

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **Ingeniería Civil**

“INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL
COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN
DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350
KG/CM², CAJAMARCA-2023”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Roman Delgado Vasquez
Nilton Heiner Ventura Marquina

Asesor:

Mg. Henry J. Villanueva Bazán
<https://orcid.org/0000-0001-8814-6079>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente	Héctor Arturo Cuadros Rojas
	Nombre y Apellidos

Jurado 2 Secretario	David Eloy Ordoñez Bringas
	Nombre y Apellidos

Jurado 3 Vocal	Katia Nataly Carrión Rabanal
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Dumfries and Galloway College Trabajo del estudiante	1%

DEDICATORIA

Dedico esta investigación en primer lugar a Dios por darme inteligencia y sabiduría, a mis padres, hermanos y demás familiares, por todo su apoyo, por sus consejos y por ser mi motivación principal. No podría sentirme más feliz con la confianza puesta en mí; especialmente cuando todo se me torna difícil, ustedes siempre están para mí de manera incondicional.

Nilton Heiner.

La presente investigación la dedico en primer lugar a mis padres por siempre cultivar en mí el espíritu de humildad y perseverancia; por ser la inspiración máxima en mi vida. A mis hermanos por estar siempre a mi lado que son como la luz que alegra mi vida.

Román Delgado.

AGRADECIMIENTO

Dios por habernos dado la fuerza, el coraje y la valentía para seguir esta carrera.

A nuestros padres por sus enseñanzas, buenos principios y el apoyo brindado.

A nuestra casa superior de estudios la Universidad Privada del Norte y a la plana de docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil por formarnos profesionalmente.

Un agradecimiento especial al Ing. Henry J. Villanueva Bazán por su apoyo incondicional en el presente trabajo.

Los autores.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
Tabla de contenido	6
Índice de tablas	8
Índice de figuras	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1 Realidad problemática.....	12
1.2 Formulación del problema.....	36
1.3 Objetivos	37
1.4 Hipótesis	38
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	39
2.1 Tipo y diseño de investigación	39
2.2 Población y muestra.....	41
2.2.1 Población.....	41
2.2.2 Muestra.	41
2.2.3 Muestreo.	41
2.3 Técnicas e Instrumentos de recolección y materiales	42
2.4 Procedimiento de recolección de datos.....	44
2.5 Procedimiento de tratamiento de datos.....	45
2.6 Análisis de datos	50
2.7 Aspectos éticos de la investigación.....	51
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	52
3.1. Estudios básicos	52
3.2. Trabajabilidad.....	57

3.3. Resistencia a la compresión	59
3.4. Trabajabilidad en Adoquines.....	64
3.5. Absorción en adoquines.....	67
3.6. Resistencia a la compresión en adoquines	69
3.7. Resistencia al desgaste por abrasión en adoquines	74
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	77
4.1. LIMITACIONES.....	77
4.2. DISCUSIÓN	77
4.3. CONCLUSIONES.....	82
4.4. RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS	84
ANEXOS	93

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Propiedades mecánicas del adoquín de concreto</i>	22
Tabla 2 <i>Características del relave minero</i>	23
Tabla 3 <i>Propiedades del concreto de alta resistencia</i>	30
Tabla 4 <i>Identificación de las variables</i>	40
Tabla 5. <i>Ensayos para concreto fresco</i>	42
Tabla 6. <i>Ensayos para concreto endurecido</i>	42
Tabla 7. <i>Ensayo de granulometría del AF</i>	52
Tabla 8. <i>Ensayo de granulometría del AG</i>	53
Tabla 9. <i>Ensayo de granulometría del RM</i>	54
Tabla 10. <i>Ensayo de contenido de humedad de los agregados</i>	56
Tabla 11. <i>Ensayo de peso unitario suelto y compactado de los agregados</i>	56
Tabla 12. <i>Ensayo de absorción y gravedad específica de los agregados</i>	56
Tabla 13. <i>Ensayo de trabajabilidad con los diferentes diseños de mezcla</i>	57
Tabla 14. <i>Prueba de normalidad para la trabajabilidad del concreto</i>	58
Tabla 15. <i>Prueba ANOVA para la trabajabilidad del concreto</i>	59
Tabla 16. <i>Resumen de ensayo de $f'c$ del concreto</i>	59
Tabla 17. <i>Análisis de normalidad para la resist, compresión del concreto a 7 días</i>	61
Tabla 18. <i>Análisis ANOVA para la resist, compresión del concreto a 7 días</i>	62
Tabla 19. <i>Análisis de normalidad para la resist, compresión del concreto a 14 días</i>	62
Tabla 20. <i>Prueba ANOVA para la resist, compresión del concreto a 14 días</i>	63
Tabla 21. <i>Análisis de normalidad para la resist, compresión del concreto a 28 días</i>	63
Tabla 22. <i>Análisis ANOVA para la resist, compresión del concreto a 28 días</i>	64
Tabla 23. <i>Ensayo de trabajabilidad con los diferentes diseños de mezcla</i>	65
Tabla 24. <i>Análisis de normalidad para el asentamiento de concreto en adoquines</i>	66
Tabla 25. <i>Análisis T DE STUDENT para el asentamiento de concreto en adoquines</i>	66
Tabla 26. <i>Ensayo de absorción en adoquines</i>	67

Tabla 27. <i>Análisis de normalidad para la absorción en adoquines.</i>	68
Tabla 28. <i>Análisis T DE STUDENT para la absorción en adoquines.</i>	69
Tabla 29. <i>Resumen de ensayo de $f'c$ en adoquines</i>	69
Tabla 30. <i>Análisis de normalidad para la resistencia a compresión en adoquines a 7 días.</i>	70
Tabla 31. <i>Análisis T DE STUDENT para la resistencia a compresión en adoquines a 7 días.</i>	71
Tabla 32. <i>Análisis de normalidad para la resistencia a compresión en adoquines a 14 días.</i>	72
Tabla 33. <i>Análisis T DE STUDENT para la resistencia a compresión en adoquines a 14 días</i>	72
Tabla 34. <i>Análisis de normalidad para la resistencia a compresión en adoquines a 28 días.</i>	73
Tabla 35. <i>Análisis T DE STUDENT para la resistencia a compresión en adoquines a 28 días.</i>	74
Tabla 36. <i>Ensayo de abrasión en adoquines</i>	74
Tabla 37. <i>Análisis de normalidad para la resistencia al desgaste por abrasión en adoquines.</i>	75
Tabla 38. <i>Análisis WILCOXON para la resistencia al desgaste por abrasión en adoquines.</i>	76

Índice de figuras

Figura 1 <i>Formas del adoquín</i>	19
Figura 2 <i>Partes de un adoquín</i>	22
Figura 3 <i>Diagrama de flujo del proyecto</i>	50
Figura 4 <i>Curva granulométrica del AF</i>	53
Figura 5 <i>Curva granulométrica del AG</i>	54
Figura 6 <i>Curva granulométrica del RM</i>	55
Figura 7 <i>Gráfico de la trabajabilidad en el concreto</i>	57
Figura 8 <i>Diagrama comparativo de las curvas de $f'c$ de los diseños de concreto</i>	60
Figura 9 <i>Gráfico de trabajabilidad en adoquines</i>	65
Figura 10 <i>Gráfico de absorción en adoquines</i>	67
Figura 11 <i>Diagrama comparativo de las curvas de $f'c$ de los diseños de adoquines de concreto</i> ...	69
Figura 12 <i>Diagrama comparativo del desgaste por abrasión.</i>	74

RESUMEN

El presente estudio, tuvo como propósito determinar la influencia del relave minero en el comportamiento mecánico del adoquín de concreto de alta resistencia 350 kg/cm², Cajamarca-2023. La metodología presenta un diseño experimental-cuantitativo además de ser aplicada y correlacional. Se realizaron cuatro diseños de mezclas con porcentajes variados de relave minero (RM) 5%, 10% y 15%, para posteriormente en base a la óptima dosificación realizar ensayos en consistencia fresca, endurecida y analizar el comportamiento del adoquín de concreto. Los resultados demostraron que la resistencia a compresión a los 28 días del concreto que contenía RM, aumentó un 14.92% con dosificación al 10% de RM; siendo considerada esta la óptima dosificación para la elaboración de adoquines de concreto. La trabajabilidad en el concreto para adoquín encontró un óptimo valor de 3.3” con dosificación al 10% de RM, para el ensayo de absorción el adoquín con RM logró ser 0.86%, menor al diseño patrón de 2.17%; además el adoquín de concreto sobre su resistencia a compresión, aumentó un 11.56% con dosificación al 10% de RM; por último, la resistencia al desgaste por abrasión no experimentó grandes cambios ya que el adoquín de concreto con dosificación al 10% de RM mejoró en un 0.85% frente al diseño patrón. Finalmente, se logró concluir que el empleo de relave minero influye favorablemente sobre las propiedades en estado endurecido del adoquín de concreto, dónde la dosificación óptima de relave minero es de 10% mejorando significativamente la resistencia a compresión.

PALABRAS CLAVES: Relave minero, adoquín de concreto, compresión, trabajabilidad, abrasión

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

A nivel mundial, Saraguro et al., (2021) las vías son estructuras fundamentales para el desarrollo de un país, así mismo el presupuesto destinado para este tipo de estructuras son elevados, por lo que tiene gran importancia asegurar la vida útil de las vías en correspondencia a sus propiedades mecánicas de sus elementos. Uno de los pavimentos usados por su practicidad es el pavimento articulado, el cual los adoquines tiene excelente resistencia a compresión, dado que estos se confinan uno con otro.

Así mismo Varas y Areche, (2021), en la necesidad de innovar la composición de los adoquines, que inicialmente fueron piedras naturales, luego de arcillas cocida y actualmente de concreto, existen investigaciones en Ecuador que buscan obtener adoquines con resistencias adecuadas para ser usadas en pavimentos, para ello hacen uso de materiales reciclados con fines de evitar la sobreexplotación de los recursos vírgenes y aportar con la construcción sostenible.

Del mismo modo, Lam et al., (2020) nos comentan que en Chile siendo un país con alta producción de cobre con alrededor de 6.58 millones de toneladas según la Comisión Chilena de Cobre, sus residuos o relaves generan grandes impactos en el medio ambiente. La industria minera en Chile genera bastante relave minero que cuentan con un registro de 7645 depósitos de relaves de los cuales solo 110 están activos, 473 inactivos y 173 abandonados y 8 en proceso de construcción. Es por ello que existen investigaciones que buscan la manera de dar un nuevo uso a estos materiales y que permitan en cierta medida evitar la explotación de recursos vírgenes en el concreto.

En Perú, Velásquez, et al., (2022) nos dicen que la contaminación se debe a la presencia de la industria minera lo cual es inevitable por ser proyectos de gran envergadura y dado que generan aportes económicos al país. Sin embargo, existen investigaciones de producción de materiales de construcción como ladrillos, concreto adoquines y morteros que utilicen estos relaves como agregados.

Así mismo Camera y Díaz (2022), nos indican que en Chile y Perú los problemas ambientales están relacionados en su mayoría con la contaminación del agua, aire y suelo. Dado ello, en Chile y Perú el problema socioambiental que tiene más complejidad es el manejo sustentable de los relaves mineros, dado que son propensos a riesgos altos de inestabilidad geoquímica y física. Así mismo se complica la situación ya que no existe normativa que regule el vertimiento de los relaves y que contamine el área de influencia. Es por ello que el Instituto de Ingenieros de Minas en el Perú pronostica que el Perú tendrá al 2030 un aproximado de 4.5 millones de toneladas de relaves mineros.

A nivel internacional, Lojano y Proaño (2022) en su tesis titulada “Análisis de las propiedades físico-mecánicas de adoquines con relave minero generados en la planta de beneficio campanillas para su uso en vías”, tuvieron como objetivo analizar las propiedades presentes sobre los adoquines que contenían relaves mineros a razón de ser usados en vías. La metodología establecida fue de tipo aplicada, cuantitativo y experimental. El diseño consistió en sustituir el agregado fino por RM en 25 y 50%. Los resultados demostraron a los 28 días de curado un valor de $f'c$ de 17.99 para el diseño patrón y de 13.13, y 9.55 Mpa con RM respectivamente generando una disminución del 27.02% y 46.91%. Así mismo los resultados de tracción fueron 2.06, 1.66 y 1.34 Mpa respectivamente generando disminuciones del 19.42% y 34.95% respectivamente. Los autores concluyeron que adicionar

relaves mineros en los porcentajes de 25 y 50% no aportan mejoras en las propiedades del adoquín.

Por otro lado, Jácome (2020) por medio de la tesis titulada “Desarrollo de adoquines, a partir de los relaves de mina de la empresa minera Agro-Industrial el Corazón”, tuvieron como objetivo desarrollar adoquines de concreto con adiciones de relaves mineros. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo y experimental. El diseño consistió en sustituir el Ag fino por RM 50 y 70%. Los resultados demostraron un valor de soporte a la tracción de 3.2 para el diseño patrón y de 3.3, y 3.4 Mpa respectivamente a las incorporaciones de 50 y 70%, así mismo una mejora de 3.12% y 6.25%. Los autores concluyeron que adicionar relaves mineros en el adoquín de concreto si aporta resistencia y serían viables, incluso sin cumplir con la normativa INEN 3040 y podrían ser usados en vías de tráfico peatonal.

