

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de
adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022**

Para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Kevin Gino HUERE RIOS

Bach. Carlos Manuel TOMAS DE LA ROSA

Asesor:

Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO

Cerro de Pasco – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de
adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Marcial Simón CANCAPA HANCCO

PRESIDENTE

Mg. Fredy Luis PALMA FERNANDEZ

MIEMBRO

Mg. Giovana Jessica BLAS OCEDA

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 359-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de
adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022**

Apellidos y nombres de los tesistas

Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS

Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

7 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 4 de diciembre del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO
ISIDRO Ruben Edgar FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 04.12.2025 14:50:01 -05:00

DEDICATORIA

Dedico a mis padres por su inagotable apoyo moral en todo sentido, para poder lograr mis objetivos propuestos profesionalmente y ser una persona de bien, de la misma forma a mis hermanos y amigos, por las orientaciones y los buenos consejos que me dieron en el transcurso de mi carrera, y a Dios por darme la vida, la sabiduría y estar conmigo en todo momento.

Carlos

Dedico este proyecto de investigación principalmente a Dios, por permitirme llegar hasta este momento de mi formación académica y profesional.

A mi madre, y mis hermanos por el amor y el apoyo incondicional que me demostraron en momentos de dificultad donde fueron mi motivación para poder superarme en esta etapa.

A todas las personas importantes y especiales que me acompañaron en el proceso de formación académica y en mi vida diaria, quienes me apoyaron a contribuir para la realización de este proyecto y cumplir con mis objetivos propuesto mejorando cada día más.

Kevin

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestros más profundos agradecimientos a nuestra alma mater la “UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION”, por abrirnos las puertas y poder darnos la oportunidad de continuar con nuestra etapa profesional y avanzar con nuestra carrera profesional, así mismo a nuestros docentes que con su experiencia y enseñanza que cada nos fueron formando, para poder asumir más adelante en ambientes semejantes que nos tocara vivir en la vida, todo ello aprendimos en nuestra Facultad de Ingeniería y a la ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL.

De la misma manera agradecemos a nuestro docente quien estuvo con nosotros desde el inicio, desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación, por su ardua dedicación, motivación, orientación en los momentos de dudas y la gran confianza que nos brindó para continuar y lograr el desafío.

Y nuestra gratitud a todos los colaboradores que fueron participe de esta investigación. Su ayuda en la revisión de nuestro trabajo y los comentarios que pudieron enriquecer nuestro proyecto, la cual esta tesis es un resultado de nuestro esfuerzo y colaboración para la realización.

RESUMEN

La investigación titulada “Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022” se llevó a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. La metodología utilizada en la presente investigación es el científico y su objetivo fue determinar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con la dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, en la ciudad de Pasco, como sustituto del agregado fino en diferentes proporciones y la cal como sustituto del cemento en proporciones pequeñas. Se identificó la dosificación óptima con relave minero y cal para dicho adoquín, evaluando los efectos en propiedades como resistencia, absorción y densidad. Para la ejecución de la tesis, se utilizó el relave minero de la relavera del centro poblado de Quiulacocha, y los agregados fueron obtenidos de la cantera Cochamarca – Vicco, a los cuales se les realizaron los respectivos ensayos físicos y químicos. En la primera etapa de la investigación, se realizaron experimentos reemplazando el relave minero como sustituto del agregado fino en proporciones de 30%, 40% y 50% y la Cal por el Cemento en proporciones de 5%, 10% y 15% en la mezcla del concreto con $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$. Estos fueron evaluados en 9 adoquines por cada experimento, realizando el ensayo de resistencia a la compresión ($f'c$) a los 7, 14 y 28 días de curado. Después de procesar los datos obtenidos, se determinó que la mayor resistencia a los 28 días fue de 466.90 kg/cm^2 para el patrón B (30% RM y 5% Cal) la cual es mayor en un 11% del diseño de mezcla, con una absorción del 4.08% en dicho patrón; pero al reemplazar el 50% RM y 15% Cal (patrón E) la resistencia obtenida es de 422.30 kg/cm^2 con una absorción de 6.20%, asimismo estos patrones alcanzan una mayor densidad, por ende una menor cantidad de

vacíos internos y en consecuencia un mejor desempeño mecánico frente a la acción del agua. Los resultados cumplen con la norma NTP 399.611, y nos damos cuenta en los estudios que a mayor cantidad de relave minero y cal la resistencia tiende a bajar.

Palabras claves: relave minero, cal, adoquín tipo II, resistencia a la compresión, absorción, densidad.

ABSTRACT

The research project, titled “Incorporation of Mining Tailings and Lime in the Structuring of Type II Pavers for Light Vehicle Traffic in Pasco, 2022,” was conducted in the Soil Mechanics, Concrete, and Pavement Laboratory of the School of Civil Engineering at the Daniel Alcides Carrión National University. The methodology used in this research was scientific, and its objective was to determine the physical and mechanical properties of Type II pavers for light vehicle traffic, manufactured with a concrete mix incorporating mining tailings and lime, in the city of Pasco. The tailings were used as a substitute for fine aggregate in varying proportions, and the lime as a substitute for cement in small proportions. The optimal mix design of mining tailings and lime for these pavers was identified, and the effects on properties such as strength, absorption, and density were evaluated. For this thesis, mine tailings from the tailings pond in the town of Quiulacocha were used, and the aggregates were obtained from the Cochamarca-Vicco quarry. Both materials underwent the corresponding physical and chemical tests. In the first stage of the investigation, experiments were conducted replacing the mine tailings as a substitute for fine aggregate in proportions of 30%, 40%, and 50%, and replacing lime with cement in proportions of 5%, 10%, and 15% in the concrete mix with $f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$. These were evaluated on nine paving stones per experiment, performing the compressive strength (f'_c) test at 7, 14, and 28 days of curing. After processing the data obtained, it was determined that the highest 28-day compressive strength was 466.90 kg/cm^2 for pattern B (30% mining tailings and 5% lime), which is 11% higher than the mix design, with an absorption of 4.08% in this pattern. However, when replacing the mix with 50% mining tailings and 15% lime (pattern E), the resulting compressive strength was 422.30 kg/cm^2 with an absorption of 6.20%. These patterns also achieve a higher density, resulting in fewer internal voids and consequently better

mechanical performance against the action of water. The results comply with standard NTP 399.611, and the studies show that with a higher proportion of mining tailings and lime, the compressive strength tends to decrease.

Keywords: mining tailings, lime, type II paving stone, compressive strength, absorption, density.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el costo de construcción de viviendas utilizando materiales convencionales, como agregados, cemento, ladrillos y acero, ha experimentado un aumento significativo, con una tendencia a seguir incrementándose. Este aumento ha generado que gran parte de la población rural, que en su mayoría no tiene acceso a estos materiales costosos, busque alternativas más accesibles. Como respuesta, muchas comunidades rurales recurren a la construcción de viviendas a base de tierra, utilizando materiales como adobe y tapia. Aunque estas construcciones son más económicas, carecen de las propiedades necesarias para proporcionar seguridad, comodidad y durabilidad, lo que pone en riesgo la salud y el bienestar de las personas que las habitan.

En la actualidad, sin embargo, ha surgido una tendencia innovadora en la construcción de viviendas mediante el uso de nuevos materiales que anteriormente estaban en desuso o no se aprovechaban adecuadamente. Esta tendencia busca diversificar los recursos disponibles para la construcción, con el fin de hacerla más accesible, económica y sostenible. En este contexto, se ha planteado la posibilidad de incorporar el relave minero, un material derivado de la actividad minera, como una solución viable para la fabricación de adoquines de concreto. El relave minero es un residuo que se acumula en grandes cantidades en las minas y cuya disposición inadecuada genera graves problemas ambientales, como la contaminación de acuíferos y cuerpos de agua superficiales. Además, estos depósitos de relaves representan un riesgo para la salud de las personas y los ecosistemas circundantes, ya que pueden generar enfermedades y otros problemas de salud.

Por lo tanto, se busca otorgar un valor agregado a este material, utilizando el relave minero como agregado en la mezcla de concreto, lo que no solo reduce los problemas ambientales generados por su acumulación, sino que también contribuye a la

mejora de la construcción de viviendas. Esta investigación tiene como objetivo principal determinar la incidencia del uso de relave minero y cal en la elaboración de adoquines de concreto, evaluando diferentes porcentajes de reemplazo del agregado fino por relave minero y cal por cemento en la mezcla de concreto. La dosificación planteada para este estudio es de $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ según la Norma 399.611, con el propósito de obtener una nueva unidad de albañilería que sea accesible y de fácil manejo para las comunidades.

En el marco de este estudio, se llevaron a cabo una serie de ensayos físicos y mecánicos para evaluar el desempeño de los adoquines elaborados con relave minero y cal. Los resultados obtenidos permitieron determinar las propiedades del material, como su resistencia a la compresión, absorción y densidad, para garantizar que cumpla con los requisitos necesarios para su uso en el tránsito ligero. Se espera que el uso del relave minero en la fabricación de adoquines de concreto proporcione una solución más económica y accesible para las comunidades rurales, al mismo tiempo que ofrece mayores beneficios en términos de sostenibilidad y reducción del impacto ambiental.

Una de las principales ventajas que se busca con este enfoque es ofrecer una alternativa más viable y sostenible para la construcción de carreteras de tránsito ligero en zonas cercanas a los centros mineros. En este caso, la viabilidad no se entiende únicamente en términos económicos, sino como la combinación de aspectos técnicos, de durabilidad, de aprovechamiento de recursos locales y de reducción de costos de transporte. Bajo esta perspectiva, el patrón B, con menores proporciones de RM y cal, resulta ser la opción más adecuada al alcanzar resistencias superiores a lo establecido en la NTP 399.611, asegurando desempeño estructural sin necesidad de incrementar en exceso la cantidad de adiciones.

Por otro lado, el aprovechamiento del relave minero también contribuye significativamente a la mitigación de los desechos mineros, proporcionando una solución

sostenible para un material que, en su estado actual, representa una amenaza ambiental considerable. Al incorporar el relave minero en la construcción de adoquines, se busca reducir la contaminación de los cuerpos de agua cercanos y, de manera indirecta, disminuir la explotación de los recursos hídricos, un aspecto crucial en áreas con problemas de escasez de agua. Este enfoque también promueve una economía circular, donde los desechos de la minería se transforman en un recurso valioso para la construcción.

En resumen, este proyecto tiene el potencial de beneficiar no solo a las comunidades cercanas a los centros mineros, sino también al medio ambiente, al aprovechar los desechos de la minería de manera eficiente y sostenible. Con la implementación de esta solución innovadora, se espera mejorar las condiciones de vida de las poblaciones rurales al ofrecerles una opción de vivienda más accesible, segura y respetuosa con el entorno.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE ILUSTRACIONES

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1.	Delimitación espacial.....	2
1.2.2.	Delimitación temporal	3
1.2.3.	Delimitación temática	3
1.2.4.	Delimitación conceptual	3
1.2.5.	Delimitación metodológica.....	4
1.3.	Formulación del problema	5
1.3.1.	Problema general	5
1.3.2.	Problemas específicos.....	5
1.4.	Formulación de objetivos.....	5
1.4.1.	Objetivo general.....	5
1.4.2.	Objetivos específicos	6
1.5.	Justificación de la investigación	6

1.5.1.	Justificación teórica	6
1.5.2.	Justificación práctica.....	7
1.5.3.	Justificación metodológica	7
1.5.4.	Justificación ambiental	7
1.5.5.	Justificación legal	8
1.5.6.	Justificación económica.....	8
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	9
1.6.1.	Variabilidad de los Materiales	9
1.6.2.	Condiciones Ambientales	9
1.6.3.	Limitaciones de Tiempo y Recursos.....	9
1.6.4.	Interpretación de Resultados.....	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	10
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	10
2.1.2.	Antecedentes nacionales	15
2.2.	Bases teóricas – científicas	21
2.2.1.	Relave minero	21
2.2.2.	Caliza	28
2.2.3.	Adoquín de Concreto	28
2.2.4.	Pavimento	33
2.2.5.	Concreto.....	40
2.2.6.	Diseño de mezcla	45
2.2.7.	Resistencia a la compresión.....	45
2.3.	Definición de términos básicos	45

2.4.	Formulación de hipótesis	48
2.4.1.	Hipótesis general.....	48
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	48
2.5.	Identificación de variables	50
2.5.1.	Variables independientes	50
2.5.2.	Variables dependientes	50
2.5.3.	Variables intervinientes	50
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	51

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	53
3.2.	Nivel de investigación.....	54
3.3.	Métodos de investigación.....	54
3.4.	Diseño de investigación	54
3.5.	Población y muestra	57
3.5.1.	Población	57
3.5.2.	Muestra	57
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	57
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos.....	57
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos	58
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	58
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	59
3.9.	Tratamiento estadístico	60
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	60

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	61
4.1.1.	Recolección de materiales	62
4.1.2.	Propiedades de los agregados y del relave minero	62
4.1.3.	Diseño de mezclas	62
4.1.4.	Mezclados de material	63
4.1.5.	Moldeado y compactado	63
4.1.6.	Inspección	64
4.1.7.	Curado.....	64
4.1.8.	Ensayos endurecidos.....	64
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	64
4.2.1.	Propiedades físicas de los agregados	64
4.2.2.	Propiedades físicas del relave minero.....	70
4.2.3.	Propiedades físicas del cemento	73
4.2.4.	Propiedades del agua	74
4.2.5.	Propiedades físicas de la cal	75
4.2.6.	Diseño de Mezcla según ACI 211.1	75
4.2.7.	Propiedades físicas del concreto	79
4.2.8.	Propiedades mecánicas del concreto.....	81
4.3.	Prueba de hipótesis.....	90
4.3.1.	Aplicación de la Prueba de Normalidad	90
4.3.2.	Prueba de ANOVA	94
4.3.3.	Prueba de Post Hoc	100
4.4.	Discusión de resultados.....	107

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distancias a lugar del proyecto de investigación	3
Tabla 2. Diseño de mezcla.....	15
Tabla 3. Resultados de pH del relave tomados como resultado	18
Tabla 4. Materiales que se usaran en campo para toma de muestras	21
Tabla 5. Tipos de Relave	26
Tabla 6. Tipología de adoquín según su uso	30
Tabla 7. Dimensiones máximas presentadas en mm	31
Tabla 8. Espesor y estado de compresión máxima.....	32
Tabla 9. Absorción máxima por tipología	33
Tabla 10. Obtención del concreto.....	40
Tabla 11. Operacionalización de Variable Independiente.....	51
Tabla 12. Operacionalización de Variable Dependiente	52
Tabla 13. Unidades de adoquín	56
Tabla 14. Contenido de humedad de los agregados	67
Tabla 15. Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino.....	68
Tabla 16. Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso	68
Tabla 17. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino	69
Tabla 18. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.....	70
Tabla 19. Contenido de humedad del relave minero	71
Tabla 20. Peso Unitario Suelto y Compactado del Relave minero	72
Tabla 21. Peso Específico y Absorción del Relave minero.....	73
Tabla 22. Requisitos físicos del cemento	74
Tabla 23. Propiedades físicas de la cal.....	75
Tabla 24. Diseño de mezcla para $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	76

Tabla 25. Proporciones del relave minero y cal	76
Tabla 26. Sustitución del RM y Cal para 0.02 m ³ de concreto.....	78
Tabla 27. Prueba de Normalidad para la Hipótesis General	91
Tabla 28. Prueba de Normalidad para la Hipótesis Específica 01	92
Tabla 29. Prueba de Normalidad para la Hipótesis Específica 02	93
Tabla 30. Prueba de Normalidad para la Hipótesis Específica 03	94
Tabla 31. Prueba de ANOVA para la Hipótesis General	95
Tabla 32 Prueba de ANOVA para la Hipótesis Específica 01	97
Tabla 33. Prueba de ANOVA para la Hipótesis Específica 02	98
Tabla 34. Prueba de ANOVA para la Hipótesis Específica 03	99
Tabla 35. Conclusión general comparativa	101
Tabla 36 Prueba Post Hoc - Comparación múltiples Hipótesis Específica 01.....	102
Tabla 37. Prueba Post Hoc - Comparación múltiples Hipótesis Específica 02.....	104
Tabla 38. Prueba Post Hoc - Comparación múltiples Hipótesis Específica 03.....	106

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación de la región Pasco	2
Ilustración 2. Muestras de relave minero	20
Ilustración 3. Partes de un adoquín.....	30
Ilustración 4. Tipo I Adoquín	30
Ilustración 5. Tipo II de Adoquín	31
Ilustración 6. Tipo III de Adoquín.....	31
Ilustración 7. Resistencia a la compresión de adoquines	32
Ilustración 8. Diagrama de proceso de fabricación del Adoquín	62
Ilustración 9. Curva granulométrica del agregado fino – Cantera Cochamarca Fuente: Elaboración Propia.	65
Ilustración 10. Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Cochamarca	66
Ilustración 11. Curva granulométrica del relave minero	70
Ilustración 12. Instrumentos utilizados para el ensayo del cono abrams	79
Ilustración 13. Consistencia para cada concreto Fuente: Elaboración Propia.....	80
Ilustración 14. Temperatura para cada concreto.....	81
Ilustración 15. Densidad por cada concreto	83
Ilustración 16. Absorción de cada concreto	85
Ilustración 17. Curva de resistencia 420 kg/cm ² del concreto tradicional (patrón A)	
Ilustración 18. Curva de resistencia 420 kg/cm ² del concreto experimental (patrón B)	
Ilustración 19. Curva de resistencia 420 kg/cm ² del concreto experimental (patrón C).....	88
Ilustración 20. Curva de resistencia 420 kg/cm ² del concreto experimental (patrón D).....	88
Ilustración 21. Curva de resistencia 420 kg/cm ² del concreto experimental (patrón E)	89
Ilustración 22. Curva de resistencia 420 kg/cm ² del concreto experimental (patrón F)	89
Ilustración 23. Resistencias a la compresión de todas las muestras.	90

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La realidad problemática que en la actualidad nuestro país vive a diario es la existencia y la necesidad de reutilizar los residuos (relaves mineros), debido a los grandes contaminantes que generan, por lo que se plantea generar la mitigación de estos residuos, con la generación de elementos de construcción con el empleo de estos residuos. (Cárdenas Ticlavilca, 2019)

Debido a la cantidad excesiva de material de desecho (relave minero) en la ciudad, material que podrá ser de vital importancia para la estructuración de adoquines para el tránsito de vehículos ligeros, con la condición de que cumpla con los parámetros requeridos en nuestro país. (Beltrán-Rodríguez et al., 2018)

La implementación de adoquines de concreto de tipo II en pavimentación representa una alternativa práctica y duradera frente a otros materiales convencionales. Además de su resistencia y facilidad de colocación, estos adoquines se convierten en una opción interesante para investigaciones que buscan aprovechar su estructura en la fijación y microencapsulación de metales

pesados, ya que existe la necesidad de reducir los efectos de la contaminación cuando estos se encuentran en un estado inestable. De esta manera, no solo cumplen una función constructiva, sino que también ofrecen una posibilidad de contribuir a la sostenibilidad y al cuidado del medio ambiente.

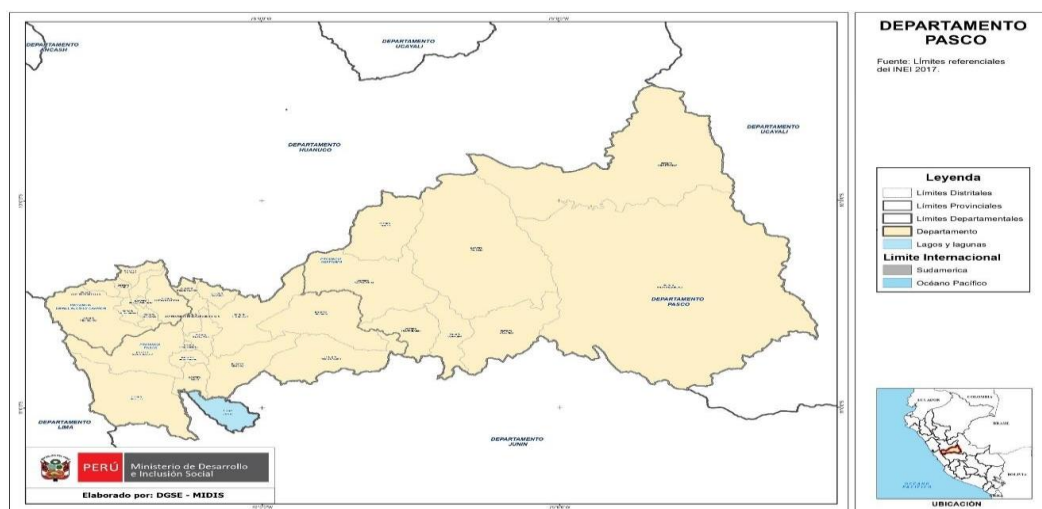
1.2. Delimitación de la investigación

Estas delimitaciones permiten establecer el alcance y los límites del estudio, asegurando un enfoque claro y específico en la evaluación de las propiedades del adoquín con relaves mineros en el contexto de la ciudad de Pasco en el año 2024.

1.2.1. Delimitación espacial

- a) **Ubicación:** La ciudad de Cerro de Pasco, está situada a 4380 m s. n. m., con un clima frígido a temperaturas bajo cero. En sus yacimientos minero consta de plata, cobre, zinc y plomo.

Ilustración 1. *Ubicación de la región Pasco*



Nota: *Esta ilustración muestra la ubicación de la región de Pasco, mediante un mapa político.
(<https://sdv.midis.gob.pe/RedInforma/Upload/Mapa/PASCO.pdf>)

- b) **Coordenadas geográficas:**

Latitud: 10° 17' 35.63" Sur

Longitud: 75° 25' 52.10" Oeste

c) Distritos y provincias que limita:

Tabla 1. *Distancias a lugar del proyecto de investigación*

De C. De Pasco	DISTANCIA (km)	TIEMPO	TIPO DE VÍA
Chuquimarca:	5 km	(15 min aprox.).	pavimentada
Ticlacayan:	47 km	(1 h con 14 min aprox.).	Asfaltada y afirmado
Huariaca:	56 km	(1 h con 25min aprox.)	Asfaltada
Pallanchacra:	41 km	(1 h con 25min aprox.)	Asfaltada
Huayllay	54.4 km	(1 h con 7 min aprox.)	Asfaltada

Nota: *Distancias: En Kilómetros y Tiempo de Viaje Fuente (Prom Perú)

1.2.2. Delimitación temporal

La delimitación temporal de la tesis titulada “Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022”, para esta presente investigación tiene como tiempo de duración en total de las actividades en un periodo de 06 meses del año del 2024, (empezando el 01 de agosto y finalizando el 28 de febrero del 2025).

1.2.3. Delimitación temática

- ❖ Investigación tiene como delimitación analizar el hormigón de concreto para adoquines Tipo II.
- ❖ Investigar los elementos químicos del relave.
- ❖ Poder analizar los adoquines ensayados para su comercialización en el mercado de construcción.

1.2.4. Delimitación conceptual

La presente investigación se enmarca dentro del ámbito de los materiales de construcción alternativos, específicamente en la producción de adoquines para tránsito ligero, donde se incorpora relaves mineros y cal como componentes principales. Conceptos fundamentales incluyen:

- ❖ **Relaves mineros:** Residuos sólidos provenientes del procesamiento de minerales.
- ❖ **Cal:** Compuesto químico usado como estabilizador y aglomerante en mezclas de construcción.
- ❖ **Adoquines Tipo II:** Elementos prefabricados diseñados para soportar tránsito vehicular ligero, conforme a las normativas nacionales vigentes.
- ❖ **Sostenibilidad:** Uso de residuos industriales para reducir el impacto ambiental y fomentar la economía circular.

1.2.5. Delimitación metodológica

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo y experimental. Se delimita metodológicamente al análisis de la resistencia mecánica, durabilidad y capacidad de soporte de los adoquines Tipo II elaborados con diferentes proporciones de relaves mineros y cal. El proceso comprende:

- ❖ **Recolección de materiales:** Obtención de relaves mineros de zonas específicas de Pasco y cal comercial.
- ❖ **Diseño experimental:** Mezclas controladas y variación en las proporciones de relaves y cal.
- ❖ **Ensayos de laboratorio:** Evaluación de propiedades como resistencia a la compresión, absorción de agua y densidad.
- ❖ **Análisis de resultados:** Comparación de las propiedades obtenidas con las especificaciones técnicas establecidas para adoquines Tipo II.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas que presentan los adoquines tipo II destinados al tránsito de vehículos ligeros, al incorporar relaves mineros y cal en dosificación de mezcla de concreto en la ciudad de Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?
- b. ¿Cuál es el porcentaje de absorción que presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto con incorporación de un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?
- c. ¿Cuál es la densidad que presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con la dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, en la ciudad de Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco.
- b. Determinar el porcentaje de absorción que presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto con incorporación de un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco.
- c. Determinar la densidad que presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

En la actualidad las industrias mineras en nuestro país, es la mayor extractora de minerales y en gran cantidad de metales como plomo, bronce, zinc, etc. Después de todo los proceso mineros e industriales se generan grandes cantidades de residuos mineros, lo que genera un mayor incremento de contaminación ambiental lo cual es un desafío para la humanidad mitigar este ente contáminate. Por ende, para la investigación nos servirá como alternativa de menguar estos residuos mineros y poder utilizarlos como adoquines en piso de pavimentación, para ello se analizará la materia prima en un proceso metalúrgico.

1.5.2. Justificación práctica

La presente investigación a desarrollar, quiere emplear adoquines en las vías urbanas de transporte de vehículos ligeros, con la finalidad de reducir costos de pavimentación e implementar en el mercado adoquines con incorporación de relaves mineros en nuestra ciudad, la cual nos ayudara a incrementar la productividad de adoquines y mitigar e encapsular estos residuos mineros como una alternativa satisfactoria para la humanidad. (Romero Baylón & Flores Chávez, 2010).

1.5.3. Justificación metodológica

Para la investigación de este proyecto se realizará mediante la metodología cuantitativa la cual es primordial para poder medir y cuantificar los ensayos necesarios para el proyecto de Tesis, esta metodología empleara también la observación y la metodología científica.

1.5.4. Justificación ambiental

Como es de conocer nuestra sociedad y nuestro mundo sufre un impacto ambiental que lentamente va consumiendo a nuestro planeta tierra , por lo cual que nuestra carrera de ingeniería civil busca la manera de mitigar y disminuir estos contaminantes grandes debido a los grandes relaves que se encuentra en nuestro país , por lo cual hay diferentes investigaciones de obtener materiales reciclados con este material denominado Relave Minero, por lo que en esta investigación se incorpora este material para la elaboración de adoquines , en el empleo de pavimentación para vehículos ligeros en particular , reduciendo haci la contaminación que estos afectan a la salud , contribuyendo con el medio ambiente y reduciendo costos en la economía de las grandes relaveras que hoy tiene nuestro país. (Cárdenas Ticlavilca, 2019)

1.5.5. Justificación legal

Para la elaboración de esta investigación se empleará las normativas siguientes para el ensayo de laboratorio:

- ❖ Análisis granulométrico para Agregado fino: (NTP. 400.012, 2001)
- ❖ Contenido de humedad para Agregados: (NTP 339.185, 2021)
- ❖ Peso específico y absorción de Agregados: (NTP. 400.022, 2021)
- ❖ Peso unitario del agregado (suelto y compactado): (NTP. 400.017, 2011)
- ❖ Muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto: “NTP 399.604”
- ❖ Adoquines de concreto para pavimentos: (NTP 399.611, 2017)
- ❖ Manual de diseño de pavimentos de Adoquín e Hormigón.
- ❖ (ASTM C936, 2021), Pavimentos de adoquines (Redalyc. Resistencia a La Compresión de Adoquines de Hormigón. Resultados Tendientes a Validar El Ensayo En Medio Adoquín, 2017)
- ❖ (NTP 399.613, 2017) Métodos y muestreo de unidades de albañilería y arcilla.

Los ensayos ya presentados son las básicas que se necesitó para la investigación lo cual no se limita ahí, sino que se pudo utilizar más ensayos que se requiera conforme se vaya avanzando la investigación, con la finalidad de que cumpla con la normativa peruana para la presente investigación.

1.5.6. Justificación económica

El material que se empleara no generara ningún costo, solo será el costo de transporte de material relave minero, se espera que la incorporación de este material sea viable para la elaboración de adoquines tipo II, siempre que cumplan los requisitos en los ensayos por la norma de nuestro país.

1.6. Limitaciones de la investigación

Según las investigaciones y la lectura de varios artículos la cual no contienen investigaciones con relave minero para elaborar adoquines y /o bloque de concreto. (Valdez Loaiza et al., 2020)

El proyecto se limita a obtener datos y propiedades del adoquín elaborado a través de la combinación de concreto con relave minero. (Cárdenas Ticlavilca, 2019)

1.6.1. Variabilidad de los Materiales

Los relaves mineros pueden presentar variaciones en sus propiedades físicas y químicas debido a factores como el proceso de temperatura. Esta variabilidad podría influir en los resultados de la investigación.

1.6.2. Condiciones Ambientales

Las condiciones climáticas y ambientales de Pasco durante el período de estudio podrían afectar los resultados de las pruebas de laboratorio y la resistencia del concreto. Por ejemplo, cambios en la temperatura o la humedad pueden influir en el tiempo de fraguado y endurecimiento del Adoquín.

1.6.3. Limitaciones de Tiempo y Recursos

El tiempo y los recursos disponibles para llevar a cabo la investigación podrían ser limitados, lo que podría afectar el alcance y la profundidad del estudio. Esto podría requerir la focalización en un número específico de variables o la reducción del tamaño de la muestra.

1.6.4. Interpretación de Resultados

La interpretación de los resultados obtenidos puede verse limitada por la complejidad de los sistemas estudiados y por la presencia de factores desconocidos o no controlados que podrían influir en las propiedades del adoquín.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

- (Enríquez et al., 2022), en su artículo “Estudio de caso para el aprovechamiento de relaves mineros procedentes de la concesión Campanillas, Zamora Chinchipe-Ecuador, como agregado para la elaboración de adoquines” concluye que los relaves obtenidos del procesamiento gravimétrico en la mina Nory Gold – planta Campanillas pueden emplearse en la fabricación de adoquines como sustituto parcial de arena, cumpliendo con los parámetros físicos y mecánicos establecidos en las normas ASTM C936, NTE INEN 3040, BSI BS 6717-1 y BS EN 1338:2003. Los análisis de laboratorio evidencian bajas concentraciones de metales pesados lixiviados, dentro de lo permitido por la legislación ambiental, lo que confirma que los adoquines elaborados con relaves no son tóxicos y pueden usarse en condiciones similares a los tradicionales, incluso en tránsito

vehicular pesado a velocidades menores de 60 km/h. El mejor desempeño se obtuvo con la mezcla que incorpora 40% de relave, alcanzando valores de absorción de agua y resistencia comparables al adoquín convencional. Este aprovechamiento no solo valida la viabilidad técnica del material, sino que además aporta beneficios ambientales al reducir la acumulación de relaves y la necesidad de áreas de disposición, a la vez que promueve una alternativa productiva y sostenible dentro de la actividad minera.

- (Jácome Calderón et al., 2022), en su artículo “Desarrollo de adoquines a partir de los relaves de mina” indica que el uso de arenas de relave en la fabricación de adoquines demostró ser factible, cumpliendo con la norma INEN 3040 y alcanzando una resistencia a la tracción indirecta de hasta 3 MPa, lo que los hace aptos para zonas peatonales y de estacionamiento. La mezcla utilizada fue de $\frac{3}{4}$: $1\frac{1}{2}$: 1 : 2 (cemento, agregado grueso, agregado fino y relave), destacando la presencia de cuarzo en más del 75% de los relaves, lo que favoreció sus propiedades físico-mecánicas. Los ensayos ABA confirmaron que los relaves no presentan un alto potencial de drenaje ácido, por lo que no requieren tratamientos adicionales para su uso. En el aspecto económico, la fabricación de un adoquín cuesta aproximadamente USD 0.32, generando un ahorro cercano a USD 95 000 frente a la construcción de una relavera. Además, su aprovechamiento contribuye a la mitigación ambiental, crea oportunidades laborales y evita los costos de estudios y gestión asociados a las relaveras,

constituyendo así una alternativa técnica, económica y socialmente viable.

- (Machado et al., 2022) en el artículo “Empleo de adoquines de concreto en la construcción de pavimentos”, indicaron que el empleo y el uso de adoquines en la pavimentación en el País de Cuba ha sido de gran impacto tanto como ambiental y estético, la cual nos da a conocer la siguiente investigación respecto a la ingeniería civil y correspondiente a la ingeniería vial enfocado en la creación y la perfección de las tecnologías en el uso de materiales de construcción para pavimentación. El objetivo del estudio es implementar elementos prefabricados que lleguen listo a la obra con la condición de que tengamos una buena pavimentación respecto a la común o clásica que se tiene habitualmente que sería el hormigón de concreto. Dentro de la metodología es analizar y contribuir a la ingeniería durante la construcción de pavimentaciones de vías urbanas dando así un costo de construcción que puede alcanzar un 40 y 60% del costo total de la vía dando una disminución respecto a las metodologías basadas antiguamente que son los pavimentos flexibles. Con respecto a los pavimentos comunes ya sean flexibles o rígidos, el pavimento de adoquín se basa en una serie de características que proporciona una solución frente a otros materiales de construcción, ya que se tiene en puesta en obra y no tiene ningún defecto la cual nos ayudaría a tener una buena pavimentación expuesto a las condiciones ambientales respecto al país de Cuba. Como resultados y conclusiones se tiene que los adoquines de concreto dan una solución

práctica respecto a los pavimentos flexibles y rígidos, ya que nos da una mejor construcción, mejora de las calles, mejores áreas, mejores patios y jardines respecto a su belleza estética, también tenemos las grandes variedades de colores que tienen los adoquines y también respecto a la resistencia al desgaste de este adoquín que es sumamente más resistente a los pavimentos tradicionales como son los flexibles y los rígidos.

- Según (Lalanguí Pulla & Méndez Taco, 2021) en su tesis “Caracterización de relaves mineros para su aprovechamiento en la fabricación de materiales de construcción” de la Escuela Superior Politécnica del Litoral presentaron la elaboración de productos de construcción a partir del aprovechamiento de relaves mineros, dando a conocer su característica, con la finalidad de elaborar adoquines en sus respectivos porcentajes de incorporación de relave minero. La investigación presenta como objetivo dar la posibilidad de disminuir los impactos ambientales mediante la elaboración de productos de construcción como es el de adoquines, realizando ensayos en campo y en laboratorio para la optimización de esta investigación. Las respectivas metodologías fueron cuantitativas teniendo en cuenta dos metodologías las cuales son de lixiviación americana y europea. Se utilizaron 50 g de muestra de relave con respecto a la metodología americana, y 40 g de relave para la metodología europea. Para la investigación se realizó en un laboratorio de manera experimental. Para la elaboración de esta investigación se han necesitado los instrumentos en laboratorio como son los siguientes: balanza en

laboratorio vasos de precipitación, una probeta, electrodos para pH, membrana de filtros, botellas, embudos, agua coma y como químico aditivo ácido nítrico. Como conclusiones y resultados de esta investigación realizada en la fabricación y elaboración de adoquines debido a la gran impacto ambiental que genera los relaves mineros, concluyen que aproximadamente y dan una muestra de 36% de cuarzo y teniendo en mayor cantidad y respecto a los resultados de lixiviación de las metodologías tanto americanas y europeas nos dan una baja concentración de minerales pesados, donde que la resistencia obtenida y requerida son los la elaboración de adoquines con 50% de relave respecto a las normativas técnicas europeas y americanas con a con lo cual se puede obtener un resultado óptimo dando así a la elaboración de adoquines con la incrementación de 50% de relave minero respecto al peso y a realizados en la investigación.

