Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (M-2)
7	93.67%	104.05%
14	132.23%	127.49%
28	154.15%	140.04%



ANGEA VIVIANA VILLANUEVA ALCALDE  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 232424



Calle Coricancha S/N Mz. C. Lote 11 -  
Sector Pueblo Libre - Jaén -  
Cajamarca

941915761  
949327495

[fmengineeringnac@gmail.com](mailto:fmengineeringnac@gmail.com)

Indecopi N°00146504  
N°00146585



ISO 9001:2015

## Anexo 7 Certificados De Laboratorio De Los Ensayos



### Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

**CERTIFICADO N° 00146584**

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008785-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 37 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004591-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Servicios de construcción



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:z036ner2zm

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL  
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

# Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

## CERTIFICADO N° 00146585

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008786-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN Y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Clase : 42 de la clasificación Internacional.

Solicitud : 0004590-2023

Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.

País : Perú

Vigencia : 04 de abril de 2033

Distingue : Estudios de mecánica de suelos



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: v12q0d0p6m

Pág. 1 de 1



# CERTIFICATE

*This is to certify that the Quality Management System of*

## **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**

MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE – JAEN – JAEN – CAJAMARCA – PERÚ.

*has been assessed and found to conform to the requirements of*

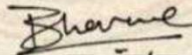
## **ISO 9001:2015**

*This Certificate is valid for the following scope*

SOIL MECHANICS, CONCRETE AND ASPHALT AND GEOTECHNICAL EXPLORATION  
LABORATORY SERVICES.

<b>Certificate No.</b>	<b>:AMER11653</b>
<b>Registration Date</b>	<b>:24/06/2023</b>
<b>Issue Date</b>	<b>:28/06/2023</b>
<b>Expiry Date</b>	<b>:23/06/2024</b>
<b>Recertification Date</b>	<b>:23/06/2026</b>





**Director**

**AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD**

Key Location: 1910 Thomes Ave, Cheyenne, Wyoming, WY-82001, USA  
Operations Office: D 303, 104.Nisarg plaza, Bhumkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune-411057



For verification and updated information concerning the present certificate, please visit [www.americocert.com](http://www.americocert.com) The Certificate is valid for period of 3 years subject to satisfactory annual surveillance audit. This Certificate is the property of Americo Quality Standards Registech Pvt Ltd. & shall be returned immediately when demanded.

## Anexo 8 Certificados De Calibración Del Equipo



### Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-390

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PRENSA PARA ENSAYO DE CONCRETO	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PC-42	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	492	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	NO INDICA	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	<p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p>
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA LLATAS E.I.R.L.	<p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p>
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	CAL. HIPOLITO UNANUE NRO 109 URB SANTA BEATRIZ - JAÉN	<p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p>
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	JAÉN	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 03 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 03 - 24	<p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p>
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>		04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

#### Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

**Felix Jaramillo Castillo**  
Responsable Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX, 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



**DATOS TÉCNICOS**

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
<b>Clase</b>	1,0	<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión	<b>Modelo</b>	KAL 1MN
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital	<b>Clase</b>	0,5
<b>División de Escala</b>	0,1 kN	<b>Número de Serie</b>	911250
<b>Resolución</b>	0,1 kN	<b>Certificado de Calibración</b>	5047 del INM
<b>Intervalo de Medición</b>	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	<b>Próxima Calibración</b>	2023-02-03
<b>Calibrado</b>			
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	20 kN		

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

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. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

**Tabla 1.**  
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio $S_{1,2 y 3}$ kN
	$S_1$ Ascendente kN	$S_2$ Ascendente kN	$S_2'$ No Aplica ----	$S_3$ Ascendente kN	$S_4$ No Aplica ----	
20	200,0	200,10	200,18	----	200,21	200,16
30	300,0	300,45	300,11	----	300,36	300,31
40	400,0	400,30	400,27	----	400,81	400,46
50	500,0	500,65	500,35	----	500,36	500,45
60	600,0	600,50	600,71	----	600,91	600,71
70	700,0	700,60	700,60	----	700,40	700,53
80	800,0	800,10	800,85	----	800,08	800,34
90	900,0	900,40	900,56	----	900,33	900,43
100	1 000,0	1 000,2	1 000,1	----	1 000,6	1 000,3