Así mismo, Lalangui y Méndez (2021) por medio de la tesis titulada “Caracterización de relaves mineros para su aprovechamiento en la fabricación de materiales de construcción”, tuvieron como objetivo desarrollar adoquines de concreto con adiciones de relaves mineros. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo y experimental. El diseño consistió en sustituir el Ag fino por RM en 0, 50 y 70%. Los resultados demostraron a los 28 días de curado un valor de $f'c$ de 22.83, 25.42 y 20.64 Mpa respectivamente. Así mismo la resistencia a tracción fue de 2.62, 2.67 y 1.68 Mpa respectivamente. Los autores concluyeron que adicionar relaves mineros en el adoquín de concreto incrementa el soporte a compresión considerablemente al incorporar 50% y frente a la resistencia a tracción existe un ligero incremento poco considerable.

Del mismo modo, Enríquez, et al., (2022) en su tesis titulada “Estudio de caso para el aprovechamiento de relaves mineros procedentes de la concesión Campanillas, Zamora Chinchipe-Ecuador, como agregado para la elaboración de adoquines”, tuvieron como objetivo desarrollar adoquines de concreto con adiciones de relaves mineros. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo y experimental. El diseño consistió en sustituir el Ag fino por RM en 0, 20, 30 y 40%. Los resultados demostraron a los 28 días de curado un valor de $f'c$ de 53, 59.53, 50.93 y 54.10 Mpa respectivamente. Así mismo la resistencia a tracción fue de 2.00, 3.93, 3.47 y 3.63 Mpa respectivamente. Los autores concluyeron que la sustitución porcentual de agregado fino por RM incrementa el soporte a compresión y tracción de los adoquines.

Igualmente, Moafak, et al., (2022) en su artículo titulado “Concrete Made with Iron Ore Tailings as a Fine Aggregate: A Step towards Sustainable Concrete”, tuvieron como objetivo desarrollar un concreto sostenible mediante la inclusión de relave minero respecto al diseño de mezcla. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo y experimental. El diseño consistió en sustituir el Ag fino por RM en 0, 10, 20, 30, 40 y 50%. Los resultados demostraron que el asentamiento para el diseño patrón fue de 45mm y para cada incorporación fue de 45, 45, 45, 46 y 32 mm respectivamente y un valor de $f'c$ a los 28 días de curado de 53 Mpa para el diseño patrón y para los otro diseño fue de 55, 56, 53, 52 y 50 Mpa respectivamente, la resistencia a flexión fue de 5.5 Mpa y los diseño dieron valores de 5.4, 5.6, 5.5, 5.3 y 5.4 Mpa; del mismo modo la resistencia a la tracción fue de 3.7 Mpa para el diseño patrón y para las dosificaciones de RM valores de 4.0, 4.1, 4.0, 4.0 y 3.8 Mpa. Los autores concluyen que incluir relaves mineros al diseñar la mezcla del concreto siendo

reemplazado el agregado fino incrementa el soporte a tracción, flexión y compresión con el 20% de incorporación, con porcentajes mayores a este las resistencias disminuyen.

Así mismo se tiene antecedentes que presentaron criterios similares a la investigación, como los antecedentes nacionales, Mercado y Reyna (2020) por medio de la tesis titulada “Influencia de los porcentajes de los relaves mineros en la resistencia a la compresión en bloques de concreto ensamblables, Trujillo 2019”, tuvieron como objetivo conocer el efecto de utilizar RM en bloques de concreto sobre su resistencia a compresión. La metodología establecida fue de tipo aplicada, cuantitativo y experimental. El diseño consistió en sustituir el Ag fino por RM en 46, 48, 50, 52, 54 y 56%. Los resultados demostraron que el asentamiento para el diseño patrón fue de 7.62 cm y para cada incorporación fue de 7.87, 8.13, 8.38, 7.62, 7.62 y 8.13 cm respectivamente y un valor de $f'c$ a los 28 días de curado de 150 kg/cm² para el diseño patrón y de 131.84, 138.49, 151.41, 149.81, 137.03 y 120.89 kg/cm² para cada dosificación de RM respectivamente. Los autores concluyen que el uso de relave minero en bloques incrementa el valor de $f'c$ en porcentajes mínimos con el 50% de sustitución de Ag fino por RM.

Así mismo, Romero y Salinas (2020) por medio de la tesis titulada “Estudio experimental del concreto para adoquines Tipo II, adicionando relaves mineros”, tuvieron como objetivo conocer el impacto del RM en las propiedades físicas pertenecientes al adoquín de concreto $f'c$ 380kg/cm² para tránsito vehicular. La metodología empleada fue de tipo aplicada, cuantitativo y experimental. El diseño consistió en sustituir el Ag fino por RM en 5, 10, 25 y 50%. Los resultados demostraron a los 28 días de curado un valor de $f'c$ de 392.81 kg/cm² para el diseño patrón y de 384.72, 381.45, 346.21 y 286.71 kg/cm² para cada dosificación de RM respectivamente. Los autores concluyen que el uso de RM en adoquines

incrementa el valor de $f'c$ en porcentajes menores a 10%, superior a este, la resistencia a compresión decrece, por lo que sí es viable el uso de RM en el concreto.

Del mismo modo, Jove y Mamani (2022) en su tesis titulada “Adición de relave triturado no tóxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto, Ollachea, Puno ,2022”, tuvieron como propósito de resolver un problema ambiental haciendo uso de los RM sobre la composición de adoquines de concreto $f'c$ 380kg/cm². La metodología usada fue de tipo aplicada, cuantitativo y experimental. El diseño consistió en sustituir el Ag fino por RM en 10, 30, 50 y 75%. Los resultados demostraron a los 28 días de curado un valor de $f'c$ de 389.12 kg/cm² para el diseño patrón y de 380.28, 320.01, 224.15 y 182.21 kg/cm² para cada dosificación de RM respectivamente. Los autores concluyen que el uso de relave minero en adoquines no incrementa el valor de $f'c$ sin embargo en correspondencia a la NTP 399.611 si alcanzó para adoquines tipo II su resistencia, logrando ser viablemente económico.

Así también, Suarez (2021) por medio de la tesis titulada “El relave minero como agregado del concreto en el diseño de mezcla en $f'c= 350\text{kg/cm}^2$ al 5%, 15%, 25% en el centro poblado Chicrin - 2021”, determinó por objetivo conocer la reacción del concreto $f'c$ 350kg/cm² al incorporar en su diseño relave minero. La metodología empleada fue aplicada, cuantitativo y experimental. El diseño consistió en sustituir el Ag fino por RM en 0, 5, 15 y 25%. Los resultados demostraron a los 28 días de curado un valor de $f'c$ de 405.10 kg/cm² para el diseño patrón y de 412.30, 422.50 y 411.90 kg/cm² para cada dosificación de RM respectivamente. Logrando concluir que el uso del RM en el concreto mantiene su trabajabilidad de diseño, así mismo incrementa en el concreto su soporte a compresión en base a un porcentaje igual a 15 % óptimo de RM.

Por otro lado, Torres (2021) en su tesis titulada “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto de 210 kg/cm² reemplazando relave de Ticlacayan como agregado fino en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25%, distrito Ticlacayan, provincia y departamento de Pasco, 2021”, determinó como objetivo analizar el efecto del RM en el concreto sobre la resistencia a compresión al ser reemplazo del agregado fino. La metodología empleada fue de tipo aplicada, cuantitativo y experimental. Respecto al diseño, consistió en sustituir el Ag fino por RM en 0, 10, 15, 20 y 25%. Los resultados demostraron a los 28 días de curado un valor de $f'c$ de 308.92, 289.44, 240.35, 206.83 y 181.52 kg/cm² respectivamente. Logró concluir que el uso de RM para sustituir el Ag fino no es viable, dado que con cada porcentaje de incorporación ascendente el soporte a compresión disminuye porcentualmente.

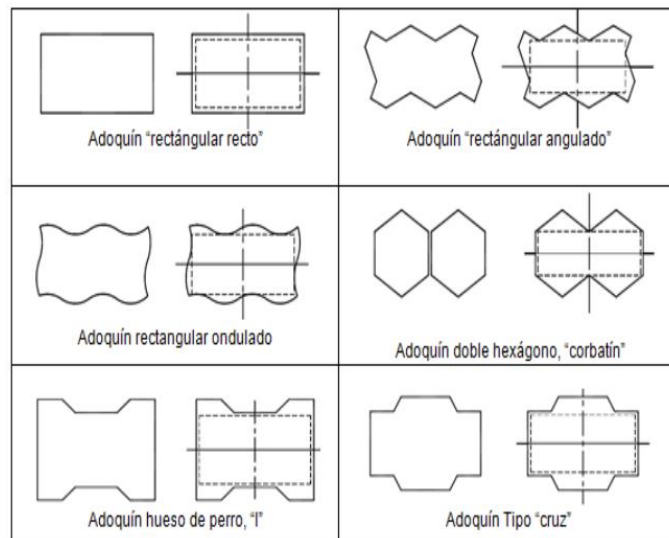
Respecto a los antecedentes a nivel local, Cruzado et al., (2021) mencionan que existe una necesidad de darle un tratamiento y uso adecuado a los relaves mineros, ya que en Cajamarca y otros departamentos de Perú los metales persistentes causan daños graves en flora, fauna y a todo el ecosistema. La falta de legislación en el país genera que los pasivos ambientales mineros (MEL) aumenten significativamente, llegando en el 2019 tener un valor aproximado de 8448 MELs

Así mismo la investigación presenta bases teóricas que aportan conceptos base como el Adoquín dónde, Jácome et al. (2022), señala que es un elemento compacto de concreto, como una estructura prefabricada en forma de prisma recto, que puede tener bases con formas poligonales. Su función principal es crear superficies completas en pavimentos articulados. Estas superficies pueden ser de una sola capa o de dos capas. Estas piezas se ensamblan para formar una capa de rodadura en pavimentos, y también se utilizan en banquetas, pisos de patios en puertos y aeropuertos.

Leal y Cervera (2019), menciona que los bloques o adoquines son elementos utilizados en la construcción y fabricados con materiales pétreos y cemento. Estos bloques tienen formas diversas, todas ellas regulares y simétricas. Para su instalación, se colocan sobre una capa de arena con un espesor de 3 a 5 centímetros. La función principal de esta capa de arena es absorber las irregularidades presentes en la base, permitiendo un acomodamiento adecuado de los adoquines y necesitando un soporte uniforme en toda su superficie. Además, la capa de arena también desempeña un papel crucial en el drenaje efectivo del agua el cual tiende a filtrarse a través de las juntas, generando el impedimento de posibles daños en la base. Así mismo señala que el polígono determina tanto la superficie de desgaste, que incluye el bisel si está presente, como la cara de apoyo de los adoquines. Además, este polígono define el prisma recto que les da su volumen. Existen varias formas comunes de adoquines. En la figura uno se muestra de manera detallada algunas formas utilizadas para los adoquines.

Figura 1

Formas del adoquín



Nota: Obtenido de NTP 399.611 (NTP 399.611, 2017)

Un adoquín de concreto está compuesto por diversos elementos esenciales que son fundamentales para su estructura y propósito. Estas partes esenciales incluyen:

Superficie superior: Aldana (2022), señala que es la superficie superior del adoquín es la parte visible una vez instalada. Puede tener diferentes acabados, como liso, texturizado, rugoso o con patrones decorativos. Esta superficie es la que proporciona la zona de rodadura y es crucial que cuente con propiedades antideslizantes adecuadas para garantizar la seguridad y evitar resbalones.

Base inferior: Pérez et al. (2022), menciona que es la base inferior del adoquín es la porción que entra en contacto con la capa base o el lecho de arena durante la instalación. Esta base inferior puede presentar una superficie lisa o tener una textura especial diseñada para mejorar la adherencia con la capa subyacente y prevenir el deslizamiento. Es esencial que esta parte del adoquín tenga un buen agarre para asegurar una instalación estable y duradera.

Bordes laterales: Sánchez et al. (2021), menciona que son los bordes laterales del adoquín son las partes que se unen a otros adoquines para formar una superficie pavimentada continua. Estos bordes laterales pueden tener diferentes características, como ser rectos, biselados o tener formas especiales, todo ello con el propósito de facilitar la interconexión entre los adoquines y crear patrones de pavimentación. La adecuada interconexión de los bordes laterales es fundamental para lograr una pavimentación sólida y uniforme.

Juntas: Sánchez et al. (2021), señala que las juntas son los espacios que existen entre los adoquines y que se rellenan con arena, mortero u otro material adecuado. Estas juntas cumplen diversas funciones, como mantener la estabilidad y el alineamiento de los adoquines, permitir la expansión y contracción de las superficies, y garantizar un drenaje

adecuado del agua. Su presencia es esencial para lograr una pavimentación duradera y funcional.