- En la tesis de (Cerón Cerón & Gutiérrez Arango, 2019), en sus tesis de grado “Elaboración de unidades de mampostería perforada de concreto utilizando relaves provenientes de la minería de agregados” de la Universidad Santo Tomás analiza unidades de albañilería perforada utilizando concreto con adición de minería como agregado en la ciudad de Villavicencio. Su objetivo de estudio fue examinar los procedimientos de las unidades de albañilería perforada, al producir concreto con relave minero en Colombia, como también implementar la característica del diseño de mezcla con este material extraído. La metodología empleada en la investigación realizada fue de manera cualitativa constituyendo 4 etapas dando la caracterización de la

materia como resultado. Para la elaboración experimental de la investigación se realizaron con 3 muestras de relave tomados en diferentes relaveras de su país natal. El diseño de su investigación fue de manera experimental en su totalidad. Para la elaboración de la investigación se realizaron ensayos en porcentajes de relave minero como demuestra en el siguiente cuadro:

Tabla 2. *Diseño de mezcla*

Diseño de mezcla material	patrón	Reemplazo 10%(R10)	Reemplazo 20%(R20)	Reemplazo 30%(R30)	Reemplazo 50%(R50)
Cemento(kg)	11.61	10.45	9.29	8.12	3.87
Arena(kg)	58.63	58.03	58.03	58.03	38.69
Agua (Kg)	5.80	5.22	4.64	4.06	3.67
w/c	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Relave(kg)		1.16	2.32	2.32	3.87

Nota: *En la tabla muestra la cantidad probabilística de diseño de mezcla en rangos porcentuales del 10 al 50% las cuales tiene un patrón correspondiente a los materiales, esta tabla fue tomada de (Cerón Cerón & Gutiérrez Arango, 2019)

Como resultado de la investigación se denoto que el R20 denotado en la tabla anterior dando como resultado una resistencia optima tanto en su edad temprano que es a los 7 días y como en su edad tardía llegando hasta un porcentaje de 98% optimo al diseño de resistencia realizado para su investigación. Analizando la parte económica el diseño de mezcla R50 la cual no cumple con la normativa colombiana 4026, solo generaría un ahorro de un 41 % en la comercialización de las unidades de albañilería.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020), en su tesis “Estudio experimental del concreto para adoquines tipo II, adicionando relaves

mineros”, en su investigación presenta el estudio de experimentar el concreto para la elaboración de adoquines adicionando relaves mineros para el tipo número II. Para esta investigación los objetivos son de determinar más que nada las propiedades mecánicas del adoquín para el tránsito vehicular ligero, que a esta respectiva está adicionado relave minero con respecto al reemplazo o la sustitución del agregado fino. La metodología es de manera experimental en laboratorio y con los ensayos respectivos que demuestran la normativa peruana en nuestro país. Para esta investigación la muestra está contenida 150 unidades de adoquín para el respectivos ensayos y muestreos en campo y en laboratorio. El estudio es de manera cuantitativa. Los instrumentos son la son la determinación de poder observar directa e indirectamente a los adoquines, también de sacar los respectivos ensayos como serían los más primordiales como en la absorción l, a compresión y la variación dimensional de los adoquines con la adición de estos relaves mineros. Como conclusiones de la investigación se da a conocer que se ha alcanzado al 10% óptimo dando una resistencia neta de lo que se requería, también se tuvo la dosificación al 5% de relave minero lo cual también cumple con la normativa peruana, en conclusión y recomendación se da a conocer que se deben fabricar adoquines tipo dos menores al 10% para su comercialización como material de construcción en pavimentaciones de vehículos ligeros.

- (Mercado Cortijo & Reyna Marquina, 2020), en su tesis “Influencia de los porcentajes de los relaves mineros en la resistencia a la

compresión en bloques de concreto ensamblables, Trujillo 2019”, indico que el análisis químico del relave minero evidenció una composición sin compuestos perjudiciales como restos orgánicos o cloruros, lo que permitió su incorporación en mezclas de concreto sin riesgo de degradación. Los ensayos de compresión, realizados tras 28 días de curado a temperatura promedio de 16.9 °C, demostraron mediante ANOVA que el porcentaje de relave influye significativamente en la resistencia, siendo óptimo el tratamiento con 50% de reemplazo de agregado fino (T3), que alcanzó valores cercanos al patrón y superiores al resto de tratamientos, con un incremento del 15.06% respecto al concreto convencional, cumpliendo lo establecido en la NTP 399.602. En contraste, proporciones de 46% y 56% redujeron la resistencia. Asimismo, el bloque de concreto ensamblable (BCE) con 50% de relave presentó adecuada absorción de agua según la norma y ofrece ventajas prácticas como su elaboración sin aditivos, curado a temperatura ambiente y diseño con huecos que facilitan el refuerzo y la instalación de ductos eléctricos. Finalmente, el uso del relave como sustituto del agregado fino no solo mejora el desempeño técnico del BCE, sino que también contribuye a la mitigación ambiental, al disminuir la disposición de relaves y la extracción excesiva de agregados naturales.

- (Saavedra Villasis & Beingolea Portocarrero, 2019) en su tesis de grado “Diseño y elaboración de concretos de alta resistencia usando relaves mineros y material de socavón mina para diseños de 280

kg/cm², 350 kg/cm² y 450 kg/cm²”, presenta la elaboración y fabricación de un concreto que tenga como especificación la resistencia de 280 kg por centímetro cuadrado hasta un alcance de 450 kg por centímetro cuadrado la cual estará usándose relaves mineros de socavación de mina. El objetivo de esta investigación consiste en fabricar y diseñar material como es el de concreto que tengo un rango de 280 a 350 kilogramos por centímetro cuadrado usando un relave minero de socavación de mina para lo cual éstas tendrán cargas extremas. La investigación es de manera experimental. Para la investigación tiene 3 muestras de relave minero. La investigación se determinará cuantitativamente. los resultados obtenidos en la investigación fueron óptimos ya que denotaron que la elaboración y fabricación de concretos con relaves mineros da una alta resistencia llegando hasta 350kg por centímetro cuadrado el cual nos da un caso favorable hasta que puede llegar también a 450 g por centímetro cuadrado, el cual da también un pH en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Resultados de pH del relave tomados como resultado

Material	PH	Observación
Relave	5.27	Ligeramente ácido y por debajo de los 12.5 recomendado en el manual del Dr. Pasquel Carbajal.

Nota: * resultado de pH

- (Tejada Fernández & Loayza Palazuelos, 2017), en su tesis de grado “Proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines ecoamigables hechos a partir de residuos mineros en la provincia de Arequipa al 2017”, da a conocer la producción que daría a los adoquines a partir de la edición de relaves mineros en la ciudad

de Arequipa para su respectiva comercialización. Como objetivo tiene esta investigación de desarrollar la producción y comercialización del material de construcción de adoquín incorporado fabricados a partir de relaves mineros. En esta investigación la metodología a utilizar se tienen diferentes enfoques multidisciplinarios ya que va a emplear diferentes datos de matrices cómo sería la de impacto ambiental, la de la evaluación del mineral, las diferentes ventajas que traen el adoquín y los aspectos tanto físicos biológicos, sociales y económicos de la producción de este adoquín. Para la investigación se tiene como codificación de muestras dos probetas la probeta de tipo 1 y otra probeta de tipo 2, la cual tienen los respectivos componentes cómo sería el diseño de mezclas y en esta investigación se está empleando la el muestreo aleatorio por el método probabilístico. El estudio se va a realizar experimentalmente en su totalidad. Como conclusiones se tiene instalar una planta para la fabricación de estos adoquines incorporando relaves mineros, ya que al 100 por cien nos da una resistencia de 60 mega pascales que al nivel de la provincia de esta jurisdicción nos da a conocer que sí pueden comprarlo a un precio cómodo la que ayudaría a sobresalir en lo que sería en la pavimentación con adoquines.

- (Soto Castillo, 2017) en su tesis “Reaprovechamiento de residuos industriales de la Minería - Metalúrgica y poliestireno expandido, en la elaboración de adoquines para Piso Rímac – 2017”, se ha utilizado residuos industriales de minería brindo por extendido para la elaboración de adoquines en el Rímac. La investigación tiene como

objetivo dar a conocer y utilizar los residuos de minería con adición de poliestireno para fabricar adoquines. La metodología de la investigación es de manera experimental en su totalidad aprovechando los residuos industriales que tienen estas mismas. Las respectivas muestras de los relaves y poliestireno expandido se dan a conocer en la siguiente ilustración:

Ilustración 2. *Muestras de relave minero*



Nota: *En la figura se presenta las muestras de relave minero tomadas con detalles según especificación de la investigación realizar (Soto Castillo, 2017)

El diseño de la investigación un método de investigaciones en un enfoque cuantitativo que se está diseñando de manera experimental la elaboración de este material. Los materiales e instrumentos utilizados en campo incito serían los siguientes:

Tabla 4. *Materiales que se usaran en campo para toma de muestras*

Material	6 botellas de 7 lt 2 baldes con caño Tamiz balde 10 lt Bolsa zip
Equipos	GPS Cámara fotográfica Balanza
Herramientas	Lampa Badilejo
Formato	Ficha de campo
EPP	Botas Guantes Lentes Mandil Casco
Material de escritorio	Libros, lapiceros, cuaderno, fichas y tablero

Nota: *Se presenta materiales, equipos, herramientas, formato, epp, materiales de escritorio, que fueron necesarios para la investigación. (Soto Castillo, 2017)

Como resultado se tuvo, presento un pH de resultado de 2.7, obteniendo adoquines que sean resistentes, donde se podrá aplicar la inertización en la fabricación del material de construcción de adoquines.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Relave minero

(Soto Castillo, 2017), se comprende como el desecho que se obtiene por la explotación minera de empresas que cada departamento o provincia tiene en cada región, también se le puede definir como un material extraído de todas las industrias mineras como son la de plomo zinc cobre plata y entre otros minerales ricos en nuestro país.

(Carhuamaca Celedonio, 2018), donde define que los relaves mineros son desperdicios que son tóxicos debido a las grandes industrias mineras en el país,

estos residuos contienen químicos altamente tóxicos que afectan al medio ambiente, debido a la explotación de la tierra y rocas que al final se obtiene estos residuos que por toneladas son dejados al medio ambiente en pozas que están en contacto con el aire.

El (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2022), Indica según su artículo que el relave minero es la operación de mineras grandes como son las de material de roca, yacimiento que se explota que luego será molido y pasar por el proceso de flotación, solo se recupera concentraciones altas de metal puro, el resto del material pobre denominado relave se deposita.

Características

Propiedades químicas

(Romero Baylón & Flores Chávez, 2010), nos dice que los relaves mineros pueden ser de una amplia variedad, ya que cada yacimiento de cada región tiene varias materias que explotar lo cual conlleva a tener variaciones de acuerdo a la ubicación de la minera de producción.

Nuestra investigación se realiza en Pasco y el relave utilizado es de la relavera Quiulacocha el cual se divide en 2 zonas las cuales se tiene una parte seca al nor-este y la otra parte compuesta de agua acida al sur-este, para la investigación se tomó la parte seca como muestra, compuesta de pirita y otros sulfuros potencialmente generadores de ácidos, presentándose un PH menor a 3 (muy acida), los metales presentes son cobre, plomo, zinc, hierro, manganeso. (Ledesma Velita, 2018)

Propiedades físicas

Se señala que las propiedades físicas del relave minero varían según el método de disposición empleado, ya sea por descarga hidráulica o por

sedimentación. Entre las principales características físicas que pueden presentarse se encuentran las siguientes:

a. Peso específico

El peso específico de los relaves mineros presenta variaciones según la zona de estudio y el medio en el que se encuentren, ya sea en fase sólida o líquida. Para determinar este valor en la mezcla total del relave, es necesario realizar ensayos de granulometría. En el caso de relaves secos, su peso específico está estrechamente relacionado con el grado de consolidación que presenten.

b. Permeabilidad

La permeabilidad de los materiales sucede cuando hay la capacidad de poder fluir el agua sin dañar o alterar la estructura del material, dentro de ello la velocidad del fluido dependerá mucho de sus factores como son de la densidad, porosidad y la presión a los que son ejercidos. (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020)

c. Plasticidad

La plasticidad nos ayuda a determinar que un material le pueda ocurrir deformaciones en sus dos características la cuales pueden ser de recuperación y su completa resquebrajamiento, uno de los ensayos más comunes es el de los Límites de Atterberg donde se analiza el comportamiento del material determinando el límite líquido y plástico el cual nos ayuda a determinar su humedad respectiva del material. (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020)

d. La dureza y su respectiva forma

Según (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020), los relaves mineros dependen mucho de su estructura y la naturaleza, la variedad de estudios

determinada que es de manera polimetálica presentado tamaños y dureza que tienen estos materiales la cual según las experiencias y estudios van de un rango de 3.5 – 6.5 en su determinada escala de dureza.

Tipos de relave minero

Según (Rojas Huamaní & Ventura Huaman, 2017), recomiendan los tipos de relave según la clasificación siguiente:

a. Almacenamiento de relaves en pasta:

Considera que es la parte intermedia entre relave filtrado y espesado, conteniendo fragmentos finos que tienen tamaños de 20 μ , conteniendo un alcance de un 25 por ciento de agua de alta densidad.

b. Almacenamiento de relaves espesados:

Los relaves espesados son desarrollos que permiten primero la sedimentación, con el desarrollo de la sedimentación se podrá desechar gran cantidad de agua, la cual esta será recuperada en grandes piscinas para la obtención de agua potable.

c. La filtración de relaves:

Son procesos que se rigen por el desarrollo de filtración antes de ser depositados.

Según el artículo de (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2022) lo clasifica según la forma de poder depositar:

a. Tranque de Relave:

Son depósitos donde están contruidos los muros con la parte más gruesa por los relaves y la parte más fina o los llamados sólidos son depositados en cubetas.

b. Embalse de relave:

Los embalses de relaves son grandes depósitos contruidos por prestamiento de material como son tierras y rocas alledañas también los denominan como depósitos de terreno donde no se requiere muros de contención ya que tienen una grande fuerza a la depresión.

c. Relave Espesado:

Son grandes depósitos tipo piscinas donde se recupera gran parte de agua potable mediante el proceso de sedimentación con un equipo espesador que nos ayuda a reutilizar agua para poder incrementar el consumo hídrico de agua limpia a determinadas poblaciones.

d. Relave Filtrado:

Es un depósito donde se contiene menor cantidad de agua gracias a que ya ha sufrido un procesamiento de filtrado.

e. Relave en pasta:

Son depósitos donde existe una solución o llamado mezcla de sólidos con agua donde hay abundancia de partículas finas, teniendo una consistencia muy espesa.

Según (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020); lo clasifica a los relaves mineros por su comportamiento físico las cuales son de plasticidad y granulometría:

Tabla 5. Tipos de Relave

	CATEGORIA	CARACTERISTICAS GENERALES
1	RELAVE DE ROCA BLANCA	Contiene fracciones de arena y lama, pero las pueden dominar todas las propiedades por la presencia de arcilla.
2	RELAVE DE ROCA DURA, Plomo Cobre Oro y Plata Molibdeno Níquel	Pueden contener fracciones de arena y llama, pero las lamas son usualmente de baja plasticidad, las arenas usualmente controlan las propiedades totales para propósitos de ingeniería.
3	RELAVES FINOS Arcillas fosfáticas Limos rojos de bauxita Taconita Fina - Lamas de arena	La fracción de arena es pequeña o nula. La respuesta del material
4	RELAVES GRUESOS Arenas alquitranosas, Relaves de Uranio, Relaves de taconita Gsa Arenas fosfatadas	Principalmente partículas de arenas o tamaños de limos no plásticos, exhibiendo comportamientos como la arena y generalmente características favorables de ingeniería.

Nota:* Tipos de relaves según (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020)

Impacto de relaves mineros

(Mercado Cortijo & Reyna Marquina, 2020), los clasifica de la siguiente manera:

a. Impacto económico:

Como se menciona en el artículo, los relaves mineros generan un impacto económico negativo, especialmente cuando forman parte de los pasivos ambientales, ya que afectan directamente a las comunidades cercanas a las relaveras, reduciendo sus niveles de producción y limitando su desarrollo.

b. Impacto social:

Se señala que los relaves mineros generan impactos significativos en las comunidades cercanas, especialmente en la salud de la población, siendo los niños quienes resultan más vulnerables a los efectos de la exposición en estas zonas.

c. Impacto ambiental:

Se advierte que uno de los principales impactos ambientales proviene de la disposición de los relaves mineros, ya que su depósito o almacenamiento requiere de estrictas medidas de prevención para evitar daños en las coberturas de suelo, cuerpos de agua y vegetación presentes en la zona, los cuales, con el tiempo, pueden degradarse e incluso llegar a desaparecer.

Las posibles soluciones con relaves

En nuestra carrera de ingeniería civil, se viene tratando este dilema de obtener nuevos recurso y /o materiales de construcción elaborados a través de relaves mineros con la tecnología actual la cual se detallara en los siguientes ítems, proporcionando a la sociedad una mejor calidad de salud y vida , ya que estos materiales residuales son peligrosos a nuestra salud la cual nos lleva a investigar nuevos procesado encapsulamiento o utilización de estos materiales dentro de la construcción civil.

- ❖ La utilización de relaves y residuos de calcio y magnesio podrían ayudar en la economía de los suelos agrícolas debido a que estos ayudarían a fortalecer los suelos en una región.
- ❖ La utilización oxido de magnesio que serviría como un adicionador en los suelos.

- ❖ También se podría utilizar en la elaboración de pinturas y la fabricación de vidrios.
- ❖ Realizando una investigación a los relaves mineros también se podría utilizar las partículas finas para la elaboración de materiales de construcción, como serían ladrillos, agregado para tarrajeo, acabado en obras y en la fabricación de broquetas o bloques de concreto para la elaboración de muros en edificios eco sistemáticos.
- ❖ También se podría utilizar el agua efluente de los relaves mediante los procesos de filtración de agua para la crianza de peces.

2.2.2. Caliza

(Mujica Cabrera, 2024). La caliza está compuesta en su mayor parte por carbonato de calcio (CaCO_3). En su mayoría como calcita, con rastros de magnesita y otros minerales como la arcilla, óxidos de hierro, sílice y materiales orgánicos. Se produce a partir de la acumulación de sedimentos orgánicos e inorgánicos, como las conchas marinas, o por la precipitación química del CaCO_3 en el agua. Es una de las rocas más comunes en la corteza terrestre y tiene un uso extenso en distintas industrias. Para nuestra investigación se obtuvo el material del centro poblado de Sacrafamilia.

2.2.3. Adoquín de Concreto

Introducción

A la actualidad en nuestra ciudad cerro de Pasco la más alta del mundo se visualiza el aumentando vehículos tanto ligeros como pesados, por tal motivo se hace necesario obtener un pavimento con diferentes materiales de construcción como la que se presenta en esta investigación la cual es la pavimentación con

adoquines la cual incluye la utilización de relaves mineros que cumplan con los requisitos de la MTC.

Definición

Según (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020); los adoquines son materiales de construcción compuesto por concreto después de un proceso de elaboración según diseño de mezcla, hay diferentes formas estéticamente de grandes variedades de colores , su comportamiento es la resistencia que tiene al desgaste , su uso es de gran variedad más usado en la pavimentación de veredas, calles, jardines.

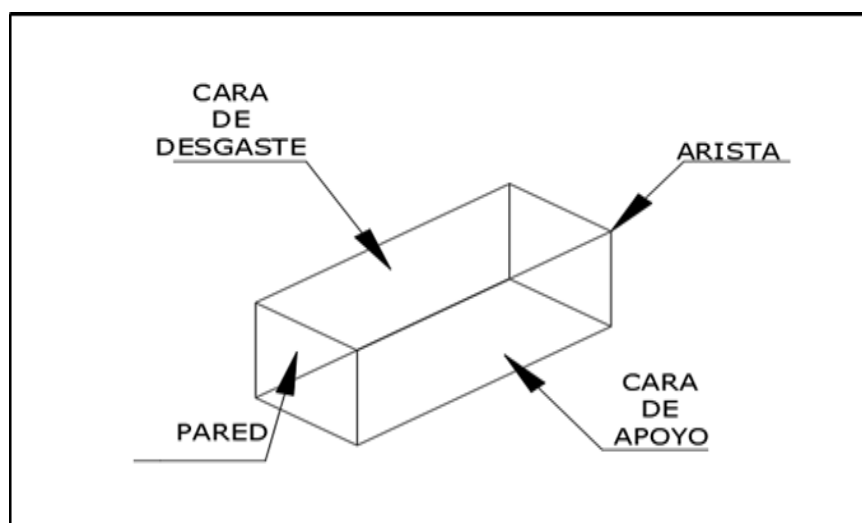
(Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020), nos dice que son bloques de concreto con características de poseer una uniformidad y una determinada área estéticamente; en nuestro país esta rígado por la norma técnica peruana 399.611, la cual cumple con el diseño del RNE en concordancia con al Norma CE 0.10 de pavimentos urbanos.

Partes

Según (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020), menciona las partes de un adoquín de la siguiente manera:

- ❖ Arista
- ❖ Biseles
- ❖ Cara de apoyo
- ❖ Cara de desgaste
- ❖ Pared, cara lateral

Ilustración 3. *Partes de un adoquín*



Nota: *En la figura se podrá visualizar las partes de un adoquín
Elaboración propia

Clasificación

(Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020), da a conocer la clasificación según normativa peruana a los adoquines para su respectiva estructuración y resistencia según su tipología:

Tabla 6. *Tipología de adoquín según su uso*

TIPO	USO
TIPO I	Es de uso peatonal
TIPO II	Para el uso de tránsito vehicular ligero
TIPO III	Para el uso de tránsito vehicular pesado

Nota: *Los tipos de adoquín presentados son los actuales en nuestro país, la cual no delimita ya que hay países que tiene más tipologías de este material.

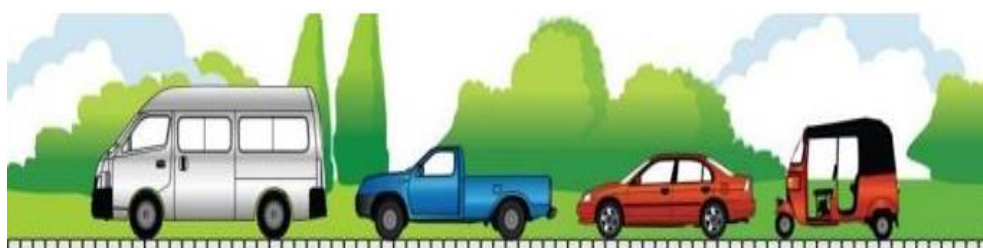
Según la guía que presenta (ICCG, 2014), lo detalla de la siguiente manera:

Ilustración 4. *Tipo I Adoquín*



Nota: * Tipología de adoquín en su muestra número uno.

Ilustración 5. Tipo II de Adoquín



Nota: * Tipología de adoquín en su muestra número dos.

Ilustración 6. Tipo III de Adoquín



Nota: * Tipología de adoquín en su muestra número dos.

Requisitos y características

a. Dimensión:

La tolerancia dimensional que es un factor importante se menciona en la norma técnica peruana la cual esta aplicada a las unidades de albañilería y en principal el adoquín que deberían cumplir la siguiente estandarización para los acabados.

Tabla 7. Dimensiones máximas presentadas en mm

Tolerancia dimensional, Max (mm), *NTP 399.611		
Longitud	Ancho	Espesor
1.6	1.6	3.2

Nota: *(NTP 399.611, 2017)

b. Resistencia:

La resistencia es un requisito muy importante por lo cual existe la resistencia a la compresión y la resistencia al desgaste según la normativa peruana.

c. Resistencia a la compresión:

Según las normas mencionadas es una característica fundamental de rotura de un adoquín respecto a su sección, la norma peruana nos demanda espesores por la tipología de adoquín.

Ilustración 7. Resistencia a la compresión de adoquines



Nota: *Configuración del ensayo de Resistencia a Compresión con deformímetros
a) espécimen preparado, b) espécimen fallado.

Tabla 8. Espesor y estado de compresión máxima

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, min. Mpa (Kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I(peatonal)			
Tipo B, C, Y			
D	40	31 (320)	28(290)
*Todos los tipos	60	31 (320)	28(290)
II	60	41(420)	37(380)
(Vehicular	80	37 (380)	33 (340)
ligero)	100	35(360)	32(325)
III			
(Vehicular			
pesado, patios			
industriales o	>80	55(561)	50(510)

Nota: *NTP 399.611, presenta por cada tipo la resistencia mínima requerida por tipo de unidad de adoquín.

d. Resistencia al desgaste:

Según la normativa peruana nos dice que los adoquines dan características muy optimas respecto a la resistencia a la compresión y a la abrasión, donde la INACAL menciona que la pérdida del espesor no debería ser mayor a 3 milímetros.

e. Absorción:

La absorción es una característica fundamental de acuerdo a la durabilidad según la INACAL y la normativa peruana nos demanda a cumplir lo siguiente:

Tabla 9. *Absorción máxima por tipología*

Tipo de Adoquín	Absorción Max. %)	
	Promedio de 3 unidades	unidad individual
I Y II	6	7.5
III	5	7

Nota: *Absorción

2.2.4. Pavimento

Definición

Según (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020), define que los pavimentos vendrían a ser una capa ya sea de manera horizontal que tiene como finalidad dar un realce estético a un suelo, dentro de los pavimentos existen los llamados pavimentos urbanos o viales con a la especificación técnica para esta investigación es determinar los pavimentos de adoquines que referencia están hechos de concreto para el tránsito de vehículos ya sean ligeros o pesados dentro de un marco legal de normas que establece el nuestro país para así permitir el rodamiento de vehículos durante el su peregrinar en las calles.

Características

Según (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020), las características fundamentales que tiene un pavimento serían las siguientes:

- ❖ Tener una resistencia a las cargas del vehículo.
- ❖ Ser resistente a los climas que tiene determinadas zonas.
- ❖ Debe tener una capa o superficie que sea continúa sin tener obstrucciones que puedan dañar a los vehículos que transitan por la vía o en efecto tener un encuentro abrasivo de la llanta con el pavimento existente.
- ❖ Debe tener una duración mínima requerida en el manual de mi del Ministerio de transportes y comunicaciones.
- ❖ En la elaboración de los pavimentos se debería tener en cuenta la economía con lo cual nos lleva a tener a qué debería de ser económico la pavimentación.
- ❖ Una característica fundamental también de los pavimentos es que debe tener una un color estético con la cual el conductor que regularmente transita por la vía no tenga ningún reflejo y pueda interrumpir su libre tránsito.
- ❖ Y como una característica fundamental es tener un pavimento con la respectiva seguridad la cual serían las señalizaciones del que viene de la mano con la normativa peruana y del Ministerio de transportes y comunicaciones.

Clasificación de pavimentos

Para la clasificación de los pavimentos se tiene que tener en cuenta los comportamientos tanto cómo se le denomina los rígidos o los flexibles en más detalle nos da el ingeniero Alfonso Montejo en su libro donde da una clasificación de manera detallada de lo que vendría a ser los pavimentos.

a. Pavimentos flexibles:

Un pavimento flexible se le considera cuando está compuesto de una capa de betún la cual está apoyada en una base y sub base la cual nos da una calidad de buena en las obras de pavimentaciones, es presentada de manera asfáltica o llamada capa de rodadura asfáltica. (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020)

b. Pavimentos rígidos:

Un pavimento rígido tiene una característica fundamental que está compuesto de un concreto llamado hidráulico ya que éste tiene una mejor trabajabilidad y una mejor adherencia a lo que vendría a ser la sub rasante de un suelo compuesto por capas y materiales seleccionados dentro del marco normativo que nos da el Ministerio de transporte y comunicaciones como también nos da la normativa de la EG 2013, los pavimentos rígidos en su mayoría son duraderos y son eficientes. (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020)

c. Pavimento semirrígido:

Los pavimentos semirrígidos se podrían decir que está dentro de los pavimentos flexibles ya que es una parte de ella está construida con aditivos artificiales creados por el hombre como son el betún, el asfalto, cal y elementos químicos que pueden ayudar a la base a resistir las cargas de los vehículos con el fin de tener capas de pavimento. (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020)

d. Pavimento articulado:

Los pavimentos articulados son la construcción de una rodadura de broquetas de concreto, en esta investigación se presenta la elaboración de

una pavimentación con adoquines la cual está dentro de este tipo de pavimento, como objetivo principal es de garantizar una capa con una resistencia de buena a máxima según las normativas peruanas que nos da del tipo de adoquines, respecto a los esfuerzos que transmiten estas son mejores ya que al momento de poder colocarlos es fácil no se necesita de enormes máquinas que puedan colocar estos pavimentos llamados articulados ya que al momento de construirlos o de colocarlos solo se necesita material humano , respecto al rendimiento estos pavimentos al momento de sufrir emergentes daños es fácil de reconstruirlos ya que su forma y tamaño da la facilidad a que cualquier persona lo pueda resanar partes de la pavimentación que está dañada. (Echaveguren Navarro, 2013)

Factores en el diseño de pavimento

Para determinar los factores de diseño de pavimento se tuvo en consideración el libro del ingeniero (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020)

a. Transito

Para este factor es importante determinar los ejes equivalentes de una determinada vía, ya que esto nos va a detallar para así poder diseñar nuestro pavimento respecto a cuántos vehículos pasan por esa vía y así podríamos obtener la resistencia que necesita nuestro pavimento para el tránsito de vehículos de la zona estudiada.

b. Suelo

El suelo es un factor muy importante dentro de la elaboración de un pavimento, ya que de esto dependerá que nuestro pavimento se clasifique en rígido o en flexible, estos estudios van en concordancia con el estudio

granulométrico y ensayos en laboratorio que se da a un determinado proyecto vial.

c. Clima

El clima es un factor muy importante en la elaboración de un pavimento, ya que las lluvias fuertes y los cambios bruscos de la temperatura en un pavimento han determinado que varios investigadores se den el tiempo de poder y dar sus conocimientos para poder especificar que se necesita para que un pavimento funcione en climas bajos en climas cálidos, la gran impacto que tiene un pavimento es la de temperatura ya que si esto disminuyen o elevan su temperatura el módulo de elasticidad se altera lo que ocasiona que en pavimentos asfálticos estos se puedan tener una grande deformaciones y con el tiempo formar grietas o los llamados agrietamientos que termina con la vida útil de una vía.

El beneficio de pavimentos de adoquín

(Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020), Durante los años que ha transcurrido la humanidad ha ido mejorando la investigación concerniente a la pavimentación, como se da a conocer a en los manuales de pavimentos de ASSHTO 93 que en la mayoría de pavimentaciones se ha utilizado ya sea en la pavimentación rígida o flexible que comúnmente se ve reflejado en la actualidad, en este proyecto se implementa la pavimentación con adoquines , que a diferencia de una pavimentación común tiene mejor resistencia al desgaste, ya que si sufre una fisura o destrucción de la pavimentación de adoquines son fáciles de reparar sin dañar la pavimentación original, con este tipo de pavimentación se mejora los aspectos de capa de rodadura ya que es recuperable, como se verá reflejado en lo siguiente:

a. Diversidad:

En la diversidad hay cantidad de formas que se puede utilizar un adoquín, dependiendo de la utilización ya que tiene diversos colores y texturas que se podrían incluir en la pavimentación. (Echaveguren Navarro, 2013)

b. Calidad:

Según el manual de diseño de pavimentos de adoquines da a conocer que la calidad se va a dar a conocer en el diseño de mezcla original antes de ser puesta en obra, teniendo en cuenta los agregados, arenas y cemento que van a utilizar. (Echaveguren Navarro, 2013)

c. Durabilidad:

Cómo entendemos que un adoquín tiene alta resistencia a la compresión, absorción, resistencia al congelamiento y que puede otorgar una buena durabilidad durante el proceso y durante la colocación de la pavimentación y durante toda su vida útil nos va a dar una buena pavimentación. (Echaveguren Navarro, 2013)

d. Rapidez de puesta en operación:

En la puesta en obra de un adoquín tiene una mejor rapidez ya que tiene una ventaja que es poder colocarlos de una manera adecuada en lugares donde no es posible poder contar con grandes tecnologías como es la en la pavimentación flexible ya que un adoquín podría colocarse mediante la mano de obra. (Echaveguren Navarro, 2013)

e. Mantenimiento:

Con respecto al mantenimiento el manual nos da a conocer es fácilmente poder reponer un adoquín sin dañar todas las superficies de la pavimentación.

(Echaveguren Navarro, 2013)

f. Condición de operación:

Por la superficie que tiene el adoquín y las juntas que tiene provocan una reducción de velocidad que a lo máximo llega a una velocidad de 50 km/h, lo cual esta pavimentación es recomendable a intersecciones y calles locales.

(Echaveguren Navarro, 2013)

g. Reutilización:

La reutilización de adoquines genera beneficios ya que si se encuentran sanos se pueden utilizar para pavimentar otras zonas y reduce la cantidad de desechos la cual generaría la pavimentación de adoquines. (Echaveguren Navarro, 2013)

Inconvenientes en los pavimentos de adoquín

Si bien los adoquines de estructura son un poco adaptables a lo que sería el nivel freático ya que no están construidas o no pueden ser estables ante grandes crecidas de agua o chorros fuertes de lluvia la cual podría formar imperfecciones a lo largo de la pavimentación. (Echaveguren Navarro, 2013)

Como los adoquines están compuestos de bastantes piezas genera en el vehículo vibraciones la cual según las recomendaciones del manual da a conocer que no deben ser superiores al 50 o en exceso al 80 km/h. (Echaveguren Navarro, 2013)

2.2.5. Concreto

El concreto es uno de los materiales de construcción más empleados en la ingeniería civil y la arquitectura. Su composición básica incluye cemento Portland, agregados (arena y grava) y agua, los cuales se combinan en proporciones determinadas para obtener una mezcla uniforme. Con el proceso de fraguado y endurecimiento, esta mezcla se transforma en una estructura resistente y durable. A continuación, se presenta una descripción detallada de sus componentes. (Carpio, s. f.)

Tabla 10. *Obtención del concreto*

CONCRETO	=	CEMENTO PORTLAND	+	AGREGADOS	+	AIRE	+	AGUA
-----------------	---	---------------------	---	-----------	---	------	---	------

Nota: *Obtención del concreto según (Abanto Castillo, 2009)

❖ **Cemento Portland:**

El cemento es un polvo fino que, al mezclarse con agua, forma una pasta que actúa como aglomerante. El cemento Portland es el tipo más común de cemento utilizado en la producción de concreto. Se produce al moler clínker, que es una mezcla de minerales calcáreos y arcilla, junto con otros componentes.