LM-PC-05-F-01 R12.3



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**
**Tabla 2.**

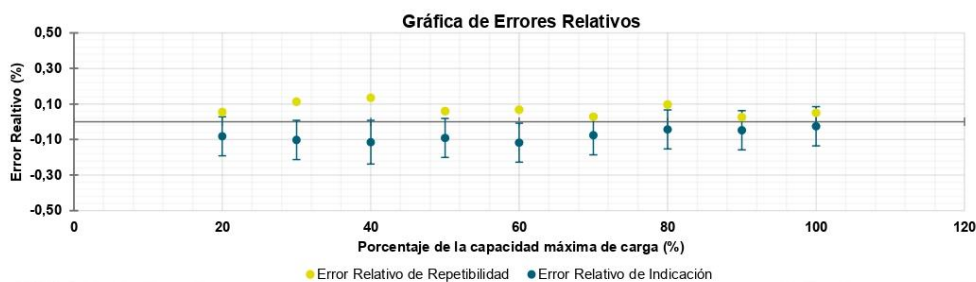
 Error relativo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,010	0,020	----	0,010	----

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$	
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad		$U$	$U$		
%	kN	q %	b %	v %	a %	kN	%	-----
20	200,00	-0,08	0,06	----	0,050	0,22	0,11	2,02
30	300,00	-0,10	0,11	----	0,033	0,33	0,11	2,01
40	400,00	-0,12	0,14	----	0,025	0,49	0,12	2,01
50	500,00	-0,09	0,06	----	0,020	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,12	0,07	----	0,017	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,08	0,03	----	0,014	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,04	0,10	----	0,013	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,05	0,03	----	0,011	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,03	0,05	----	0,010	1,1	0,11	2,02


**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO de la empresa PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERU ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

**Temperatura Ambiente Máxima:** 20,7 °C  
**Humedad Relativa Máxima:** 64 % HR

**Temperatura Ambiente Mínima:** 20,5 °C  
**Humedad Relativa Mínima:** 62 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2,017$  y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



### CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma 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

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

### OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-390

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.3







LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2100-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION  
DIRECCION : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN  
FECHA : 2023-01-31  
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 620 g  
Nº DE SERIE : 834768517 DIV. DE ESCALA ( d ) 0.01 g  
MODELO : NV622ZH DIV. DE VERIFICACIÓN ( e ) 0.01 g  
TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO NO INDICA  
CLASE : II CAPACIDAD MÍNIMA 0.2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 335-CM-M-2022 / 336-CM-M-2022

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	Inicial	Final
	19.5	19.5	70	70

Medición Nº	Carga L1 = 300.00 g			Carga L2 = 600.00 g		
	l ( g )	ΔL ( g )	E ( g )	l ( g )	ΔL ( g )	E ( g )
1	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.008	-0.003
2	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.008	-0.003
3	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.008	-0.003
4	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.007	-0.002
5	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.007	-0.002
6	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.007	-0.002
7	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.008	-0.003
8	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.007	-0.002
9	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.008	-0.003
10	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.008	-0.003

E = l + ½e - ΔL - L

Carga ( g )	Diferencia Máxima ( g )	E.M.P. ( g )
300.00	0.001	0.03
600.00	0.001	0.03

OBSERVACIONES:

- 1. Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- 2. El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.\*



**LABORATORIO DE METROLOGIA**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	19.5	19.4

	Inicial	Final
H.R. (%)	70	69

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (g)	
	Carga Mínima* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	0.10	0.10	0.008	-0.003	200.00	200.00	0.008	-0.003	0.000	0.02
2		0.09	0.006	-0.011		200.00	0.007	-0.002	0.009	0.02
3		0.09	0.006	-0.011		200.00	0.007	-0.002	0.009	0.02
4		0.09	0.007	-0.012		200.00	0.008	-0.003	0.009	0.02
5		0.10	0.009	-0.004		200.00	0.008	-0.003	0.001	0.02