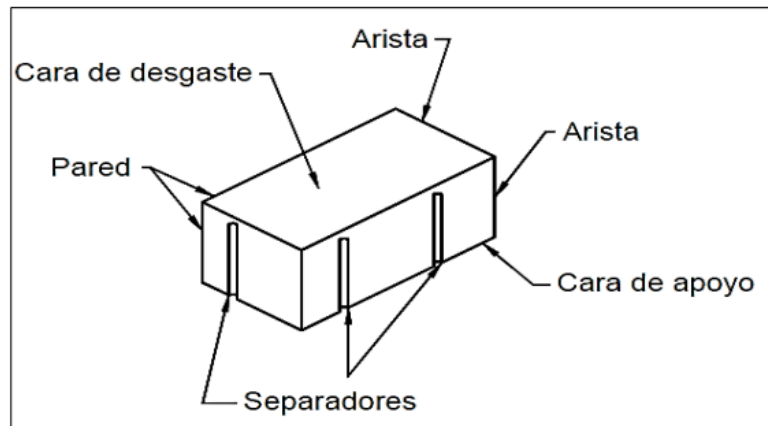
Grosor: Aldana (2022), menciona que el grosor del adoquín se refiere a la medida de su espesor, el cual puede variar según la aplicación y la carga que se espera soportar. Los adoquines más gruesos suelen ser más apropiados para áreas con tráfico pesado, mientras que los adoquines más delgados se utilizan en zonas con tráfico ligero o para áreas peatonales. La elección del grosor adecuado es importante para asegurar la resistencia y durabilidad del pavimento según las necesidades específicas de cada proyecto.

Pérez et al. (2022), señala que ciertos adoquines de concreto están especialmente diseñados con elementos sobresalientes, ranuras o lengüetas en sus bordes para lograr un encaje sólido y seguro entre ellos. Estas conexiones de interbloqueo son fundamentales, ya que contribuyen significativamente a mantener la estabilidad y resistencia del pavimento. Al ensamblar, estos adoquines se interconectan de manera efectiva, evitando el desplazamiento individual y formando una superficie pavimentada firme y duradera. El diseño con elementos de interbloqueo es especialmente mejorado en áreas con tráfico pesado, ya que refuerza la integridad general del pavimento.

El papel desempeñado por la parte inferior de los adoquines de concreto es esencial para su funcionalidad y durabilidad. La calidad de fabricación y la instalación adecuada de cada componente aseguran la construcción de un pavimento resistente y de larga duración.

Figura 2

Partes de un adoquín



Nota: Obtenido de NTP 399.611 (NTP 399.611, 2017)

Ramírez et al. (2020) señala que el comportamiento mecánico del adoquín de concreto es esencial para garantizar su capacidad de resistir cargas, deformaciones y condiciones ambientales adversas a lo largo de su vida útil. La capacidad de soportar presión, resistir el desgaste, doblarse, enfrentar la fatiga y perdurar son elementos fundamentales que inciden en su ejecución y vida útil en pavimentos y superficies de adoquinado.

Sin embargo, las formas del adoquín influyen en gran parte en sus propiedades. En la figura uno observaremos las formas del adoquín.

Tabla 1

Propiedades mecánicas del adoquín de concreto

Aspecto	Descripción	Importancia
Resistencia a la compresión	Capacidad para soportar cargas verticales sin sufrir daños.	Esencial para garantizar la integridad estructural del pavimento y evitar deformaciones permanentes bajo cargas pesadas.
Resistencia a la abrasión	Capacidad para resistir el desgaste causado por el tráfico.	Importante para mantener la apariencia y durabilidad del pavimento a lo largo del tiempo. También influye en la resistencia al deslizamiento.

Flexión y resistencia a la fatiga	Capacidad para soportar fuerzas laterales y ciclos repetidos de carga.	Crucial para resistir deformaciones y fracturas causadas por cargas dinámicas, como el tráfico vehicular constante. También afecta la vida útil del pavimento.
Absorción de agua del adoquín	El porcentaje de agua que el adoquín puede absorber, afecta su durabilidad.	Un alto contenido de absorción de agua puede hacer que el adoquín sea susceptible a daños por congelación y deshielo, mientras que una baja absorción puede reducir la resistencia a las cargas.

Nota: Elaboración propia

Castaño (2022), menciona que los relaves mineros son ciertos residuos sólidos que resultan al efectuar el punto sobre extracción de minerales. Estos materiales pueden variar en su composición y propiedades, pero en general, contienen partículas finas, minerales no deseados y químicos residuales, lo que podría afectar negativamente las propiedades del concreto.

Tabla 2

Características del relave minero

Características	Descripción
Composición mineralógica	Mezcla de minerales residuales provenientes del proceso de selección. Puede incluir minerales como cuarzo, pirita, calcopirita, galena, hematita y otros, dependiendo de la mineralización de la mina.
Granulometría	Presenta una distribución variada de tamaños de partículas, que van desde partículas gruesas hasta lodo fino. Partículas gruesas pueden incluir rocas y fragmentos, mientras que el lodo fino puede tener textura de suspensión.
toxicidad y contaminantes	Potencialmente contiene elementos tóxicos y contaminantes debido a la presencia de minerales sulfurados y productos químicos utilizados en la extracción. Pueden encontrarse metales pesados como mercurio, plomo, arsénico, cianuro y otros, representando un riesgo ambiental.
Capacidad de retención de agua	Presenta altos niveles para retener agua debido a su naturaleza porosa y la presencia de partículas finas. Esta capacidad de absorber agua puede llevar al origen de depósitos con alto contenido de humedad.

Nota: Elaboración propia

El RM es un subproducto generado durante la fase de extracción y procesamiento del mineral. Posee características distintivas que lo diferencian de otros materiales y residuos industriales. Algunas de las principales características del relave minero son las siguientes:

Menéndez y Muñoz (2021), señalan que los relaves mineros contienen diversos minerales presentes en el yacimiento de origen. La composición mineralógica puede variar según el tipo de mineral extraído y el proceso de beneficio empleado.

La composición mineralógica del relave minero puede cambiar significativamente dependiendo del tipo de mineral que se esté procesando y de los procesos de beneficio utilizados. Sin embargo, en general, los relaves mineros suelen contener una mezcla de minerales de ganga (minerales no valiosos) y minerales de interés económico que no se han recuperado completamente durante la fase de extracción y beneficio. Algunos de los minerales comunes de los cuales tienden a ser encontrados sobre los relaves mineros incluyen:

Cuarzo: presente en gran cantidad en la corteza terrestre, se halla frecuentemente en los residuos mineros.

Feldespatos: Otro grupo de minerales comunes en los relaves, que incluye feldespato potásico y feldespato plagioclasa.

Micas: Pueden estar presentes en los relaves en forma de biotita o moscovita.

Pirita: Origen de sulfuro de hierro que a menudo se halla en los relaves y puede contribuir a la generación de drenaje ácido de mina (DAM) cuando entra en contacto con el oxígeno y el agua.

Calcita: Un mineral de carbonato de calcio que también puede estar presente en los relaves.

Otros minerales de sulfuro: Además de la pirita, los relaves también pueden contener otros minerales de sulfuro como la calcopirita (hierro y sulfuro de cobre), además de la esfalerita (sulfuro de zinc).

Es importante destacar que la composición mineralógica del relave puede cambiar según el tipo de yacimiento mineral y del proceso de beneficio específico. Algunos relaves pueden contener una mayor concentración de ciertos minerales de interés económico, mientras que otros pueden estar dominados por minerales de ganga.

Además de los minerales mencionados, los relaves también pueden contener otros elementos y compuestos químicos, como metales pesados y productos químicos utilizados en el proceso de beneficio. Estos componentes podrán generar impactos de significancia sobre la calidad del medio ambiente y el recurso hídrico si no se manejan adecuadamente. Por lo tanto, es crucial llevar a cabo una evaluación detallada de la composición mineralógica y química de los relaves para implementar unos adecuados manejos y disposiciones de estos residuos mineros

Zamarreño y Mera (2022), señala que los relaves mineros suelen tener una amplia distribución de tamaños de partículas, desde partículas gruesas hasta finos lodos. La granulometría puede influir en la estabilidad del depósito de relaves y en su comportamiento hidráulico.

La granulometría en el relave minero se refiere a la variabilidad en el tamaño de partículas presentes en el material. Es un atributo significativo el cual tiende a influenciar la

estabilidad, la permeabilidad y el comportamiento hidráulico del depósito de relaves. La granulometría del relave minero puede variar significativamente dependiendo del tipo de mineral procesado, los métodos de beneficio utilizados y la forma en que se dispone el relave.

En un depósito de relaves, se pueden encontrar diferentes fracciones de partículas, desde partículas gruesas hasta finos lodos. La distribución de tamaños puede ser amplia, y se clasifica comúnmente en función del tamaño de partícula o del tamaño de malla a través del cual pasa el material. Algunas fracciones de tamaño comunes en los relaves incluyen:

Fracción gruesa: Incluye partículas más grandes que generalmente se depositan cerca de la descarga de la planta de procesamiento.

Fracción intermedia: Constituida por partículas de tamaño mediano.

Fracción fina: Compuesta por partículas más pequeñas, incluyendo lodos y materiales suspendidos en el agua.

La granulometría del relave es relevante para diversas consideraciones:

Estabilidad del depósito: Una distribución adecuada de tamaños puede contribuir a la estabilidad del depósito de relaves, evitando deslizamientos y colapsos.

Permeabilidad: La granulometría influye en la permeabilidad del relave, afectando su capacidad para retener, en compañía de la liberación de agua al igual que los lixiviados.

Gestión de agua: La granulometría afecta la forma en que el agua fluye a través del depósito de relaves y puede influir en la gestión y control de los niveles de agua.

Compactación y disposición: La granulometría también puede afectar la capacidad de compactación del relave y la forma en que se dispone en el depósito o las instalaciones de almacenamiento.

Es importante tener en cuenta que la granulometría del relave minero puede cambiar con el tiempo debido a procesos naturales como la sedimentación y la erosión. Por lo tanto, es esencial realizar monitoreo y análisis periódicos para entender cómo evoluciona la granulometría y tomar medidas adecuadas para la gestión sostenible y adecuada de los relaves mineros

Contenido de agua: Los relaves mineros generalmente contienen una alta cantidad de agua, ya que es necesario para el transporte y la disposición adecuada de los desechos. El contenido de agua puede variar según el método de disposición utilizado.

Zamarreño et al. (2020) menciona que el relave de minera puede contener una variedad de contaminantes y elementos tóxicos, dependiendo del tipo de mineral procesado y los procesos de beneficio utilizados. Algunos de los contaminantes y elementos tóxicos comunes presentes en los relaves mineros incluyen:

Metales pesados: Los relaves mineros a menudo contienen altas concentraciones de metales pesados como plomo, entre otros.

Cianuro: En la minería de oro y plata, se utiliza cianuro para la lixiviación del metal precioso. Los relaves de minería de oro y plata pueden contener cianuro residual, que es altamente tóxico para seres acuáticos y puede representar un riesgo para la salud humana si se libera al medio ambiente sin tratamiento adecuado.

Productos químicos de flotación: En algunos procesos de beneficio de minerales, se utilizan productos químicos de flotación para separar los minerales de la ganga. Estos productos químicos pueden incluir reactivos como xantatos, espumantes y colectores, que pueden perjudicar para la salud humana y el ecosistema.

Ácido sulfúrico: Algunos relaves mineros pueden generar ácido sulfúrico debido a la oxidación de diferentes minerales con sulfuro como la pirita. El drenaje ácido de mina (DAM) es un problema común asociado con la generación de ácido sulfúrico en los relaves, lo que puede acidificar el agua y liberar metales tóxicos.

Radionúclidos: En ciertos depósitos de minerales radiactivos, los relaves pueden contener radionúclidos, que son materiales radiactivos que pueden ser perjudiciales sobre el punto ambiental, además de la salud de las personas.

El medio existente de estos contaminantes y elementos tóxicos en los relaves mineros genera un riesgo significativo sobre el punto ambiental, además de la salud, especialmente si estos relaves no se manejan y disponen adecuadamente. La filtración de lixiviados tóxicos o la liberación de partículas finas en el aire pueden tener consecuencias negativas para las áreas urbanas cercanas a las instalaciones mineras.

Para mitigar los impactos ambientales y sociales asociados con los relaves mineros, es esencial implementar prácticas de manejo adecuadas, como la construcción de depósitos seguros y estables, el control y tratamiento de lixiviados y la implementación de medidas de remediación en sitios contaminados. Además, es fundamental promover el uso de tecnologías más sostenibles y limpias en la industria minera para minimizar la generación de relaves tóxicos.

Fernandez y Moreno (2023), indican que utilizar residuos mineros de manera fraccionada en lo que respecta al agregado grueso o fino sobre la preparación del concreto podría modificar sus propiedades generales (físico-mecánicas). Esto podría implicar un decrecimiento sobre la resistencia a la compresión, un incremento correspondiente al punto de porosidad, una disminución en la durabilidad y una mayor vulnerabilidad a la degradación.