❖ **Agregados:**

Los agregados consisten en arena, grava o piedra triturada y proporcionan resistencia y estabilidad al concreto. La arena se utiliza para mejorar la trabajabilidad del concreto, mientras que la grava o la piedra triturada agregan resistencia y durabilidad.

❖ **Agua:**

El agua se mezcla con el cemento para activar el proceso de fraguado y endurecimiento. La cantidad de agua utilizada afecta la consistencia y resistencia del concreto. El proceso de fabricación del concreto generalmente implica mezclar los componentes secos (cemento y agregados) y luego agregar gradualmente agua mientras se mezcla para lograr una consistencia uniforme. La mezcla se vierte en moldes o encofrados y se deja fraguar y endurecer, formando la estructura final.

El concreto es apreciado por su versatilidad, resistencia, durabilidad y capacidad para adaptarse a diversas formas y usos. Se utiliza en una variedad de aplicaciones, desde la construcción de edificios y puentes hasta pavimentos, muros de contención y otras estructuras civiles. Además, se pueden agregar otros materiales, como fibras de refuerzo, para mejorar aún más sus propiedades.

Características del concreto

Según (Carpio, s. f.), las características de un concreto universal tendría las siguientes características:

- a. La colocación en los encofrados mantiene la facilidad y la consistencia
- b. El diseño y la resistencia que tiene le hace fundamental para la compresión en elementos estructurales.
- c. La característica fundamental que es resistente a la filtración del agua y al fuego.

Clasificación del concreto

Según (Carpio, s. f.), se clasifica de la siguiente manera:

- ❖ **Concreto simple:** Es la preparación de un concreto con porciones de agregado fino y grueso, cemento, agua y aire.
- ❖ **Concreto armado:** Es la mezcla de un concreto simple y armaduras de acero.
- ❖ **Concreto ciclópeo:** Es la mezcla de un concreto simple con piedras mínimas de 10 pulgadas.
- ❖ **Concreto normal:** Es una mezcla que contiene un peso según el ingeniero Abanto Castillo de 2500 kg/cm³
- ❖ **Concreto en alta resistencia:** Es aquella mezcla con característica resistente a 400kg/cm², la cual es muy usada en obras de gran envergadura.

Propiedades del concreto

a. Resistencia:

Es una propiedad fundamental del concreto ya que esta proporcionará el máximo esfuerzo que podrá tener la mezcla al cabo del tiempo establecido de secado que es 28 días contados desde el vaciado.

b. Trabajabilidad:

La trabajabilidad es una propiedad que tiene la mezcla en su respectivo estado llamado “Fresco”, la cual podrá ser transportado, colocado con una gran facilidad.

c. Durabilidad:

La durabilidad del concreto es la capacidad de tener sus propiedades al contacto con la intemperie y el clima donde está situado el concreto.

d. Consistencia:

Es parte de la fluidez en estado fresco, la cual conlleva a una buena adaptación al momento de vaciarlo en los encofrados ya sea de columnas, vigas, etc.

Ensayos al concreto fresco

a. Temperatura

La temperatura se determina bajo la normativa peruana 339.184 la cual da los siguientes pasos:

- ❖ La mezcla que será necesario para el ensayo
- ❖ Un termómetro que varía entre 0° a 50°C.
- ❖ Se colocará el termómetro en la mezcla.
- ❖ Espera por un tiempo de 2 minutos para visualizar la lectura de la T°.

b. Slump

El Slump es un método para determinar su consistencia mediante el cono de Abrams bajo la norma técnica peruana 339.035. Con los alcances que brinda la normativa el asentamiento para un adoquín de concreto mínimo es de 1 pulgada.

c. Peso unitario y rendimiento

El peso unitario se rige bajo la normativa peruana 339.046 que conceptualiza los procedimientos y alcances, la cual analiza la densidad de la mezcla en estado fresco.

- ❖ **Peso unitario o densidad:**

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

D: Peso unitario o densidad del concreto, en kg/m³.

Mc: Masa del recipiente de medida lleno de concreto, en kg.

Mm: Masa del recipiente de medida, en kg.

Vm: Volumen del recipiente de medida, en m³

Ensayo de adoquines de concreto

- ❖ **Densidad de Adoquín:** La densidad de un adoquín se evalúa mediante la normativa peruana 399.604 con la siguiente fórmula:

$$D[\text{kg/m}^3] = \frac{W_d}{(W_s - W_i)} \times 1000$$

Donde:

W_d = peso seco al horno del espécimen (kg).

W_s = peso saturado del espécimen (kg).

W_i = peso sumergido del espécimen (kg)

- ❖ **Absorción del Adoquín:** La absorción de un adoquín es remojar la muestra por un tiempo de 24 horas. Por siguiente será secar en el horno en un tiempo de 24 horas.

$$\text{Absorción [\%]} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

Donde:

W_d = peso seco al horno del espécimen (kg).

W_s = peso saturado del espécimen (kg)

- ❖ **Resistencia a la compresión:** En un ensayo en el cual la muestra de un adoquín se someterá a una fuerza perpendicular obteniendo la resistencia bajo la normativa peruana 399.611.

- ❖ **Resistencia al desgaste:** El desgaste se podrá ejecutar mediante la norma técnica peruana 399.625 como indica la siguiente formula:

$$V = \frac{W}{D}$$

Donde:

V = volumen de arcilla.

D = gravedad especifica de la arcilla.

W = masa de la arcilla en la cavidad

2.2.6. Diseño de mezcla

Actualmente se hace el diseño de mezcla para poder tener resultados aceptables y correctos al momento de necesitar un rango de resistencia para destinarlo a la aplicación en alguna estructura, por ello es que existen diversos métodos con características respecto a ello, por eso radica en el uso bajo de cemento.

2.2.7. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).

2.3. Definición de términos básicos

- ❖ **Relaves Mineros**

Según (Soto Castillo, 2017), se comprende como el desecho que se obtiene por la explotación minera de empresas que cada departamento o provincia tiene en cada región, también se le puede definir como un material

extraído de todas las industrias mineras como son la de plomo zinc cobre plata y entre otros minerales ricos en nuestro país.

❖ **Adoquín**

Según (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020), los adoquines son materiales de construcción compuesto por concreto después de un proceso de elaboración según diseño de mezcla, hay diferentes formas estéticamente de grandes variedades de colores , su comportamiento es la resistencia que tiene al desgaste , su uso es de gran variedad más usado en la pavimentación de veredas, calles, jardines.

❖ **Pavimento**

Según (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020), define que los pavimentos vendrían a ser una capa ya sea de manera horizontal que tiene como finalidad dar un realce estético a un suelo, dentro de los pavimentos existen los llamados pavimentos urbanos o viales con a la especificación técnica para esta investigación es determinar los pavimentos de adoquines que referencia están hechos de concreto para el tránsito de vehículos ya sean ligeros o pesados dentro de un marco legal de normas que establece el nuestro país para así permitir el rodamiento de vehículos durante el su peregrinar en las calles.

❖ **Cal**

La cal es un material importante en el ámbito de la construcción ya que contribuyen en la elaboración de morteros y a la construcción de cimientos, muros y losas, la cal también es un elemento que reduce la acidez de elementos polimetálicos. (Galván - Ruiz & Velázquez - Castillo, 2011)

❖ **Tránsito**

El tránsito se define según (Quintero-González, 2017), que une a la ingeniería de tránsito la cual nace una ciencia que permite estudiar al conductor, vehículo , peatón que puedan gozar de un bienestar uniforme sin accidentes , en conclusión el tránsito es una medida de ayuda a toda la sociedad.

❖ **Vehículo**

El vehículo es un método de transporte de tierra la cual beneficia que las personas que se trasladen de una manera más rápida, según su clasificación son vehículos ligeros y pesados.

❖ **Concreto:**

Según (Carpio, s. f.) el concreto se define que es la mezcla de: cemento portland, agregados, aire y agua.

❖ **Estructuración:**

La estructuración es la parte de un todo como puede ser de un cuerpo, la cual detalla que mantendrá su requerida forma aun en ellas puedan actuar fuerzas sobre este. (Hernández - Ros, 2008)

❖ **Agregado fino:**

El agregado fino es un material importante en la elaboración de concreto la cual está compuesta por arenas y piedras redondeadas con una característica suave. (Carpio, s. f.)

❖ **Granulometría:**

Es parte de una evaluación que se le da a determinados materiales, las cuales pasan por tamices y poder evaluar el tamaño que tiene dicha muestra. (Carpio, s. f.)

❖ **Absorción:**

Es la cantidad de humedad o agua que tiene dicho material al ponerlo en contacto con el agua, la cual podrá detallar una característica fundamental para el material respectivo.

❖ **Densidad:**

La densidad se define como la masa de un elemento dividida por su volumen. La gravedad específica es un término que se refiere a la densidad de un elemento en relación con la del agua. No tiene unidades. (Espinoza Rodríguez, 2023)

2.4. Formulación de hipótesis

Una hipótesis intenta explicar las posibles respuestas a las preguntas planteadas.

2.4.1. Hipótesis general

Hi: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco.

Ho: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, no presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. **H1i:** Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en

reemplazo del agregado fino y cal presentan una resistencia a la compresión superior de la dosificación convencional.

H1o: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal no presentan una resistencia a la compresión superior de los adoquines tipo II elaborados con una dosificación convencional.

- b. **H2i:** La propiedad física de absorción en los adoquines de concreto que incorporan un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, presenta un mejor desempeño en comparación con los adoquines tipo II elaborados con una dosificación convencional.

H2o: La propiedad física de absorción en los adoquines de concreto que incorporan un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, no presenta un mejor desempeño en comparación con los adoquines tipo II elaborados con una dosificación convencional.

- c. **H3i:** Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una densidad adecuada para su aplicación en tránsito vehicular ligero.

H3o: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal no presentan una densidad adecuada para su aplicación en tránsito vehicular ligero.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables independientes

- Relave minero
- Cal

2.5.2. Variables dependientes

- Adoquín tipo II de concreto

2.5.3. Variables intervinientes

- Tránsito de vehículos ligeros: En esta investigación se considera como variable interviniente el tránsito de vehículos ligeros, entendido como el contexto de aplicación de los adoquines producidos. Cabe precisar que esta variable no constituye un indicador directamente medido en el laboratorio, sino una condición de aplicación del estudio, ya que los adoquines diseñados están orientados a su uso en vías con tránsito vehicular ligero, de acuerdo con lo establecido en la NTP 399.611 y el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E.070. De este modo, se reconoce su influencia contextual en la investigación, sin que sea necesario desarrollar ensayos de tráfico, dado que el objetivo principal se centra en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con adiciones de relave minero y cal.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 11. Operacionalización de Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
Relave minero	Se definen los relaves mineros como residuos sin valor económico generados durante las actividades de extracción y procesamiento de minerales. Debido a su composición predominantemente fina y húmeda, estos deben ser almacenados en depósitos de residuos industriales. (Romero Baylón & Flores Chávez, 2010)	Son residuos generados durante el proceso de extracción y beneficio de minerales, denominados relaves mineros. En el presente estudio, este material fue incorporado como adición en la mezcla de concreto, reemplazando parcialmente al agregado fino en proporciones determinadas.	D1: Dosificación del relave minero	I1: Proporción del relave minero (30 y 50 %), considerando también un valor promedio del 40% con respecto al agregado fino	Independiente	Proporcional
Cal	Se define como agregado fino, al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037	Son materiales que se utilizarán en el concreto para la producción de adoquines como son el agregado fino, cemento, relave y agua.	D2: Dosificación de la cal	I1: Proporción de la cal (5 y 15 %), considerando también un valor promedio del 10% con respecto al cemento	Independiente	Proporcional

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12. Operacionalización de Variable Dependiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
Adoquín Tipo II de concreto	Los adoquines de concreto prefabricado son elementos de concreto simple vibro compactado, utilizados por su resistencia, economía, facilidad de instalación y mantenimiento, siendo una solución práctica para superficies urbanas y paisajísticas. (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020)	El objetivo de la fabricación de adoquines con incorporación de relave minero y cal es su aplicación en pavimentos destinados al tránsito de vehículos ligeros, siendo clasificados como unidades de adoquín tipo II.	D1: Propiedades físicas y mecánicas del adoquín.	I1: Resistencia a la compresión: Ensayo en adoquines conforme a NTP 399.611 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. I2: Absorción I3: Densidad	Dependiente	Razón (kg/cm ²) (%)

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación se clasifica como aplicada, (Viloria Cedeño, 2016), este enfoque se basa en conocimientos ya establecidos para generar nuevos saberes que permitan desarrollar métodos o técnicas destinadas a resolver problemas específicos. En otras palabras, la investigación aplicada busca aprovechar y poner en práctica los conocimientos existentes mientras se adquieren otros a través de procesos sistemáticos y estructurados. En este caso, el estudio propone fabricar y analizar probetas y vigas en laboratorio, con el fin de comprobar mejoras en propiedades como resistencia a la compresión del concreto. Asimismo, se evaluará su trabajabilidad, durabilidad, control de temperatura, elasticidad, rendimiento volumétrico, densidad y costo, utilizando relave minero y cal como aditivo. Todo esto enmarca el estudio dentro de una investigación de enfoque constructivista y práctico.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de esta investigación es explicativo, ya que su objetivo principal es identificar y comprender la relación causa-efecto entre las variables analizadas. En particular, se evalúa cómo el reemplazo del relave minero y cal la cual afecta propiedades del concreto como su resistencia a la compresión, además de su trabajabilidad, durabilidad, control de temperatura, elasticidad, rendimiento volumétrico, densidad y costo. Esto facilita la interpretación detallada de los resultados obtenidos. De acuerdo con **(Alvarez Risco, 2020)**, este tipo de investigación busca profundizar en las conexiones entre los fenómenos, explicando cómo y por qué ocurren.

3.3. Métodos de investigación

El método utilizado en esta investigación es el **científico** con un enfoque cuantitativo, ya que los datos obtenidos son de naturaleza numérica y provienen de la recolección mediante instrumentos estandarizados. Estos instrumentos permiten medir con precisión y verificar la validez y confiabilidad de los resultados, los cuales serán sometidos a análisis estadístico para garantizar su rigor y precisión.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es de tipo experimental puro, ya que se manipulan intencionalmente las variables independientes, el porcentaje de relave minero (reemplazo del agregado fino) y el porcentaje de cal (adición respecto al peso del cemento) para observar sus efectos sobre las propiedades físico-mecánicas del concreto utilizado en la fabricación de adoquines tipo II.

Todas las unidades muestrales fueron elaboradas bajo condiciones controladas de laboratorio, sin recurrir a selección aleatoria, dado que se trata de un estudio de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo y de carácter comparativo.

Este diseño es adecuado para evaluar el efecto de factores específicos sobre variables dependientes como la resistencia a la compresión, la absorción y la densidad de los adoquines. Además, permite analizar la posible interacción entre los porcentajes de relave y cal, identificando tendencias significativas en el comportamiento del concreto modificado.

El diseño experimental aplicado en este estudio fue de tipo **factorial 2 × 2**, considerando dos niveles de reemplazo de agregado fino por relave minero y dos niveles de adición de cal respecto al peso del cemento. Además, se consideró los promedios de los niveles. El objetivo fue analizar el comportamiento físico-mecánico de los adoquines tipo II frente a estas combinaciones de materiales. Las variables y niveles fueron los siguientes:

- **Relave minero:** 30% y 50% (reemplazo del agregado fino)
- **Cal:** 5% y 15% (adición respecto al peso del cemento)
- **Promedio:** 40% de relave minero y 10% de cal

Esto dio lugar a 4 combinaciones experimentales. Para cada combinación se fabricaron 9 unidades de adoquines; en la tabla siguiente también se consideró el concreto convencional y el concreto experimental promedio (40% de relave minero y 10% de cal)

Tabla 13. Unidades de adoquín

Patrón	Porcentaje	Día	Compresión (Adoquín)
Patrón A (Tradicional)	0%	7	3
		14	3
		28	3
Patrón B	30% RM +5% C	7	3
		14	3
		28	3
Patrón C	50% RM +5% C	7	3
		14	3
		28	3
Patrón D	30% RM +15% C	7	3
		14	3
		28	3
Patrón E	50% RM +15% C	7	3
		14	3
		28	3
Patrón F (Promedio)	40% RM +10% C	7	3
		14	3
		28	3
TOTAL			54

Nota: *Elaboración Propia

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por el conjunto de unidades de adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, fabricados mediante mezclas de concreto con diferentes proporciones de relave minero y cal, desarrollados en condiciones controladas de laboratorio. Estas unidades representan el universo potencial de especímenes que pueden fabricarse bajo los mismos criterios de diseño y aplicación establecidos en la presente investigación.

3.5.2. Muestra

Para la presente investigación, se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que el estudio se basa en la evaluación de propiedades físico-mecánicas de adoquines tipo II fabricados experimentalmente en laboratorio, y no en el análisis de una población estadística humana. En ese sentido, la selección de las unidades muestrales respondió a criterios técnicos relacionados con la dosificación, elaboración y control de especímenes bajo condiciones específicas.

Se trabajó con un total de 54 muestras, distribuidas según el diseño experimental definido para evaluar los efectos del uso de relave minero y cal en la mezcla de concreto.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

- ❖ La técnica desarrollada es de la observación tanto directa como indirecta.

- ❖ Se tomará porcentajes de relave minero, para someterlos a ensayos metalúrgicos para su caracterización química, la cual se tomará datos mediante la observación.
- ❖ Se realizarán los ensayos al producto final que es los adoquines la cual se tomara datos mediante la observación.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizo como instrumentos las hojas de observación la cual me permitió registrar fenómenos observados durante el trabajo de investigación. Se utilizo para la evaluación y análisis adicionales, como es así las hojas de cálculos hechos en Excel. Estos instrumentos permitieron tomar nota de lo observado en la inspección del proyecto.

Ensayos de laboratorio a realizar:

- ❖ Análisis granulométrico para Agregado fino
- ❖ Contenido de humedad para Agregados
- ❖ Peso específico y absorción de Agregados
- ❖ Ensayo a la compresión kg/cm²
- ❖ Otros ensayos

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La investigación utilizó formatos técnicos para registrar los datos recolectados en el laboratorio, asegurando su validez según **(Carrasco Díaz, 2008)** quien define validez como la capacidad de medir lo que se pretende. Para asegurar la validez y confiabilidad de los instrumentos de medición utilizados en la presente investigación, se aplicaron los siguientes criterios:

- **Validación:**

Los instrumentos empleados fueron los ensayos normalizados establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 399.611 para evaluar adoquines de concreto. Estos incluyen pruebas de resistencia a la compresión, absorción y densidad, ejecutadas según procedimientos técnicos estandarizados. La validez de los instrumentos radica en su uso formal y normado a nivel nacional, garantizando que los datos recolectados reflejan con precisión las propiedades físico-mecánicas del material analizado.

- **Confiabilidad:**

La confiabilidad se garantizó mediante la repetición de los ensayos en cada combinación experimental, con tres réplicas por prueba, aplicando condiciones uniformes de curado, procedimiento y medición. Esto permitió obtener resultados estables y comparables entre grupos. Además, se utilizó equipo calibrado y protocolos de registro consistentes, minimizando el error humano y técnico.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El instrumento que se empleará será la ficha de observación, la cual se utilizará para registrar los datos de los ensayos realizados en cada una de las probetas y viguetas de los tratamientos previamente establecidos. **(Hernández Sampieri et al., 2006)**

Para el procesamiento de los análisis y datos se realizarán en el programa Microsoft Excel, la cual podrá permitir realizar la estadística y la probabilidad de las hipótesis presentadas.

3.9. Tratamiento estadístico

Los datos serán valorados en forma estadística con el uso únicamente de valores promedio, desviación estándar, valores máximos y mínimos ya que la normativa peruana así lo exige para el caso de este tipo de estudios.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Para la investigación se realizará teniendo criterio de normativas vigentes que ayuden a la consolidación del proyecto de investigación, por ser un proyecto de experimentación se tendrá que tener consideración de manuales, libros, artículos científicos que puedan contribuir a la investigación como se menciona en lo siguiente:

- ❖ Para el ensayo en laboratorio, se podrán desarrollar en el laboratorio de Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil y de Metalurgia de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en el caso que no se podría desarrollar en estas instalaciones ya mencionadas se requerirá a otros laboratorios.

CAPITULO IV

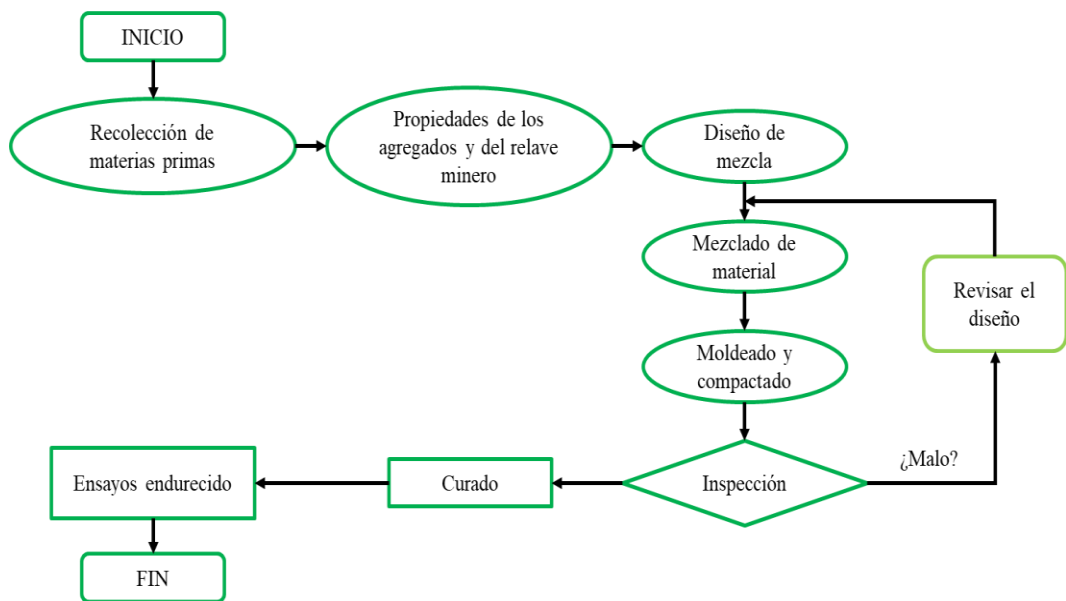
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

En la presente investigación se priorizó la evaluación de la resistencia a la compresión, densidad y absorción del adoquín debido a que este parámetro representa la propiedad mecánica más crítica para su desempeño estructural en pavimentos. Las otras propiedades establecidas en la NTP 399.611, como abrasión y resistencia al congelamiento, si bien son relevantes, no fueron consideradas debido a la limitación de recursos y al enfoque experimental de esta tesis, el cual se centró en la resistencia estructural del adoquín como principal indicador de su viabilidad técnica.

Para el proceso de fabricación de adoquines de concreto se esquematiza de acuerdo a la siguiente ilustración:

Ilustración 8. Diagrama de proceso de fabricación del Adoquín



Nota: *Elaboración Propia

4.1.1. Recolección de materiales

Los materiales requeridos para la fabricación de adoquines incluyen un agregado grueso con un tamaño máximo de 1/2", un agregado fino con un módulo de fineza entre 2.2 y 3.1, agua potable, cal y el relave minero.

4.1.2. Propiedades de los agregados y del relave minero

Las características de los materiales utilizados en la mezcla de concreto para adoquines son fundamentales para definir la dosificación correcta. En el caso del relave minero, se considera que podría absorber agua del diseño, por lo que se realizan los ensayos correspondientes para establecer la cantidad de agua necesaria.

4.1.3. Diseño de mezclas

En los diseños, el objetivo es que el adoquín cumpla con las especificaciones normativas. Sin embargo, en el ámbito comercial, las resistencias más demandadas son: para el Adoquín Tipo I, se espera que llegue a

320 kg/cm², mientras que para el Adoquín Tipo II, la resistencia requerida es de 420 kg/cm².

4.1.4. Mezclados de material

El concreto para los adoquines debe tener una consistencia seca, por lo que la mezcla se realiza utilizando una mezcladora de paletas horizontales. Si no se dispone de esta máquina, se opta por el mezclado manual, siguiendo estos pasos:

- a. Humedecer las herramientas, como el bugui y el cucharón.
- b. Dosificar los materiales según el diseño.
- c. Hidratar el agregado grueso y fino con parte del agua prevista en el diseño y mezclar hasta obtener una mezcla homogénea.
- d. Añadir el relave minero y la cal, si es necesario.
- e. Después de homogeneizar, esparcir la mezcla y agregar el cemento para mezclarlo.
- f. Verter el resto del agua y mezclar hasta obtener una pasta uniforme.
- g. Tomar la temperatura y proceder a vaciar la mezcla en el molde.

4.1.5. Moldeado y compactado

Se dispone de un molde para adoquines y su compactadora correspondiente. Se vierte el concreto hasta la mitad del molde y se realizan 25 golpes con una varilla de 3/8" en cada dos capas, seguidos de golpes con un martillo de goma en los laterales del molde. Posteriormente, se compacta el concreto 15 veces de un lado y 15 veces del lado opuesto, con la ayuda del operario.

4.1.6. Inspección

Cuando se desmolde el adoquín, este no debe presentar asentamientos, ya que el proceso de desmoldeo es inmediato. Además, se debe evitar que el molde cause grietas; en caso de que ocurra, será necesario rediseñarlo o realizar nuevamente el vaciado, según sea necesario.

4.1.7. Curado

Los adoquines mecanizados, debido a su alta producción diaria, se curan en cámaras de rociado de agua. En el caso de nuestros adoquines experimentales, como los que se están utilizando, el curado se realiza después de que el adoquín ha endurecido, lo cual ocurre en un intervalo de 5 a 24 horas.

4.1.8. Ensayos endurecidos

Los ensayos requeridos por la norma son: Compresión, Absorción, Comprobación de Dimensiones y Abrasión.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Propiedades físicas de los agregados

En la presente investigación se emplearon agregados provenientes de la cantera Cochamarca, los cuales fueron clasificados y evaluados de acuerdo con los lineamientos de la NTP 400.037 – Agregados. Comprender estas características en detalle permite diseñar mezclas de concreto más eficaces y duraderas, adaptadas a las necesidades particulares del proyecto. Los agregados, tanto finos como gruesos, son elementos clave del concreto, y sus propiedades físicas afectan de manera importante su calidad y comportamiento. A continuación, se detallan los principales ensayos a realizar:

- Análisis granulométrico.
- Contenido de humedad.

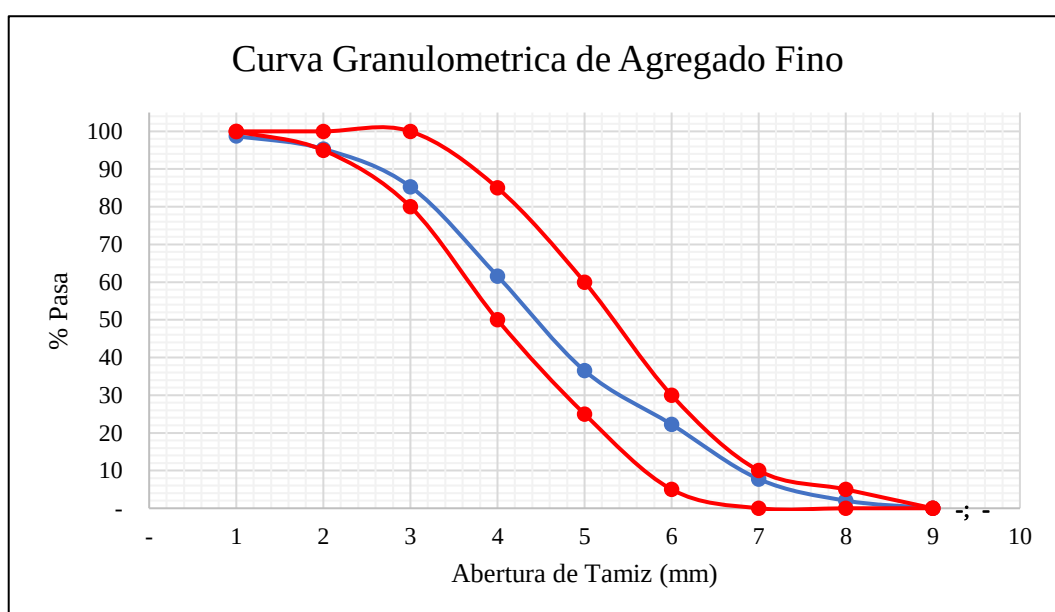
- Peso unitario suelto y compactado.
- Peso específico y absorción.

Análisis Granulométrico de los Agregados (N.T.P. 400.012)

Agregado Fino

Para realizar el ensayo de granulometría al agregado fino, se selecciona una muestra de 500 g, conforme a lo estipulado en la NTP 400.012.

Ilustración 9. *Curva granulométrica del agregado fino – Cantera Cochamarca*



Fuente: Elaboración Propia.

En la ilustración 10, se puede observar que el agregado fino de la Cantera Cochamarca cumple con los parámetros establecidos por los límites mínimos y máximos de la curva de granulometría, conforme a las normas técnicas peruanas (NTP. 400.037, 2021) y (NTP. 400.012, 2001).

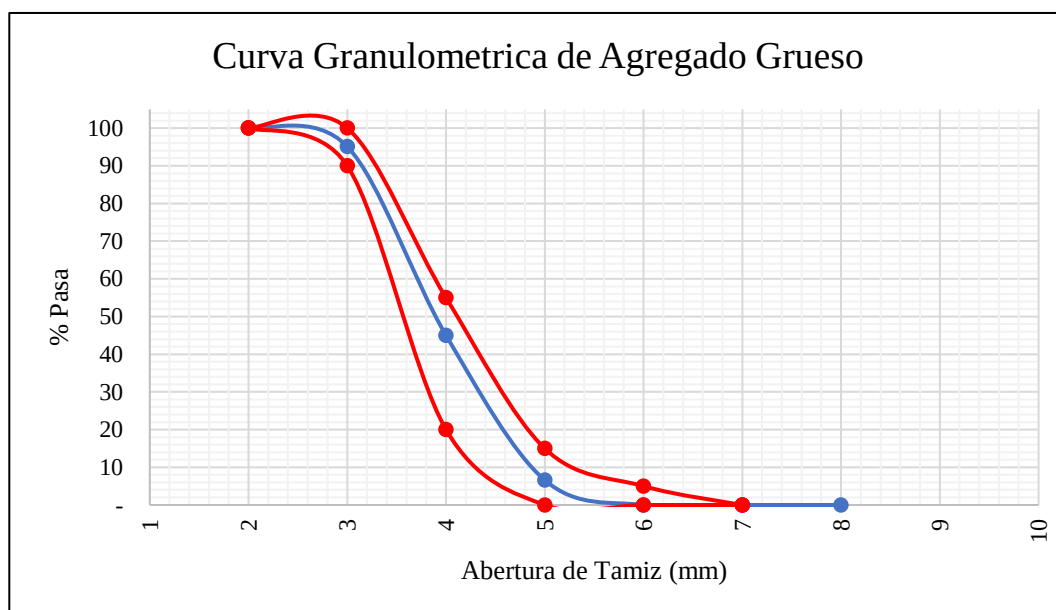
Con los valores obtenidos en este ensayo se determinó el módulo de fineza (MF) del agregado fino:

$$MF = \frac{1.24 + 4.66 + 14.68 + 38.38 + 63.50 + 77.76 + 92.24}{100} = 2.92$$

Agregado Grueso

El ensayo se realiza siguiendo las cantidades mínimas establecidas por la NTP 400.012 y las especificaciones de los tamices. Dado que el agregado utilizado para los adoquines tiene un tamaño de 3/8”, se toma una muestra de 1000 g y se procede con el análisis correspondiente.

Ilustración 10. *Curva granulométrica del agregado grueso - Cantera Cochamarca*



Fuente: Elaboración Propia.

El límite utilizado para la ilustración 11 corresponde a lo señalado por la NTP 400.037 del huso 67. Con los valores obtenidos se determinó el módulo de fineza (MF) del agregado en estudio:

$$MF = \frac{4.90 + 93.40 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100}{100} = 6.98$$

Contenido de Humedad de Agregados (N.T.P. 339.185)

De acuerdo a (NTP 339.185, 2021), el contenido de humedad del agregado fino y grueso se determina pesando una porción de cada material

húmedo. Las muestras se colocan en taras y se pesan. Luego, el material se coloca en el horno durante 24 horas a una temperatura de ± 110 °C.

Tabla 14. *Contenido de humedad de los agregados*

Arena (%)	Grava (%)
4.30	1.12

Fuente: Elaboración Propia.

Podemos observar que el agregado fino contiene más humedad que el grueso. En los anexos al final de la tesis nos muestran los resultados de contenido de humedad de los agregados finos y gruesos.

P.U.S. y P.U.C. de los Agregados (NTP. 400.017, 2011)

Peso Unitario Suelto

Para el peso unitario suelto, se debe utilizar un molde cilíndrico asegurándose de que no haya partículas que puedan afectar el resultado. Primero, se pesa el molde vacío, luego se llena con el material hasta el borde y finalmente se pesa el molde con el agregado.

Peso Unitario Compactado

Para determinar el peso compactado del agregado, se llena el molde en tres partes, compactando cada capa con 25 golpes. Una vez completado el proceso, se pesa el molde con el agregado.

La tabla 15 muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para el peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

Tabla 15. *Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino*

Descripción	Und	Promedio
Peso unitario suelto	kg/m3	1,449.00
Peso unitario compactado	kg/m3	1,607.00

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 15 se observa los resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado fino, obteniendo como resultado para el agregado fino 1,449.00 kg/m3 y 1,607.00 kg/m3, respectivamente.

La tabla 16 muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para el peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

Tabla 16. *Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso*

Descripción	Und	Promedio
Peso unitario suelto	kg/m3	1,559.00
Peso unitario compactado	kg/m3	1,628.00

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 16 se observa los resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso, obteniendo como resultado para el agregado grueso 1,559.00 kg/m3 y 1,628.00 kg/m3, respectivamente.

Peso Específico y Absorción de los Agregados

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP. 400.022, 2021)

El procedimiento para el ensayo de peso específico y absorción del agregado fino se desarrolló de la siguiente manera: primero, se seleccionó una porción de agregado, la cual fue lavada y sumergida en agua durante 24 horas. Posteriormente, la muestra se secó y se verificó utilizando el cono de absorción. Seguidamente, se colocaron 500 g de la muestra en una fiola, se añadió agua y se agitó para eliminar los vacíos de aire. Luego, la muestra fue pesada y llevada en

una tara al horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas siguientes:

Tabla 17. *Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*

Descripción	Und	Promedio
Peso específico aparente	gr/cm³	2.46
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm³	2.46
Peso específico masa seca	gr/cm³	2.65
Absorción	%	2.87

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 17 se pueden observar los resultados obtenidos en el laboratorio para el agregado fino, con un peso específico de masa 2.65 gr/cm³ y una absorción del 2.87%. estos datos serán utilizados para realizar los diseños de mezclas correspondientes al proyecto de investigación.

Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (NTP. 400.021, 2020)

El procedimiento para el agregado grueso comienza con la selección de una porción del material, que se divide en partes homogéneas. A continuación, se tamiza utilizando la malla N° 4 y se emplea en el ensayo únicamente el material retenido en ella. Luego, el material se lava para eliminar completamente el polvo y se sumerge en agua durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, la muestra se seca, se coloca en una canastilla metálica y se sumerge en un recipiente con agua. Finalmente, la misma muestra se lleva al horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas siguientes:

Tabla 18. *Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*

Descripción	Und	Promedio
Peso específico aparente	gr/cm ³	2.64
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.66
Peso específico masa seca	gr/cm ³	2.70
Absorción	%	0.77

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 18 se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio para el agregado grueso, con un peso específico de masa de 2.70 gr/cm³ y una absorción 0.77%. estos datos se utilizarán para realizar los diseños de mezclas correspondientes al proyecto de investigación.

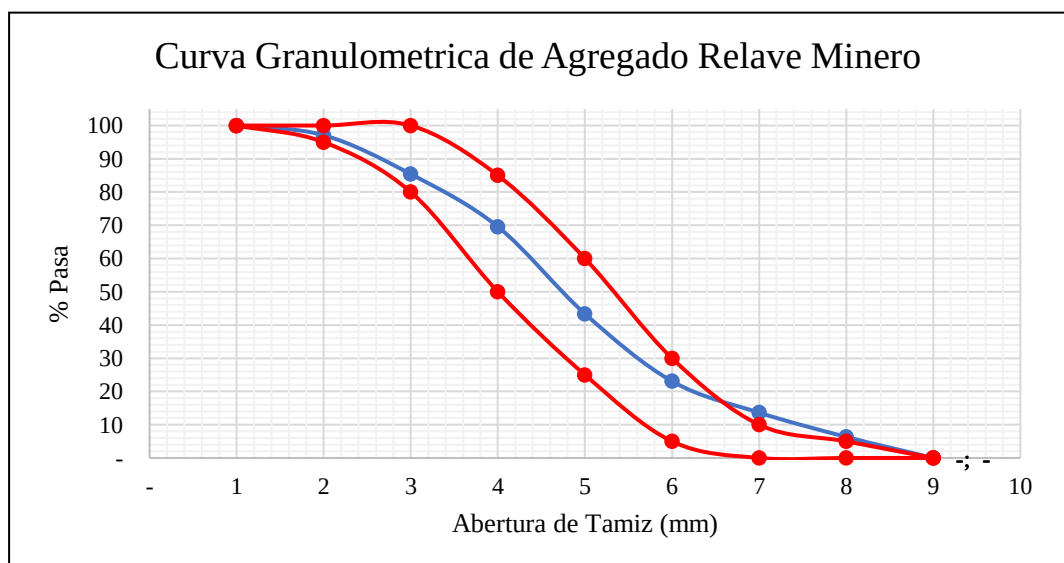
4.2.2. Propiedades físicas del relave minero

Análisis Granulométrico del Relave Minero (N.T.P. 400.012)

Agregado Fino

Para realizar el ensayo de granulometría del relave minero, se selecciona una muestra de 500 g, conforme a lo estipulado en la NTP 400.012, ya que se va a reemplazar al agregado fino.

Ilustración 11. *Curva granulométrica del relave minero*



Fuente: Elaboración Propia.

En la ilustración 12, se puede observar que el relave minero tiene las características similares al del agregado fino la cual cumplen con los parámetros establecidos por los límites mínimos y máximos de la curva de granulometría, conforme a las normas técnicas peruanas (NTP. 400.037, 2021) y (NTP. 400.012, 2001).

Con los valores obtenidos en este ensayo se determinó el módulo de fineza (MF) del relave minero:

$$MF = \frac{2.92 + 14.60 + 30.44 + 56.64 + 76.92 + 86.36}{100} = 2.68$$

Contenido de Humedad del Relave Minero (N.T.P. 339.185)

De acuerdo a (NTP 339.185, 2021), el contenido de humedad del relave minero se determina pesando una porción de cada material húmedo. Las muestras se colocan en taras y se pesan. Luego, el material se coloca en el horno durante 24 horas a una temperatura de ± 110 °C.

Tabla 19. *Contenido de humedad del relave minero*

Arena (%)	Relave minero (%)
4.30	3.21

Fuente: Elaboración Propia.

Podemos observar que el relave minero tiene características parecidas al del agregado fino porque contiene más humedad que el grueso. En los anexos al final de la tesis nos muestran los resultados de contenido de humedad del relave minero.

P.U.S. y P.U.C. de los Agregados (NTP. 400.017, 2011)

Peso Unitario Suelto

Para el peso unitario suelto, se debe utilizar un molde cilíndrico asegurándose de que no haya partículas que puedan afectar el resultado. Primero,

se pesa el molde vacío, luego se llena con el material hasta el borde y finalmente se pesa el molde con el agregado.

Peso Unitario Compactado

Para determinar el peso compactado del relave minero, se llena el molde en tres partes, compactando cada capa con 25 golpes. Una vez completado el proceso, se pesa el molde con el agregado.

La tabla 20 muestra los resultados obtenidos en el laboratorio para el peso unitario suelto y compactado del relave minero.

Tabla 20. *Peso Unitario Suelto y Compactado del Relave minero*

Descripción	Und	Promedio
Peso unitario suelto	kg/m³	1,400.00
Peso unitario compactado	kg/m³	1,553.00

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 20 se observa los resultados del peso unitario suelto y compactado del relave minero, obteniendo como resultado para el relave minero 1,400.00 kg/m³ y 1,553.00 kg/m³, respectivamente.

Peso Específico y Absorción del Relave Minero

Peso Específico y Absorción del Relave Minero (NTP. 400.022, 2021)

El procedimiento para el ensayo de peso específico y absorción del relave minero se desarrolló de la siguiente manera: primero, se seleccionó una porción del relave, la cual fue lavada y sumergida en agua durante 24 horas. Posteriormente, la muestra se secó y se verificó utilizando el cono de absorción. Seguidamente, se colocaron 500 g de la muestra en una fiola, se añadió agua y se agitó para eliminar los vacíos de aire. Luego, la muestra fue pesada y llevada en

una tara al horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas siguientes:

Tabla 21. *Peso Específico y Absorción del Relave minero*

Descripción	Und	Promedio
Peso especifico aparente	gr/cm3	1.89
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	1.89
Peso especifico masa seca	gr/cm3	1.99
Absorción	%	2.62

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 21 se pueden observar los resultados obtenidos en el laboratorio para el relave minero, con un peso específico de masa 1.99 gr/cm3 y una absorción del 2.62%. estos datos son similares al agregado fino y serán utilizados para realizar los diseños de mezclas correspondientes al proyecto de investigación.

4.2.3. Propiedades físicas del cemento

Las características físicas del cemento se pueden evaluar mediante una variedad de pruebas realizadas en cemento puro, pasta de cemento o portero. Normalmente, estos análisis se llevan a cabo en laboratorio de fábricas garantizar que este material cumpla con los requisitos establecidos por la norma NTP. 334.009.

Tabla 22. Requisitos físicos del cemento

Requisitos	Método de Ensayo	Tipos de cemento					
		I	II	II (MH)	III	IV	V
Contenido de aire del mortero, volumen %:	NTP						
Máx.	334.048	12	12	12	12	12	12
Min.		-	-	-	-	-	-
Finura, Superficie Específica, (m ² /kg)	NTP						
Ensayo de Permeabilidad al aire	334.002						
Min.		260	260	260	-	260	260
Máx.		-	-	430	-	430	-
Expansión en autoclave, Max., %	NTP 334.004	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Resistencia, no menor que los Valores mostrados para las edades indicadas a continuación:		-	-	-	12.0 (1740)	-	-
Resistencia a la compresión, MPa (psi)	NTP	12.0 (1740)	10.0 (1450)	10.0 (1450)	24.0 (3480)	-	8.0 (1160)
1 día	334.051	19.0 (2760)	17.0 (2470)	17.0 (2470)	-	7.0 (1020)	15.0 (2180)
3 días		(2760)	(2470)	(2470)		(1020)	(2180)
7 días		-	-	-	-	17.0 (2470)	21.0 (3050)
28 días						(2470)	(3050)
Tiempo de fraguado:							
Ensayo de Vicat, minutos							
Tiempo de fraguado: no menor que:	NTP 334.006	45	45	45	45	45	45
Tiempo de fraguado: no mayor que:		375	375	375	375	375	375

Nota: *Sacado de (NTP 334.009, 2020)

En esta investigación el Cemento Tipo I cumple con los requisitos de la NTP 334.009, garantizando su resistencia, finura y tiempo de fraguado.

4.2.4. Propiedades del agua

La NTP 339.088 establece que el agua potable es automáticamente aceptada para concreto; el agua no potable o reciclada debe ser ensayada periódicamente para garantizar que no afecte la resistencia ni el tiempo de fraguado del concreto. Además, regula límites químicos opcionales para proteger contra corrosión y durabilidad. (NTP 339.088, 2019)

En esta investigación se observó que el agua es apta para la preparación del concreto al no presentar impurezas perjudiciales.

4.2.5. Propiedades físicas de la cal

En la siguiente tabla se observa las propiedades físicas de la cal a usar en el diseño de mezcla:

Tabla 23. *Propiedades físicas de la cal*

Propiedad	Cal (CaO)
Apariencia	Sólido blanco o grisáceo, en bloques o polvo.
Densidad	3.34 g/m ³
Solubilidad en el agua	Muy baja (1.7 g/L a 25 °C)
Reactividad en el agua	Muy reactiva, genera calor (reacción exotérmica)
Punto de fusión	2,572 °C.
Temperatura de descomposición	No aplica
Humedad	No hidróscopica
Textura	Fina o granular, según la molienda.
Capacidad de fraguado	Baja.
Capacidad de carbonatación	Reacciona lentamente con CO ₂
Conductividad térmica	Baja.

Fuente: (Cales Pascual, S.L., s. f.)

4.2.6. Diseño de Mezcla según ACI 211.1

Se optó por aplicar el método ACI 211.1 (American Concrete Institute), reconocido a nivel internacional para el diseño de mezclas de concreto, debido a que ofrece un procedimiento sistemático que considera la relación agua/cemento, el tamaño máximo del agregado y las condiciones de trabajabilidad. Este método permite establecer dosificaciones óptimas para concretos que requieren resistencia estructural y desempeño frente a cargas dinámicas y estáticas.

Antes de realizar el diseño de la mezcla, se recogieron las características de los agregados fino y grueso, obtenidos de la cantera Cochamarca. Con los resultados de estas características, se procedió a realizar el diseño de una mezcla de concreto con una resistencia de 420 kg/cm² para un adoquín tipo II. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la dosificación del concreto:

Tabla 24. *Diseño de mezcla para $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$*

Cantidad de materiales por metro cúbico					
Cemento	776.144	Kg			
Ag. Fino	602.541	Kg			
Ag. Grueso	888.966	Kg			
Agua	178.662	Lt			
Dosificación					
Proporción en peso:	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1	0.78	1.15	9.78	Lts/pie3
Proporción en volumen:					
	1	0.77	1.09	9.78	Lts/pie3
Factor cemento por m3 de concreto			18.26		bolsa/m3
Relación agua cemento de diseño			0.24		

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 23 presenta la cantidad de material por metro cúbico, incluyendo el peso y volumen, el número de bolsas de cemento por metro cúbico de concreto, y la relación agua – cemento diseñado. La relación indicada en la tabla 23 se utilizó para preparar muestras de concreto con cemento, agua, relave minero y cal, con una resistencia de 420 kg/cm². Esto permitió alcanzar otros objetivos de la presente investigación.

Tabla 25. *Proporciones del relave minero y cal*

Aditivo	Und	(-)	Promedio	(+)
Relave minero	%	30%	40%	50%
Cal	%	5%	10%	15%

Fuente: Elaboración Propia.

Se reemplaza la cantidad de relave minero con respecto al agregado fino y la cantidad de cal con respecto al cemento en 0.02 m³ de concreto para realizar los diseños de mezclas.

Tabla 26. Sustitución del RM y Cal para 0.02 m3 de concreto

Patrones	Aditivos	Und	Cantidad
Patrón A (Tradicional)	Cemento	kg	15.52
	A. Fino	kg	12.05
	A. Grueso	kg	17.78
	Agua	kg	3.57
	RM	kg	0.00
	Cal	kg	0.00
Patrón B (30%RM + 5%Cal)	Cemento	kg	14.75
	A. Fino	kg	8.44
	A. Grueso	kg	17.78
	Agua	kg	3.57
	RM	kg	3.62
	Cal	kg	0.78
Patrón C (50%RM + 5%Cal)	Cemento	kg	14.75
	A. Fino	kg	6.03
	A. Grueso	kg	17.78
	Agua	kg	3.57
	RM	kg	6.03
	Cal	kg	0.78
Patrón D (30%RM + 15%Cal)	Cemento	kg	13.19
	A. Fino	kg	8.44
	A. Grueso	kg	17.78
	Agua	kg	3.57
	RM	kg	3.62
	Cal	kg	2.33
Patrón E (50%RM + 15%Cal)	Cemento	kg	13.19
	A. Fino	kg	6.03
	A. Grueso	kg	17.78
	Agua	kg	3.57
	RM	kg	6.03
	Cal	kg	2.33
Patrón F (40%RM + 10%Cal)	Cemento	kg	13.97
	A. Fino	kg	7.23
	A. Grueso	kg	17.78
	Agua	kg	3.57
	RM	kg	4.82
	Cal	kg	1.55

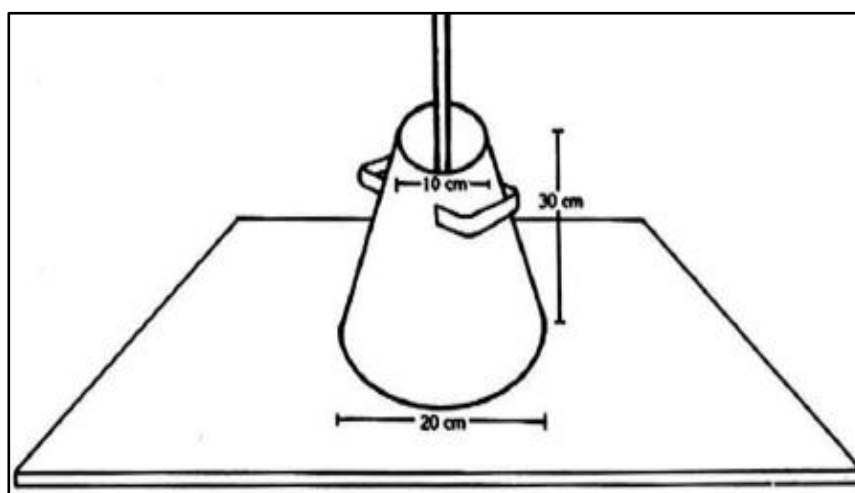
4.2.7. Propiedades físicas del concreto

Se determinaron las propiedades del concreto en su estado fresco, incluyendo consistencia, peso unitario y temperatura, utilizando cemento portland. Se realizaron pruebas con concreto tradicional a que llamaremos patrón A (Tradicional), y con concreto con RM y Cal la cual serán patrón B (30%RM + 5%Cal), patrón C (50%RM + 5%Cal), patrón D (30%RM + 15%Cal), patrón E (50%RM + 15%Cal) y patrón F (40%RM + 10%Cal), que sirven para el concreto experimental.

Consistencia del concreto en estado fresco (NTP. 339.035, 2015)

Tras completar la mezcla homogénea en el trompo, se extrajo el concreto utilizando un buggy para llevar a cabo la prueba de asentamiento (SLUMP) y evaluar la trabajabilidad del concreto en su estado fresco. Para iniciar el procedimiento, es necesario humedecer tanto la lámina como el cono metálico, los cuales deben colocarse sobre una superficie plana y no absorbente.

Ilustración 12. Instrumentos utilizados para el ensayo del cono abrams

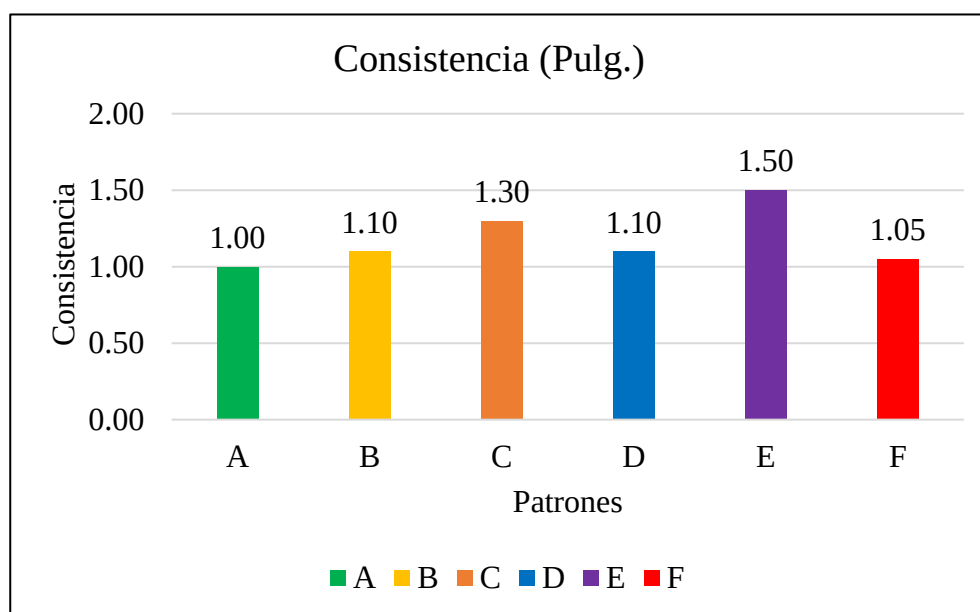


Fuente: (Jancco Quispe & Huaman Berrio, 2024)

A continuación, se debe presionar el molde hacia abajo sujetándolo por las agarraderas, con el fin de asegurar que la mezcla permanezca dentro del molde y no se escape por la parte inferior.

El procedimiento consiste en llenar el cono en tres capas, cada una equivalente a un tercio del volumen total, compactando cada capa 25 veces con una varilla lisa de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud. La varilla debe penetrar 1” en la capa inferior en las capas segunda y tercera. Una vez compactada la última capa, se enraza la superficie y se limpia la base del molde. El molde se retira cuidadosamente en un lapso de 5 a 10 segundos para permitir que el concreto se asiente. La diferencia entre la altura del molde y el centro del concreto abatido se mide como el asentamiento. Este ensayo, realizado en aproximadamente 2 minutos y medio, se efectuó para todas las muestras y tratamientos, verificando la trabajabilidad del concreto. Los resultados obtenidos se compararon en la figura 17, para evaluar la proximidad al rango diseñado.

Ilustración 13. *Consistencia para cada concreto*



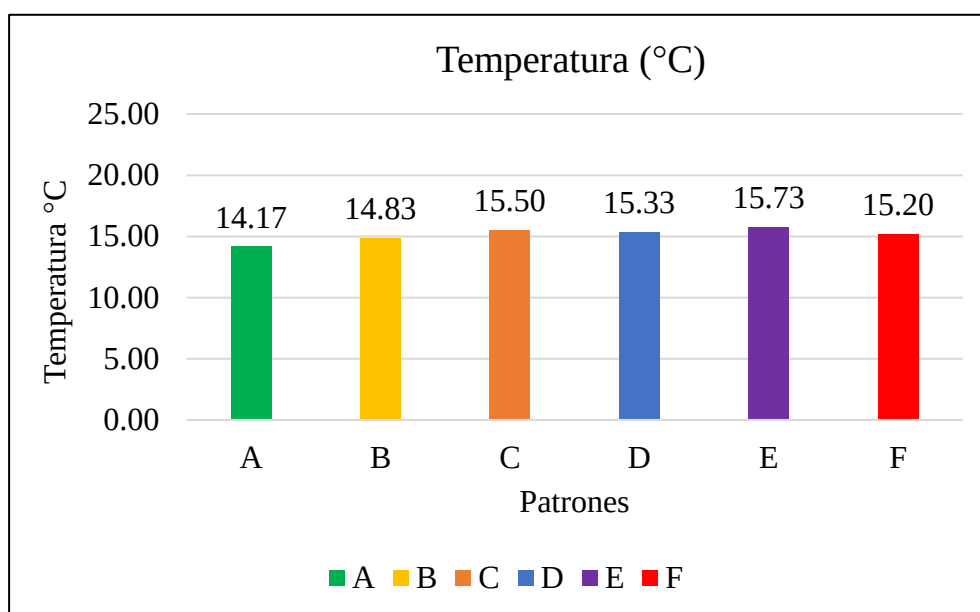
Fuente: Elaboración Propia.

En la ilustración 14 se visualizan las consistencias de los diseños de mezcla con resistencia 420 kg/cm². Se observa que el concreto elaborado con 50% de RM y 15% de Cal presenta menos consistencia, seguido por el concreto elaborado con 50% de RM y 5% de Cal.

Temperatura de Concreto Fresco (NTP. 339.184, 2021)

Se realizaron los ensayos de temperatura de concreto fresco para el patrón A (Tradicional) y los concretos experimentales lo cual; cuyos resultados se presentan en la siguiente figura:

Ilustración 14. *Temperatura para cada concreto*



Fuente: Elaboración Propia.

En la ilustración 15 se puede apreciar que el concreto preparado con 50% RM y 15%Cal (patrón E) con resistencia 420 kg/cm², presenta una temperatura poco mayor que el concreto tradicional (patrón A).

4.2.8. Propiedades mecánicas del concreto

En esta investigación se utilizaron adoquines de concreto de tipo II, que tienen un espesor nominal de 60 mm y alcanzan una resistencia a la compresión de 420 kg/cm². La elección de este tipo de adoquín no fue al azar, sino porque responde a las condiciones del estudio y cumple con lo señalado en la Norma Técnica Peruana NTP 339.601 – Adoquines de Concreto para Pavimentos. Estos adoquines son los recomendados para zonas con tránsito vehicular liviano y peatonal, por lo que se ajustan al contexto en el que se aplicó la investigación.

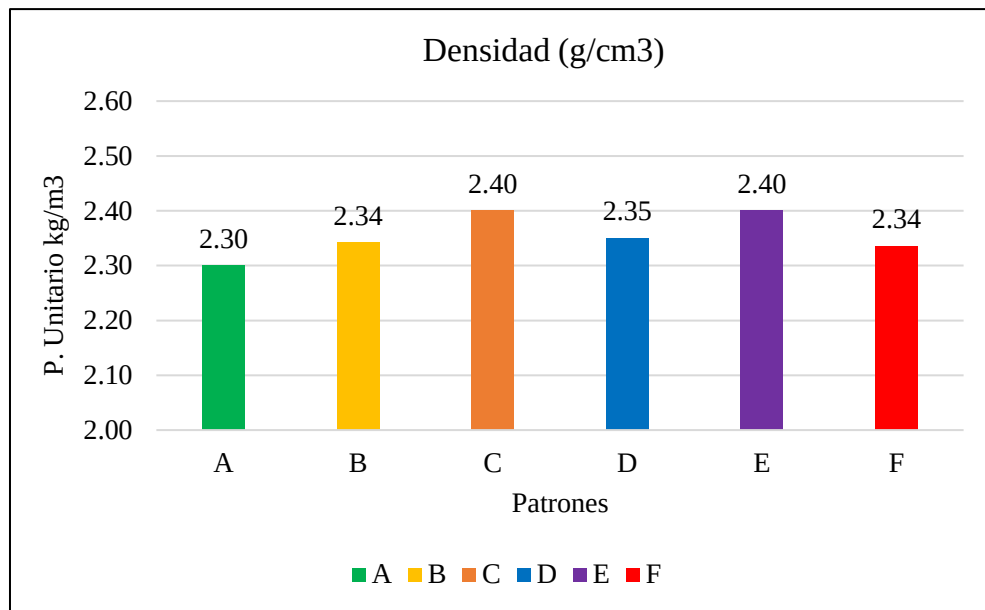
Además, su espesor de 60 mm garantiza un buen desempeño estructural y su resistencia a la compresión supera los valores mínimos exigidos por la normativa, lo que asegura que los resultados obtenidos en los ensayos sean confiables y representativos.

Densidad (NTP. 339.187, 2018)

Para clasificar una unidad de adoquín como ligera o pesada es fundamental determinar su densidad, ya que este parámetro influye directamente en el proceso constructivo. Una mayor densidad puede dificultar la manipulación manual durante la instalación, llegando incluso a requerir el uso de maquinaria especializada, como las pavimentadoras de adoquines.

De acuerdo con la NTP 339.187, que establece el “Método de Ensayo para Densidad, Absorción y Vacíos en Concreto Endurecido”, y aplicable a los adoquines para pavimentos que se regulan por la NTP 399.611, el procedimiento se desarrolla en tres etapas principales. Primero, la unidad de adoquín se sumerge completamente en agua durante un periodo de 24 horas. Luego, se registra el peso de la unidad aún sumergida. Seguidamente, el adoquín se retira del agua y se deja escurrir hasta alcanzar la condición de saturación superficialmente seca, momento en el que se realiza un nuevo pesaje. Finalmente, la unidad se introduce en un horno para su secado completo durante otras 24 horas, tras lo cual se obtiene su peso seco.

Ilustración 15. *Densidad por cada concreto*



Fuente: Elaboración Propia.

En la Ilustración 15 se observa que el patrón A (tradicional) y los patrones B, C, D, E y F, todos con un diseño de resistencia de 420 kg/cm², alcanzaron densidades comprendidas entre 2.20 y 2.40 g/cm³. Estos valores indican que los adoquines elaborados con la incorporación de relave minero y cal presentan una mayor compacidad en comparación con el concreto convencional, lo que se traduce en mayor resistencia mecánica y mejor durabilidad.

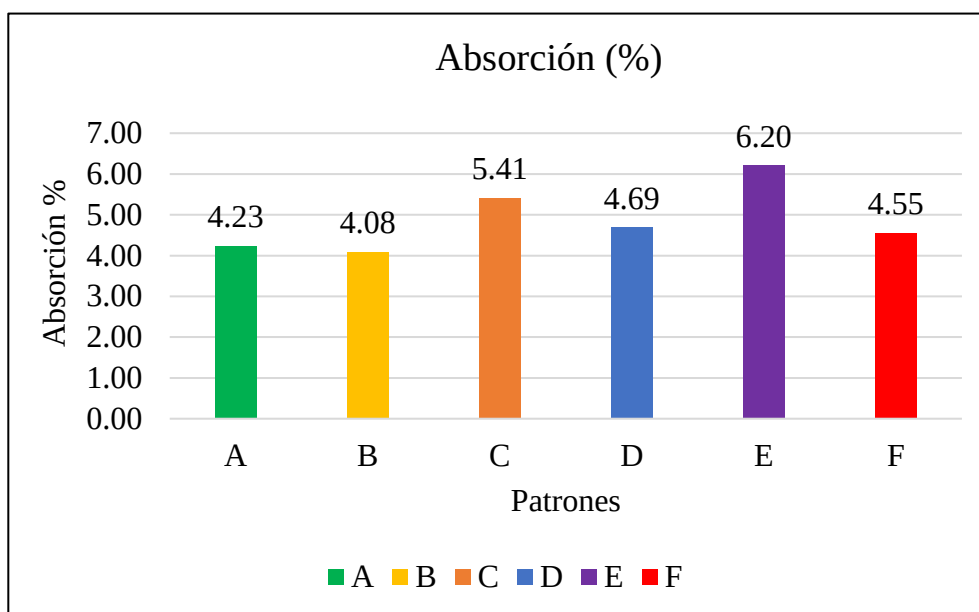
Para determinar cuál es el patrón más óptimo, se tomó como referencia una densidad promedio de 2.30 g/cm³, dentro de los rangos establecidos anteriormente. Bajo este criterio, los patrones que presentan valores más cercanos a dicho promedio son el patrón B y el patrón F, lo que los posiciona como las opciones más representativas en términos de densidad.

Absorción del Adoquín (NTP 399.613, 2017)

De acuerdo con la norma técnica peruana NTP 399.611, los adoquines destinados a entornos con altos requerimientos de durabilidad como exposición a sulfatos o sometimiento a ciclos de congelamiento y deshielo deben cumplir con

parámetros específicos de absorción. Para los adoquines tipo II, se establece que la absorción individual no debe superar el 7.5%, mientras que el promedio de tres unidades ensayadas no debe exceder el 6%. La absorción de agua es un factor crítico en la durabilidad de los adoquines, ya que una mayor capacidad de absorción implica mayor retención de humedad, lo cual, al congelarse, incrementa el deterioro por ciclos térmicos. Asimismo, una alta absorción favorece la penetración de sulfatos, acelerando el desgaste interno del material. El ensayo de absorción se realiza utilizando adoquines secos y enteros obtenidos directamente del proceso de fabricación. Para ello, se requiere una balanza con una capacidad mínima de 4 kg y una precisión de 0.5 g, así como un recipiente que permita sumergir completamente las muestras. El procedimiento consiste en secar un adoquín en horno a 100 °C durante 24 horas y registrar su peso seco; luego, la misma muestra se sumerge en agua por 24 horas, se deja escurrir y se eliminan los excedentes de agua superficial con un paño, para finalmente determinar el peso en condición saturada.

Ilustración 16. *Absorción de cada concreto*



Fuente: Elaboración Propia.

En la Ilustración 16 se aprecia que los patrones B y F presentan los valores más bajos de absorción en comparación con el concreto tradicional y los patrones C, D y E; además estos valores son menores al 6% de absorción especificado en la norma NTP 399.611. Esto significa que B y F muestran una mayor resistencia, ya que al absorber menos agua poseen una estructura más compacta. Además, como se observó en la Ilustración 15, estos patrones tienen una densidad optima, lo cual indica que presentan menos vacíos internos y, por ende, un mejor comportamiento mecánico.

Determinación de la resistencia a compresión (NTP 399.611, 2017)

La resistencia a la compresión de un adoquín se determina mediante un ensayo de compresión en un laboratorio siguiendo normas técnicas como la NTP 399.611 o la ASTM C140/C140M. Este ensayo mide la capacidad del adoquín para soportar cargas axiales antes de fallar. A continuación, te detallo el procedimiento:

Procedimiento

- Ensayo al menos 3 adoquines representativos de la producción.
- Determina si el ensayo debe realizarse en estado seco o saturado, según la norma correspondiente.
- Si es en estado seco, seca los adoquines en horno a 105 ± 5 °C hasta peso constante.
- Asegúrate de que las caras que recibirán la carga estén planas y paralelas.
- Si las superficies no son uniformes, utiliza una capa de mortero o almohadillas de neopreno para nivelarlas.
- Coloca el adoquín en el centro de la máquina de ensayo.
- Asegúrate de que la carga se aplique de manera uniforme y axial.
- Aumenta la carga gradualmente, a una velocidad constante de acuerdo con la norma.

Cálculos

La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de su sección, previamente determinada.

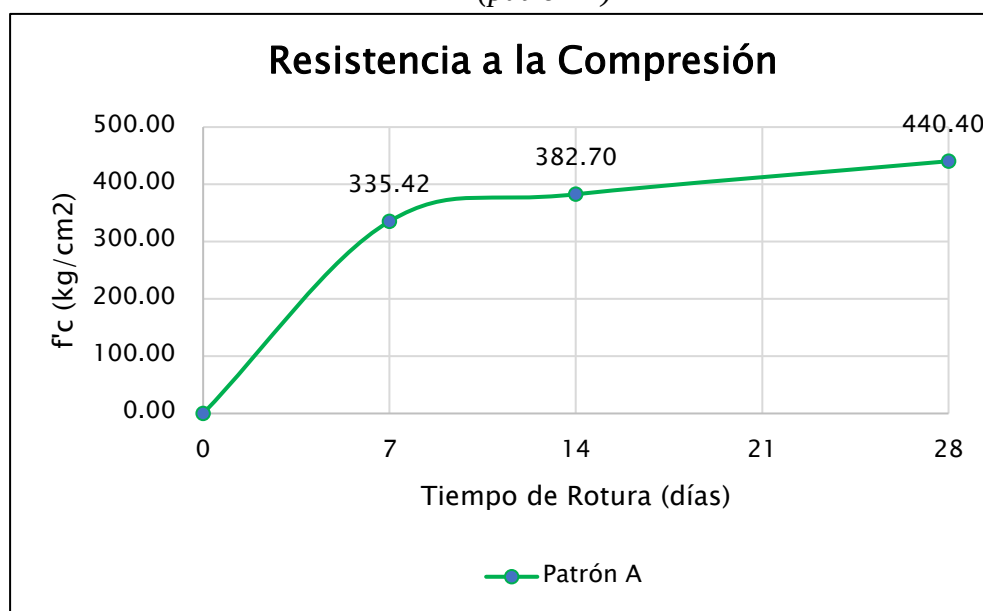
Ecuación para el cálculo de la resistencia a la compresión:

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{\text{Carga Máxima (Kg)}}{\text{Área promedio (m}^2\text{)}}$$

El informe derivado de los resultados incluye, además, el número y tipo de espécimen a ensayar, el diámetro y la longitud del espécimen en cm² o pulgadas², el área de la sección transversal, la carga máxima, la resistencia a la

compresión en kPa, la edad del espécimen y, finalmente, los defectos observados en la fractura del espécimen. Los resultados completos se presentan en los anexos.

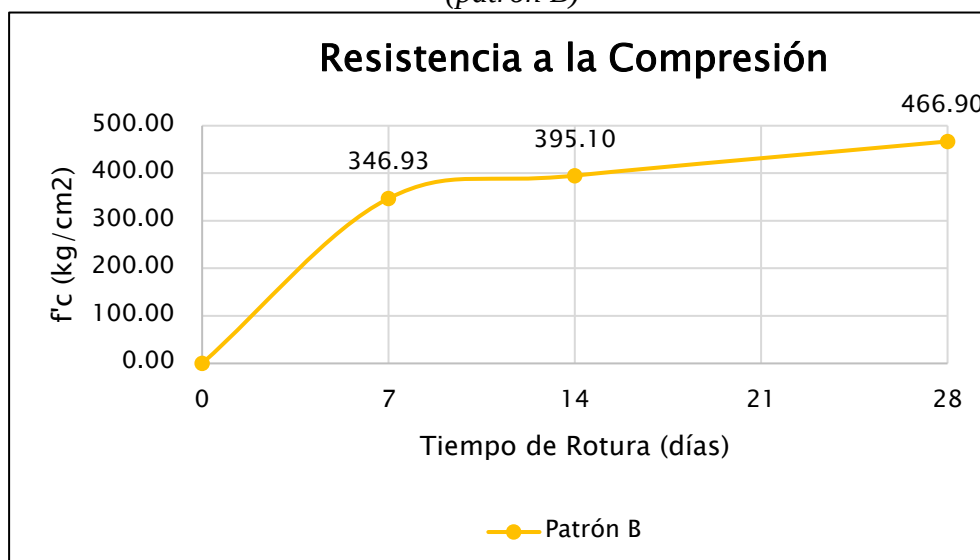
Ilustración 17. *Curva de resistencia 420 kg/cm² del concreto tradicional (patrón A)*



Fuente: Elaboración Propia.