\* Valor entre 0 y 10e

$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. °C	19.4	19.4

	Inicial	Final
	69	70

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.20	0.19	0.007	-0.012						
1.00	0.99	0.007	-0.012	0.000	0.99	0.007	-0.012	0.000	0.01
10.00	10.00	0.006	-0.001	0.011	10.00	0.009	-0.004	0.008	0.01
50.00	49.99	0.009	-0.014	-0.002	50.00	0.009	-0.004	0.008	0.01
100.00	99.99	0.009	-0.014	-0.002	100.00	0.009	-0.004	0.008	0.02
150.00	149.99	0.008	-0.013	-0.001	150.00	0.009	-0.004	0.008	0.02
200.00	199.99	0.008	-0.013	-0.001	200.00	0.008	-0.003	0.009	0.02
300.00	299.99	0.008	-0.013	-0.001	300.00	0.007	-0.002	0.010	0.03
400.00	399.99	0.006	-0.011	0.001	400.00	0.008	-0.003	0.009	0.03
500.00	500.00	0.008	-0.003	0.009	499.99	0.006	-0.011	0.001	0.03
600.00	600.00	0.008	-0.003	0.009	600.00	0.008	-0.003	0.009	0.03

$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 6 mg + (1,3x10<sup>-6</sup>)

Revisado por:  
Eier Pozo S  
Dpto. Metrologia

Calibrado por:  
Javier Negron C.  
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2101-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
DIRECCION : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN
FECHA : 2022/01/31
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS
Nº DE SERIE : C213945170
MODELO : SPX6201ZH
TIPO : ELECTRÓNICA
CLASE : III
CAPACIDAD MÁXIMA : 6200 g
DIV. DE ESCALA (d) : 0.1 g
DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g
CÓDIGO : NO INDICA
CAPACIDAD MÍNIMA : 2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 335-CM-M-2022 / 336-CM-M-2022

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

INSPECCIÓN VISUAL

Table with 4 columns: Item, Status, Item, Status. Rows include AJUSTE DE CERO, OSCILACIÓN LIBRE, PLATAFORMA, and SISTEMA DE TRABA.

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Table with 6 columns: Temp °C, Inicial, Final, H. R. %, Inicial, Final. Values: 26.7, 26.7, 67, 67.

Main repeatability test table with 7 columns: Medición Nº, Carga L1, ΔL (g), E (g), Carga L2, ΔL (g), E (g). Rows 1-10.

E = 1 + 1/2e - ΔL - L

Summary table with 3 columns: Carga (g), Diferencia Máxima (g), E.M.P. (g). Rows for 3000.00 and 6000.00.

OBSERVACIONES:

- 1. Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de Pys EQUIPOS E.I.R.L.
2. El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)		
	Carga Mínima* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)		E (g)	Ec (g)
1	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2		1.00	0.080	-0.030		1999.90	0.040	-0.090	-0.060	0.02
3		1.00	0.070	-0.020		1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
4		1.00	0.070	-0.020		1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
5		1.00	0.070	-0.020		1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02

\* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

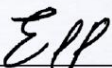
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
2.00	2.00	0.070	-0.020						
10.00	10.00	0.070	-0.020	0.000	10.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
100.00	100.00	0.080	-0.030	-0.010	100.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
500.00	500.00	0.070	-0.020	0.000	499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.01
1000.00	999.90	0.040	-0.090	-0.070	999.90	0.020	-0.070	-0.050	0.01
1500.00	1499.90	0.050	-0.100	-0.080	1499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	1999.90	0.030	-0.080	-0.060	0.02
3000.00	3000.00	0.070	-0.020	0.000	3000.00	0.060	-0.010	0.010	0.02
4000.00	4000.10	0.090	0.060	0.080	4000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
5000.00	5000.10	0.090	0.060	0.080	5000.20	0.090	0.160	0.180	0.03
6000.00	6000.00	0.070	-0.020	0.000	6000.00	0.070	-0.020	0.000	0.03