Los efectos del relave minero en el concreto son una incógnita importante que debe ser evaluada y controlada cuidadosamente. Para mitigar los riesgos asociados a su uso, es importante comprender los efectos específicos del relave en el concreto y adoptar prácticas de gestión adecuadas para asegurar la seguridad y durabilidad de las estructuras que logran construirse por medio de ello. Además, se debe promover una gestión sostenible de los RM para minimizar cierto impacto sobre el medio ambiente, además en la infraestructura construida.

Ledesma y Yauri (2023), indican que la capacidad del adoquín para resistir las fuerzas verticales se relaciona con su resistencia a la compresión. Siendo crucial que ello exhiba una resistencia elevada a razón de poder soportar las cargas generadas por el tráfico vehicular y peatonal sin sufrir deformaciones o roturas prematuras.

Saragurom et al. (2021), menciona que la resistencia a la compresión, abarca ser el punto importante sobre su capacidad para soportar cargas verticales sin deformarse o romperse. Esta capacidad de resistencia se cuantifica en megapascuales (MPa) o en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²). Es crucial que la resistencia del adoquín cumpla con las exigencias y estándares especificados para su uso en aplicaciones de pavimentación y construcción.

Espinoza y Urdaneta (2021), El adoquín de concreto debe tener una resistencia adecuada a la flexión para soportar las fuerzas laterales generadas por el tráfico y las cargas aplicadas en sus bordes. La resistencia a la fatiga es importante para asegurar que el adoquín pueda soportar repetidas cargas sin fallar.

La flexión y la resistencia a la fatiga correspondiente al adoquín de concreto son propiedades mecánicas importantes para evaluar su comportamiento bajo cargas cíclicas o repetitivas.

García y Silva (2020), mencionan que la flexión del adoquín se mide a través de un ensayo de flexión o prueba de carga en tres puntos, aplicando una carga dentro del centro del adoquín, logra ser medida su deformación y la carga máxima soportada.

El concreto de alta resistencia (HAC) tiende a ser una variante predominante del concreto convencional el cual destaca por su capacidad de alcance a valores excepcionales de resistencia a la compresión, superando los 40 MPa, además, alcanzando valores que llegan hasta 80 MPa o más. Sin embargo, sus ventajas no se limitan a la fuerza, ya que el HAC también exhibe una mayor resistencia a la tracción, baja porosidad y mayor densidad, lo que lo hace altamente duradero y resistente a factores ambientales y corrosivos. Su mayor módulo de elasticidad lo convierte en una opción ideal para estructuras sometidas a cargas importantes. Gracias a estas propiedades, el concreto de alta resistencia permite diseñar estructuras más delgadas, livianas y eficientes, revolucionando la industria de la construcción y ofreciendo soluciones innovadoras y sostenibles para diversos proyectos de ingeniería.

Tabla 3

Propiedades del concreto de alta resistencia

Propiedad	Descripción	Importancia
Resistencia a la compresión	El CAR tiene una resistencia a la compresión superior a 40 MPa (5800 psi) y puede llegar a valores de 80 MPa (11600 psi) o más.	Permite diseñar estructuras más delgadas y ligeras, reducir el tamaño de los elementos estructurales y aumentar la capacidad de carga del concreto. También puede mejorar el soporte a cargas sísmicas y de impacto.

Resistencia a la tracción	El HAC exhibe un mayor soporte a tracción que el concreto convencional, aunque sigue siendo relativamente, disminuye en contraste con su soporte a compresión.	Aunque el soporte a tracción tiende a ser inferior sobre la resistencia a la compresión, es indispensable para resistir fuerzas de tracción como las que pueden ocurrir en vigas y losas. También ayuda a prevenir la propagación de grietas y aumentar la durabilidad del concreto.
Densidad y porosidad reducidas	El HAC presenta una mayor densidad y una porosidad reducida debido a la utilización de aditivos y una selección cuidadosa de materiales en la mezcla. Esto contribuye a su durabilidad y resistencia a la penetración de agentes agresivos.	La baja porosidad y densidad del concreto de alta resistencia lo hacen más resistente al ingreso de agua, productos químicos agresivos y gases, lo que prolonga su vida útil y reduce el mantenimiento. Además, la baja porosidad mejora el soporte a los ciclos de congelaciones y deshielos.
Módulo de elasticidad	El HAC tiene un módulo de elasticidad superior que el concreto convencional, lo que significa que es más rígido y tiene una menor deformación bajo carga.	Un mayor módulo de elasticidad permite reducir las deformaciones elásticas del concreto sometido a cargas, lo que puede ser mejorado en estructuras donde la deformación excesiva debe evitarse, como en elementos de fundición y estructuras de alto rendimiento.
Durabilidad	Debido a su baja porosidad y alta densidad, el HAC es más duradero y resistente a los efectos del ambiente, como los ciclos de congelación y deshielo, agentes químicos y corrosión.	La durabilidad es esencial en las estructuras sobre su crecida de la vida útil y minimización de costos por mantenimiento a lo largo del tiempo. El HAC es adecuado para aplicaciones expuestas a condiciones ambientales agresivas o situaciones donde se requiere una vida útil prolongada sin reparaciones frecuentes.
Reducción del tamaño y cantidad de refuerzo	La alta resistencia del concreto permite reducir el tamaño y la cantidad de refuerzo necesario en algunas aplicaciones, lo que puede resultar en estructuras más delgadas y livianas.	La capacidad de utilizar menos refuerzo y reducir las dimensiones de los elementos estructurales puede resultar en ahorros de costos y en la construcción de estructuras más eficientes y estéticamente agradables. Además, en algunos casos, la reducción del refuerzo puede facilitar la construcción y la colocación del hormigón.

Nota: Elaboración propia

La capacidad del concreto al resistir fuerzas de compresión previas a experimentar una falla o fractura, conocida como resistencia a la compresión (f_c), se cuantifica por medio de unidades de presión, como megapascales (MPa) o kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

El área transversal del espécimen (A) se mide en metros cuadrados (m^2) o centímetros cuadrados (cm^2) y representa el área de la sección transversal respecto al concreto sobre la cual se aplica la fuerza.

Vigo y Turpo (2021), destaca que es crucial considerar que el alcance de la resistencia a la compresión en el HAC implica el uso de una baja proporción de agua-cemento, la incorporación de adiciones especiales y la implementación de un proceso de curado apropiado. Sus niveles pueden fluctuar según la preparación de la mezcla y el procedimiento de producción, y suelen detallarse en las especificaciones y el diseño del proyecto de construcción.

Britez et al. (2020), dan a conocer que la resistencia a la tracción en el concreto suele ser considerablemente inferior a la de compresión, y correspondiente al HAC, esta característica logra verse perjudicada debido a los bajos niveles de la proporción de agua-cemento empleado sobre la mezcla.

$$(f_t) \approx 0.7 \sqrt{f_c}$$

Donde:

La capacidad del concreto al resistir fuerzas a tracción previamente al experimentar una falla o fisura, conocida como resistencia a la tracción (f_t), tiende a ser expresada por medio de unidades de presión, siendo en MPa o kg/cm².

Es importante tener en cuenta que el resultado es solo una aproximación y que dicha resistencia puede verse alterada en base a diferentes componentes, abordando la calidad de los mismos que la conforman, la curación del concreto, además de la presencia de refuerzo en la mezcla. De igual forma, dicha resistencia del HAC generalmente tiende a ser más baja que la resistencia a la compresión, lo que hace que el control de fisuras y el diseño adecuado de refuerzos sean cruciales en muchas aplicaciones estructurales.

Lara et al. (2020), menciona que la densidad y porosidad reducidas son propiedades clave del HAC que contribuyen a su mayor rendimiento y durabilidad en contraste con el concreto convencional. Estas propiedades se logran mediante la optimización de la mezcla y la utilización de materiales especiales, lo que resulta en una matriz más compacta y menos permeable. A continuación, se detallan las bases teóricas de estas propiedades:

Vigo y Turpo (2021), menciona que la densidad del concreto hace referencia a la masa de un componente sobre su unidad de volumen. Respecto al concreto de alta resistencia, se busca la minimización de la cantidad de vacíos y huecos sobre la mezcla, lo que resulta en una mayor compactación de las partículas y, por lo tanto, en una mayor densidad. Una mayor densidad implica que el concreto tiene más material sólido y menos espacios vacíos, lo que contribuye a una mayor resistencia y estabilidad.

Solís y Chan (2020), menciona que la porosidad hace referencia a la cuantía de espacios vacíos o poros presentes sobre el concreto. En el HAC, se utilizan materiales más finos y adiciones especiales, lo que ayuda a reducir la porosidad y, en consecuencia, la

permeabilidad del concreto. Una menor porosidad significa que el concreto es menos permeable al agua y otros agentes agresivos, lo que mejora su durabilidad y resistencia a la degradación.

La densidad y porosidad reducidas en el HAC están directamente relacionadas en base a la baja relación agua-cemento utilizada en dicha mezcla. Al reducir la proporción de agua en la preparación, se logra una mayor compactación y una matriz más densa, lo que conduce a una disminución de los espacios vacíos y, por lo tanto, una menor porosidad.

Estas propiedades son esenciales para aplicaciones estructurales exigentes, ya que el HAC con densidad y porosidad reducidas proporciona una mayor capacidad de carga, una mayor resistencia a la intemperie y una mayor duración en contraste con el concreto convencional. Esto lo convierte en un material altamente valorado para proyectos de ingeniería civil y construcciones que requieran una mayor durabilidad y resistencia a largo plazo.

Muñoz et al. (2021), expresó que la fórmula para identificar el módulo de elasticidad (E) en el HAC no se presenta como una expresión única, ya que está sujeta a diversos factores, entre ellos la composición específica de sus mezclas y las propiedades de los componentes empleados. No obstante, una aproximación comúnmente utilizada para estimar ello se basa por medio de la Ley de Hooke, que instaura cierto vínculo sobre el esfuerzo (σ) y la deformación unitaria (ε):

$$E = \sigma / \varepsilon$$

Donde:

El módulo de elasticidad (E) del HAC es una medida sobre su rigidez, expresada en gigapascales (GPa) o megapascales (MPa). Se calcula mediante la relación respectiva del esfuerzo aplicado al concreto (σ) y su deformación unitaria o alargamiento del material (ϵ), que se expresa como una relación adimensional.

Lara et al. (2020), menciona que, para obtener valores precisos de E , se realizan ensayos de laboratorio específicos en muestras representativas del HAC. Al contemplar ello, los ensayos de compresión uniaxial son comunes a razón de conocer su resistencia y deformabilidad del componente bajo cargas de compresión. La pendiente de la curva esfuerzo-deformación alcanzada respecto al ensayo se utiliza para hacer el cálculo del módulo de elasticidad E .

Asimismo, se debe tener en consideración que el módulo de elasticidad puede variar según las propiedades del concreto, como su edad, humedad, mezcla, y otros factores. Por lo tanto, siempre es recomendable realizar pruebas de laboratorio específicas para obtener valores precisos del módulo de elasticidad para un tipo particular de HAC.

Referente a lo mencionado, el presente estudio, busca mejorar las propiedades del concreto con la incorporación de RM en su composición y diseño de mezcla. Así mismo aportar soluciones referentes a la pavimentación, ya que al generar mayor resistencia en el pavimento en general por los adoquines, este tendrá una vida útil mayor con menores intervenciones. Con la investigación presente se busca mejorar propiedades del concreto y evitar uso de agregados vírgenes y brindarle un nuevo uso a los materiales de desecho como los relaves mineros. Se busca poder brindar a la sociedad estructuras viales con mayor durabilidad y mejor resistencia, evitando así la accidentabilidad, confort en el transporte, por otro lado, con el reúso de relaves mineros se pretende menores considerablemente la

contaminación por estos que se encuentran expuestos al ambiente generando contaminación que genera problemas directos e indirectos a la salud humana. Así mismo que con la sustitución de agregados vírgenes por los relaves mineros se pretende aminorar el costo del concreto para adoquines y tener un concreto más viable económicamente y sostenible con el medio ambiente.

1.2 Formulación del problema

Como problema general se tiene:

- ¿Cuál es la influencia del relave minero en el comportamiento mecánico del adoquín de concreto de alta resistencia 350 kg/cm², Cajamarca-2023?

Y problemas específicos como:

- ¿De qué modo el empleo de relave minero influye en la trabajabilidad del concreto $f_c=350$ kg/cm² y en distintas dosificaciones?
- ¿De qué manera el empleo de relave minero influye en la resistencia a la compresión del concreto $f_c=350$ kg/cm² y en distintas dosificaciones?
- ¿De qué forma el empleo de relave minero influye en la trabajabilidad del adoquín de concreto $f_c=350$ kg/cm²?
- ¿De qué modo el empleo de relave minero influye en la absorción del adoquín de concreto $f_c=350$ kg/cm²?
- ¿De qué manera el empleo de relave minero influye en la resistencia a la compresión del adoquín de concreto $f_c=350$ kg/cm²?
- ¿De qué forma el empleo de relave minero influye en la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín de concreto $f_c=350$ kg/cm²?