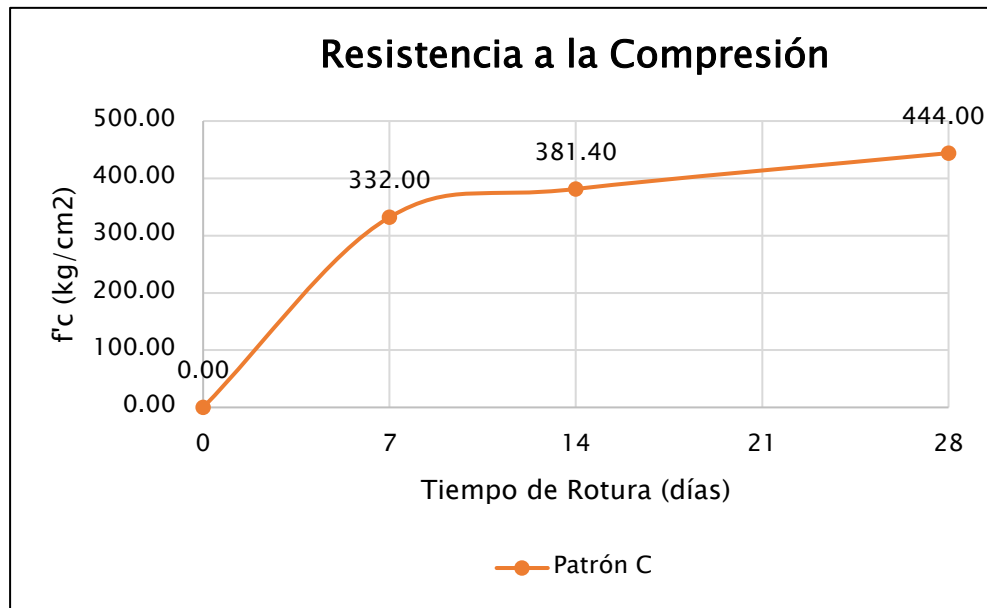
En la ilustración 18 se observa que la curva de resistencia a la compresión del concreto tradicional (patrón A) supera la resistencia diseñada de 420 kg/cm². Esto se debe a los materiales usados para diseñar las mezclas correspondientes.

Ilustración 18. *Curva de resistencia 420 kg/cm² del concreto experimental (patrón B)*



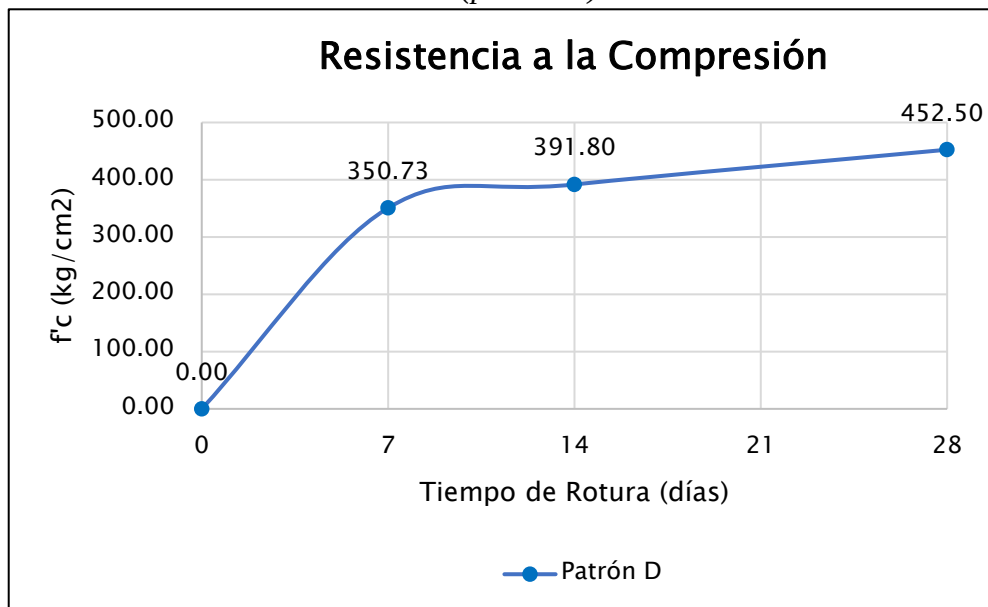
Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 19. Curva de resistencia 420 kg/cm² del concreto experimental
(patrón C)



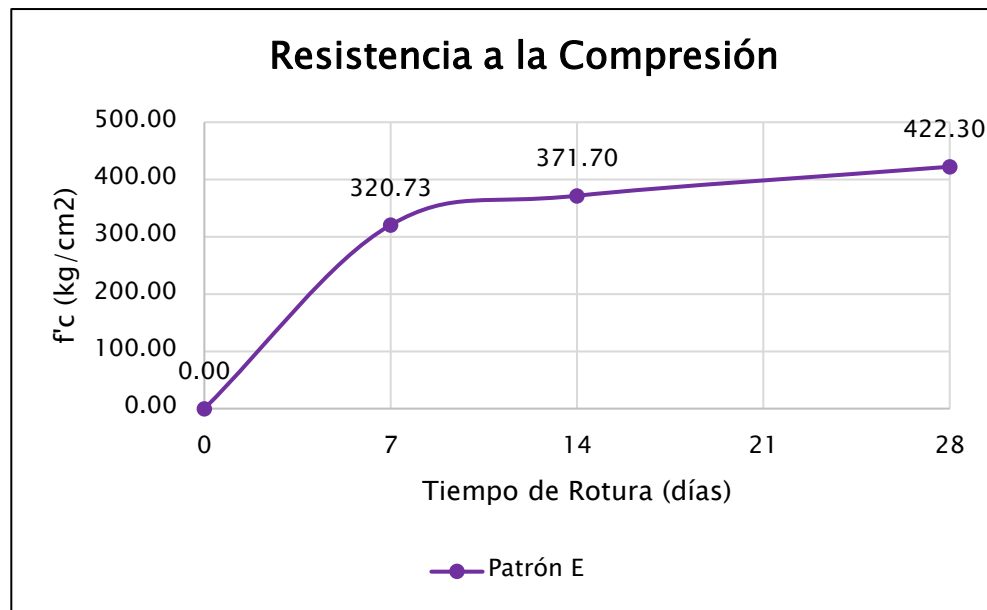
Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 20. Curva de resistencia 420 kg/cm² del concreto experimental
(patrón D)



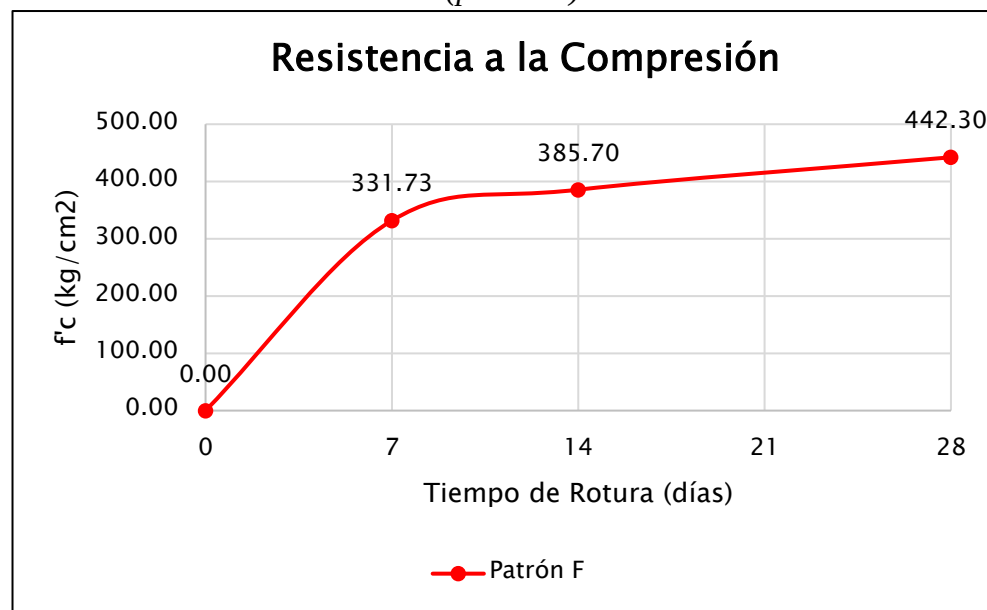
Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 21. Curva de resistencia 420 kg/cm² del concreto experimental
(patrón E)



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 22. Curva de resistencia 420 kg/cm² del concreto experimental
(patrón F)

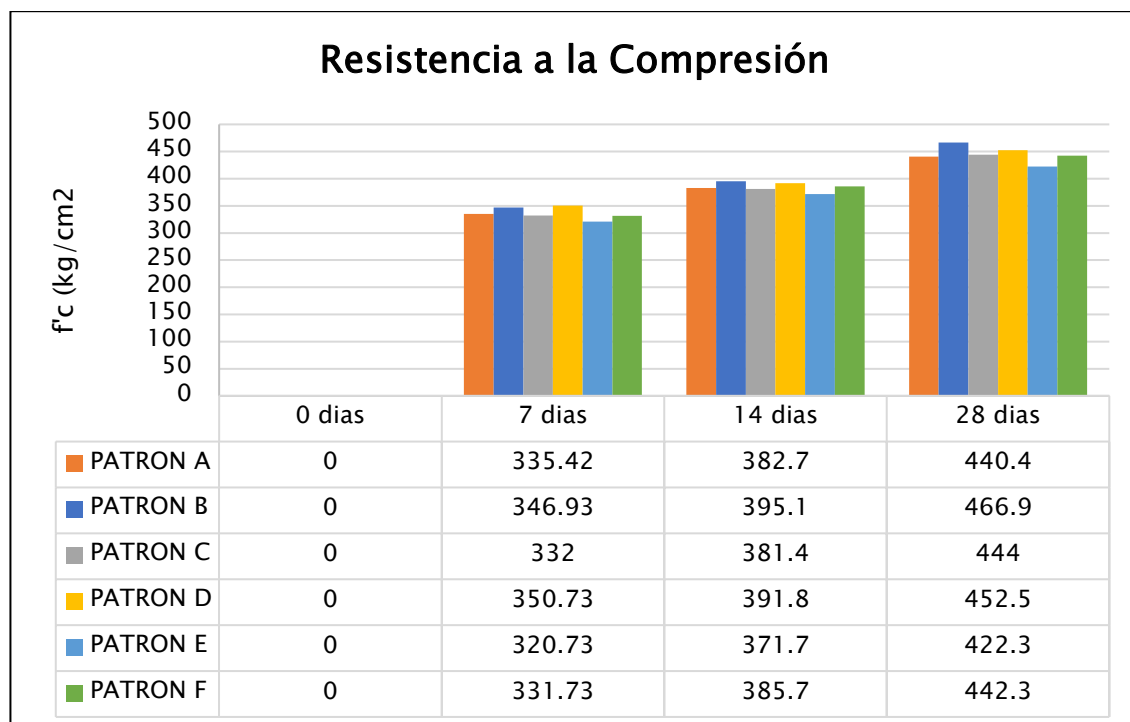


Fuente: Elaboración Propia.

En las ilustraciones 19, 20, 21, 22 y 23 observamos las curvas de resistencias del concreto experimental elaborado con relaves mineros y cal, se visualiza que los cinco diseños sobrepasan la resistencia diseñada de 420 kg/cm²,

pero que al aumentar mayor proporción de relave minero y cal la resistencia tiende a bajar.

Ilustración 23. Resistencias a la compresión de todas las muestras.



Fuente: Elaboración Propia.

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Aplicación de la Prueba de Normalidad

Las pruebas de normalidad fueron aplicadas a los datos obtenidos a los 28 días de curado del concreto, ya que este periodo representa el punto de madurez estándar para evaluar las propiedades mecánicas del concreto según la normativa técnica vigente (como la NTP 339.034 o ASTM C39). Evaluar la normalidad a los 28 días permite validar si los datos siguen una distribución adecuada para el uso de pruebas estadísticas paramétricas en el análisis de resultados, garantizando así la rigurosidad de los métodos empleados en la interpretación de los efectos del tratamiento experimental.

Prueba de Normalidad para la Hipótesis General

La prueba de normalidad se llevó a cabo empleando el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 27, tomando como variable dependiente la resistencia a la compresión, absorción y la densidad del concreto. Esta verificación permitió identificar si los datos obtenidos siguen una distribución normal, condición esencial para aplicar pruebas estadísticas paramétricas en el análisis de los resultados experimentales.

Tabla 27. *Prueba de Normalidad para la Hipótesis General*

Prueba de Normalidad							
	Patrones	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	Patrón A	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón B	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón C	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón D	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón E	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón F	0.175	3	.	1.000	3	1.000
Absorción	Patrón A	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón B	0.265	3	.	0.953	3	0.584
	Patrón C	0.246	3	.	0.970	3	0.667
	Patrón D	0.249	3	.	0.968	3	0.656
	Patrón E	0.313	3	.	0.894	3	0.368
	Patrón F	0.313	3	.	0.894	3	0.368
Densidad	Patrón A	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón B	0.253	3	.	0.964	3	0.637
	Patrón C	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón D	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón E	0.292	3	.	0.923	3	0.463
	Patrón F	0.253	3	.	0.964	3	0.637

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

En los resultados obtenidos, se observa que los valores de significancia (Sig.) para todas las muestras analizadas en ambas pruebas son mayores a 0.05. En el caso de la resistencia a la compresión, todos los patrones (A, B, C, D, E y F) presentaron valores de 1.000, evidenciando una distribución plenamente normal. De manera similar, las variables absorción y densidad también mostraron valores de significancia superiores a 0.05, lo que indica que los datos se ajustan al modelo de distribución normal. Por lo tanto, se concluye que las tres variables evaluadas (resistencia a la compresión, absorción y densidad) presentan una distribución normal, cumpliendo así con el supuesto estadístico requerido para la aplicación de pruebas paramétricas en el análisis comparativo de los resultados experimentales.

Prueba de Normalidad para la Hipótesis Específica 01

Tabla 28. *Prueba de Normalidad para la Hipótesis Específica 01*

Prueba de Normalidad							
	Patrones	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Compresión	Patrón A	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón B	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón C	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón D	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón E	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón F	0.175	3	.	1.000	3	1.000

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

Dado que los valores de significancia (p-valor) obtenidos para las muestras de concreto tradicional y los concretos experimentales con relave minero y cal son mayores o iguales a 0.05, se acepta la hipótesis nula. Esto indica que las variables correspondientes a las resistencias a la compresión presentan

una distribución normal, permitiendo así el uso de pruebas estadísticas paramétricas en el análisis comparativo.

Prueba de Normalidad para la Hipótesis Específica 02

Tabla 29. *Prueba de Normalidad para la Hipótesis Específica 02*

Prueba de Normalidad							
	Kolmogorov - Smirnov				Shapiro - Wilk		
	Patrones	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Absorción	Patrón A	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón B	0.265	3	.	0.953	3	0.584
	Patrón C	0.246	3	.	0.970	3	0.667
	Patrón D	0.249	3	.	0.968	3	0.656
	Patrón E	0.313	3	.	0.894	3	0.368
	Patrón F	0.313	3	.	0.894	3	0.368

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

En la prueba de Shapiro-Wilk, aplicada para determinar la normalidad de los datos de resistencia a la compresión de los patrones A, B, C, D, E y F, se obtuvieron valores de significancia (Sig.) mayores a 0.05 en todos los casos, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Específicamente, los valores de p fueron: Patrón A = 1.000, Patrón B = 0.584, Patrón C = 0.667, Patrón D = 0.656, Patrón E = 0.368 y Patrón F = 0.368. En consecuencia, se concluye que los datos correspondientes a los seis patrones evaluados presentan una distribución normal, por lo cual es estadísticamente válido aplicar pruebas paramétricas en los análisis posteriores.

Prueba de Normalidad para la Hipótesis Específica 03

Tabla 30. *Prueba de Normalidad para la Hipótesis Específica 03*

Prueba de Normalidad							
	Patrones	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Densidad	Patrón A	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón B	0.253	3	.	0.964	3	0.637
	Patrón C	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón D	0.175	3	.	1.000	3	1.000
	Patrón E	0.292	3	.	0.923	3	0.463
	Patrón F	0.253	3	.	0.964	3	0.637

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

Los resultados obtenidos en la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la variable densidad del concreto evidencian que todos los patrones evaluados (A, B, C, D, E y F) presentan valores de significancia superiores a 0.05, lo que implica que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Específicamente, los valores de p fueron: Patrón A = 1.000, Patrón B = 0.637, Patrón C = 1.000, Patrón D = 1.000, Patrón E = 0.463 y Patrón F = 0.637. En consecuencia, se concluye que los datos correspondientes a la densidad del concreto presentan una distribución normal en todos los patrones analizados, lo que permite la aplicación válida de pruebas estadísticas de tipo paramétrico en los análisis posteriores.

4.3.2. Prueba de ANOVA

Para comprobar la homogeneidad de varianzas entre los grupos, se aplicó la prueba de Levene. Esta prueba permite verificar si las varianzas de las muestras son iguales, condición fundamental para aplicar análisis estadísticos paramétricos como el ANOVA. El criterio de decisión se establece de la siguiente manera:

- Si el valor p obtenido en la prueba es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0), concluyéndose que las varianzas no son homogéneas.
- Si el valor p es mayor o igual que 0.05, se acepta la hipótesis nula (H_0), lo que indica que las varianzas son homogéneas entre los grupos analizados.

Prueba de ANOVA para la Hipótesis General

Con el propósito de contrastar la Hipótesis General, que plantea que los *adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco*, se aplicó la prueba estadística ANOVA (Análisis de Varianza).

Tabla 31. *Prueba de ANOVA para la Hipótesis General*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresión	Entre grupos	3240,520	5	648,104	2356,742	< .001
	Dentro de grupos	3,300	12	0,275		
	Total	3243,820	17			
Absorción	Entre grupos	9,701	5	1,940	4,521	0.015
	Dentro de grupos	5,150	12	0,429		
	Total	14,852	17			
Densidad	Entre grupos	0,024	5	0,005	18,916	< .001
	Dentro de grupos	0,003	12	0,000		
	Total	0,027	17			

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

Los resultados muestran que en las tres variables analizadas se presentan valores de significancia (p) menores a 0.05, lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de mezcla evaluados. En particular, las variables resistencia a la compresión y densidad presentan

valores de $p < 0.001$, lo que evidencia una influencia muy marcada del uso de relaves mineros y cal sobre las propiedades mecánicas del concreto. Por otro lado, la absorción ($p = 0.015$) también muestra diferencias significativas, aunque de menor magnitud, lo que sugiere que la incorporación de estos materiales contribuye a reducir la permeabilidad y, por ende, mejorar la durabilidad de los adoquines tipo II.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba ANOVA, se confirma que las tres variables físico-mecánicas analizadas presentan diferencias estadísticamente significativas entre las dosificaciones estudiadas. Esto valida la hipótesis general, demostrando que la incorporación de relaves mineros y cal en la mezcla de concreto mejora las propiedades físico-mecánicas de los adoquines tipo II, haciéndolos adecuados para su uso estructural en pavimentos destinados al tránsito de vehículos ligeros en la ciudad de Pasco.

Prueba de ANOVA para la Hipótesis Específica 01

Con el propósito de contrastar la Hipótesis Específica 01, que sostiene que ***los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una resistencia a la compresión superior a la dosificación convencional***, se aplicó la prueba de ANOVA (Análisis de Varianza). Esta herramienta estadística permite comparar las medias de resistencia a la compresión entre los diferentes grupos de mezcla, bajo el supuesto de que las varianzas sean homogéneas.

Tabla 32 Prueba de ANOVA para la Hipótesis Específica 01

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Compresión	Entre grupos	3240,520	5	648,104	2356,742	< .001
	Dentro de grupos	3,300	12	0,275		
	Total	3243,820	17			

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

La prueba ANOVA se aplicó con el objetivo de comparar la resistencia a la compresión entre los seis patrones de mezcla, incluyendo la dosificación convencional y las dosificaciones experimentales con incorporación de relave minero y cal. El análisis arrojó un valor de significancia $p < 0.001$, indicando que el resultado es altamente significativo. Asimismo, se obtuvo un valor de $F = 2356.742$, lo que refleja una marcada diferencia entre las medias de los grupos evaluados en comparación con la variabilidad interna de cada grupo. La suma de cuadrados entre grupos fue de 3240.520, mientras que dentro de los grupos fue de solo 3.300, lo que refuerza la existencia de diferencias notables. En este sentido, al ser el valor de p menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión entre los patrones analizados. Por tanto, se valida la Hipótesis Específica 01, demostrando que al menos una de las mezclas experimentales que incorpora relave minero y cal mejora significativamente la resistencia a la compresión con respecto a la mezcla convencional.

Prueba de ANOVA para la Hipótesis Específica 02

Con el propósito de contrastar la Hipótesis Específica 02, que plantea que ***la propiedad física de absorción en los adoquines de concreto que incorporan un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presenta un mejor desempeño en comparación con los adoquines tipo II***

elaborados con una dosificación convencional, se aplicó la prueba de ANOVA (Análisis de Varianza).

Tabla 33. Prueba de ANOVA para la Hipótesis Específica 02

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Absorción	Entre grupos	9,701	5	1,940	4,521	0.015
	Dentro de grupos	5,150	12	0,459		
	Total	14,852	17			

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

Se aplicó la prueba ANOVA para determinar si existían diferencias significativas en los valores de absorción entre los seis patrones de mezcla, considerando tanto la dosificación convencional como las mezclas experimentales con incorporación de relave minero y cal. El análisis arrojó un valor de significancia (p) = 0.015, inferior al nivel crítico de 0.05, lo que indica que los resultados son estadísticamente significativos. El valor de $F = 4.521$ refleja una diferencia considerable entre la variabilidad de los grupos en comparación con la variabilidad interna. Asimismo, la suma de cuadrados entre grupos fue de 9.701, mientras que dentro de los grupos fue de 5.150, reforzando que las diferencias observadas no son atribuibles al azar. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas en la absorción entre los patrones analizados. Por lo tanto, se valida la Hipótesis Específica 02, confirmando que al menos una de las mezclas experimentales con relave minero y cal presenta un mejor desempeño en términos de absorción respecto a la mezcla convencional.

Prueba de ANOVA para la Hipótesis Específica 03

Para contrastar la Hipótesis Específica 03, que plantea que **los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un**

porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una densidad adecuada para su aplicación en tránsito vehicular ligero, se aplicó la prueba ANOVA (Análisis de Varianza). Esta prueba estadística permite evaluar si existen diferencias significativas en los valores promedio de densidad entre los distintos grupos de mezcla.

Tabla 34. Prueba de ANOVA para la Hipótesis Específica 03

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Absorción	Entre grupos	0,024	5	0,005	18,916	< .001
	Dentro de grupos	0,003	12	0,000		
	Total	0,027	17			

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

Se aplicó la prueba ANOVA con el objetivo de evaluar si existen diferencias significativas en los valores de densidad entre los seis patrones de mezcla, que incluyen tanto la dosificación convencional como las formulaciones experimentales con relave minero y cal. El análisis mostró un valor de significancia (p) = 0.000, el cual es menor al umbral de 0.05, indicando que las diferencias entre los grupos son estadísticamente significativas. El valor de $F = 18.916$ señala una alta proporción entre la variabilidad entre grupos y la variabilidad dentro de los grupos. Además, la suma de cuadrados entre grupos fue de 0.024, muy superior a la suma de cuadrados dentro de los grupos, que fue de solo 0.003, lo que refuerza que las diferencias en los valores de densidad no son producto del azar. En consecuencia, al ser $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que existen diferencias significativas en la densidad entre los patrones evaluados. Por lo tanto, se valida la Hipótesis Específica 03, demostrando que al menos una de las mezclas con relave minero y cal logra una densidad adecuada para su aplicación en tránsito vehicular ligero.

4.3.3. Prueba de Post Hoc

La prueba post hoc es un análisis complementario que se aplica tras obtener un resultado significativo en una prueba ANOVA, cuando se detectan diferencias entre tres o más grupos. Su finalidad es identificar específicamente entre qué grupos existen diferencias significativas. Dentro de las pruebas post hoc, una de las más utilizadas es la prueba HSD de Tukey, que compara todas las posibles combinaciones de medias entre los grupos y controla el error tipo I acumulado.

Esta prueba permite establecer con precisión qué dosificaciones difieren significativamente entre sí en relación con una variable dependiente, como la resistencia, la absorción o la densidad, según el caso. El criterio de decisión se basa en el valor de significancia (p); si $p < 0.05$, se concluye que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos comparados.

En el contexto de esta investigación, la prueba post hoc fue fundamental para identificar cuáles de las mezclas con relave minero y cal presentan un mejor comportamiento físico-mecánico en comparación con la mezcla convencional, permitiendo así tomar decisiones técnicas sustentadas sobre la dosificación óptima.

Prueba de Post Hoc para la Hipótesis General

Al realizar la Prueba Post Hoc de la hipótesis general obtuvimos la conclusión general comparativa siguiente:

Tabla 35. Conclusión general comparativa

Variable	F	Sig.	Nivel de diferencia	Patrones destacados	Interpretación principal
Compresión	2356.742	< .001	Muy alta	B>D>C>F>A>E	La resistencia varía fuertemente entre patrones.
Absorción	4.521	0.015	Moderada	B<F<A<D<C<E	Solo algunos patrones difieren; B tiene menor absorción.
Densidad	18.916	< .001	Alta	B>F>A>D>C>E	Densidad y compresión muestran Relación positiva.

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (HSD), se observó que los patrones con mayor densidad (B y F) también registraron los mayores valores de resistencia a la compresión, mostrando una correlación positiva directa entre ambas variables. En contraposición, los patrones con menor densidad (C y E) presentaron los valores más bajos de resistencia, confirmando que una estructura más compacta favorece el desempeño mecánico del concreto.

Asimismo, la variable absorción presentó una tendencia inversa respecto a la densidad y la compresión. Los patrones con menor absorción de agua (B y F) coincidieron con los de mayor resistencia y densidad, lo que sugiere una menor porosidad y una mayor impermeabilidad del material. Este comportamiento es consistente con los principios de la tecnología del concreto, donde un menor contenido de poros y una compactación adecuada mejoran significativamente la resistencia y durabilidad del material.

En conjunto, los resultados demuestran que:

- A mayor densidad, se obtiene una mayor resistencia a la compresión.
- A menor absorción, se presenta una mejor calidad estructural y menor permeabilidad.

- Por tanto, existe una correlación inversa entre absorción y resistencia, y una correlación directa entre densidad y compresión.

Estos hallazgos confirman que el control de la densidad y la absorción constituye un factor determinante en el logro de concretos más resistentes, homogéneos y duraderos. En este estudio, el Patrón B se destaca como el de mejor desempeño integral, seguido de los patrones F y D, mientras que los patrones C y E presentan las propiedades más bajas en términos mecánicos y físicos.

Tabla 36 Prueba Post Hoc - Comparación múltiples Hipótesis Específica 01

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: Compresión							
	(I) Patrones	(J) Patrones	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Patron A	Patron B	-26,50000*	,42817	<.001	-27,9382	-25,0618
		Patron C	-3,60000*	,42817	<.001	-5,0382	-2,1618
		Patron D	-12,10000*	,42817	<.001	-13,5382	-10,6618
		Patron E	18,10000*	,42817	<.001	16,6618	19,5382
		Patron F	-1,90000*	,42817	,008	-3,3382	-,4618
	Patron B	Patron A	26,50000*	,42817	<.001	25,0618	27,9382
		Patron C	22,90000*	,42817	<.001	21,4618	24,3382
		Patron D	14,40000*	,42817	<.001	12,9618	15,8382
		Patron E	44,60000*	,42817	<.001	43,1618	46,0382
		Patron F	24,60000*	,42817	<.001	23,1618	26,0382
	Patron C	Patron A	3,60000*	,42817	<.001	2,1618	5,0382
		Patron B	-22,90000*	,42817	<.001	-24,3382	-21,4618
		Patron D	-8,50000*	,42817	<.001	-9,9382	-7,0618
		Patron E	21,70000*	,42817	<.001	20,2618	23,1382
		Patron F	1,70000*	,42817	,018	,2618	3,1382
	Patron D	Patron A	12,10000*	,42817	<.001	10,6618	13,5382
		Patron B	-14,40000*	,42817	<.001	-15,8382	-12,9618
		Patron C	8,50000*	,42817	<.001	7,0618	9,9382
		Patron E	30,20000*	,42817	<.001	28,7618	31,6382
		Patron F	10,20000*	,42817	<.001	8,7618	11,6382
	Patron E	Patron A	-18,10000*	,42817	<.001	-19,5382	-16,6618
		Patron B	-44,60000*	,42817	<.001	-46,0382	-43,1618
		Patron C	-21,70000*	,42817	<.001	-23,1382	-20,2618
		Patron D	-30,20000*	,42817	<.001	-31,6382	-28,7618
		Patron F	-20,00000*	,42817	<.001	-21,4382	-18,5618
	Patron F	Patron A	1,90000*	,42817	,008	,4618	3,3382
		Patron B	-24,60000*	,42817	<.001	-26,0382	-23,1618
		Patron C	-1,70000*	,42817	,018	-3,1382	-,2618
		Patron D	-10,20000*	,42817	<.001	-11,6382	-8,7618
		Patron E	20,00000*	,42817	<.001	18,5618	21,4382

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

La prueba post hoc HSD de Tukey se aplicó tras haber encontrado diferencias significativas en la prueba ANOVA, con el fin de identificar específicamente qué pares de patrones presentan diferencias significativas en la resistencia a la compresión. Los resultados indican que todas las comparaciones entre los distintos patrones son estadísticamente significativas, ya que todos los valores de significancia (Sig.) son menores a 0.05. Las diferencias encontradas entre cada par de patrones reflejan que cada mezcla presenta una resistencia distinta a la de los demás, lo que demuestra una alta sensibilidad de la variable compresión frente a las variaciones en la dosificación de relave minero y cal.

- El Patrón B (30%RM + 5%Cal) mostró la mayor diferencia positiva frente a todos los demás, con valores tan altos como +44.60 respecto al Patrón E (50%RM + 15%Cal), lo que indica que B (30%RM + 5%Cal) alcanzó una resistencia mucho mayor.
- El Patrón E (50%RM + 15%Cal), en cambio, presentó consistentemente las resistencias más bajas, con diferencias negativas significativas respecto a todos los demás patrones.
- Las diferencias entre patrones como A (Tradicional) vs C (50%RM + 5%Cal) (-3.60) o C (50%RM + 5%Cal) vs F (40%RM + 10%Cal) (+1.70) también son significativas, aunque de menor magnitud, lo que indica que incluso cambios pequeños en la dosificación generan efectos medibles en la resistencia.

En resumen, se confirma que la dosificación con relave minero y cal afecta significativamente la resistencia a la compresión, y que al menos uno de los patrones experimentales (como el Patrón B) mejora sustancialmente esta

propiedad en comparación con la mezcla convencional (Patrón E). Esto refuerza y complementa la validación estadística de la Hipótesis Específica 01.

Prueba de Post Hoc para la Hipótesis Específica 02

Tabla 37. Prueba Post Hoc - Comparación múltiples Hipótesis Específica 02

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: Absorción							
	(I) Patrones	(J) Patrones	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Patrón A	Patrón B	,14667	,53491	1,000	-1,6500	1,9434
		Patrón C	-1,18333	,53491	,300	-2,9800	,6134
		Patrón D	-,46000	,53491	,949	-2,2567	1,3367
		Patrón E	-1,97333*	,53491	,029	-3,7700	-,1766
		Patrón F	-,32333	,53491	,989	-2,1200	1,4734
	Patrón B	Patrón A	-,14667	,53491	1,000	-1,9434	1,6500
		Patrón C	-1,33000	,53491	,203	-3,1267	,4667
		Patrón D	-,60667	,53491	,858	-2,4034	1,1900
		Patrón E	-2,12000*	,53491	,018	-3,9167	-,3233
		Patrón F	-,47000	,53491	,945	-2,2667	1,3267
	Patrón C	Patrón A	1,18333	,53491	,300	-,6134	2,9800
		Patrón B	1,33000	,53491	,203	-,4667	3,1267
		Patrón D	,72333	,53491	,753	-1,0734	2,5200
		Patrón E	-,79000	,53491	,684	-2,5867	1,0067
		Patrón F	,86000	,53491	,609	-,9367	2,6567
	Patrón D	Patrón A	,46000	,53491	,949	-1,3367	2,2567
		Patrón B	,60667	,53491	,858	-1,1900	2,4034
		Patrón C	-,72333	,53491	,753	-2,5200	1,0734
		Patrón E	-1,51333	,53491	,119	-3,3100	,2834
		Patrón F	,13667	,53491	1,000	-1,6600	1,9334
	Patrón E	Patrón A	1,97333*	,53491	,029	,1766	3,7700
		Patrón B	2,12000*	,53491	,018	,3233	3,9167
		Patrón C	,79000	,53491	,684	-1,0067	2,5867
		Patrón D	1,51333	,53491	,119	-,2834	3,3100
		Patrón F	1,65000	,53491	,079	-,1467	3,4467
	Patrón F	Patrón A	,32333	,53491	,989	-1,4734	2,1200
		Patrón B	,47000	,53491	,945	-1,3267	2,2667
		Patrón C	-,86000	,53491	,609	-2,6567	,9367
		Patrón D	-,13667	,53491	1,000	-1,9334	1,6600
		Patrón E	-1,65000	,53491	,079	-3,4467	,1467

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

La prueba post hoc HSD de Tukey se utilizó para identificar cuáles de los seis patrones de mezcla presentan diferencias significativas en la absorción del

concreto, luego de que la prueba ANOVA confirmara que existían diferencias globales.

De las 15 comparaciones posibles entre pares de patrones, solo dos mostraron diferencias estadísticamente significativas al nivel de 0.05, marcadas con asterisco (*):

- Patrón A (Tradicional) vs Patrón E (50%RM + 15%Cal): diferencia de medias = -1.97333, con $p = 0.029$.
- Patrón B (30%RM + 5%Cal) vs Patrón E (50%RM + 15%Cal): diferencia de medias = -2.12000, con $p = 0.018$.

Estas diferencias indican que el Patrón E presenta valores de absorción significativamente menores que los Patrones A y B, lo cual sugiere un mejor comportamiento frente a la absorción. Las demás comparaciones no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$), lo que indica que los valores de absorción entre esos grupos son estadísticamente similares.

En resumen, la prueba post hoc confirma que el Patrón E (mezcla experimental con relave minero y cal) presenta un mejor desempeño en cuanto a absorción en comparación con las mezclas convencionales (A y B). Este resultado respalda la Hipótesis Específica 02, que propone que las mezclas con incorporación de relave presentan mejoras físicas frente a las tradicionales.