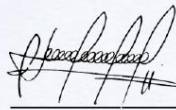
$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Revisado por:  
  
 Eler Pozo S  
 Dpto. Metrologia

Calibrado por:  
  
 Javier Negrón C.  
 Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC032 - T - 2023

Metrología & calibración  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	230097												
2. Solicitante	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.												
3. Dirección	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA												
4. Equipo	HORNO												
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C												
Marca	PALIO												
Modelo	PE5043.1												
Número de Serie	0422002												
Procedencia	PERÚ												
Identificación	NO INDICA												
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES												
<table><thead><tr><th>Descripción</th><th>Controlador / Selector</th><th>Instrumento de medición</th></tr></thead><tbody><tr><td>Alcance</td><td>0 °C a 300 °C</td><td>0 °C a 300 °C</td></tr><tr><td>División de escala / Resolución</td><td>0,1 °C</td><td>0,1 °C</td></tr><tr><td>Tipo</td><td>CONTROLADOR DIGITAL</td><td>TERMÓMETRO DIGITAL</td></tr></tbody></table>		Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición	Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C	División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C	Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL
Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición											
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C											
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C											
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL											
5. Fecha de Calibración	2023-06-22												
6. Fecha de Emisión	2023-06-26												

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

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

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

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

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

Sello

JEFE DE LABORATORIO



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC032 - T - 2023

*Metrología & calibración*  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

### 7. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

### 8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

### 9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,5 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 min minutos.  
El controlador se seteo en 110 °C



### 10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
LABORATORIO ACREDITADO PESATEC LT-249-2022	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	0006-TPES-C-2023

### 11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023**

*Metrología & calibración*  
 Laboratorio de Temperatura

**12. Resultados de Medición**

**PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C**

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> -T <sub>m</sub>
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	110,3	109,4	110,9	109,6	111,2	112,9	110,9	110,0	110,5	111,9	110,7	3,5
02	110,0	110,3	109,3	110,8	109,6	111,2	112,7	110,9	110,0	110,8	111,7	110,7	3,4
04	110,0	110,3	109,3	110,9	109,6	111,1	112,6	110,9	110,0	110,8	111,7	110,7	3,3
06	110,0	110,3	109,3	110,8	109,8	111,2	112,7	110,8	110,0	110,9	111,8	110,7	3,4
08	110,0	110,3	109,4	110,8	109,8	111,2	112,6	110,9	110,0	110,8	111,9	110,8	3,2
10	110,0	110,4	109,3	110,8	109,8	111,1	112,6	110,9	110,2	110,8	111,8	110,8	3,3
12	110,0	110,4	109,3	110,6	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,9	110,7	3,3
14	110,0	110,4	109,3	110,9	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,8	110,8	3,3
16	110,0	110,4	109,3	110,9	109,7	111,2	112,6	110,9	110,2	110,9	111,8	110,8	3,3
18	110,0	110,4	109,3	110,9	109,8	111,1	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,4
20	110,0	110,4	109,4	111,0	109,7	111,2	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,3
22	110,0	110,5	109,3	110,6	109,8	111,0	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,4
24	110,0	110,6	109,3	110,5	109,7	111,2	112,7	110,8	110,1	110,8	111,8	110,7	3,4
26	110,0	110,6	109,4	110,7	109,8	111,2	112,8	110,8	110,1	110,9	111,8	110,8	3,4
28	110,0	110,5	109,3	110,6	109,7	111,2	112,8	110,9	110,1	110,9	111,8	110,8	3,5
30	110,0	110,5	109,3	110,7	109,7	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	111,9	110,8	3,5
32	110,0	110,5	109,3	110,6	109,7	111,4	112,7	110,9	110,0	110,9	111,9	110,8	3,4
34	110,0	110,4	109,4	110,7	109,8	111,3	112,7	110,8	110,0	110,8	111,8	110,8	3,3
36	110,0	110,4	109,3	110,9	109,9	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	112,0	110,8	3,5
38	110,0	110,3	109,4	110,8	109,7	111,3	112,9	110,8	110,0	110,9	111,9	110,8	3,5
40	110,0	110,4	109,4	110,8	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,9	111,9	110,8	3,5
42	110,0	110,3	109,5	110,9	109,8	111,5	112,9	111,1	110,2	110,9	111,9	110,9	3,4
44	110,0	110,3	109,4	110,8	109,8	111,5	112,7	111,1	110,2	110,8	111,9	110,8	3,3
46	110,0	110,4	109,4	110,8	109,8	111,4	112,7	111,1	110,2	110,8	111,7	110,8	3,3
48	110,0	110,4	109,5	110,8	109,8	111,4	112,9	110,8	110,2	110,8	111,8	110,8	3,4
50	110,0	110,3	109,5	110,7	109,7	111,3	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,8	3,4
52	110,0	110,6	109,5	110,7	109,8	111,4	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,9	3,4
54	110,0	110,3	109,4	110,6	109,8	111,4	112,9	110,8	110,1	110,8	111,9	110,8	3,5
56	110,0	110,3	109,4	110,7	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,8	111,9	110,8	3,5
58	110,0	110,4	109,4	110,9	109,6	111,4	112,8	111,1	110,1	110,9	111,9	110,8	3,4
60	110,0	110,3	109,4	110,7	109,7	111,4	112,8	111,2	110,1	110,9	112,0	110,8	3,4
<b>T.PROM</b>	110,0	110,4	109,3	110,7	109,7	111,3	112,8	110,9	110,1	110,8	111,8	110,8	
<b>T.MAX</b>	110,0	110,6	109,5	111,0	109,9	111,5	112,9	111,2	110,2	110,9	112,0		
<b>T.MIN</b>	110,0	110,3	109,3	110,5	109,6	111,0	112,6	110,8	110,0	110,5	111,7		
<b>DTT</b>	0,0	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3		