1.3 Objetivos

Como objetivo general se tiene:

- Analizar la influencia del relave minero en el comportamiento mecánico del adoquín de concreto de alta resistencia 350 kg/cm², Cajamarca-2023.

Y como objetivos específicos:

- Estimar la trabajabilidad del concreto en su estado fresco respecto al diseño patrón de un $f'c=350$ kg/cm² y empleando distintas dosificaciones de relave minero.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto en su estado endurecido respecto al diseño patrón de un $f'c=350$ kg/cm² y empleando distintas dosificaciones de relave minero.
- Estimar la trabajabilidad del adoquín en su estado fresco respecto al diseño patrón de un $f'c=350$ kg/cm² y empleando la dosificación óptima de relave minero.
- Determinar la absorción del adoquín en su estado endurecido respecto al diseño patrón de un $f'c=350$ kg/cm² y empleando la dosificación óptima de relave minero.
- Analizar la resistencia a la compresión del adoquín en su estado endurecido respecto al diseño patrón de un $f'c=350$ kg/cm² y empleando la dosificación óptima de relave minero.
- Evaluar la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín en su estado endurecido respecto al diseño patrón de un $f'c=350$ kg/cm² y empleando la dosificación óptima de relave minero.

1.4 Hipótesis

La hipótesis general:

- La incorporación de relave minero mejora el comportamiento mecánico del adoquín de concreto de alta resistencia 350 kg/cm², Cajamarca-2023.

Y como hipótesis específica se tiene:

- El uso del relave minero incrementa la trabajabilidad del concreto $f'c=350$ kg/cm².
- El empleo del relave minero influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=350$ kg/cm².
- El uso del relave minero incrementa la trabajabilidad del adoquín de concreto $f'c=350$ kg/cm².
- El uso del relave minero disminuye la absorción del adoquín de concreto $f'c=350$ kg/cm².
- La utilización de relave minero acrecienta la resistencia a la compresión del adoquín de concreto $f'c=350$ kg/cm².
- El empleo del relave minero mejora la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín de concreto $f'c=350$ kg/cm².

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de investigación

Se concuerda con Hadi et al., (2023), el presente estudio tendrá un enfoque cuantitativo por lo que los resultados y el análisis de estos serán mediante unidades cuantificables como resistencias, asentamiento entre otros ensayos físicos y mecánicos del concreto, así mismo que su contrastación es mediante una estadística inferencial.

Según Armijo et al., (2021), el tipo de investigación puede ser básica o aplicada, en es la presente aplicación será de tipo aplicada dado que serán utilizados guías técnicas y teorías conocidas para el diseño de mezcla y las propiedades de este, aplicando conocimientos ya adquiridos respecto al concreto.

Así mismo Romero et al., (2021), nos menciona que el alcance o nivel de la investigación será correlacional, en base a ello se buscará analizar y cuantificar la influencia que generan los relaves mineros en el comportamiento de los adoquines de concreto, haciendo énfasis sobre sus propiedades en estado fresco y endurecido.

Referente al diseño de una investigación este es experimental o no experimental, el experimental realiza una manipulación de la variable independiente con el fin de conocer su efecto o su influencia sobre la variable dependiente (Quincho, et al., 2022). Por ello es que el presente estudio será cuasi-experimental dado que se manipulará la adición de relaves mineros en diferentes dosificaciones y poder así observar sus efectos en las propiedades del concreto para adoquines. Siendo así se observa un esquema que muestra de forma visual el diseño cuasi-experimental con la manipulación de las variables:

$$M: X \rightarrow O$$

$$M: X_1 \rightarrow O_1$$

$$M: X_2 \rightarrow O_2$$

$$M: X_3 \rightarrow O_3$$

Dónde:

M= Muestra de concreto $f'c$ 350 kg/cm²

X= Diseño de mezcla de concreto

X_1, X_2, X_3 = Diseño de mezcla de concreto con adiciones de relave minero al 5, 10 y 15%

O_1, O_2, O_3 = Resistencia a compresión, abrasión y absorción.

Tabla 4

Identificación de las variables

VARIABLES	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Relaves mineros	Independiente	Cuantitativa Continua.	Razón	Dosificación	Directa
Comportamiento mecánico del adoquín de concreto	Dependiente	Cuantitativa Continua.	Razón	Ensayos	Directa

Fuente: Elaboración propia

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población.

Referente a la población, este estará definido como la elaboración de concreto tradicional y con incorporaciones de relave minero sustituyendo el agregado fino en 5%, 10% y 15% en Cajamarca. Es por ello por lo que se considera la elaboración de 36 testigos para lo que respecta a resistencia a la compresión dentro de las edades equivalentes a 7, 14 y 28 días, 8 adoquines en base al ensayo de absorción, 24 adoquines para la resistencia a compresión dentro de las edades equivalentes a 7, 14 y 28 días y 8 adoquines en lo que corresponde a resistencia al desgaste por abrasión. La cantidad de muestras elegidas es según consideraciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en su norma de estructuras (E060-Concreto armado) y para adoquines de concreto según la Norma Técnica Peruana (NTP 399.611).

2.2.2 Muestra.

Por tratarse de una investigación cuasi-experimental la población y muestra serán la misma generados por testigos y adoquines para ser evaluados en los diversos ensayos.

2.2.3 Muestreo.

El muestreo será no probabilístico del tipo aleatorio simple; dado que la elección de la muestra se basa en normativas.

Tabla 5.
Ensayos para concreto fresco

Ensayos	Relaves mineros sustituyendo Ag. Fino.	Cantidad de Pruebas a Realizar por dosificación	Total, de Pruebas por Ensayo
Asentamiento	0 %	3	12
	5%	3	
	10%	3	
	15%	3	

Nota. Elaboración propia

Tabla 6.
Ensayos para concreto endurecido.

Ensayos	Relaves mineros sustituyendo Ag. Fino.	Cantidad de Probetas a Elaborar			Sub Total por dosificación	Total, por Ensayo
		7 días	14 días	28 días		
Resistencia a compresión	0 %	3	3	3	9	36
	5%	3	3	3	9	
	10%	3	3	3	9	
	15%	3	3	3	9	
Absorción en adoquines	0 %	-	-	4	4	8
	10%	-	-	4	4	
Resistencia a compresión en adoquines	0 %	4	4	4	12	24
	10%	4	4	4	12	
Desgaste por abrasión	0 %	-	-	4	4	8
	10%	-	-	4	4	

Nota. Elaboración propia.

2.3 Técnicas e Instrumentos de recolección y materiales

Referente a las técnicas usadas en la recolección de información se utilizaron el análisis documental y la observación directa. Con el primero de ellos, se buscan lineamientos, y parámetros relacionados a las normativas nacional e internacional presentadas en informes

guías entre otros; y con la observación directa se realiza el registro oportuno e inmediato de lo visto de manera experimental de acuerdo a la investigación (Hadi, Martel, Huayta, Rojas, & Arias, 2023). Estas técnicas facilitan al investigador llevar un adecuado proceso y desarrollo de la investigación incluyendo ensayos respectivos.

Respecto a los instrumentos que se utilizan en el estudio se tiene los protocolos de observación directa y la ficha de análisis documental. En el caso del primero en mención se usaron protocolos abalados por la Universidad Privada del Norte lo cual permitió poder efectuar el registro de lo sucedido con la variable dependiente, detallando cada suceso. La ficha de análisis documental servirá para obtener resultados en bases a normativas, guías o manuales que detallen procedimientos de ensayos respectivos (Arias, 2021).

Con la validez de los instrumentos se garantiza que los resultados sean confiables, precisos y relevantes en adecuación al objetivo de un estudio (Quincho, et al., 2022). Esta inspección se realiza a todos los instrumentos involucrados con respuestas necesarias para una investigación. Además, que la validez se dará mediante revisión por una persona capacitada (laboratorio UPN) que avalan los instrumentos utilizados en la investigación.

En una investigación se presenta coherencia y precisión en los resultados, en tal sentido que cuando una máquina sea usada por diferentes usuarios con el mismo objetivo, materiales o fines de la misma investigación tendrá que dar resultados muy similares, sin importar el tiempo en el que sea aplicado (Quincho, et al., 2022).

2.4 Procedimiento de recolección de datos

Recolección de información

Se realiza la búsqueda de toda la información necesaria, como guías, manuales, libros y otras investigaciones que presenten el mismo enfoque, con el objetivo de que aporten conocimiento o decisiones en el desarrollo de la investigación.

Adquisición de materiales

Se ejecuta la obtención de todos los componentes a fin de elaborar el concreto y adoquines, como son el cemento, agua, agregados y la obtención del relave minero, adicionalmente se tiene en cuenta su tratamiento con fines de poder ser incluido en el diseño del concreto

- Agregado fino (AF)

El material de AF fue obtenido de la cantera “Callejón” ubicada en las coordenadas 772923.40 E y 9213199.40 N del cual se adquirió una cantidad de 250 kg para ser usado en la mezcla de concreto. Se decidió utilizar estos agregados en virtud a la disponibilidad y entrega.

- Agregado grueso (AG)

El material de AG se obtuvo de la cantera “Callejón” ubicada en las coordenadas 772923.40 E y 9213199.40 N del cual se adquirió una cantidad de 250 kg para ser usado en la mezcla de concreto. Se decidió utilizar estos agregados en virtud a la disponibilidad y entrega.

- Cemento

El cemento empleado en la mezcla de concreto fue tipo I de la marca Pacasmayo debido que es el más utilizado para concretos convencionales.

- **Relave Minero**

Este material fue seleccionado por conveniencia de los residuos de la unidad minera San Nicolas – Hualgayoc con coordenadas 760049.70 E y 9254576.90 N dedicada a la extracción principal de metales como plomo, cobre, plata, oro y zinc, del cual se adquirió un total de 50 kg.

2.5 Procedimiento de tratamiento de datos

Caracterización de materiales para el concreto

Se realizaron ensayos para poder identificar las características que poseen los agregados y el relave minero, como su clasificación según su TMN, granulometría, el porcentaje de absorción entre otros, ya que ellos aportarán características al momento de diseñar el concreto.

- **Granulometría (NTP 400 012)**

Se transportó una cantidad específica de muestra de los agregados, luego se realizó el proceso de cuarteo, que consiste en dividir la muestra en cuatro partes y seleccionar una muestra representativa que se emplea en el ensayo de granulometría. A continuación, la muestra se ubicó entre los tamices designados para el ensayo, seguido por el zarandeo para permitir que el agregado pase a través de los tamices, reteniendo así el material. Posteriormente, se continuó pesando el material retenido en cada tamiz. Utilizando esta información, se construye la curva granulométrica, la cual proporciona una visión de la distribución, indicando su homogeneidad o heterogeneidad.

- **Contenido de humedad (NTP 399 127)**

Para llevar a cabo este análisis, se extrajo una cantidad de 0.610 kg de muestra de AF, 2.063 kg de AG y 0.518 kg de RM las cuales fueron colocadas en la balanza para su pesado

en su estado original. Posteriormente, la muestra se sometió a la fase de secado dentro del horno durante 24 horas con la finalidad de eliminar la mayor proporción de humedad posible. Después de transcurrido el tiempo establecido por el ensayo, se retiró la muestra y se volvió a pesar. Estas operaciones permiten determinar el valor porcentual de humedad presente en la muestra.

- **Peso Unitario y Compactado (NTP 400 017)**

Sobre la ejecución de este ensayo, se emplearon herramientas como un apisonador, balanza, enrasador y moldes metálicos. El método para el conocimiento del peso compactado implica el llenado del molde con la muestra por medio de tres fases, aplicando alrededor de 25 golpes en cada etapa hasta que el contenedor esté completamente lleno. Posteriormente, se enrasa para asegurar un volumen adecuado, seguido de la toma de peso y el registro del resultado obtenido. En cuanto a los pesos sueltos, se llena completamente el recipiente sin exceder su nivel, utilizando el enrasador para eliminar cualquier exceso, y finalmente, se pesa el recipiente con la muestra. A razón de ejecutar este ensayo, logró ser empleada una muestra representativa equivalente a 16.06 kg de AF, 14.30 kg de AG y 16.160 kg para el RM.

- **Peso Específico, Gravedad Específica y Absorción**

Al realizar dicho ensayo en mención, se requieren herramientas como un horno, un recipiente, una malla de alambre, una balanza gramera y otra de mayor capacidad. El proceso inicia con el lavado de la muestra seleccionada, seguido de su colocación en el horno durante 24 horas. Tras este periodo, se retira la muestra y se satura con el agregado. Luego, se seca con un paño y se registra su peso a razón de conocer el peso saturado superficial. En continuidad, se sumerge la muestra en un recipiente con agua usando una malla metálica para determinar el peso bajo inmersión. Después de 24 horas, la muestra se vuelve a ubicar dentro

del horno para obtener el peso seco final. Los diferentes pesos en cada paso se anotan, y se lleva a cabo el cálculo correspondiente. La ejecución completa de este ensayo se realizó con una muestra representativa de 1.956 kg de AG, 0.478 kg de AF y 0.460 de RM.