Prueba de Post Hoc para la Hipótesis Específica 03

Tabla 38. Prueba Post Hoc - Comparación múltiples Hipótesis Específica 03

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Densidad

						Intervalo de confianza al 95%	
	(I) Patrones	(J) Patrones	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	Patron A	Patron B	-,04333	,01291	,050	-,0867	,0000
		Patron C	-,10000*	,01291	<.001	-,1434	-,0566
		Patron D	-,05000*	,01291	,021	-,0934	-,0066
		Patron E	-,10333*	,01291	<.001	-,1467	-,0600
		Patron F	-,03667	,01291	,117	-,0800	,0067
	Patron B	Patron A	,04333	,01291	,050	,0000	,0867
		Patron C	-,05667*	,01291	,009	-,1000	-,0133
		Patron D	-,00667	,01291	,994	-,0500	,0367
		Patron E	-,06000*	,01291	,006	-,1034	-,0166
		Patron F	,00667	,01291	,994	-,0367	,0500
	Patron C	Patron A	,10000*	,01291	<.001	,0566	,1434
		Patron B	,05667*	,01291	,009	,0133	,1000
		Patron D	,05000*	,01291	,021	,0066	,0934
		Patron E	-,00333	,01291	1,000	-,0467	,0400
		Patron F	,06333*	,01291	,004	,0200	,1067
	Patron D	Patron A	,05000*	,01291	,021	,0066	,0934
		Patron B	,00667	,01291	,994	-,0367	,0500
		Patron C	-,05000*	,01291	,021	-,0934	-,0066
		Patron E	-,05333*	,01291	,014	-,0967	-,0100
		Patron F	,01333	,01291	,898	-,0300	,0567
	Patron E	Patron A	,10333*	,01291	<.001	,0600	,1467
		Patron B	,06000*	,01291	,006	,0166	,1034
		Patron C	,00333	,01291	1,000	-,0400	,0467
		Patron D	,05333*	,01291	,014	,0100	,0967
		Patron F	,06667*	,01291	,002	,0233	,1100
	Patron F	Patron A	,03667	,01291	,117	-,0067	,0800
		Patron B	-,00667	,01291	,994	-,0500	,0367
		Patron C	-,06333*	,01291	,004	-,1067	-,0200
		Patron D	-,01333	,01291	,898	-,0567	,0300
		Patron E	-,06667*	,01291	,002	-,1100	-,0233

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: IBM SPSS Statistics 27.

La prueba post hoc HSD de Tukey, aplicada tras obtener resultados significativos en el ANOVA, permitió identificar diferencias estadísticamente significativas en la densidad del concreto entre varios pares de patrones de mezcla. Los resultados evidencian que los Patrones C (50%RM + 5%Cal) y E

(50%RM + 15%Cal) presentan los valores de densidad más altos, con diferencias significativas frente a los Patrones A, B, D y F ($p < 0.05$), mientras que el Patrón F muestra densidades más bajas en comparación con C y E. Algunas combinaciones, como B vs D o A vs F, no presentan diferencias significativas, indicando similitud entre esas mezclas. En conjunto, estos hallazgos validan la Hipótesis Específica 03, confirmando que la incorporación de relave minero y cal en la dosificación mejora la densidad del concreto, haciéndolo adecuado para aplicaciones en tránsito vehicular ligero.

4.4. Discusión de resultados

Se generaron tablas y gráficos para detallar las pruebas de laboratorio realizadas, abarcando análisis granulométricos y propiedades físicas de agregados, concreto y del relave minero. En concreto fresco se evaluaron asentamiento y temperatura, mientras que en concreto endurecido se midieron resistencia a la compresión, densidad y absorción a los 7, 14 y 28 días. Los ensayos compararon el concreto tradicional y experimental, proporcionando datos clave para confirmar la hipótesis mediante análisis y estudios previos.

- Para (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020), en la elaboración de un adoquín tipo II destinado a tránsito ligero, determinó que el porcentaje máximo de relave utilizado como reemplazo del agregado fino, para lograr una resistencia mínima promedio de tres muestras ($f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$), fue del 10%, alcanzando una resistencia promedio de 381.45 kg/cm^2 . La dosificación óptima, sin embargo, fue del 55% de relave minero, la cual no superó la resistencia promedio del diseño patrón (392.81 kg/cm^2), pero cumplió con los límites establecidos en la NTP 399.611, obteniendo una resistencia de 384.72 kg/cm^2 . En nuestra investigación al realizar los

adoquines con el 30% de relave minero y 5% de cal (Patrón B) llega a una resistencia mayor la del diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, teniendo así una resistencia de 466.90 kg/cm^2 , esto se debe que se incrementó cal, ya que la cal proporciona más trabajabilidad y aumenta la durabilidad del concreto.

- (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020) también indicó que los controles de calidad realizados a los adoquines con adición de relaves mineros indican que cumplen con los requisitos de absorción, resistencia a la compresión, densidad y dimensionamiento establecidos en las normas NTP 399.604 y NTP 399.611. Esto ha generado mejoras en la absorción y densidad de la unidad de adoquín, haciéndola más compacta, lo que proporciona una mayor resistencia a la intemperie en comparación con un adoquín tradicional. De igual manera en nuestra investigación vemos que la absorción mejora al reemplazar 30% de relave minero y 5% de cal, pero al aumentar mayor cantidad de relave hace que el adoquín absorbe más agua la que la hace menos resistente.
- En la tesis de (Rojas Huamaní & Ventura Huaman, 2017), demostraron que en los resultados del análisis de ANOVA los porcentajes de relave minero (RM) tiene una influencia significativa sobre la resistencia a la compresión del concreto curado durante 28 días. Se determinó que el tratamiento T2: 50% RM tiene un impacto más destacado, ya que este tratamiento alcanza una mayor resistencia a la compresión. En nuestro caso el mejor tratamiento fue el patrón B (30% de RM y 5% de Cal) la cual alcanzo mayor resistencia de 466.90 kg/cm^2 a los 28 días de curado.
- También (Rojas Huamaní & Ventura Huaman, 2017) concluyó que el desempeño en la propiedad de resistencia a la compresión del BCE producido

con T2: 50% RM como reemplazo del agregado fino es el más favorable, ya que, en comparación con T0: 0% RM (patrón), presenta un incremento del 12.44% en su resistencia, cumpliendo además con lo establecido en la norma NTP 399.602. Para nuestro caso al aumentar 30% de RM y 5% de Cal presenta un incremento de 11% con respecto al diseño de mezcla 420 kg/cm² para un adoquín de tipo II.

CONCLUSIONES

- El objetivo general de la investigación permitió determinar que el reemplazo de relave minero y cal mejora las propiedades del adoquín con una resistencia característica de 420 kg/cm² de Tipo II, superando al concreto tradicional. El relave minero, al ser un recurso fácilmente disponible y más en la Ciudad de Pasco por ser una zona minera, permite su aprovechamiento, lo que contribuye a reducir considerablemente el desperdicio y la contaminación. Además, este material ha generado un notable interés debido a los resultados positivos obtenidos en su uso.
- Primeramente observamos que el relave minero tiene las características físicas similares al agregado fino como son: en el ensayo de granulometría el relave tiene un módulo de fineza de 2.68 y el agregado tiene 2.92, con respecto a la humedad el relave contiene una humedad de 3.21% y el agregado fino un 4.30% la cual indica que el relave tiene menos humedad, en el peso específico de igual manera se asemejan ya que el relave minero tiene un peso específico de 1.99 gr/cm³ y en el agregado se obtiene 2.65 gr/cm³ las cuales los dos cumplen con los rangos de las normas técnicas y en la absorción de igual manera se asemejan ya que el relave minero tiende a absorber un 2.62% de agua y el agregado fino un 2.87% de agua la cual favorece para esta investigación.
- Durante el proceso experimental se observó que la incorporación de relave minero y cal modificó la trabajabilidad de las mezclas, evidenciándose una reducción en el asentamiento en determinados patrones. Si bien la consistencia no fue considerada como indicador principal de la investigación, estos resultados aportan información relevante para comprender el comportamiento del material en estado fresco y su facilidad de colocación.

- Respecto al peso unitario o densidad de los adoquines, si bien no constituye un indicador definido en la variable de estudio, se constató un incremento en la masa unitaria de las probetas con mayor contenido de adiciones (Patrones B y E), lo que evidencia un efecto positivo en la compactación y estabilidad volumétrica del concreto. Estos hallazgos complementarios sugieren que la incorporación de relave minero y cal no solo es viable, sino que además puede favorecer el desempeño estructural del adoquín en condiciones de servicio.
- Se observó que la resistencia a compresión del adoquín de concreto tipo II varió según las diferentes proporciones de relave minero y cal evaluadas a los 28 días. La dosificación del 30% RM y 5% Cal (patrón B) mostró el mejor rendimiento, cumpliendo con los estándares establecidos en la norma NTP 399.611 del proyecto. La resistencia a la compresión, alcanzó un valor de 466.90 kg/cm² a los 28 días de curado, siendo este un 11% más que el diseño de mezcla 420 kg/cm², pero si se reemplaza el 50% de RM y 15% de Cal (patrón E) la resistencia tiende a bajar, se obtuvo como resultado 422.30 kg/cm², aunque si cumplió con los requisitos según la norma NTP 399.611 concluimos que a mayor cantidad de RM y Cal la resistencia tiende a bajar.
- Se identificó que la absorción tiende a incrementarse cuando se añade una mayor proporción de relave minero y cal. En esta investigación, el valor más alto se obtuvo en el Patrón E (6.20 %), correspondiente a un reemplazo del 50 % de RM y 15 % de cal. En contraste, al utilizar una dosificación de 30 % de RM y 5 % de cal (Patrón B), la absorción disminuyó hasta 4.08 %. De manera similar, el Patrón F también evidenció un bajo porcentaje de absorción (4.55 %). Como se observa en la Ilustración 16, estos patrones (B y F) muestran menores valores de absorción en comparación con el concreto tradicional y los patrones C y E, lo que implica una

mayor resistencia, dado que al absorber menos agua presentan una estructura más compacta. Asimismo, de acuerdo con la Ilustración 15, estos patrones alcanzan una mayor densidad, lo cual refleja una menor cantidad de vacíos internos y, en consecuencia, un mejor desempeño mecánico frente a la acción del agua.

- Los resultados obtenidos evidencian que existe una relación directa entre la densidad y la resistencia a la compresión, e inversa con la absorción. Los patrones con mayor densidad y menor absorción (B y F) mostraron los mejores valores de resistencia, confirmando que una menor porosidad y una estructura más compacta optimizan el desempeño mecánico del concreto. En consecuencia, el control de la densidad y la absorción se consolida como un factor esencial para obtener concretos más resistentes, duraderos y de mejor calidad estructural.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere la fabricación de adoquines con un reemplazo de relaves mineros en porcentajes inferiores al 50%, con el fin de mitigar el impacto ambiental, logrando una reducción en los costos de los agregados y disminuyendo el impacto ambiental.
- Se sugiere que las medidas del molde para los adoquines sean menores que las dimensiones deseadas, de modo que, al expandirse el concreto, no se vean afectados de manera significativa los requisitos de la norma.
- Se sugiere investigar los casos en los que las comunidades son más afectadas por la contaminación de las relaveras y proponer soluciones similares que beneficien a la población.
- Se recomienda llevar a cabo un estudio químico del material de relave minero, ya que podría presentar alteraciones en el futuro como material utilizado, siendo relevante para investigaciones en el campo de la ingeniería.
- Se recomienda llevar a cabo más investigación sobre el uso de los relaves mineros en concretos prefabricados, como tapas de buzón, postes, veredas y entre otros.
- Se recomienda implementar una planta de producción de adoquines utilizando relaves mineros como materia prima, ya que se proyecta una alta rentabilidad.
- Se sugiere continuar trabajando con concretos prefabricados, ya que los relaves mineros no impactan negativamente las propiedades físicas del concreto, siempre que se utilicen en las cantidades previamente analizadas. Además, se recomienda emplear maquinaria para el tipo de mezclado de la matriz de cemento, a fin de asegurar una mejor homogenización, ya que es crucial que los componentes del concreto estén perfectamente distribuidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del concreto (Teoría y Problemas)* (Segunda edición). San Marcos E. I. R. L.
- Alvarez Risco, A. (2020). Clasificación de las Investigaciones. *Universidad de Lima*, 150.
- ASTM C936. (2021). ASTM-C936-C936M-21. *ASTM International*.
- Beltrán-Rodríguez, L. N., Larrahondo, J. M., & Cobos, D. (2018). Emerging technologies for tailings disposal: Opportunities for Colombian practice. *Universidad Nacional de Colombia Boletín de Ciencias de la Tierra*, 44, 5-20.
- Cales Pascual, S.L. (s. f.). *Ficha Técnica*.
- Cárdenas Ticlavilca, F. J. (2019). *Propuesta de uso de relaves de mina polimetálica en la fabricación de unidades de albañilería—Caso ex unidad minera Mercedes 3* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/625225>
- Carhuamaca Celedonio, J. M. (2018). *Influencia de los relaves en pasta de la empresa Aurex S. A. en la reducción de impactos negativos al aire, agua y suelo en la comunidad de Yurajhuanca*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Carpio, F. (s. f.). *Tecnología del concreto*.
- Carrasco Díaz, S. (2008). *Metodología de la investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación – Biblioteca*. <https://fcctp.usmp.edu.pe/biblioteca/2023/03/30/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-pautas-metodologicas-para-disenar-y-elaborar-el-proyecto-de-investigacion/>

- Cerón Cerón, A. M., & Gutiérrez Arango, C. (2019). *Elaboración de unidades de mampostería perforada de concreto utilizando relaves provenientes de la minería de agregados*. Universidad Santo Tomás.
- Cervantes Pacori, S. A., & Pilco Soto, V. G. (2020). *Determinar la influencia de la adición de vidrio tipo sodo calcico molido y triturado en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto tipo I y II para pavimentos en la ciudad de Arequipa*. Universidad Católica de Santa María.
- Echaveguren Navarro, T. (2013). *Manual de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón* (Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile). Gráfica LOM.
- Enríquez, A., Hermosa, P., Collahuazo, L., Acosta, F., Feijoo, C., Quezada, M., & Ibarra, D. (2022). Estudio de caso para el aprovechamiento de relaves mineros procedentes de la concesión Campanillas, Zamora Chinchipe-Ecuador, como agregado para la elaboración de adoquines. *GEOLatitud*, 5(1), 34-43.
- Galván - Ruiz, M., & Velázquez - Castillo, R. (2011). Cal, un antiguo material como una renovada opción para la construcción. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 12(1), 93-102.
- Hernández - Ros, R. A. (2008). *¿Qué es estructura?* (M^o Concepción Álvarez Morcillo). Cuaderno 60.01.
- Hernández Sampieri, R., Fernández - Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (Cuarta Edición). McGraw-Hill Interamericana.
- ICCG. (2014). *Guía de instalación adoquines—Guatemala*.
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-ricardo-palma/estructuras-y-sistemas-constructivos/guia-de-instalacion-adoquines-iccg-octubre-2014/22234246>.

- Jácome Calderón, J. F., Burbano Morillo, D. S., & Núñez Romero, J. A. (2022). Desarrollo de adoquines a partir de los relaves de mina. *Perfiles*, 1(27), 69-75.
- Jancco Quispe, A., & Huaman Berrio, R. W. (2024). *Influencia de la incorporación de cenizas de cáscara de mango en las propiedades físicas—Mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Paita 2022*. Universidad Continental.
- Lalangui Pulla, L. F., & Méndez Taco, D. S. (2021). *Caracterización de relaves mineros para su aprovechamiento en la fabricación de materiales de construcción*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Machado, L. P., Tamayo, B. M., Fuentes Alpizar, D. de la C., Peña Mijenes, C., & Alonso Aenlle, A. (2022). Empleo de adoquines de concreto en la construcción de pavimentos. *Revista de arquitectura e ingeniería*, 16(2), 1-13.
- Mercado Cortijo, P. J., & Reyna Marquina, K. A. (2020). *Influencia de los porcentajes de los relaves mineros en la resistencia a la compresión en bloques de concreto ensamblables, Trujillo 2019* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24416>
- NTP 334.009. (2020). *Norma Técnica Peruana: NTP 334.009*.
- NTP. 339.035. (2015). CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. *INACAL*, 14.
- NTP 339.088. (2019). Norma Técnica Peruana NTP 339.088. *INACAL*.
- NTP. 339.184. (2021). CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. *INACAL*, 13.
- NTP 339.185. (2021). Norma Técnica Peruana 339.185. *Lima - Perú*.
- NTP. 339.187. (2018). CONCRETO. *Metodo de ensayo para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacios en concreto endurecido*. <https://es.scribd.com/document/711747237/NTP-339-187>

- NTP 399.611. (2017). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. *Lima - Perú*.
- NTP 399.613. (2017). *Norma Técnica Peruana 399.613*.
- NTP. 400.012. (2001). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. *INACAL*, 18.
- NTP. 400.017. (2011). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad («Peso Unitario») y los vacíos en los agregados. *INACAL*, 18.
- NTP. 400.021. (2020). AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. *INACAL*, 20.
- NTP. 400.022. (2021). AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. *INACAL*, 22.
- NTP. 400.037. (2021). AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. *INACAL*, 29.
- Quintero-González, J.-R. (2017). Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. *Ambiente y Desarrollo*, 21(40), 57.
- Rojas Huamaní, L. E., & Ventura Huaman, L. E. (2017). *Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable*. [Tecnología de los materiales]. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Romero Baylón, A., & Flores Chávez, S. (2010). Reuso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas. *Industrial Data*, 13(2), 75-82.
- Romero Huayta, M. J., & Salinas Navarro, M. A. (2020). *Estudio experimental del concreto para adoquines tipo II, adicionando relaves mineros*. Universidad Nacional de San Agustín.

- Saavedra Villasis, R., & Beingolea Portocarrero, R. H. (2019). *Diseño y elaboración de concretos de alta resistencia usando relaves mineros y material de socavón mina para diseños de 280 kg/cm², 350 kg/cm² y 450 kg/cm²*. Universidad Católica de Santa María.
- Mujica Cabrera J.A. (2024) *Cálculo de reservas de las calizas de la formación Cajamarca para la obtención de óxidos de calcio (CAO)*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (2022). *Preguntas Frecuentes sobre Relaves—SERNAGEOMIN - Depósito de relaves*.
<https://www.sernageomin.cl/preguntas-frecuentes-sobre-relaves/>.
- Soto Castillo, E. A. (2017). *Reaprovechamiento de residuos industriales de la Minería—Metalúrgica y poliestireno expandido, en la elaboración de adoquines para Piso Rímac—2017* [Tratamiento y gestión de residuos]. Universidad Cesar Vallejo.
- Ledesma Velita, W. J. (2018). *Propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco para su remediación ambiental, basada en experiencias exitosas en empresas mineras*. Universidad nacional Daniel Alcides Carrión.
- Tejada Fernández, M. A., & Loayza Palazuelos, E. G. (2017). *Proyecto de inversión para la producción y comercialización de adoquines ecoamigables hechos a partir de residuos mineros en la provincia de Arequipa al 2017*. Universidad Católica San Pablo.
- Espinoza Rodríguez, R. L. (2023) *Evaluación de la resistencia a la compresión de adoquines elaborados con fibras de aluminio reciclado en el distrito de Pillco Marca, provincia y región de Huánuco - 2022*. Universidad de Huánuco.

- Valdez Loaiza, J., Aguilar Franco, J., Sánchez Vargas, L., Alatrística Góngora, G., & Figueroa Dianderas, A. P. (2020). Diseño e implementación de un proceso alternativo para la fabricación de ladrillos a partir de relaves mineros de Oro. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(2), 268-276.
- Viloria Cedeño, N. E. (2016). *Metodología para investigaciones aplicadas con enfoque transdisciplinario: Sociales y tecnológicas* (Serie de libros arbitrados de la Dirección de Publicaciones de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador). María Eugenia Carrillo / Marta De Sousa. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://upel.edu.ve/wp-content/uploads/2024/05/019-Metodologia-para-investigaciones-aplicadas-con-enfoque-transdisciplinario-sociales-y-tecnologicas.pdf

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de GRAVA procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.4 Docificacion de mezcla de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.


Luis Villar REQUIES CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

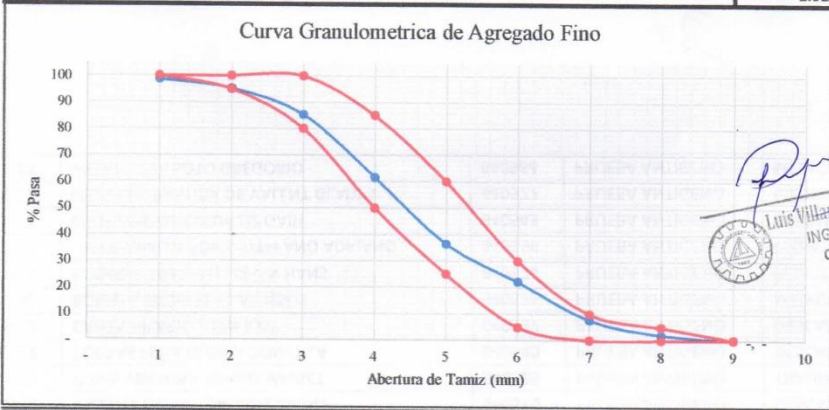


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTES : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.500	6.20	1.24	1.24	98.76	100.00	100.00
N° 4	4.750	17.10	3.42	4.66	95.34	95.00	100.00
N° 8	2.360	50.10	10.02	14.68	85.32	80.00	100.00
N° 16	1.180	118.50	23.70	38.38	61.62	50.00	85.00
N° 30	0.600	125.60	25.12	63.50	36.50	25.00	60.00
N° 50	0.300	71.30	14.26	77.76	22.24	5.00	30.00
N° 100	0.150	72.40	14.48	92.24	7.76	-	10.00
N° 200	0.075	28.70	5.74	97.98	2.02	-	5.00
FONDO	-	10.10	2.02	100.00	-	-	-
		500.000	100.000				
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:						3/8"	
MÓDULO DE FINURA:						2.92	



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Próceres N° 703, Pasco.



(063) 422197

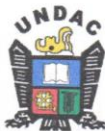


rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe

[Firma]
Luis Villarejo Carbajal
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	232.10	210.10	207.20	216.47
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	1,732.10	1,710.10	1,707.20	1,716.47
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1,668.90	1,649.10	1,645.80	1,654.60
Peso muestra húmeda	gr	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
Peso muestra seca	gr	1,436.80	1,439.00	1,438.60	1,438.13
Peso de agua	gr	63.20	61.00	61.40	61.87
Contenido de humedad	%	4.40%	4.24%	4.27%	4.30%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.


Luis Villar REQUIUS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	19.250	19.080	19.190	19.173
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	20.570	20.550	20.650	20.590
Peso del recipiente	kg	6.128	6.128	6.128	6.128
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.122	12.952	13.062	13.045
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.442	14.422	14.522	14.462
volumen del recipiente	m ³	0.009	0.009	0.009	0.009
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,458	1,439	1,451	1,449
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,605	1,602	1,614	1,607

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.


Luis Villar REQUIS CARBAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



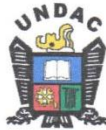
(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DÁNIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado fino
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	486.10	486.90	485.20	486.07
Peso del pignometro lleno de agua	gr	694.10	694.10	694.10	694.10
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	996.20	997.80	995.90	996.63
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso especifico aparente	gr/cm3	2.46	2.48	2.45	2.46
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	2.46	2.48	2.45	2.46
Peso especifico masa seca	gr/cm3	2.64	2.66	2.65	2.65
Absorcion	%	2.86%	2.69%	3.05%	2.87%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.


Luis Villar Requies Carbajal
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



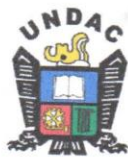
(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de GRAVA procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.


Luis Villar REQUIS CARBAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/23

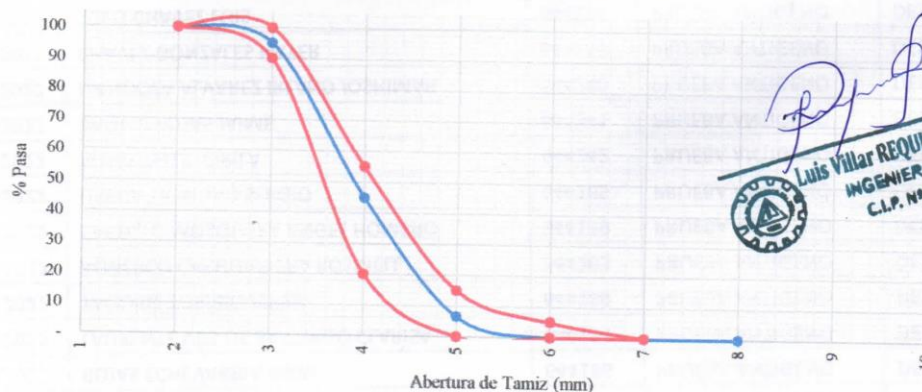
RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)	
						Minimo	Maximo
1 1/2"	37.500		-	-			
1"	25.000		-	-	100.0	100.00	100.00
3/4"	19.000	49.00	4.9	4.9	95.1	90.00	100.00
1/2"	12.500	501.00	50.1	55.0	45.0	20.00	55.00
3/8"	9.500	384.00	38.4	93.4	6.6	-	15.00
N° 4	4.750	66.0	6.6	100.0	-	-	5.00
N° 8	2.360	-	-	100.0	-	-	-
N° 16	1.180	-	-	100.0	-	-	-
FONDO	-	-	-	100.0	-	-	-
		1000.000	100.000				

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 3/4"

MODULO DE FINURA: 6.98

Curva Granulométrica de Agregado Grueso



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/23

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	332.10	323.20	323.90	326.40
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	2,332.10	2,323.20	2,323.90	2,326.40
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2,310.50	2,300.90	2,301.10	2,304.17
Peso muestra humeda	gr	2,000.00	2,000.00	2,000.00	2,000.00
Peso muestra seca	gr	1,978.40	1,977.70	1,977.20	1,977.77
Peso de agua	gr	21.60	22.30	22.80	22.23
Contenido de humedad	%	1.09%	1.13%	1.15%	1.12%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.


Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



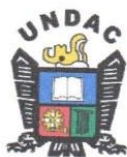
(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/23

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	30.140	30.460	29.950	30.183
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	31.150	31.250	31.040	31.147
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	8.355	8.355	8.355	8.355
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	8.355	8.355	8.355	8.355
Peso de muestra en estado suelto	kg	21.785	22.105	21.595	21.828
Peso de muestra en estado compactado	kg	22.795	22.895	22.685	22.792
volumen del recipiente	kg	0.014	0.014	0.014	0.014
Peso unitario suelto	kg/m ³	1,556	1,579	1,543	1,559
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,628	1,635	1,620	1,628

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.


Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76746

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/23

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	1,680.520	1,680.240	1,681.400	1,680.720
Peso de la muestra SSS	gr	1,695.700	1,693.900	1,691.300	1,693.633
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	1,060.700	1,057.800	1,055.700	1,058.067
Peso especifico aparente	gr/cm ³	2.65	2.64	2.65	2.64
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm ³	2.67	2.66	2.66	2.66
Peso especifico masa seca	gr/cm ³	2.71	2.70	2.69	2.70
Absorcion	%	0.90%	0.81%	0.59%	0.77%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.


Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



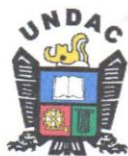
(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CARACTERIZACION

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

Se utilizo cemento ANDINO portland Tipo I, proporcionado por el estudiante.

1.2 Agregado Fino:

Consistente en una muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una muestra de GRAVA procedente de la cantera COCHAMARCA.

1.4 Docificacion de mezca de concreto:

Se utilizo el metodo ACI.

1.5 Agua:

Se utilizo agua potable de la red UNDAC.


Luis Villar REQUIUS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

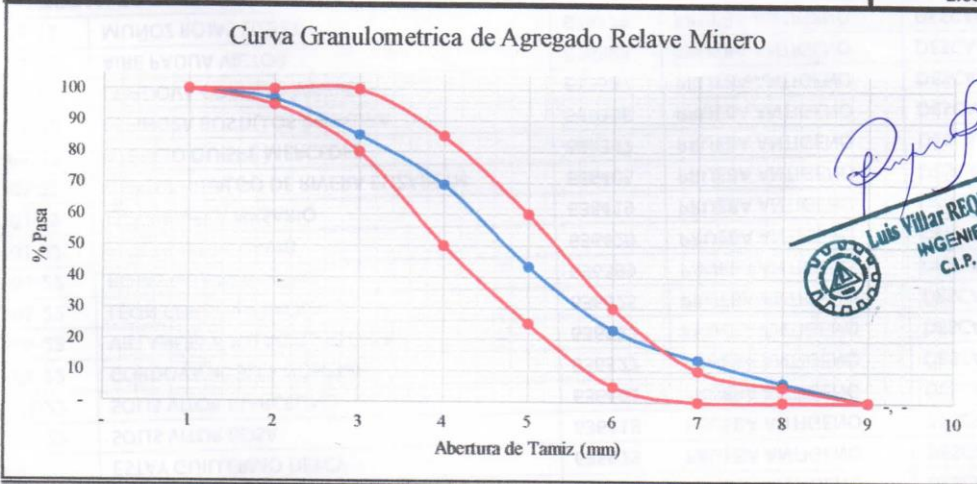
REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTES : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Relave Minero
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.500	-	-	-	100.00	100.00	100.00
N° 4	4.750	14.60	2.92	2.92	97.08	95.00	100.00
N° 8	2.360	58.40	11.68	14.60	85.40	80.00	100.00
N° 16	1.180	79.20	15.84	30.44	69.56	50.00	85.00
N° 30	0.600	131.00	26.20	56.64	43.36	25.00	60.00
N° 50	0.300	101.40	20.28	76.92	23.08	5.00	30.00
N° 100	0.150	47.20	9.44	86.36	13.64	-	10.00
N° 200	0.075	36.50	7.30	93.66	6.34	-	5.00
FONDO	-	31.70	6.34	100.00	-	-	-
		500.000	100.000				

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 3/8"

MÓDULO DE FINURA: 2.68



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



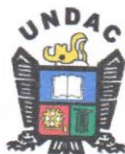
(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Relave Minero
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	399.10	456.50	236.80	364.13
Peso del recipiente + muestra humeda	gr	899.10	956.50	736.80	864.13
Peso del recipiente + muestra seca	gr	884.40	940.00	721.30	848.57
Peso muestra humeda	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso muestra seca	gr	485.30	483.50	484.50	484.43
Peso de agua	gr	14.70	16.50	15.50	15.57
Contenido de humedad	%	3.03%	3.41%	3.20%	3.21%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.


Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Relave Minero
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	6.540	6.600	6.580	6.573
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	7.080	7.000	7.010	7.030
Peso del recipiente	kg	2.372	2.372	2.372	2.372
Peso de muestra en estado suelto	kg	4.168	4.228	4.208	4.201
Peso de muestra en estado compactado	kg	4.708	4.628	4.638	4.658
volumen del recipiente	m3	0.003	0.003	0.003	0.003
Peso unitario suelto	kg/m3	1,389	1,409	1,403	1,400
Peso unitario compactado	kg/m3	1,569	1,543	1,546	1,553

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el solicitante.


Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
MATERIAL : Relave Minero
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 01/03/2023

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	487.60	488.20	485.90	487.23
Peso del pignometro lleno de agua	gr	670.80	670.80	670.80	670.80
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	912.30	913.90	914.40	913.53
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso especifico aparente	gr/cm3	1.89	1.90	1.90	1.89
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm3	1.89	1.90	1.90	1.89
Peso especifico masa seca	gr/cm3	1.98	1.99	2.01	1.99
Absorcion	%	2.54%	2.42%	2.90%	2.62%

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.


Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'_c = 420$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 02/03/2023

3. RESUMEN PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS:

DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Unitario Suelto	1449 Kg/m ³	1559 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1607 Kg/m ³	1628 Kg/m ³
P. Especifico Masa Seca	2.65 gr/cm ³	2.7 gr/cm ³
Contenido de Humedad	4.3 %	1.12 %
% de Absorcion	2.87 %	0.77 %
Modulo de Fineza	2.92	6.98
Tamaño Máximo Nominal	3/8 "	3/4 "

4. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

4.1. Contenido total de aire: 2% (Tabla N° 3.a Contenido de aire atrapado)

4.2. Volumen unitario de agua de mezclado: 190 L/m³ (Tabla N° 2. volumen unitario de agua ACI)

4.3. Peso especifico del cemento: 3.15 gr/cm³ (Propiedad fisica del cemento)

4.4. f'_{cr} : 518 kg/cm² (Resistencia promedio requerida)

4.5. Relacion agua cemento: 0.24 (Tabla N° 4.a y N° 4.b por resistencia y durabilidad)

4.6. Factor cemento: 776.144 kg/m³ = 18.26 bolsas/m³

4.7. Cantidad de agregado grueso: 0.54 m³ (Tabla N° 6 Volumen de agregado grueso)

$f'_{cr} = \text{Resist. Prom.}$	
f'_c	f'_{cr}
< 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
> 350	$f'_c + 98$

5. RESULTADOS:

MATERIALES	VOL. ABS. MATERIALES (m ³)	P. SECOS AGREG. (kg/m ³)	CORRECC. HUMEDAD (kg/m ³)	PROP. PESO	VOL. EN P3	PROP. EN VOLUM.
CEMENTO	0.246	776.144	776.144	1.00	18.262	1.00
A. FINO	0.218	577.7	602.541	0.78	14.078	0.77
A. GRUESO	0.326	879.12	888.966	1.15	19.911	1.09
AGUA (L/m ³)	0.19	190	178.662	178.66	178.662	9.78 L/bolsa
AIRE	0.02					

NOTAS:

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
INCORPORANDO ADITIVO

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 02/03/2023

1. DATOS DE RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DEL METODO DE COMITÉ 211 DEL ACI

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO PATRON	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO PATRON	VOLUM.
CEMENTO	776.144 kg	15.52 kg	0.0155
A. FINO	602.541 kg	12.05 kg	0.0121
A. GRUESO	888.966 kg	17.78 kg	0.0178
AGUA (L/m ³)	178.662 kg	3.57 kg	0.0036
AIRE	0 kg	0.00 kg	0.0000

2. PROPORCION DE ADITIVOS

ADITIVO	UND	(-)	PROM.	(+)
Relave Minero	%	30	40	50
Cal	%	5	10	15

3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO INCORPORANDO ADITIVOS

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON A (Tradicional)	Relave Minero	kg	0.00	0.00	0.00
	Cal	kg	0.00	0.00	0.00
PATRON B (30%RM + 5%Cal)	Relave Minero	kg	3.62	3.62	3.62
	Cal	kg	0.78	0.78	0.78
PATRON C (50%RM + 5%Cal)	Relave Minero	kg	6.03	6.03	6.03
	Cal	kg	0.78	0.78	0.78
PATRON D (30%RM + 15%Cal)	Relave Minero	kg	3.62	3.62	3.62
	Cal	kg	2.33	2.33	2.33
PATRON E (50%RM + 15%Cal)	Relave Minero	kg	6.03	6.03	6.03
	Cal	kg	2.33	2.33	2.33
PATRON F (40%RM + 10%Cal)	Relave Minero	kg	4.82	4.82	4.82
	Cal	kg	1.55	1.55	1.55

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe

Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



RESULTADOS PARA DISEÑO DE MEZCLA

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 02/03/2023

1. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON A (Tradicional)

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	776.144 kg	15.52 kg	0.01552288
A. FINO	602.541 kg	12.05 kg	0.01205082
A. GRUESO	888.966 kg	17.78 kg	0.01777932
AGUA (L/m ³)	178.662 kg	3.57 kg	0.00357324

Relave Minero	Cal
0.00	0.00

2. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON B (30%RM + 5%Cal)

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	737.337 kg	14.75 kg	0.01474674
A. FINO	421.779 kg	8.44 kg	0.00843557
A. GRUESO	888.966 kg	17.78 kg	0.01777932
AGUA (L/m ³)	178.662 kg	3.57 kg	0.00357324

Relave Minero	Cal
3.62	0.78

3. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON C (50%RM + 5%Cal)

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	737.337 kg	14.75 kg	0.01474674
A. FINO	301.271 kg	6.03 kg	0.00602541
A. GRUESO	888.966 kg	17.78 kg	0.01777932
AGUA (L/m ³)	178.662 kg	3.57 kg	0.00357324

Relave Minero	Cal
6.03	0.78

4. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON D (30%RM + 15%Cal)

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	659.722 kg	13.19 kg	0.01319445
A. FINO	421.779 kg	8.44 kg	0.00843557
A. GRUESO	888.966 kg	17.78 kg	0.01777932
AGUA (L/m ³)	178.662 kg	3.57 kg	0.00357324

Relave Minero	Cal
3.62	2.33

5. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON E (50%RM + 15%Cal)

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	659.722 kg	13.19 kg	0.01319445
A. FINO	301.271 kg	6.03 kg	0.00602541
A. GRUESO	888.966 kg	17.78 kg	0.01777932
AGUA (L/m ³)	178.662 kg	3.57 kg	0.00357324

Relave Minero	Cal
6.03	2.33

6. RESULTADOS PARA DISEÑO PATRON F (40%RM + 10%Cal)

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO	DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO	VOLUM.
CEMENTO	698.530 kg	13.97 kg	0.01397059
A. FINO	361.525 kg	7.23 kg	0.00723049
A. GRUESO	888.966 kg	17.78 kg	0.01777932
AGUA (L/m ³)	178.662 kg	3.57 kg	0.00357324

Relave Minero	Cal
4.82	1.55

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe

[Signature]
Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



TEMPERATURA DE CONCRETO

NTP 339.184-2013

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 13/08/25

1. MUESTRA - PATRON A (Tradicional)

LECTURA N° 01	14,4 °C
LECTURA N° 02	14,0 °C
LECTURA N° 03	14,1 °C

2. MUESTRA - PATRON B (30%RM + 5%Cal)

LECTURA N° 01	14,5 °C
LECTURA N° 02	14,8 °C
LECTURA N° 03	15,2 °C

3. MUESTRA - PATRON C (50%RM + 5%Cal)

LECTURA N° 01	15,9 °C
LECTURA N° 02	15,5 °C
LECTURA N° 03	15,1 °C

4. MUESTRA - PATRON D (30%RM + 15%Cal)

LECTURA N° 01	15,3 °C
LECTURA N° 02	15,6 °C
LECTURA N° 03	15,1 °C

5. MUESTRA - PATRON E (50%RM + 15%Cal)

LECTURA N° 01	15,9 °C
LECTURA N° 02	15,6 °C
LECTURA N° 03	15,7 °C

6. MUESTRA - PATRON F (40%RM + 10%Cal)

LECTURA N° 01	15,3 °C
LECTURA N° 02	15,6 °C
LECTURA N° 03	14,7 °C

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



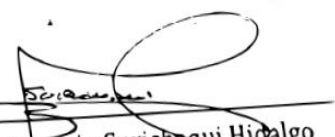
(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe


Marco Antonio Surichaqui Hidalgo



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



MEDICION DE ASENTAMIENTO DEL HORMIGON
CON EL CONO DE ABRAMS NTP 339.035

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 13/08/25

1. MUESTRA - PATRON A (Tradicional)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON A (Tradicional)	2.54	1	13.2 °C	74%

2. MUESTRA - PATRON B (30%RM + 5%Cal)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON B (30%RM + 5%Cal)	2.794	1.1	12.9 °C	74%

3. MUESTRA - PATRON C (50%RM + 5%Cal)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON C (50%RM + 5%Cal)	3.302	1.3	13.5 °C	74%

4. MUESTRA - PATRON D (30%RM + 15%Cal)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON D (30%RM + 15%Cal)	2.794	1.1	13.3 °C	74%

5. MUESTRA - PATRON E (50%RM + 15%Cal)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON E (50%RM + 15%Cal)	3.81	1.5	13.3 °C	74%

6. MUESTRA - PATRON F (40%RM + 10%Cal)

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULGADAS		
PATRON F (40%RM + 10%Cal)	2.667	1.05	13.3 °C	74%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco,



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe

Marco Antonio Surichaqui Hidalgo



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO Y ABSORCIÓN DEL ADOQUIN
NTP 339.046 / NTP 399.613

REFERENCIA : Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
SOLICITANTE : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
TESIS : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
ASUNTO : Diseño de mezcla F' 420 Kg/cm²
UBICACIÓN : Pasco
FECHA : 13/08/25

1. MUESTRA - PATRON A (Tradicional)

MUESTRA	Código	Peso		Volumen	Densidad (g/cm ³)	Densidad (kg/m ³)	Densidad Prom.	Absorción (%)	Absorción Prom. (%)
		Saturado	Seco						
PATRON A (Tradicional)	A - 7	2846.10	2730.50	1200	2.28	2275.42	2.30	4.23	4.23
	A - 8	2866.60	2760.50	1200	2.30	2300.42		3.84	
	A - 9	2916.00	2787.10	1200	2.32	2322.58		4.62	
PATRON B (30%RM + 5%Cal)	B - 7	2908.10	2810.30	1200	2.34	2341.92	2.34	3.48	4.08
	B - 8	2917.70	2790.70	1200	2.33	2325.58		4.55	
	B - 9	2948.30	2828.90	1200	2.36	2357.42		4.22	
PATRON C (50%RM + 5%Cal)	C - 7	3007.40	2870.30	1200	2.39	2391.92	2.40	4.78	5.41
	C - 8	3056.50	2878.40	1200	2.40	2398.67		6.19	
	C - 9	3043.50	2891.10	1200	2.41	2409.25		5.27	
PATRON D (30%RM + 15%Cal)	D - 7	2947.50	2821.60	1200	2.35	2351.33	2.35	4.46	4.69
	D - 8	2996.70	2829.70	1200	2.36	2358.08		5.90	
	D - 9	2914.90	2810.50	1200	2.34	2342.08		3.71	
PATRON E (50%RM + 15%Cal)	E - 7	3013.40	2850.10	1200	2.38	2375.08	2.40	5.73	6.20
	E - 8	3085.70	2901.10	1200	2.42	2417.58		6.36	
	E - 9	3079.10	2890.70	1200	2.41	2408.92		6.52	
PATRON F (40%RM + 10%Cal)	F - 7	2916.50	2780.40	1200	2.32	2317.00	2.34	4.89	4.56
	F - 8	2938.20	2805.70	1200	2.34	2338.08		4.72	
	F - 9	2937.10	2822.80	1200	2.35	2352.33		4.05	


Marco Antonio Surichaqui Hidalgo

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC
La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703,
Pasco.
(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe
undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'_c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

25/08/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
A-1	Patron A	18/08/2025	25/08/2025	7	20.00	6.00	200.00	658.82	67180.00	335.90	1.2	420	80%
A-2	Patron A	18/08/2025	25/08/2025	7	20.00	6.00	200.00	658.13	67110.00	335.55	5	420	80%
A-3	Patron A	18/08/2025	25/08/2025	7	20.00	6.00	200.00	656.66	66960.00	334.80	0.8	420	80%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Marco Antonio Surichachi Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACION

FECHA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

: Pasco

01/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (NN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
A-4	Patron A	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	750.61	76540.00	382.7	1.6	420	91%
A-5	Patron A	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	749.44	76420.00	382.1	1.4	420	91%
A-6	Patron A	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	751.79	76660.00	383.3	1.7	420	91%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Marco Antonio Surichacqui Hualgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

15/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
A-7	Patron A	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	864.76	88180.00	440.9	2.2	420	105%
A-8	Patron A	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	863.78	88080.00	440.4	0.9	420	105%
A-9	Patron A	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	862.80	87980.00	439.9	1.7	420	105%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Marco Antonio Surichnaqui Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'_c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

25/08/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/ft)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
B-1	Patron B	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	681.38	69480.00	347.4	0.9	420	83%
B-2	Patron B	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	679.61	69300.00	346.5	1.2	420	83%
B-3	Patron B	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	680.40	69380.00	346.9	1.0	420	83%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Marco Antonio Surichacqui Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

01/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/fi)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
B-4	Patron B	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	776.11	79140.00	395.7	2.1	420	94%
B-5	Patron B	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	774.93	79020.00	395.1	2.3	420	94%
B-6	Patron B	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	773.76	78900.00	394.5	2.2	420	94%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Marco Antonio Surichaguaqui Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACIÓN

FECHA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

: Pasco

15/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
B-7	Patron B	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	915.76	93380.00	466.9	1.6	420	111%
B-8	Patron B	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	914.58	93260.00	466.3	1.4	420	111%
B-9	Patron B	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	916.94	93500.00	467.5	1.7	420	111%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.


Marco Antonio Surichagui Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

25/08/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
C-1	Patron C	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	651.17	66400.00	332	1.6	420	79%
C-2	Patron C	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	652.35	66520.00	332.6	1.2	420	79%
C-3	Patron C	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	650.00	66280.00	331.4	1.9	420	79%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe

Marco Antonio Surichaquei Hidalgo

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

- : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
- : Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA
- : "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"
- : Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²
- : Pasco
- 01/09/2025

DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

STRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
Patron C	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	749.04	76380.00	381.9	1.8	420	91%
Patron C	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	747.08	76180.00	380.9	1.5	420	91%
Patron C	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	748.06	76280.00	381.4	1.9	420	91%

Marco Antonio Surichagua Hidalgo

do reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
los de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

NDAC

es muestra compramis

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

15/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
C-7	Patron C	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	872.02	88920.00	444.6	2.1	420	106%
C-8	Patron C	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	869.67	88680.00	443.4	2.2	420	106%
C-9	Patron C	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	870.84	88800.00	444	1.9	420	106%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Marco Antonio Surichaequi Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

25/08/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

COODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
D-1	Patron D	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	687.85	70140.00	350.7	2.1	420	84%
D-2	Patron D	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	686.87	70040.00	350.2	2.4	420	83%
D-3	Patron D	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	689.03	70260.00	351.3	2.4	420	84%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Marco Antonio Surichachi Hualgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso



AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

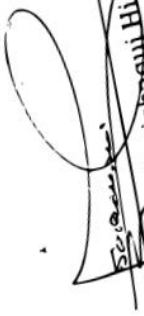
01/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kf)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
D-4	Patron D	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	767.48	78260.00	391.3	2.2	420	93%
D-5	Patron D	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	768.46	78360.00	391.8	2.1	420	93%
D-6	Patron D	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	769.44	78460.00	392.3	2.5	420	93%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.


Marco Antonio Surichaequi Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

 rectorado@undac.edu.pe

 undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



REFERENCIA
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos
: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN : Pasco

FECHA : 15/09/2025

METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
D-7	Patron D	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	886.34	90380.00	451.9	2.3	420	108%
D-8	Patron D	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	887.52	90500.00	452.5	2.4	420	108%
D-9	Patron D	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	888.69	90620.00	453.1	2.5	420	108%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.


Marco Antonio Surichagua Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

 rectorado@undac.edu.pe

 undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACIÓN

FECHA

: Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

: Diseño de mezcla $f'_c = 420$ Kg/cm²

: Pasco

25/08/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	LARGO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPESIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
E-1	Patron E	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	629.01	64140.00	320.7	2.1	420	76%
E-2	Patron E	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	628.03	64040.00	320.2	2.4	420	76%
E-3	Patron E	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	630.19	64260.00	321.3	2.4	420	77%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.


Marco Antonio Surichachi Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

 rectorado@undac.edu.pe

 undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

01/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
E-4	Patron E	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	728.06	74240.00	371.2	2.2	420	88%
E-5	Patron E	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	729.04	74340.00	371.7	2.1	420	89%
E-6	Patron E	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	730.02	74440.00	372.2	2.5	420	89%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe

Marco Antonio Surichaequi Hidalgo



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACIÓN

FECHA

: Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

: Pasco

15/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
E-7	Patron E	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	827.50	84380.00	421.9	2.3	420	100%
E-8	Patron E	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	828.28	84460.00	422.3	2.4	420	101%
E-9	Patron E	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	829.07	84540.00	422.7	2.5	420	101%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.



(063) 422197



rectorado@undac.edu.pe



undac.edu.pe

Marco Antonio Surichaquei Hidalgo



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

25/08/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/t)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
F-1	Patron F	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	650.58	66340.00	331.7	2.1	420	79%
F-2	Patron F	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	649.60	66240.00	331.2	2.4	420	79%
F-3	Patron F	18/08/2025	25/08/2025	7	20	6.00	200.00	651.76	66460.00	332.3	2.4	420	79%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.


Marco Antonio Surichachi Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

 rectorado@undac.edu.pe

 undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA

SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO

: Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN

: Pasco

FECHA

01/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
F-4	Patron F	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	755.52	77040.00	385.2	2.2	420	92%
F-5	Patron F	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	756.50	77140.00	385.7	2.1	420	92%
F-6	Patron F	18/08/2025	01/09/2025	14	20	6.00	200.00	757.48	77240.00	386.2	2.5	420	92%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.


Marco Antonio Surichachi Hidalgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

 rectorado@undac.edu.pe

 undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
ADOQUIN DE CONCRETO NTP 399.611

REFERENCIA
SOLICITANTE

: Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
: Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA

TESIS

: "Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022"

ASUNTO : Diseño de mezcla $f'c = 420$ Kg/cm²

UBICACIÓN : Pasco

FECHA 15/09/2025

1. ADOQUIN DE CONCRETO = 4" ANCHO; 8" LARGO

COODGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LARGO ESPECIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA DE ESPECIMEN (cm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST.
F-7	Patron F	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	866.73	88380.00	441.9	2.3	420	105%
F-8	Patron F	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	867.51	88460.00	442.3	2.4	420	105%
F-9	Patron F	18/08/2025	15/09/2025	28	20	6.00	200.00	868.29	88540.00	442.7	2.5	420	105%

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Marco Antonio Surichay Hualgo

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

9 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Tipo de investigación: Aplicativo
¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas que presentan los adoquines tipo II destinados al tránsito de vehículos ligeros, al incorporar relaves mineros y cal en dosificación de mezcla de concreto en la ciudad de Pasco?	Determinar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con la dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, en la ciudad de Pasco.	Hi: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco. Ho: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, no presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco.	✓ Relave minero ✓ Cal	D1: Dosificación del relave minero D2: Dosificación de la cal	I1: Proporción del relave minero (30%, 40% y 50%) I2: Proporción de la cal (5%, 10% y 15%)	Método de investigación: Científico Diseño de investigación: Experimental y Cuasi Experimental aplicada
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Nivel de investigación: Explicativa
✓ ¿Cuál es la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?	✓ Determinar la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco.	✓ H1i: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una resistencia a la compresión superior de la dosificación convencional. H1o: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal no presentan una resistencia a la compresión superior de los adoquines tipo II	✓ Adoquín Tipo II de concreto	D1: Propiedades físicas y mecánicas del adoquín.	I1: Resistencia a la compresión: Ensayo en adoquines conforme a NTP 399.611 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. I2: Absorción I3: Densidad	Población: En esta investigación la población será el conjunto de adoquines según las normas vigentes para los ensayos de compresión. Muestra: El diseño cuasi-experimental utilizó la totalidad de la población debido a su tamaño reducido, distribuyendo: 36 adoquines para compresión (9 para el patron A, 27 para los patrones B, C, D, E y F). Muestreo: Para este proyecto, se optó por un muestreo no probabilístico intencional.

incorporación de un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco? ✓ ¿Cuál es la densidad que presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?	dosificación de concreto con incorporación de un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco. ✓ Determinar la densidad que presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco.	elaborados con una dosificación convencional. ✓ H2i: La propiedad física de absorción en los adoquines de concreto que incorporan un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, presenta un mejor desempeño en comparación con los adoquines tipo II elaborados con una dosificación convencional. H2o: La propiedad física de absorción en los adoquines de concreto que incorporan un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, no presenta un mejor desempeño en comparación con los adoquines tipo II elaborados con una dosificación convencional. ✓ H3i: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una densidad adecuada para su aplicación en tránsito vehicular ligero. H3o: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal no presentan una densidad adecuada para su aplicación en tránsito vehicular ligero.
---	--	--

PANEL FOTOGRAFICO



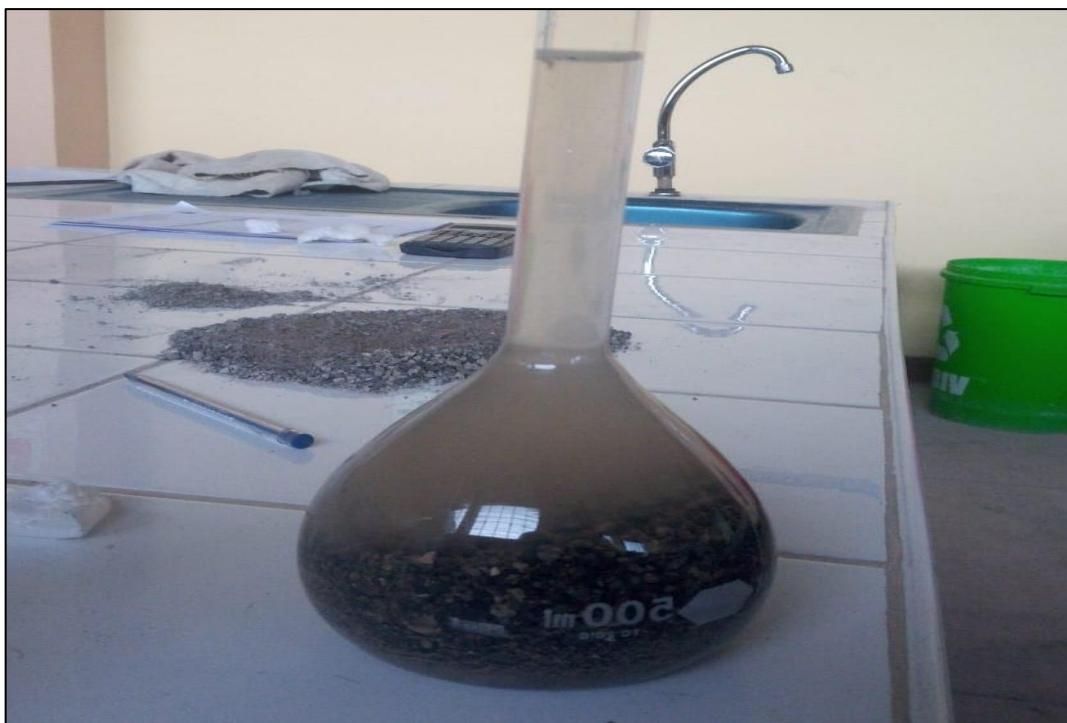
Fotografía 1. Se realiza el secado en el horno por 24 horas aproximadamente de los agregados grueso, finos y relave minero extraídos de la cantera Cochamarca para realizar los ensayos correspondientes de acuerdo a norma.



Fotografía 2. Se empieza a realizar el ensayo de granulometría según las normas técnicas vigentes para el agregado fino, grueso y relave minero después del cuarteo correspondiente.



Fotografía 3. Tamizamos el agregado grueso, fino y relave minero para obtener las cantidades de agregados por tamiz para el ensayo de granulometría y obtener el módulo de finura.



Fotografía 4. Realizamos el ensayo del peso específico y absorción del agregado fino de la cantera Cochamarca y del relave minero con las respectivas normas técnicas vigentes.



Fotografía 5. Realizamos el ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera Cochamarca con las respectivas normas técnicas vigentes.



Fotografía 6. Después de obtener los resultados de las propiedades físicas de cada agregado y del relave minero empezamos a realizar los diseños de mezcla del concreto tradicional y experimental y realizamos cada mezcla de concreto empezando con el patron A (tradicional).



Fotografía 7. Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y para el concreto experimental pesamos el relave minero.



Fotografía 8. Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y para el concreto experimental pesamos el relave minero.



Fotografía 9. Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y para el concreto experimental pesamos el relave minero.



Fotografía 10. Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y para el concreto experimental pesamos el relave minero.



Fotografía 11. Realizamos la mezcla del concreto, llamado patrón A para comparar posteriormente con los diseños experimentales.



Fotografía 12. Realizamos la mezcla del concreto, llamado patrón A para comparar posteriormente con los diseños experimentales.



Fotografía 13. Empezamos a realizar el ensayo de asentamiento para obtener el Slump del patron A de la mezcla de diseño correspondiente.



Fotografía 14. Empezamos a realizar el ensayo de asentamiento para obtener el Slump del patron A de la mezcla de diseño correspondiente. Se realiza los 25 golpes por capa según las normas vigentes.



Fotografía 15. Obtenemos el primer asentamiento (Slump) del patron A para comparar posteriormente con los diseños experimentales.



Fotografía 16. Se procedió al llenado de los moldes con dimensiones de $10\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ utilizando la mezcla correspondiente al patrón A, con el propósito de obtener los adoquines que posteriormente serían empleados en el ensayo de resistencia a la compresión.



Fotografía 17. Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y para el concreto experimental pesamos el relave minero.



Fotografía 18. Empezamos a pesar cada material; agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y para el concreto experimental pesamos la cal.



Fotografía 19. Realizamos la mezcla del concreto experimental reemplazando una proporción del cemento por cal (5%, 10% y 15%), y agregado fino por relave minero (30%, 40% y 50%), para comparar con el diseño patron (B, C, D, E y F).



Fotografía 20. Realizamos el ensayo del cono de abrams para obtener el asentamiento (Slump) del concreto experimental, patron B, C, D, E y F.



Fotografía 21. Se procedió al llenado de los moldes de 10 cm × 20 cm × 6 cm con el concreto experimental preparado, con la finalidad de obtener los adoquines destinados a los ensayos posteriores de resistencia a la compresión.



Fotografía 22. Empezamos a llenar los moldes de 10 cm x 20 cm x 6 cm con el concreto experimental mezclado para obtener adoquines y hacer posteriormente los ensayos de compresión.



Fotografía 23. Transcurridas 24 horas del vaciado y fraguado inicial, los adoquines de concreto fueron desmoldados y sometidos al proceso de curado, con el fin de garantizar el adecuado desarrollo de sus propiedades mecánicas.



Fotografía 24. Se procedió a realizar la medición de las dimensiones del adoquín (altura, largo y ancho) utilizando instrumentos de precisión, con el propósito de determinar su volumen geométrico. Posteriormente, se relacionó este valor con el peso obtenido en balanza digital, permitiendo así calcular el peso unitario del adoquín, parámetro que contribuye a evaluar su compacidad y calidad estructural.



Fotografía 25. Se procedió a realizar la medición de las dimensiones del adoquín (altura, largo y ancho) utilizando instrumentos de precisión, con el propósito de determinar su volumen geométrico. Posteriormente, se relacionó este valor con el peso obtenido en balanza digital, permitiendo así calcular el peso unitario del adoquín, parámetro que contribuye a evaluar su compacidad y calidad estructural.



Fotografía 26. Se procedió a realizar la medición de las dimensiones del adoquín (altura, largo y ancho) utilizando instrumentos de precisión, con el propósito de determinar su volumen geométrico. Posteriormente, se relacionó este valor con el peso obtenido en balanza digital, permitiendo así calcular el peso unitario del adoquín, parámetro que contribuye a evaluar su compacidad y calidad estructural.



Fotografía 27. Cada adoquín fue pesado en estado seco y posteriormente en estado saturado, con el objetivo de determinar tanto la absorción de agua como el peso unitario.



Fotografía 28. Los adoquines fueron sometidos a un proceso de curado controlado, con la finalidad de estabilizar sus propiedades y posteriormente realizar el ensayo de absorción de agua, que permite determinar la capacidad del material para retener humedad y evaluar su grado de porosidad.



Fotografía 29. Preparamos los adoquines generales y experimentales para realizar los ensayos de compresión y así obtener la resistencia de cada adoquín.



Fotografía 30. Se prepararon los adoquines generales y experimentales con el propósito de someterlos a los ensayos de compresión, con el fin de determinar la resistencia específica de cada unidad.



Fotografía 31. Se elaboraron los adoquines generales y experimentales con el objetivo de realizar ensayos de compresión, permitiendo así establecer la resistencia particular de cada uno.

DECLARACIÓN JURADA DE PRECISIÓN Y CONFIABILIDAD DE ENSAYO DE LABORATORIO

Yo, Marco Antonio Surichaqui Hidalgo, identificado con DNI N.º 20831922, en calidad de asesor marco de la elaboración de la tesis titulada: **"INCORPORACIÓN DE RELAVES MINEROS Y CAL EN LA ESTRUCTURACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS LIGEROS, PASCO - 2022"**, DECLARO BAJO JURAMENTO lo siguiente:

1. Que los ensayos de laboratorio de la presente tesis mencionada fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC, en el marco de la elaboración de la tesis titulada: **"INCORPORACIÓN DE RELAVES MINEROS Y CAL EN LA ESTRUCTURACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS LIGEROS, PASCO - 2022"**, desarrollada por los estudiantes de la mencionada escuela profesional.
2. Que los ensayos fueron ejecutados por los alumnos tesisistas, garantizando el cumplimiento de los procedimientos y metodologías normalizadas conforme a las Normas Técnicas Peruanas (NTP), ASTM, AASHTO y demás estándares internacionales aplicables.
3. Que los equipos e instrumentos empleados en las pruebas de laboratorio se encuentran en óptimas condiciones operativas, asegurando la precisión, confiabilidad y trazabilidad de los resultados obtenidos.
4. Que los registros, hojas de datos, cálculos y resultados de los ensayos fueron revisados y validados antes de su inclusión en el documento de tesis, garantizando su veracidad y coherencia técnica.
5. Que los resultados reportados reflejan fielmente las condiciones observadas durante el proceso experimental y pueden considerarse válidos, reproducibles y técnicamente confiables.

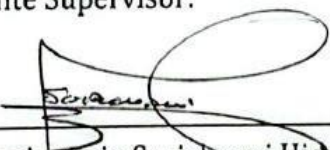
Cerro de Pasco, 12 de noviembre de 2025

Participantes:

Estudiantes ejecutores del ensayo:

1. HUERE RIOS Kevin Gino
2. TOMAS DE LA ROSA Carlos Manuel

Docente Supervisor:



Marco Antonio Surichaqui Hidalgo
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC
DNI N.º 20831922

Cerro de Pasco, 16 de setiembre de 2025

Ing. Flores Yapias, Pamela Herminia

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero/a Civil.

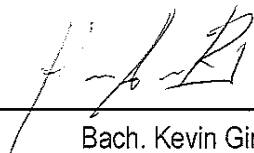
El título del proyecto de investigación es: Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022; y siendo imprescindible contar con la aprobación de ingenieros especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa y temas referente al tema tratado.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Definición de variables
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Técnicas e instrumentos de recolección.
- Ficha de recolección de datos
- Criterios de validación

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

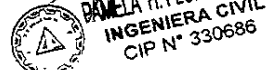
Atentamente,



Bach. Kevin Gino,
HUERE RIOS



Bach. Carlos Manuel
TOMAS DE LA ROSA

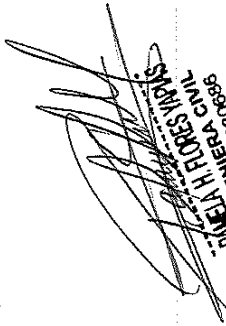
PAMELA H. FLORES YAPIAS
INGENIERA CIVIL
CIP N° 330686

ANEXO 3: Instrumentos de investigación (matriz de operacionalización de variables)

Operacionalización de Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
Relave minero	Se definen los relaves mineros como residuos sin valor económico durante las actividades de extracción y procesamiento de minerales. Debido a su composición predominantemente fina y húmeda, estos deben ser almacenados en depósitos de residuos industriales. (Romero Baylón & Flores Chávez, 2010)	Son residuos generados durante el proceso de extracción y beneficio de minerales, relaves denominados mineros. En el presente estudio, este material fue incorporado como adición en la mezcla de concreto, reemplazando parcialmente al agregado fino en proporciones determinadas.	D1: Dosificación del relave minero	I1: Proporción del relave minero (30 y 50 %), considerando también un valor promedio del 40% con respecto al agregado fino	Independiente	Proporcional

Cal	Se define como agregado fino, al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037	Son materiales que se utilizarán en el concreto para la producción de adoquines como son el agregado fino, cemento, relave y agua.	D2: Dosificación de la cal	I1: Proporción de la cal (5 y 15 %), considerando también un valor promedio del 10% con respecto al cemento	Independiente	Proporcional
-----	---	--	----------------------------	---	---------------	--------------


RAFAEL FLORES MORALES
INGENIERO CIVIL
CIP N. 330898

Fuente: Elaboración Propia

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
Adoquín Tipo II de concreto	Los adoquines de concreto prefabricado son elementos de concreto simple vibro compactado, utilizados por su resistencia, economía, facilidad de instalación y mantenimiento, siendo una solución práctica para superficies urbanas y paisajísticas. (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020)	El objetivo de la fabricación de adoquines con incorporación de relave minero y cal es su aplicación en pavimentos destinados al tránsito de vehículos ligeros, siendo clasificados como unidades de adoquín tipo II.	D1: Propiedades físicas y mecánicas del adoquín.	I1: Resistencia a la compresión; Ensayo en adoquines conforme a NTP 399.611 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. I2: Absorción I3: Densidad	Dependiente	Razón (kg/cm2) (%)

PAMELA H. FLORES MORALES
 INGENIERA CIVIL
 CIP N. 330686

Operacionalización de Variable Dependiente

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXOS

ANEXO 4: Instrumentos de investigación (matriz de consistencia)

Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES				METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dime nsiones	Indicador es		Tipo de investigación: Aplicativo
¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas que presentan los adoquines tipo II destinados al tránsito de vehículos ligeros, al incorporar relaves mineros y cal en la dosificación de mezcla de concreto en la ciudad de Pasco? Problemas específicos ✓ ¿Cuál es la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en la elaboración del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?	Determinar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con la dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, en la ciudad de Pasco. Objetivos específicos ✓ Determinar la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en la elaboración del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?	H_i: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco. H_o: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, no presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco. Hipótesis específicas ✓ H_{1i}: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una resistencia a la compresión superior de la dosificación convencional. H_{1o}: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave	✓ Relave minero	D1: Dosificación del relave minero	I1: Proporción del relave minero (30%, 40% y 50%)	Método de investigación: Científico	Diseño de investigación: Experimental y Cuasi Experimental aplicada Nivel de investigación: Explicativa Población: En esta investigación la población será el conjunto de adoquines según las normas vigentes para los ensayos de compresión. Muestra: El diseño cuasi-experimental utilizó la totalidad de la población debido a su tamaño reducido, distribuyendo: 36 adoquines para compresión (9 para el patrón A, 27 para los patrones B, C, D, E y F). Muestreo:
			✓ Cal	D2: Dosificación de la cal	I2: Proporción de la cal (5%, 10% y 15%)		
Problemas específicos	Objetivos específicos		Variable dependiente	Dime nsiones	Indicador es		
✓ ¿Cuál es la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en la elaboración del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?	✓ Determinar la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en la elaboración del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?	H_{1i}: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una resistencia a la compresión superior de la dosificación convencional. H_{1o}: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave	✓ Adoquín Tipo II de concreto	D1: Propiedades físicas y mecánicas del adoquín.	I1: Resistencia a la compresión: Ensayo en adoquines conforme a NTP 399.611 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. I2: Absorción I3: Densidad		



 DANIEL H. FLORES MORALES

 INGENIERO CIVIL

 CIP N° 330398

Para este proyecto, se
optó por un muestreo no
probabilístico intencional.

presentan los
adoquines tipo II para
tránsito vehicular
ligero, elaborados
mediante una
dosificación de
concreto con
incorporación de un
porcentaje óptimo de
relave minero en
reemplazo del
agregado fino y cal, en
la ciudad de Pasco?

absorben que
presentan los
adoquines tipo II para
tránsito vehicular
ligero, elaborados
mediante una
dosificación de
concreto con
incorporación de un
porcentaje óptimo de
relave minero en
reemplazo del
agregado fino y cal, en
la ciudad de Pasco.

✓ **H2i:** La propiedad física de
absorción en los adoquines de
concreto que incorporan un
porcentaje óptimo de relave
minero en reemplazo del
agregado fino y cal, presenta un
mejor desempeño en
comparación con los adoquines
tipo II elaborados con una
dosificación convencional.

H2o: La propiedad física de
absorción en los adoquines de
concreto que incorporan un
porcentaje óptimo de relave
minero en reemplazo del
agregado fino y cal, no presenta
un mejor desempeño en
comparación con los adoquines
tipo II elaborados con una
dosificación convencional.

✓ ¿Cuál es la densidad
que presentan los
adoquines tipo II para
tránsito vehicular
ligero, elaborados con
una dosificación de
concreto que incorpora
un porcentaje óptimo
de relave minero en
reemplazo del
agregado fino y cal, en
la ciudad de Pasco?

✓ Determinar la densidad
que presentan los
adoquines tipo II para
tránsito vehicular
ligero, elaborados con
una dosificación de
concreto que incorpora
un porcentaje óptimo
de relave minero en
reemplazo del
agregado fino y cal, en
la ciudad de Pasco.

✓ **H3i:** Los adoquines tipo II
elaborados con una dosificación
de concreto que incorpora un
porcentaje óptimo de relave
minero en reemplazo del
agregado fino y cal presentan una
densidad adecuada para su
aplicación en tránsito vehicular
ligero.

H3o: Los adoquines tipo II
elaborados con una dosificación
de concreto que incorpora un
porcentaje óptimo de relave
minero en reemplazo del
agregado fino y cal no presentan
una densidad adecuada para su
aplicación en tránsito vehicular
ligero.


PAMELA FLORES INAS
INGENIERA CIVIL
CIP N° 330686

DEFINICION

❖ Relaves Mineros

Según (Soto Castillo, 2017), se comprende como el desecho que se obtiene por la explotación minera de empresas que cada departamento o provincia tiene en cada región, también se le puede definir como un material extraído de todas las industrias mineras como son la de plomo zinc cobre plata y entre otros minerales ricos en nuestro país.

❖ Adoquín

Según (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020), los adoquines son materiales de construcción compuesto por concreto después de un proceso de elaboración según diseño de mezcla, hay diferentes formas estéticamente de grandes variedades de colores , su comportamiento es la resistencia que tiene al desgaste , su uso es de gran variedad más usado en la pavimentación de veredas, calles, jardines.

❖ Pavimento

Según (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020), define que los pavimentos vendrían a ser una capa ya sea de manera horizontal que tiene como finalidad dar un realce estético a un suelo, dentro de los pavimentos existen los llamados pavimentos urbanos o viales con a la especificación técnica para esta investigación es determinar los pavimentos de adoquines que referencia están hechos de concreto para el tránsito de vehículos ya sean ligeros o pesados dentro de un marco legal de normas que establece el nuestro país para así permitir el rodamiento de vehículos durante el su peregrinar en las calles.

❖ Cal

La cal es un material importante en el ámbito de la construcción ya que contribuyen en la elaboración de morteros y a la construcción de cimientos, muros y losas, la cal también es un elemento que reduce la acidez de elementos polimetálicos. (Galván - Ruiz & Velázquez - Castillo, 2011)

❖ Tránsito

El tránsito se define según (Quintero-González, 2017), que une a la ingeniería de tránsito la cual nace una ciencia que permite estudiar al conductor, vehículo , peatón que puedan gozar de un bienestar uniforme sin accidentes , en conclusión el tránsito es una medida de ayuda a toda la sociedad.