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MC032 - T - 2023

*Metrología & calibración*  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,9	0,2
Mínima Temperatura Medida	109,3	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,4	0,1
Estabilidad Medida ( ± )	0,3	0,04
Uniformidad Medida	3,5	0,1

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

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

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.



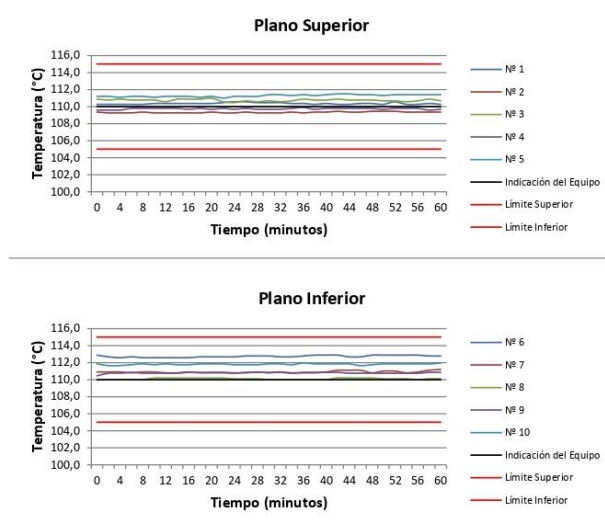


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 5 de 6

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO**  
**TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C**

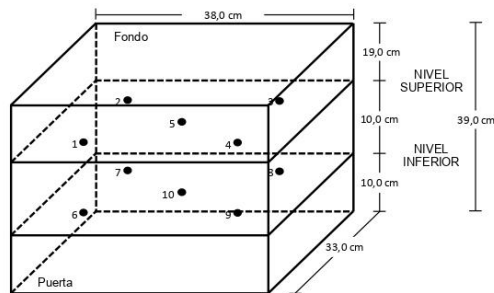


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MC032 - T - 2023**

*Metrología & calibración*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 6 de 6

**DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES**



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 7 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

**13. Incertidumbre**

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

Fin del documento