Realizar diseño de mezcla

Se elaboró el concreto con su diseño respectivo, por medio del método ACI, teniendo en cuenta el diseño del concreto tradicional y del modificado por sustitución del agregado fino a cambio del relave minero.

- Diseño de mezcla patrón

En la elaboración de concreto patrón o tradicional se consideraron cantidades de materiales como agregados, cemento y agua, además que el diseño se realizó por medio del método de ACI 211.1, evaluando características de los agregados y determinando proporciones adecuadas para elaborar los testigos de concreto. Además, que el diseño será para cada dosificación de relve minero del 0, 5, 10 y 15%.

Elaboración de testigos de concreto y adoquines

Se elaboró los 36 testigos de concreto con una morfología cilíndrica y adoquines de concreto de manera rectangular que serán determinados según las NTP correspondientes para muestreo de concreto, considerando que serán evaluadas a 7, 14 y 28 días.

- Testigos o probetas

En la ejecución de los especímenes de concreto, se extrajo una porción representativa del concreto en su estado fresco después de diseñar previamente la mezcla, y se colocó en moldes metálicos. A continuación, se llevó a cabo el proceso de chuseado, que implica el uso de una varilla lisa dentro del concreto para compactar y prevenir la formación de huecos o vacíos. Posteriormente, se pasó la varilla por medio del borde del molde para eliminar el

exceso, y el molde se dejó en un lugar con condiciones climáticas naturales. Después del tiempo establecido por la normativa NTP correspondiente, se realizó el desmoldado o desencofrado del espécimen, iniciando así el proceso de curado, cuya duración fue determinada por los ensayos de compresión axial.

- **Adoquines de concreto**

La elaboración de los 40 adoquines de concreto parte de un diseño de mezclas optimo donde se determinan las dosificaciones o cantidad de materiales adecuados para el adoquín. Partiendo de ello, se elaboró la mezcla de concreto, luego de ello se colocó en el molde prismático rectangular de 20 cm de largo, 10 cm de ancho, 10 cm de altura y se enrasó con una varilla para eliminar excesos, luego de ello se dejó reposar para luego ser desmoldado y colocarse en medio del contenedor con agua a razón de que cumpla con el proceso de curado respectivo, tal como lo señala la NTP correspondiente.

Ensayos del concreto

Una vez establecido este paso, se procedió a ejecutar los ensayos correspondientes a los testigos de concreto cilíndricos a razón de obtener sus propiedades más importantes, de la misma manera se ensayaron los adoquines.

- **Ensayos en concreto fresco**

Trabajabilidad

Este análisis tiene como objetivo evaluar lo fácil de ser mezclado, movilizado y moldeado dentro del encofrado. La medida se realizó mediante el ensayo de asentamiento, que requiere el uso del cono de Abrams, varilla compactadora, regla metálica y balanza. La etapa comenzó con la preparación de una superficie plana y limpia. Posteriormente, se posiciona el cono de Abrams sobre la base y se presionó contra la superficie al pisar las asas

del cono con los pies. A continuación, se llevó a cabo el vertido del concreto, compactado en tres capas sucesivas. Después de completar el proceso de llenado, se levantó el cono y logramos medir la diferencia de alturas sobre el concreto fresco y la altura original del cono, este generalmente tiende a expresarse en pulgadas.

- **Ensayos en concreto endurecido**

Ensayo a compresión

En este análisis, se emplearon probetas que han sido debidamente curadas durante los días requeridos, junto con el equipo de compresión axial. El procedimiento se inicia con la medición y registro de las alturas y diámetros de las probetas que serán sometidas a ensayo. Posteriormente, se fijaron con cuidado bases de neopreno en la parte inferior y superior de cada muestra, asegurándose de que estén alineadas con el eje central de la máquina de ensayo de compresión. El pistón de compresión se bajó con precaución hasta que quede prácticamente al nivel de la probeta, sin aplicar fuerza alguna, para garantizar la correcta posición de las muestras para el ensayo. Al final, se aplicó gradualmente la carga y se esperó hasta que se produzca la rotura. En el momento de la rotura, la máquina se detiene de inmediato y se registraron los datos relativos a la carga máxima que la muestra pudo soportar.

- **Ensayos en adoquines**

Ensayo de absorción

Se hizo la selección de las unidades de adoquines de concreto para colocarlos en una bandeja, luego de ello administrarle agua hasta saturarse de tal manera que los poros absorban líquido y de esa manera conocer el porcentaje de absorción de estos elementos.

Ensayo de compresión axial

Se realizó un muestreo y selección de los elementos a ser utilizados en este ensayo, luego de ello se procedió a limpiarlos y tomar sus medidas características como información previa. Posteriormente son colocadas en el equipo de compresión con el fin de aplicarles cargas permanentes y conocer así su resistencia máxima a compresión. Se hizo la selección de las unidades de adoquines de concreto para ser ensayos por desgaste por abrasión.

- **Realizar análisis de resultados**

Se ejecutó un análisis de resultados con fines de conocer si el relave minero tuvo una influencia favorable o negativa sobre las propiedades mecánicas del adoquín de concreto.

Figura 3

Diagrama de flujo del proyecto



Nota. Elaboración propia

2.6 Análisis de datos

Referente al punto en mención se hace uso del software IBM SPSS con la finalidad de realizar un análisis estadístico y corroborar la aceptación o no de la hipótesis, además la contrastación de hipótesis será mediante la prueba de normalidad de SHAPIRO-WILK; luego, para datos paramétricos ANOVA y T DE STUDENT o WILCOXON para datos no

paramétricos, y así poder concluir si se generan cambios en las propiedades mecánicas a medir del adoquín de concreto. También se usó el software de Excel para la recolección de datos para el análisis respectivo

2.7 Aspectos éticos de la investigación

La investigación se rige estrictamente al código ético de la Universidad Privada del Norte, manteniendo un citado respectivo de toda información que no sea de autoría propia mediante los lineamientos que describe la American Psychological Association en su séptima edición (Normas APA 7^o Edición). Así mismo, la investigación está basada en la recopilación de información a través de la realización de ensayos en laboratorio de la universidad que garantiza la no manipulación de datos, avalada por los encargados de laboratorio y prueba de ello es la firma de los respectivos protocolos anexados, asegurando así la confiabilidad y honestidad de los resultados. Por otro lado, con el fin de evitar la duplicidad o plagio en la investigación se hace uso del software TURNITIN manteniendo un porcentaje mínimo para considerar la investigación como auténtica y con un carácter profesional.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Estudios básicos

Se realiza una caracterización de los agregados usados para el diseño de mezclas del concreto para adoquines, los que incluyen:

Granulometría

Tabla 7.

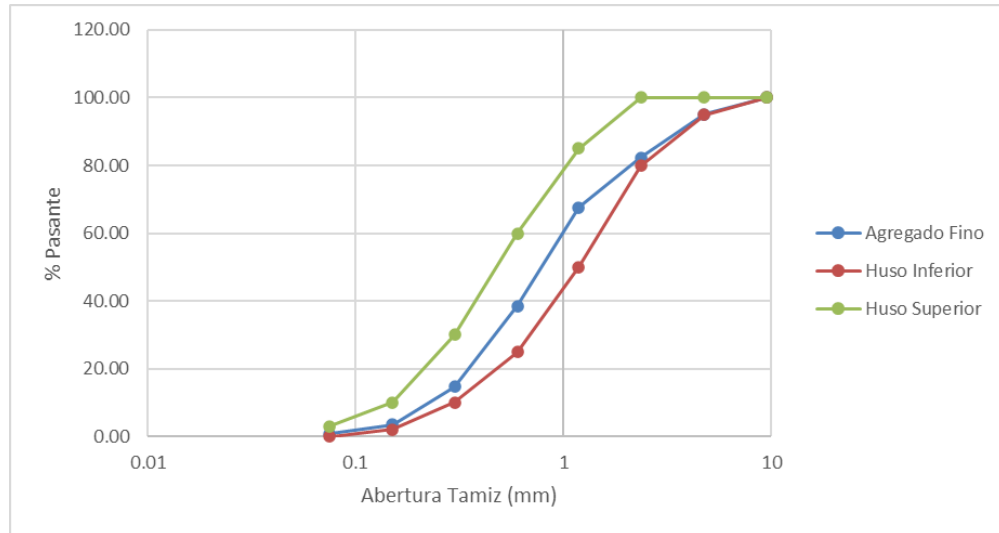
Ensayo de granulometría del AF

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	HUSOS GRANULOMÉTRICOS (Según norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)				Límite Inferior	Límite Superior
1	N°4	4.75	144.3	4.81	4.81	95	100
2	N°8	2.36	387.9	12.93	17.74	80	100
4	N°16	1.18	441.5	14.72	32.46	50	85
5	N°30	0.6	870.7	29.02	61.48	25	60
6	N°50	0.3	714.1	23.80	85.28	10	30
7	N°100	0.15	334.1	11.14	96.42	2	10
8	N°200	0.075	85.3	2.84	99.26	0	3
9	BANDEJA	0	22.1	0.74	100.00	-	-

Nota: En esta tabla se exhiben los pesos retenidos en tamices para el AF.

Figura 4

Curva granulométrica del AF



Nota: En esta figura se visualiza los pesos retenidos en tamices para el AF.

Por medio de la tabla 07 y figura 04 se muestra que el máximo retenido se dio en el tamiz N°30 y además la curva de granulometría logra situarse dentro de lo exigido por los husos granulométricos. Además, presentaron un módulo de fineza de 2.98.

Tabla 8.

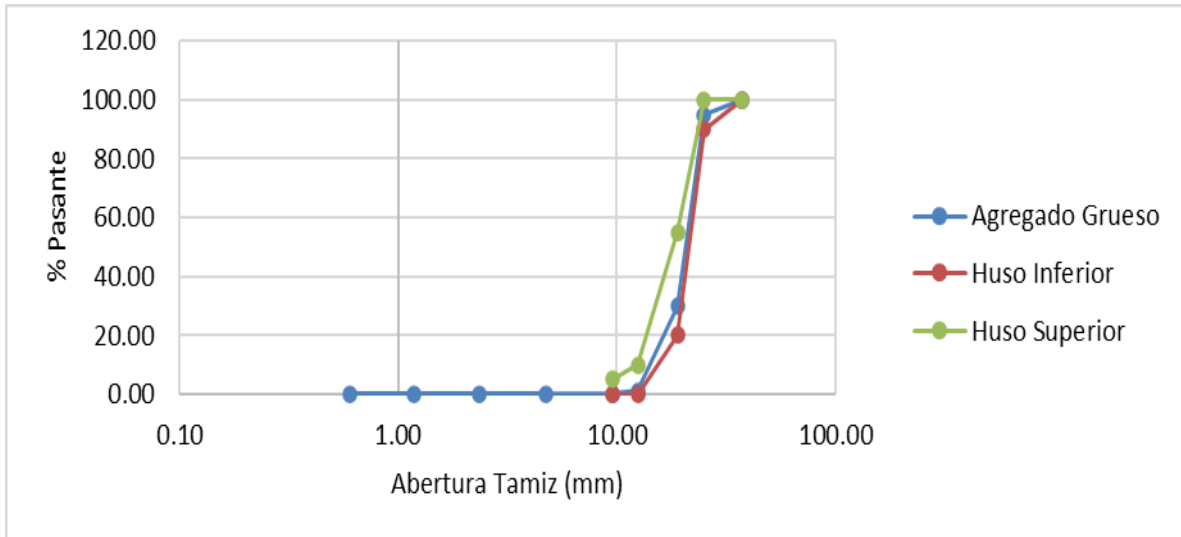
Ensayo de granulometría del AG

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	HUSOS GRANULOMÉTRICOS (HUSO 5)	
	(pulg)	(mm)				Límite Inferior	Límite Superior
1	1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100	100
2	1"	25.00	257.30	5.14	5.14	90	100
3	3/4"	19.00	3243.60	64.82	69.96	20	55
4	1/2"	12.50	1446.30	28.90	98.86	0	10
5	3/8"	9.50	50.10	1.00	99.86	0	5
6	N° 4	4.75	1.10	0.02	99.88	-	-
7	BANDEJA	0	5.90	0.12	100.00	-	-

Nota: En esta tabla se visualiza los pesos retenidos por medio de cada tamiz para el AG.

Figura 5

Curva granulométrica del AG



Nota: Por medio de esta figura se visualiza los pesos retenidos en cada tamiz para el AG.

Por medio de la tabla 8 y figura 05 se exhibe que el máximo retenido se dio en el tamiz 3/4”

y además la curva de granulometría se encuentra dentro de los husos granulométricos.

Tabla 9.