❖ Vehículo

El vehículo es un método de transporte de tierra la cual beneficia que las personas que se trasladen de una manera más rápida, según su clasificación son vehículos ligeros y pesados.

❖ Concreto:

Según (Carpio, s. f.) el concreto se define que es la mezcla de: cemento portland, agregados, aire y agua.

❖ Estructuración:

La estructuración es la parte de un todo como puede ser de un cuerpo, la cual detalla que mantendrá su requerida forma aun en ellas puedan actuar fuerzas sobre este. (Hernández - Ros, 2008)

❖ Agregado fino:

El agregado fino es un material importante en la elaboración de concreto la cual está compuesta por arenas y piedras redondeadas con una característica suave. (Carpio, s. f.)

❖ Granulometría:

Es parte de una evaluación que se le da a determinados materiales, las cuales pasan por tamices y poder evaluar el tamaño que tiene dicha muestra. (Carpio, s. f.)

❖ Absorción:

Es la cantidad de humedad o agua que tiene dicho material al ponerlo en contacto con el agua, la cual podrá detallar una característica fundamental para el material respectivo.

❖ Densidad:

La densidad se define como la masa de un elemento dividida por su volumen. La gravedad específica es un término que se refiere a la densidad de un elemento en relación con la del agua. No tiene unidades. (Espinoza Rodríguez, 2023)



PAMELA H. FLORES YÁÑEZ
INGENIERA CIVIL
CIP N° 330686

TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO (NTP 339.035)

Proyecto : Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022.

Autores : Huere Ríos, Kevin Gino y Tomas de La Rosa Carlos Manuel

Dependiente : Propiedades mecánicas del concreto $F'c=420\text{Kg/Cm}^2$.

Ubicación de la investigación : Cerro de Pasco, Pasco, Perú.

Probeta N°	Fecha			% de Relave Minero	% de Cal	Slump	
	Día	Mes	Año			Consistencia (mm)	
PATRON A	2	3	2023	0%	0%	25.4	
PATRON B	2	3	2023	30%	5%	27.94	
PATRON C	2	3	2023	50%	5%	33.02	
PATRON D	2	3	2023	30%	15%	27.94	
PATRON E	2	3	2023	50%	15%	38.1	
PATRON F	2	3	2023	40%	10%	26.67	


 PAMELA H. FLORES YAPAS
 INGENIERA CIVIL
 CIP N° 330686

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012) Y CONTROL DE HUMEDAD (NTP 339.185)

Proyecto : Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros
Pasco, 2022.

Autores : Huere Ríos, Kevin Gino y Tomas de La Rosa Carlos Manuel

Dependiente : Agregado Fino

Ubicación de la investigación : Cerro de Pasco, Pasco, Perú.

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr.)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.5	6.2	1.24%	1.24%	98.76%	100.00	100.00
N° 4	4.75	17.1	3.42%	4.66%	95.34%	95.00	100.00
N° 8	2.36	50.1	10.02%	14.68%	85.32%	80.00	100.00
N° 16	1.18	118.5	23.70%	38.38%	61.62%	50.00	85.00
N° 30	0.6	125.6	25.12%	63.50%	36.50%	25.00	60.00
N° 50	0.3	71.3	14.26%	77.76%	22.24%	5.00	30.00
N° 100	0.15	72.4	14.48%	92.24%	7.76%	-	10.00
N° 200	0.075	28.7	5.74%	97.98%	2.02%	-	5.00
FONDO	-	10.1	2.02%	100.00%	-	-	-
		500	100%				


PAMELA H. FLORES YAPIAS
INGENIERA CIVIL
CIP N° 330686

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012) Y CONTROL DE HUMEDAD (NTP 339.185)

Proyecto : Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros
Pasco, 2022.

Autores : Huere Ríos, Kevin Gino y Tomas de La Rosa Carlos Manuel

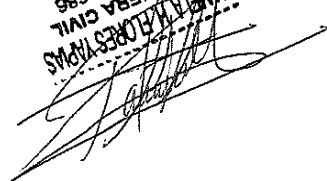
Dependiente : Relave Minero

Ubicación de la investigación : Cerro de Pasco, Pasco, Perú.

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr.)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00	100.00
N° 4	4.75	14.6	2.92%	2.92%	97.08%	95.00	100.00
N° 8	2.36	58.4	11.68%	14.60%	85.40%	80.00	100.00
N° 16	1.18	79.2	15.84%	30.44%	69.56%	50.00	85.00
N° 30	0.6	131	26.20%	56.64%	43.36%	25.00	60.00
N° 50	0.3	101.4	20.28%	76.92%	23.08%	5.00	30.00
N° 100	0.15	47.2	9.44%	86.36%	13.64%	-	10.00
N° 200	0.075	36.5	7.30%	93.66%	6.34%	-	5.00
FONDO	-	31.7	6.34%	100.00%	-	-	-
		500	100%				


PAMELA FLORES TAPAS
INGENIERA CIVIL
CIP N° 330680

VALIDACION DE INSTRUMENTOS						
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS	Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022					
AUTORES	Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA					
FECHA	16/09/2025					
ESCALA	MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE	
	1	2	3	4	5	
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible			X		
Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos			X		
Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades redes de la investigación				X	
Organización	Existe una organización lógica					
Suficiente	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales				X	
Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis				X	
Consistencia	Se respalda en conocimientos técnicos y/o científicos			X		
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas. hipótesis. variables e indicadores				X	
Metodología	Responde una metodología y diseños aplicados para lograr probar las hipótesis.				X	
Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X


 INGENIERIA CIVIL
 CIP N° 330696
 PABLO FLORES RAMOS


Cerro de Pasco, 16 de setiembre de 2025

Ing. Requiz Carbajal Luis Villar

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero/a Civil.

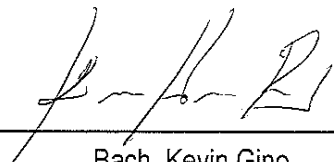
El título del proyecto de investigación es: Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022; y siendo imprescindible contar con la aprobación de ingenieros especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa y temas referente al tema tratado.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Definición de variables
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Técnicas e instrumentos de recolección.
- Ficha de recolección de datos
- Criterios de validación

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,


Bach. Kevin Gino,
HUERE RIOS


Bach. Carlos Manuel
TOMAS DE LA ROSA


Luis Villar REQUIS CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 76748


DEFINICION

❖ Relaves Mineros

Según (Soto Castillo, 2017), se comprende como el desecho que se obtiene por la explotación minera de empresas que cada departamento o provincia tiene en cada región, también se le puede definir como un material extraído de todas las industrias mineras como son la de plomo zinc cobre plata y entre otros minerales ricos en nuestro país.

❖ Adoquín

Según (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020), los adoquines son materiales de construcción compuesto por concreto después de un proceso de elaboración según diseño de mezcla, hay diferentes formas estéticamente de grandes variedades de colores, su comportamiento es la resistencia que tiene al desgaste, su uso es de gran variedad más usado en la pavimentación de veredas, calles, jardines.

❖ Pavimento

Según (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020), define que los pavimentos vendrían a ser una capa ya sea de manera horizontal que tiene como finalidad dar un realce estético a un suelo, dentro de los pavimentos existen los llamados pavimentos urbanos o viales con a la especificación técnica para esta investigación es determinar los pavimentos de adoquines que referencia están hechos de concreto para el tránsito de vehículos ya sean ligeros o pesados dentro de un marco legal de normas que establece el nuestro país para así permitir el rodamiento de vehículos durante el su peregrinar en las calles.

❖ Cal

La cal es un material importante en el ámbito de la construcción ya que contribuyen en la elaboración de morteros y a la construcción de cimientos, muros y losas, la cal también es un elemento que reduce la acidez de elementos polimetálicos. (Galván - Ruiz & Velázquez - Castillo, 2011)

❖ Tránsito

El tránsito se define según (Quintero-González, 2017), que une a la ingeniería de tránsito la cual nace una ciencia que permite estudiar al conductor, vehículo, peatón que puedan gozar de un bienestar uniforme sin accidentes, en conclusión el tránsito es una medida de ayuda a toda la sociedad.

❖ Vehículo

El vehículo es un método de transporte de tierra la cual beneficia que las personas que se trasladen de una manera más rápida, según su clasificación son vehículos ligeros y pesados.

❖ Concreto:

Según (Carpio, s. f.) el concreto se define que es la mezcla de: cemento portland, agregados, aire y agua.

❖ Estructuración:

La estructuración es la parte de un todo como puede ser de un cuerpo, la cual detalla que mantendrá su requerida forma aun en ellas puedan actuar fuerzas sobre este. (Hernández - Ros, 2008)

❖ Agregado fino:

El agregado fino es un material importante en la elaboración de concreto la cual está compuesta por arenas y piedras redondeadas con una característica suave. (Carpio, s. f.)

❖ Granulometría:

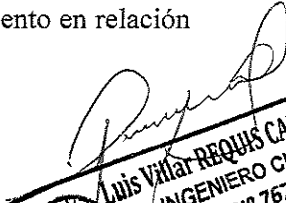
Es parte de una evaluación que se le da a determinados materiales, las cuales pasan por tamices y poder evaluar el tamaño que tiene dicha muestra. (Carpio, s. f.)

❖ Absorción:

Es la cantidad de humedad o agua que tiene dicho material al ponerlo en contacto con el agua, la cual podrá detallar una característica fundamental para el material respectivo.

❖ Densidad:

La densidad se define como la masa de un elemento dividida por su volumen. La gravedad específica es un término que se refiere a la densidad de un elemento en relación con la del agua. No tiene unidades. (Espinoza Rodríguez, 2023)


Luis Villar REQUIS CARBAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748


ANEXO 3: Instrumentos de investigación (matriz de operacionalización de variables)

Operacionalización de Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
Relave minero	Se definen los relaves mineros como residuos sin valor económico generados durante las actividades de extracción y procesamiento de minerales. Debido a su composición predominantemente fina y húmeda, estos deben ser almacenados en depósitos de residuos industriales. (Romero Baylón & Flores Chávez, 2010)	Son residuos generados durante el proceso de extracción y beneficio de minerales, relaves mineros. En el presente estudio, este material fue incorporado como adición en la mezcla de concreto, reemplazando parcialmente al agregado fino en proporciones determinadas.	D1: Dosificación del relave minero	I1: Proporción del relave minero (30 y 50 %), considerando también un valor promedio del 40% con respecto al agregado fino	Independiente	Proporcional
	Se define como agregado fino, al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037	Son materiales que se utilizarán en el concreto para la producción de adoquines como son el agregado fino, cemento, relave y agua.	D2: Dosificación de la cal	I1: Proporción de la cal (5 y 15 %), considerando también un valor promedio del 10% con respecto al cemento	Independiente	Proporcional

Cal

Fuente: Elaboración Propia



Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
Adoquín Tipo II de concreto	Los adoquines de concreto prefabricado son elementos de concreto simple vibro compactado, utilizados por su resistencia, economía, facilidad de instalación y mantenimiento, siendo una solución práctica para superficies urbanas y paisajísticas. (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020)	El objetivo de la fabricación de adoquines con incorporación de relave minero y cal es su aplicación en pavimentos destinados al tránsito de vehículos ligeros, siendo clasificados como unidades de adoquín tipo II.	D1: Propiedades físicas y mecánicas del adoquín.	I1: Resistencia a la compresión: Ensayo en adoquines conforme a NTP 399.611 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. I2: Absorción I3: Densidad	Dependiente	Razón (kg/cm2) (%)

Operacionalización de Variable Dependiente

Fuente: Elaboración Propia.

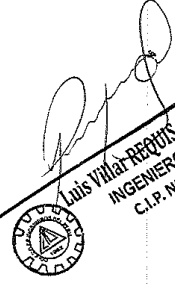


ANEXOS

ANEXO 4: Instrumentos de investigación (matriz de consistencia)

Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA
Problema	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Dime nsiones	Indicador es	Tipo de investigación: Aplicativo
general ¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas que presentan los adoquines tipo II destinados al tránsito de vehículos ligeros, al incorporar relaves mineros y cal en dosificación de mezcla de concreto en la ciudad de Pasco?	Determinar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con la dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, en la ciudad de Pasco.	Hi: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco. Ho: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, no presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco.	able independiente ✓ Relave minero ✓ Cal	D1: Dosificación del relave minero D2: Dosificación de la cal	I1: Proporción del relave minero (30%, 40% y 50%) I2: Proporción de la cal (5%, 10% y 15%)	Método de investigación: Científico Diseño de investigación: Experimental y Cuasi Experimental aplicada
específicos ✓ ¿Cuál es la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?	Objetivos específicos ✓ Determinar la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco.	H1i: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una resistencia a la compresión superior de la dosificación convencional. H1o: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave	able dependiente ✓ Adoquín Tipo II de concreto	D1: Propiedades físicas y mecánicas del adoquín.	I1: Resistencia a la compresión: Ensayo en adoquines conforme a NTP 399.611 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. I2: Absorción I3: Densidad	Población: En esta investigación la población será el conjunto de adoquines según las normas vigentes para los ensayos de compresión. Muestra: El disco cuasi-experimental utilizó la totalidad de la población debido a su tamaño reducido, distribuyendo: 36 adoquines para compresión (9 para el patron A, 27 para los patrones B, C, D, E y F).
específicos ✓ ¿Cuál es el porcentaje de absorción que	Determinar el porcentaje					Nivel de investigación: Explicativa Muestreo:


Luis Villar-Peres Carbal
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 76748

Para este proyecto, se
optó por un muestreo no
probabilístico intencional.

minero en reemplazo del
agregado fino y cal no presentan
una resistencia a la compresión
superior de los adoquines tipo II
elaborados con una dosificación
convencional.

H2i: La propiedad física de
absorción en los adoquines de
concreto que incorporan un
porcentaje óptimo de relave
minero en reemplazo del
agregado fino y cal, presenta un
mejor desempeño en
comparación con los adoquines
tipo II elaborados con una
dosificación convencional.

H2o: La propiedad física de
absorción en los adoquines de
concreto que incorporan un
porcentaje óptimo de relave
minero en reemplazo del
agregado fino y cal, no presenta
un mejor desempeño en
comparación con los adoquines
tipo II elaborados con una
dosificación convencional.

H3i: Los adoquines tipo II
elaborados con una dosificación
de concreto que incorpora un
porcentaje óptimo de relave
minero en reemplazo del
agregado fino y cal presentan una
densidad adecuada para su
aplicación en tránsito vehicular
ligero.

H3o: Los adoquines tipo II
elaborados con una dosificación
de concreto que incorpora un
porcentaje óptimo de relave
minero en reemplazo del
agregado fino y cal no presentan
una densidad adecuada para su
aplicación en tránsito vehicular
ligero.

absorción que
presentan los
adoquines tipo II para
tránsito vehicular
ligero, elaborados
mediante una
dosificación de
concreto con
incorporación de un
porcentaje óptimo de
relave minero en
reemplazo del
agregado fino y cal, en
la ciudad de Pasco.

Determinar la densidad
que presentan los
adoquines tipo II para
tránsito vehicular
ligero, elaborados con
una dosificación de
concreto que incorpora
un porcentaje óptimo
de relave minero en
reemplazo del
agregado fino y cal, en
la ciudad de Pasco.

los
presentan los
adoquines tipo II para
tránsito vehicular
ligero, elaborados
mediante una
dosificación de
concreto con
incorporación de un
porcentaje óptimo de
relave minero en
reemplazo del
agregado fino y cal, en
la ciudad de Pasco?

¿Cuál es la densidad
que presentan los
adoquines tipo II para
tránsito vehicular
ligero, elaborados con
una dosificación de
concreto que incorpora
un porcentaje óptimo
de relave minero en
reemplazo del
agregado fino y cal, en
la ciudad de Pasco?


Luis Villarreal Carbal
INGENIERO CIVIL
C.I.P. No 76748

TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO (NTP 339.035)

Proyecto : Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022.

Autores : Huere Ríos, Kevin Gino y Tomas de La Rosa Carlos Manuel

Dependiente : Propiedades mecánicas del concreto $F'c=420\text{Kg/Cm}^2$.

Ubicación de la investigación : Cerro de Pasco, Pasco, Perú.

Probeta N°	Fecha			% de Relave Minero	% de Cal	Slump	
	Día	Mes	Año			Consistencia (mm)	
PATRON A	2	3	2023	0%	0%	25.4	
PATRON B	2	3	2023	30%	5%	27.94	
PATRON C	2	3	2023	50%	5%	33.02	
PATRON D	2	3	2023	30%	15%	27.94	
PATRON E	2	3	2023	50%	15%	38.1	
PATRON F	2	3	2023	40%	10%	26.67	

 Luis Villar REQUIES CARBAJAL
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 76748

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012) Y CONTROL DE HUMEDAD (NTP 339.185)

Proyecto : Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros

Pasco, 2022.

Autores : Huere Ríos, Kevin Gino y Tomas de La Rosa Carlos Manuel

Dependiente : Agregado Fino

Ubicación de la investigación : Cerro de Pasco, Pasco, Perú.

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr.)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.5	6.2	1.24%	1.24%	98.76%	100.00	100.00
N° 4	4.75	17.1	3.42%	4.66%	95.34%	95.00	100.00
N° 8	2.36	50.1	10.02%	14.68%	85.32%	80.00	100.00
N° 16	1.18	118.5	23.70%	38.38%	61.62%	50.00	85.00
N° 30	0.6	125.6	25.12%	63.50%	36.50%	25.00	60.00
N° 50	0.3	71.3	14.26%	77.76%	22.24%	5.00	30.00
N° 100	0.15	72.4	14.48%	92.24%	7.76%	-	10.00
N° 200	0.075	28.7	5.74%	97.98%	2.02%	-	5.00
FONDO	-	10.1	2.02%	100.00%	-	-	-
		500	100%				

 **Luis Villarreal Requies Carabajal**
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76748

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012) Y CONTROL DE HUMEDAD (NTP 339.185)

Proyecto

: Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros
Pasco, 2022.

Autores

: Huere Ríos, Kevin Gino y Tomas de La Rosa Carlos Manuel

Dependiente

: Relave Minero

Ubicación de la investigación

: Cerro de Pasco, Pasco, Perú.

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr.)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00	100.00
N° 4	4.75	14.6	2.92%	2.92%	97.08%	95.00	100.00
N° 8	2.36	58.4	11.68%	14.60%	85.40%	80.00	100.00
N° 16	1.18	79.2	15.84%	30.44%	69.56%	50.00	85.00
N° 30	0.6	131	26.20%	56.64%	43.36%	25.00	60.00
N° 50	0.3	101.4	20.28%	76.92%	23.08%	5.00	30.00
N° 100	0.15	47.2	9.44%	86.36%	13.64%	-	10.00
N° 200	0.075	36.5	7.30%	93.66%	6.34%	-	5.00
FONDO	-	31.7	6.34%	100.00%	-	-	-
		500	100%				



Luis Villar Arce
Luis Villar ARCE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 76748

VALIDACION DE INSTRUMENTOS						
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS	Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022					
AUTORES	Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA					
FECHA	16/09/2025					
ESCALA	MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE	
	1	2	3	4	5	
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible				X	
Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos			X		
Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades redes de la investigación				X	
Organización	Existe una organización lógica				X	
Suficiente	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales			X		
Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis				X	
Consistencia	Se respalda en conocimientos técnicos y/o científicos				X	
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas. hipótesis. variables e indicadores				X	
Metodología	Responde una metodología y diseños aplicados para lograr probar las hipótesis.				X	
Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico			X		


 LUIS VILLAR REQUIES CARBAL
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 76748

Cerro de Pasco, 16 de setiembre de 2025

Ing. Daisy Guadalupe Granados Martinez

Presente

Asunto: **VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.**

Es grato presentarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar la investigación, con la cual optaré el título profesional de Ingeniero/a Civil.

El título del proyecto de investigación es: Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022; y siendo imprescindible contar con la aprobación de ingenieros especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas de investigación educativa y temas referente al tema tratado.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Definición de variables
- Ficha de recolección de datos
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Técnicas e instrumentos de recolección.
- Ficha de recolección de datos
- Criterios de validación

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,

Bach. Kevin Gino,
HUERE RIOS

Bach. Carlos Manuel
TOMAS DE LA ROSA

ANEXO 3: Instrumentos de Investigación (matriz de operacionalización de variables)

Operacionalización de Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
Relave minero	Se definen los relaves mineros como residuos sin valor económico generados durante las actividades de extracción y procesamiento de minerales. Debido a su composición predominantemente fina y húmeda, estos deben ser almacenados en depósitos de residuos industriales. (Romero Baylón & Flores Chávez, 2010)	Son residuos generados durante el proceso de extracción y beneficio de minerales, denominados relaves mineros. En el presente estudio, este material fue incorporado como adición en la mezcla de concreto, reemplazando parcialmente al agregado fino en proporciones determinadas.	D1: Dosificación del relave minero	I1: Proporción del relave minero (30 y 50 %), considerando también un valor promedio del 40% con respecto al agregado fino	Independiente	Proporcional
Cal	Se define como agregado fino, al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037	Son materiales que se utilizarán en el concreto para la producción de adoquines como son el agregado fino, cemento, relave y agua.	D2: Dosificación de la cal	I1: Proporción de la cal (5 y 15 %), considerando también un valor promedio del 10% con respecto al cemento	Independiente	Proporcional

Fuente: Elaboración Propia


Ing. Danyé Grandos Martínez
Ingeniero Civil
Especialidad en Estructuras
CIP 116660

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de Variable	Escala de Medición
Adoquín Tipo II de concreto	Los adoquines de concreto prefabricado son elementos de concreto simple vibro compactado, utilizados por su resistencia, economía, facilidad de instalación y mantenimiento, siendo una solución práctica para superficies urbanas y paisajísticas. (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020)	El objetivo de la fabricación de adoquines con incorporación de relave minero y cal es su aplicación en pavimentos destinados al tránsito de vehículos ligeros, siendo clasificados como unidades de adoquín tipo II.	DI: Propiedades físicas y mecánicas del adoquín.	I1: Resistencia a la compresión: Ensayo en adoquines conforme a NTP 399.611 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. I2: Absorción I3: Densidad	Dependiente	Razón (kg/cm ²) (%)

Operacionalización de Variable Dependiente

Fuente: Elaboración Propia.


 Ing. Daisy G. Granados Martínez
 INGENIERO CIVIL
 ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
 CIP 188866

ANEXOS

ANEXO 4: Instrumentos de investigación (matriz de consistencia)

Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022									
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES				METODOLOGIA		
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Variación	Dimensión	Indicador	Tipo de investigación: Aplicativo		
¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas que presentan los adoquines tipo II destinados al tránsito de vehículos ligeros, al incorporar relaves mineros y cal en dosificación de mezcla de concreto en la ciudad de Pasco?	Determinar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con la dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, en la ciudad de Pasco.	Hi: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco. Ho: Los adoquines tipo II para tránsito de vehículos ligeros, fabricados con una dosificación de mezcla de concreto que incorpora relaves mineros y cal, no presentan propiedades físico-mecánicas adecuadas para su uso estructural en la ciudad de Pasco.	✓ Relave minero Cal		D1: Dosificación del relave minero D2: Dosificación de la cal	I1: Proporción del relave minero (30%, 40% y 50%) I2: Proporción de la cal (5%, 10% y 15%)	Método de investigación: Científico Diseño de investigación: Experimental y Cuasi Experimental aplicada Nivel de investigación: Explicativa		
Problemas específicos	Objetivos específicos		Variable dependiente	Variación	Dimensión	Indicador	Población:		
✓ ¿Cuál es la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?	✓ Determinar la resistencia a la compresión que presentan los adoquines Tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco.	✓ Hii: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una resistencia a la compresión superior de la dosificación convencional. Hio: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave	✓ Adoquín Tipo II de concreto		D1: Propiedades físicas y mecánicas del adoquín. D2: Resistencia a la compresión: Ensayo en adoquines conforme a NTP 399.611 para determinar la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión. D3: Absorción D4: Densidad	I1: Resistencia a la compresión: Ensayo en adoquines conforme a normas vigentes para los ensayos de compresión. I2: Ensayo en adoquines conforme a normas vigentes para los ensayos de compresión. I3: Ensayo en adoquines conforme a normas vigentes para los ensayos de compresión.	Muestra: El diseño cuasi-experimental utilizó la totalidad de la población debido a su tamaño reducido, distribuyendo: 36 adoquines para compresión (9 para el patrón A, 27 para los patrones B, C, D, E y F). Muestreo:		
✓ ¿Cuál es el porcentaje de absorción que	✓ Determinar el porcentaje								

Para este proyecto, se
optó por un muestreo no
probabilístico intencional.

presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto con incorporación de un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?

✓ ¿Cuál es la densidad que presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco?

absorción que presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados mediante una dosificación de concreto con incorporación de un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco.

✓ Determinar la densidad que presentan los adoquines tipo II para tránsito vehicular ligero, elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, en la ciudad de Pasco.

minero en reemplazo del agregado fino y cal no presentan una resistencia a la compresión superior de los adoquines tipo II elaborados con una dosificación convencional.

✓ **H21:** La propiedad física de absorción en los adoquines de concreto que incorporan un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, presenta un mejor desempeño en comparación con los adoquines tipo II elaborados con una dosificación convencional.

H20: La propiedad física de absorción en los adoquines de concreto que incorporan un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal, no presenta un mejor desempeño en comparación con los adoquines tipo II elaborados con una dosificación convencional.

✓ **H31:** Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal presentan una densidad adecuada para su aplicación en tránsito vehicular ligero.

H30: Los adoquines tipo II elaborados con una dosificación de concreto que incorpora un porcentaje óptimo de relave minero en reemplazo del agregado fino y cal no presentan una densidad adecuada para su aplicación en tránsito vehicular ligero.



Ing. Daisy G. Granados Martínez
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
CIP. 186866

DEFINICION

❖ Relaves Mineros

Según (Soto Castillo, 2017), se comprende como el desecho que se obtiene por la explotación minera de empresas que cada departamento o provincia tiene en cada región, también se le puede definir como un material extraído de todas las industrias mineras como son la de plomo zinc cobre plata y entre otros minerales ricos en nuestro país.

❖ Adoquín

Según (Romero Huayta & Salinas Navarro, 2020), los adoquines son materiales de construcción compuesto por concreto después de un proceso de elaboración según diseño de mezcla, hay diferentes formas estéticamente de grandes variedades de colores , su comportamiento es la resistencia que tiene al desgaste , su uso es de gran variedad más usado en la pavimentación de veredas, calles, jardines.

❖ Pavimento

Según (Cervantes Pacori & Pilco Soto, 2020), define que los pavimentos vendrían a ser una capa ya sea de manera horizontal que tiene como finalidad dar un realce estético a un suelo, dentro de los pavimentos existen los llamados pavimentos urbanos o viales con a la especificación técnica para esta investigación es determinar los pavimentos de adoquines que referencia están hechos de concreto para el tránsito de vehículos ya sean ligeros o pesados dentro de un marco legal de normas que establece el nuestro país para así permitir el rodamiento de vehículos durante el su peregrinar en las calles.

❖ Cal

La cal es un material importante en el ámbito de la construcción ya que contribuyen en la elaboración de morteros y a la construcción de cimientos, muros y losas, la cal también es un elemento que reduce la acidez de elementos polimetálicos. (Galván - Ruiz & Velázquez - Castillo, 2011)

❖ Tránsito

El tránsito se define según (Quintero-González, 2017), que une a la ingeniería de tránsito la cual nace una ciencia que permite estudiar al conductor, vehículo , peatón que puedan gozar de un bienestar uniforme sin accidentes , en conclusión el tránsito es una medida de ayuda a toda la sociedad.

❖ Vehículo

El vehículo es un método de transporte de tierra la cual beneficia que las personas que se trasladen de una manera más rápida, según su clasificación son vehículos ligeros y pesados.

❖ Concreto:

Según (Carpio, s. f.) el concreto se define que es la mezcla de: cemento portland, agregados, aire y agua.

❖ Estructuración:

La estructuración es la parte de un todo como puede ser de un cuerpo, la cual detalla que mantendrá su requerida forma aun en ellas puedan actuar fuerzas sobre este. (Hernández - Ros, 2008)

❖ Agregado fino:

El agregado fino es un material importante en la elaboración de concreto la cual está compuesta por arenas y piedras redondeadas con una característica suave. (Carpio, s. f.)

❖ Granulometría:

Es parte de una evaluación que se le da a determinados materiales, las cuales pasan por tamices y poder evaluar el tamaño que tiene dicha muestra. (Carpio, s. f.)

❖ Absorción:

Es la cantidad de humedad o agua que tiene dicho material al ponerlo en contacto con el agua, la cual podrá detallar una característica fundamental para el material respectivo.

❖ Densidad:

La densidad se define como la masa de un elemento dividida por su volumen. La gravedad específica es un término que se refiere a la densidad de un elemento en relación con la del agua. No tiene unidades. (Espinoza Rodríguez, 2023)

Ing. Daisy G. Coronados Martínez
Ingeniero Civil
Especialidad en Infraestructuras
C.P. 110366

TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO (NTP 339.035)

Proyecto : Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros
Pasco, 2022.

Autores : Huere Ríos, Kevin Gino y Tomas de La Rosa Carlos Manuel

Dependiente : Propiedades mecánicas del concreto $F'c=420\text{Kg/Cm}^2$.

Ubicación de la investigación : Cerro de Pasco, Pasco, Perú.

Probeta N°	Fecha			% de Minero	Relave	% de Cal	Slump	
	Día	Mes	Año				Consistencia (mm)	
PATRON A	2	3	2023	0%	0%	0%	25.4	
PATRON B	2	3	2023	30%	30%	5%	27.94	
PATRON C	2	3	2023	50%	50%	5%	33.02	
PATRON D	2	3	2023	30%	30%	15%	27.94	
PATRON E	2	3	2023	50%	50%	15%	38.1	
PATRON F	2	3	2023	40%	40%	10%	26.67	

 
Ing. Daisy G. Granados Martínez
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
CIP. 186866

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012) Y CONTROL DE HUMEDAD (NTP 339.185)

Proyecto : Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros
Pasco, 2022.

Autores : Huere Ríos, Kevin Gino y Tomas de La Rosa Carlos Manuel

Dependiente : Agregado Fino

Ubicación de la investigación : Cerro de Pasco, Pasco, Perú.

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr.)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.5	6.2	1.24%	1.24%	98.76%	100.00	100.00
N° 4	4.75	17.1	3.42%	4.66%	95.34%	95.00	100.00
N° 8	2.36	50.1	10.02%	14.68%	85.32%	80.00	100.00
N° 16	1.18	118.5	23.70%	38.38%	61.62%	50.00	85.00
N° 30	0.6	125.6	25.12%	63.50%	36.50%	25.00	60.00
N° 50	0.3	71.3	14.26%	77.76%	22.24%	5.00	30.00
N° 100	0.15	72.4	14.48%	92.24%	7.76%	-	10.00
N° 200	0.075	28.7	5.74%	97.98%	2.02%	-	5.00
FONDO	-	10.1	2.02%	100.00%	-	-	-
		500	100%				

 
Ing. Daisy G. Granados Martínez
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
CIP 186666

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NTP 400.012) Y CONTROL DE HUMEDAD (NTP 339.185)

Proyecto : Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros
Pasco, 2022.

Autores : Huere Ríos, Kevin Gino y Tomas de La Rosa Carlos Manuel

Dependiente : Relave Minero

Ubicación de la investigación : Cerro de Pasco, Pasco, Perú.

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr.)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.5	0	0.00%	0.00%	100.00%	100.00	100.00
N° 4	4.75	14.6	2.92%	2.92%	97.08%	95.00	100.00
N° 8	2.36	58.4	11.68%	14.60%	85.40%	80.00	100.00
N° 16	1.18	79.2	15.84%	30.44%	69.56%	50.00	85.00
N° 30	0.6	131	26.20%	56.64%	43.36%	25.00	60.00
N° 50	0.3	101.4	20.28%	76.92%	23.08%	5.00	30.00
N° 100	0.15	47.2	9.44%	86.36%	13.64%	-	10.00
N° 200	0.075	36.5	7.30%	93.66%	6.34%	-	5.00
FONDO	-	31.7	6.34%	100.00%	-	-	-
		500	100%				



Ing. Percy G. Granados Martínez
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
CIP 186866

VALIDACION DE INSTRUMENTOS						
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS	Incorporación de relaves mineros y cal en la estructuración de adoquines Tipo II para el tránsito de vehículos ligeros Pasco, 2022					
AUTORES	Bach. Kevin Gino, HUERE RIOS y Bach. Carlos Manuel, TOMAS DE LA ROSA					
FECHA	16/09/2025					
ESCALA	MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENA	EXCELENTE	
	1	2	3	4	5	
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulada con lenguaje comprensible					X
Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos				X	
Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades redes de la investigación				X	
Organización	Existe una organización lógica					X
Suficiente	Toma en cuenta los aspectos metologicos esenciales				X	
Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis					X
Consistencia	Se respalda en conocimientos técnicos y/o científicos				X	
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas. hipótesis. variables e indicadores					X
Metodología	Responde una metodología y diseños aplicados para lograr probar las hipótesis.				X	
Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico			X		



Ing. Daisy G. Granados Martínez
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
CIP. 186866

DECLARACIÓN JURADA DE PRECISIÓN Y CONFIABILIDAD DE ENSAYO DE LABORATORIO

Yo, Marco Antonio Surichaqui Hidalgo, identificado con DNI N.º 20831922, en calidad de asesor marco de la elaboración de la tesis titulada: **"INCORPORACIÓN DE RELAVES MINEROS Y CAL EN LA ESTRUCTURACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS LIGEROS, PASCO - 2022"**, DECLARO BAJO JURAMENTO lo siguiente:

1. Que los ensayos de laboratorio de la presente tesis mencionada fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC, en el marco de la elaboración de la tesis titulada: **"INCORPORACIÓN DE RELAVES MINEROS Y CAL EN LA ESTRUCTURACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA EL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS LIGEROS, PASCO - 2022"**, desarrollada por los estudiantes de la mencionada escuela profesional.
2. Que los ensayos fueron ejecutados por los alumnos tesistas, garantizando el cumplimiento de los procedimientos y metodologías normalizadas conforme a las Normas Técnicas Peruanas (NTP), ASTM, AASHTO y demás estándares internacionales aplicables.
3. Que los equipos e instrumentos empleados en las pruebas de laboratorio se encuentran en óptimas condiciones operativas, asegurando la precisión, confiabilidad y trazabilidad de los resultados obtenidos.
4. Que los registros, hojas de datos, cálculos y resultados de los ensayos fueron revisados y validados antes de su inclusión en el documento de tesis, garantizando su veracidad y coherencia técnica.
5. Que los resultados reportados reflejan fielmente las condiciones observadas durante el proceso experimental y pueden considerarse válidos, reproducibles y técnicamente confiables.

Cerro de Pasco, 12 de noviembre de 2025

Participantes:

Estudiantes ejecutores del ensayo:

1. HUERE RIOS Kevin Gino
2. TOMAS DE LA ROSA Carlos Manuel

Docente Supervisor:



Marco Antonio Surichaqui Hidalgo
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - UNDAC
DNI N.º 20831922