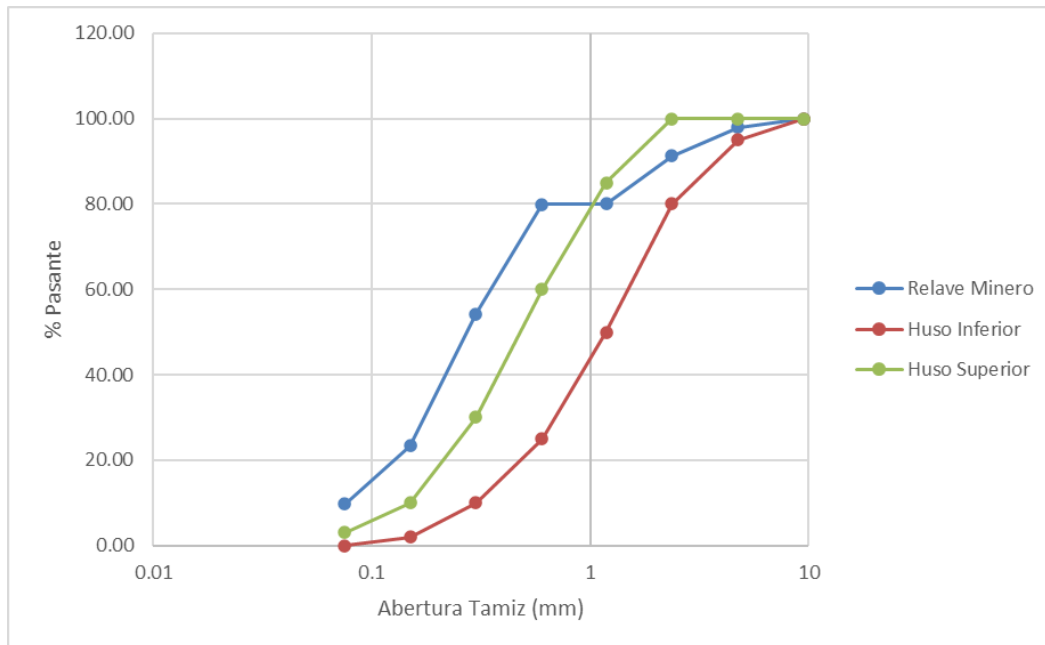
Ensayo de granulometría del RM

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	HUSOS GRANULOMÉTRICOS (Según norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)				Límite Inferior	Límite Superior
1	N°4	4.75	20.0	2.00	2.00	95	100
2	N°8	2.36	67.1	6.71	8.71	80	100
4	N°16	1.18	112.1	11.21	19.92	50	85
5	N°30	0.60	1.4	0.14	20.07	25	60
6	N°50	0.30	257.1	25.71	45.77	10	30
7	N°100	0.15	308.7	30.87	76.64	2	10
8	N°200	0.075	136.6	13.66	90.31	0	3
9	BANDEJA	0	96.9	9.69	100.00	-	-

Nota: En esta tabla se visualiza los pesos retenidos en cada tamiz para el RM.

Figura 6

Curva granulométrica del RM



Nota: En esta figura se visualiza los pesos retenidos en cada tamiz para el RM.

Por medio de la tabla 9 y figura 06 se exhibe que el máximo retenido se dio en el tamiz N°100 y además la curva de granulometría se encuentra dentro de los husos granulométricos hasta el tamiz N°16 y superior a este la curva sale dentro de los husos que son normados para agregado fino. Lo que demuestra cierta similitud para ser usado como sustituto del agregado fino y con un módulo de fineza de 1.73.

Contenido de Humedad

Tabla 10.

Ensayo de contenido de humedad de los agregados

Contenido de humedad agregados	
Agregado fino	7.0%
Agregado grueso	1.4%
Relave Minero	0.9%

Nota: Por medio de la tabla se observa el porcentaje de humedad de los diferentes agregados utilizados.

Peso Unitario suelto y compactado

Tabla 11.

Ensayo de peso unitario suelto y compactado de los agregados

Peso unitario de los agregados		
Descripción	Peso unitario compactado (gr/cm³)	Peso unitario suelto (gr/cm³)
Agregado fino	1.74	1.61
Agregado grueso	1.54	1.37
Relave minero	1.75	1.57

Nota: Por medio de esta tabla se exhibe los pesos sueltos y el peso después del proceso de compactación de los agregados.

Absorción y gravedad específica

Tabla 12.

Ensayo de absorción y gravedad específica de los agregados

Gravedad específica y absorción de agregados finos		
Descripción	Peso específico nominal (gr/cm³)	Absorción Abs. (%)
Agregado fino	2.47	4.91
Agregado grueso	2.61	2.87
Relave minero	3.43	9.29

Nota: Por medio de la tabla se observa el peso específico y absorción de los agregados.

3.2. Trabajabilidad

El ensayo de asentamiento de SLUMP mide la trabajabilidad de la mezcla de concreto la cual repercute en la facilidad de poder amoldarse al encofrado, es por ello que se determinó el asentamiento en pulgadas de los 4 diseños de mezclas de concreto.

Tabla 13.

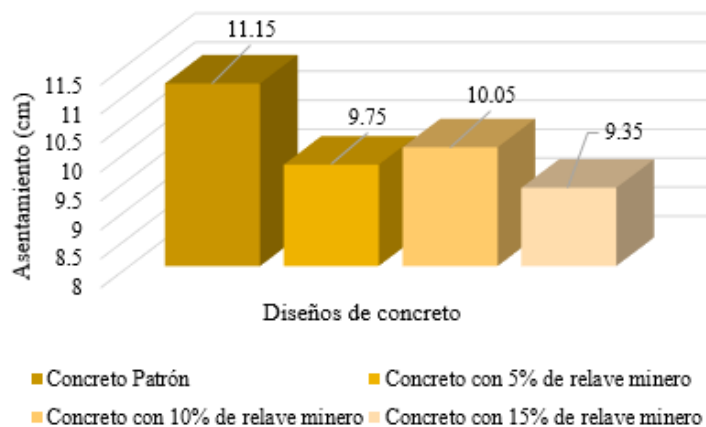
Ensayo de trabajabilidad con los diferentes diseños de mezcla

Diseño	Tiempo de respuesta	Asentamiento (cm)	Consistencia
Diseño Patrón	0'	11.15	Plástica
Diseño con 5% RM	0'	9.75	Plástica
Diseño con 10% RM	0'	10.05	Plástica
Diseño con 15% RM	0'	9.35	Plástica

Nota: Esta tabla muestra el valor de asentamiento del concreto medido en un tiempo cero después del mezclado.

Figura 7

Gráfico de la trabajabilidad en el concreto



Nota: Por medio del gráfico se exhibe un diagrama de barras que muestra el asentamiento del concreto sobre las diferentes dosificaciones de relave minero en su composición.

Por medio de la tabla 13 y figura 07 se exhibe la influencia que tiene las diferentes dosificaciones de relave minero en la composición del concreto, dónde se observa que el

relave minero disminuye el valor de asentamiento, pero igual mantiene una consistencia plástica en la mezcla lo que garantiza una trabajabilidad adecuada.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 14.

Prueba de normalidad para la trabajabilidad del concreto.

Tratamiento	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Asentamiento (cm)	Concreto Patrón	1,000	3	1,000
	Concreto con 5% de relave minero	1,000	3	1,000
	Concreto con 10% de relave minero	1,000	3	1,000
	Concreto con 15% de relave minero	1,000	3	1,000

Nota: IBM SPSS 27

A través de la tabla 14, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen trascendencias mayores a 0.05, a razón de ello se utiliza una prueba paramétrica, es por ello que se aplica la prueba ANOVA, a fin de evaluar la hipótesis.

- H0: La dosificación de RM no influye en la propiedad de trabajabilidad del concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.
- H1: La dosificación de RM influye en la propiedad de trabajabilidad del concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Se realiza la estimación del valor p, el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H1) así como la validez de la hipótesis nula (H0).

Tabla 15.

Prueba ANOVA para la trabajabilidad del concreto.

	Suma de los cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Mediante el grupo	5,363	3	1,788	7,013	,013
Dentro del grupo	2,039	8	,255		
Total	7,402	11			

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 15, se visualiza, que al emplear la prueba ANOVA, se obtuvo un valor de significancia por debajo del umbral de 0.05, lo que indica la aceptación de que al menos una de las muestras tiene efectos en la trabajabilidad del concreto.

3.3. Resistencia a la compresión

Tabla 16.

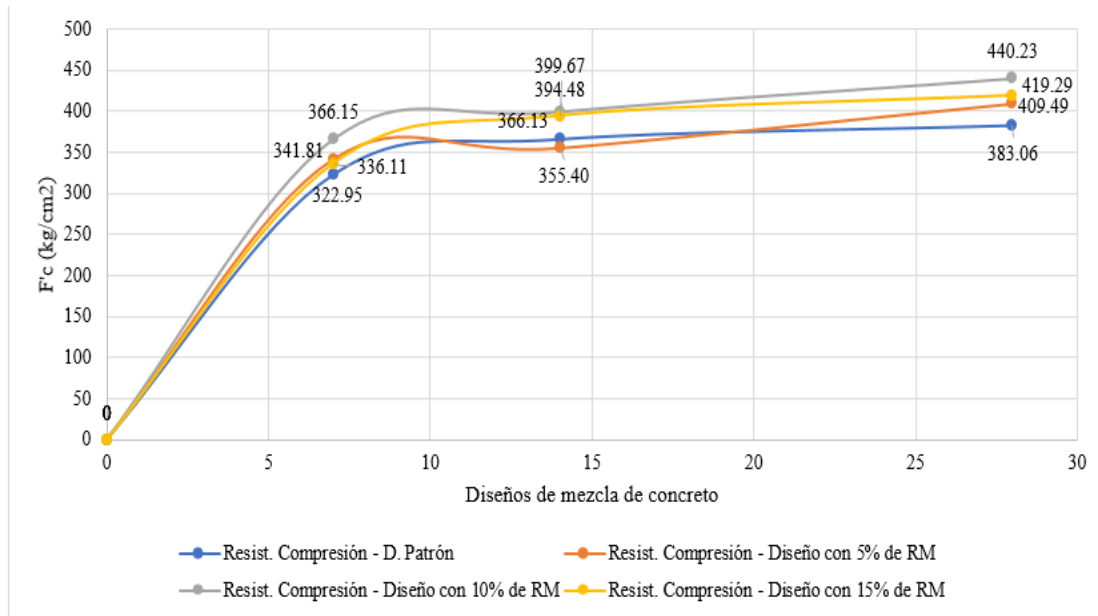
Resumen de ensayo de f'_c del concreto

Diseño	Edad	F'_c (kg/cm ²)	Desviación estándar
Concreto Patrón	7	322.95	8.62
	14	366.13	10.91
	28	383.06	6.95
Concreto con 5% de relave minero	7	341.81	11.77
	14	355.40	5.53
	28	409.49	2.54
Concreto con 10% de relave minero	7	366.15	12.72
	14	399.67	1.43
	28	440.23	2.23
Concreto con 15% de relave minero	7	336.11	5.64
	14	394.48	3.72
	28	419.29	3.55

Nota: Esta tabla muestra el resumen de f'_c del concreto para los 4 diseños y en edades de curado de 7, 14 y 28 días.

Figura 8

Diagrama comparativo de las curvas de f'_c de los diseños de concreto



Nota: En el gráfico se visualiza la comparativa de la resistencia a compresión del concreto sobre sus 4 diseños.

Por medio de la tabla 22 y figura 08 se exhibe que el uso de relave minero en la composición del concreto tiene un efecto positivo en el valor de f'_c dado que este se incrementa considerablemente cuando se aumenta la cantidad del material. La muestra patrón alcanzó un valor promedio igual a 383.06 kg/cm² dentro de los 28 días de curado, con inclusión de 5% de RM un valor promedio igual a 409.49 kg/cm², con adición equivalente de 10% de RM un valor igual a 440.23 kg/cm² y con adición igual a 15% de RM un valor igual a 419.29 kg/cm², quedando demostrado el incremento significativo en la resistencia a cargas axiales. Se considera el diseño con 10% de RM el óptimo, dado que con 15% de RM el valor de f'_c tiende a decrecer por lo que el límite máximo sería de 10% de RM; considerando esto se optó por elegir dicha dosificación para la elaboración de adoquines de concreto.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 17.

Análisis de normalidad para la resist, compresión del concreto a 7 días.

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	,999	3	,950
Concreto con 5% de RM	,773	3	,051
Carga máxima (Kg) a los 7 días			
Concreto con 10% de RM	,996	3	,886
Concreto con 15% de RM	,999	3	,932

Nota: IBM SPSS 27

A través de la tabla 17, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen significancias mayores a 0.05, por ende, se utiliza una prueba paramétrica, es por ello que se logra aplicar la prueba ANOVA, a fin de evaluar la hipótesis.

- H0: La dosificación de RM no logra influir considerablemente en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a 7 días de curado.
- H1: La dosificación de RM influye significativamente en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a 7 días de curado.

Se realiza la estimación del valor p, el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H1) así como la validez de la hipótesis nula (H0).

Tabla 18.

Análisis ANOVA para la resist, compresión del concreto a 7 días.

	Suma de los cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Mediante el grupo	84986555,000	3	28328851,667	6,689	,014
Dentro del grupo	33883328,667	8	4235416,083		
Total	118869883,667	11			

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 18, se visualiza, que al ejecutar la prueba ANOVA, se obtuvo un valor de significancia por debajo del umbral de 0.05, lo que indica la aceptación de que al menos una de las muestras con RM tiene efectos en la resistencia a compresión del concreto.

Tabla 19.

Análisis de normalidad para la resist, compresión del concreto a 14 días.

Tratamiento		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Carga máxima (Kg) a los 14 días	Concreto Patrón	,894	3	,367
	Concreto con 5% de RM	,999	3	,949
	Concreto con 10% de RM	,999	3	,956
	Concreto con 15% de RM	,959	3	,608

Nota: IBM SPSS 27

A través de la tabla 19, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen significancias mayores a 0.05, por ende, se utiliza una prueba paramétrica, y logra ser aplicada la prueba ANOVA, con la finalidad de evaluar la hipótesis.

- H0: La dosificación de RM no influye significativamente en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a 14 días de curado.
- H1: La dosificación de RM influye significativamente en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a 14 días de curado.

Se realiza la estimación del valor p , el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H_1) así como la validez de la hipótesis nula (H_0).

Tabla 20.

Prueba ANOVA para la resist, compresión del concreto a 14 días.

	Suma de los cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Mediante el grupo	111215166,000	3	37071722,000	16,028	,001
Dentro del grupo	18503778,000	8	2312972,250		
Total	129718944,000	11			

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 20, se muestra, que al aplicar la prueba ANOVA, se obtuvo un valor de significancia por debajo del umbral de 0.05, lo que indica la aceptación de que algunas de las muestras con RM tiene efectos en la resistencia a compresión del concreto a 14 días.

Tabla 21.

Análisis de normalidad para la resist, compresión del concreto a 28 días.

Tratamiento		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Carga máxima (Kg) a los 28 días	Concreto Patrón	,963	3	,632
	Concreto con 5% de RM	1,000	3	,965
	Concreto con 10% de RM	,996	3	,875
	Concreto con 15% de RM	,991	3	,819

Nota: IBM SPSS 27

En relación a la tabla 21, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen significancias mayores a 0.05, dado ello, se utiliza una prueba paramétrica, es por ello que se logra aplicar la prueba ANOVA, para evaluar la hipótesis.

- H₀: La dosificación de RM no logra influir significativamente en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a 28 días de curado.
- H₁: La dosificación de RM influye significativamente en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a 28 días de curado.

Se realiza la estimación del valor p, el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H₁) así como la validez de la hipótesis nula (H₀).

Tabla 22.

Análisis ANOVA para la resist, compresión del concreto a 28 días.

	Suma de los cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Mediante el grupo	163644035,333	3	54548011,778	31,252	,000
Dentro del grupo	13963208,667	8	1745401,083		
Total	177607244,000	11			

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 22, se exhibe, que al emplear la prueba ANOVA, se obtuvo un valor de significancia por debajo del umbral de 0.05, lo que indica la aceptación de que las muestras con RM tienen efectos en la resistencia a compresión del concreto a 28 días.

3.4. Trabajabilidad en Adoquines

El ensayo de asentamiento de SLUMP mide la trabajabilidad de la mezcla de concreto la cual repercute en la facilidad de poder amoldarse al encofrado, es por ello que se determinó el asentamiento en pulgadas de los 2 diseños de mezclas de concreto elaboradas para ser usadas en adoquines con sus propios criterios y dosificaciones.

Tabla 23.

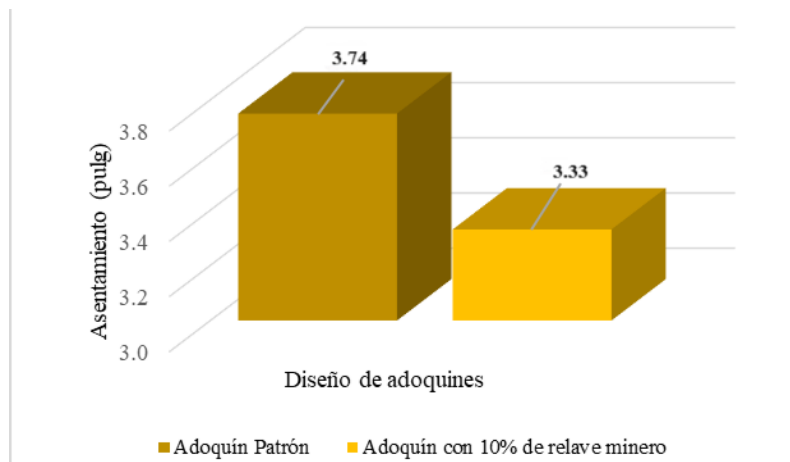
Ensayo de trabajabilidad con los diferentes diseños de mezcla

Diseño	Tiempo de respuesta	Asentamiento (cm)	Asentamiento (pulg)	Consistencia
Adoquín Patrón	0'	9.51	3.74	Plástica
Adoquín con 10% de relave minero	0'	8.47	3.33	Plástica

Nota: Esta tabla muestra el valor de asentamiento del concreto medido en un tiempo cero después del mezclado.

Figura 9

Gráfico de trabajabilidad en adoquines



Nota: En el gráfico se muestra una comparación de trabajabilidad del diseño de mezcla para un adoquín patrón y uno adicionado con 10% de relave minero.

Por medio de la tabla 23 y figura 09 se exhibe que para adoquines tradicionales el asentamiento experimenta un valor de 3.74” y con 10% de relave minero un máximo valor de 3.33”; por lo que con adición de relave minero en el concreto disminuye el valor de asentamiento, pero igual mantiene una consistencia plástica en la mezcla lo que garantiza una trabajabilidad adecuada.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 24.

Análisis de normalidad para el asentamiento de concreto en adoquines.

Tratamiento		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento (pulg)	Adoquín Patrón	1,000	3	1,000
	Adoquín con 10% de relave minero	1,000	3	1,000

Nota: IBM SPSS 27

A través de la tabla 24, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen significancias mayores a 0.05, dado ello, se utiliza una prueba paramétrica, es por ello que se logra aplicar la prueba T DE STUDENT, a razón de evaluar la hipótesis.

- H0: La dosificación de 10% RM no logra influir significativamente en la trabajabilidad del concreto de adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.
- H1: La dosificación de 10% RM influye en la trabajabilidad del concreto de adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Se realiza la estimación del valor p, el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H1) además de aceptar la hipótesis nula (H0).

Tabla 25.

Análisis T DE STUDENT para el asentamiento de concreto en adoquines.

	Media	Desv. estándar	t	gl	Sig.
Asentamiento (pulg) Adoquín Patrón - Asentamiento (pulg) Adoquín con 10% de relave minero	-,50000	,02500	-34,641	2	,001

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 25, se visualiza, que al aplicar la prueba T DE STUDENT, se obtuvo un valor de significancia por debajo del umbral de 0.05, lo que indica la aceptación de que existe efectos en la trabajabilidad en el concreto de adoquines.

3.5. Absorción en adoquines

Tabla 26.

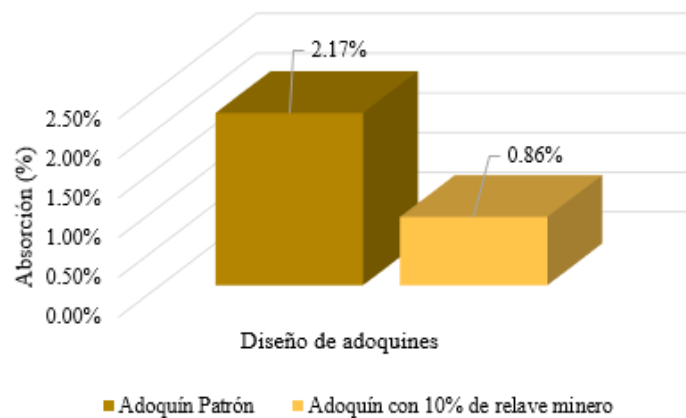
Ensayo de absorción en adoquines

Diseño	Muestra	Absorción(kg/m ³)	Absorción (%)	Promedio
Adoquín Patrón	A - 01	45.55	2.18	2.17%
	A - 02	46.13	2.16	
	A - 03	43.82	2.15	
	A - 04	47.31	2.19	
Adoquín con 10% de relave minero	A - 01	18.55	0.85	0.86%
	A - 02	20.94	0.89	
	A - 03	18.72	0.84	
	A - 04	19.41	0.86	

Nota: Esta tabla muestra los porcentajes de absorción que presentan los adoquines tradicionales y con la adición de relave minero.

Figura 10

Gráfico de absorción en adoquines



Nota: En el gráfico se muestra una comparación del % de absorción en adoquines con concreto tradicional y con una dosificación de 10% de relave minero.

Por medio de la tabla 26 y figura 10 se evidencia que con adición de relave minero en los adoquines el porcentaje de absorción disminuye en un 39.6%. El adoquín patrón posee un porcentaje de absorción de 2.17% y con 10% de RM el valor disminuye a un valor de 0.86%.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 27.

Análisis de normalidad para la absorción en adoquines.

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Adoquín Patrón	,950	4	,714
Absorción (%) Adoquín con 10% de relave minero	,927	4	,577

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 27, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen significancias mayores a 0.05, dado ello, se utiliza una prueba paramétrica, es por ello que se logra aplicar la prueba T DE STUDENT, a razón de evaluar la hipótesis.

- H0: La dosificación de 10% RM no influye considerablemente en la absorción del adoquín de alta resistencia $f^c=350 \text{ kg/cm}^2$.
- H1: La dosificación de 10% RM influye considerablemente en la absorción del adoquín de alta resistencia $f^c=350 \text{ kg/cm}^2$.

Se realiza la estimación del valor p, el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H1) además de aceptar la hipótesis nula (H0).

Tabla 28.
Análisis T DE STUDENT para la absorción en adoquines.

	Media	Desv. estándar	t	gl	Sig.
Absorción (%) Adoquín Patrón - Absorción (%) Adoquín con 10% de RM	1,31000	,02828	92,631	3	,000

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 28, se visualiza que al aplicar la prueba T DE STUDENT, se obtuvo un valor de significancia por debajo del umbral de 0.05, lo que indica la aceptación de que las muestras tiene efectos en la absorción en los adoquines de concreto.

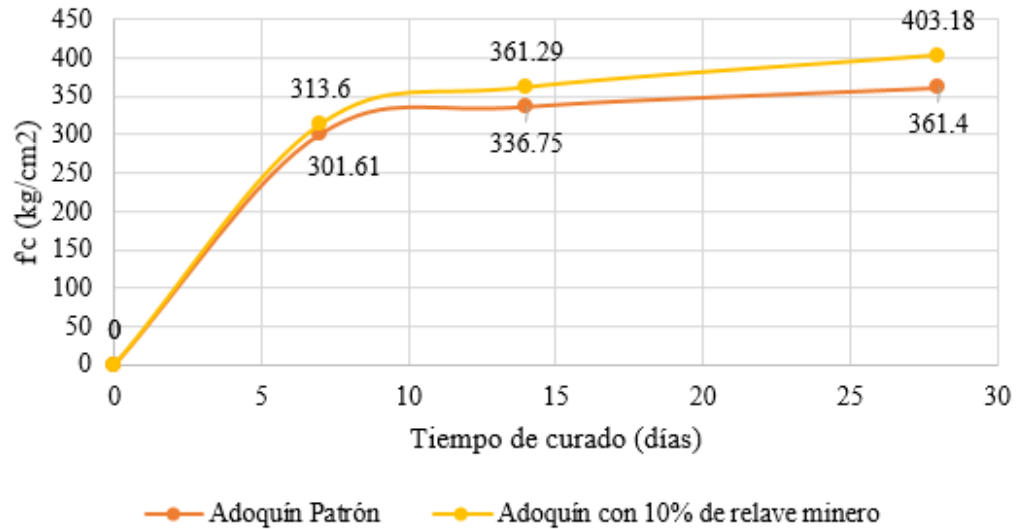
3.6. Resistencia a la compresión en adoquines

Tabla 29.
Resumen de ensayo de $f'c$ en adoquines

Diseño	Edad	Resistencia a compresión(kg/cm ²)	Desviación estándar
Adoquín Patrón	7	301.61	3.11
	14	336.75	6.60
	28	361.40	4.20
Adoquín con 10% de relave minero	7	313.60	3.13
	14	361.29	2.53
	28	403.18	4.75

Nota: Esta tabla muestra el resumen de $f'c$ del adoquín tradicional y con 10% de RM en edades de curado de 7, 14 y 28 días.

Figura 11
Diagrama comparativo de las curvas de $f'c$ de los diseños de adoquines de concreto



Nota: En el gráfico se muestra una comparación de resistencia a compresión del adoquín tradicional y con 10% de relave minero.

Por medio de la tabla 29 y figura 11 se evidencia que el uso de relave minero en la composición del concreto tiene un efecto positivo en el valor de $f'c$ del adoquín, dado que este se incrementa considerablemente cuando se incorpora 10% de relave minero. La muestra patrón alcanzó un valor promedio de 361.4 kg/cm² a los 28 días de curado y con adición equivalente a 10% de RM un valor igual a 403.18 kg/cm², quedando demostrado el incremento significativo en la resistencia a cargas axiales hasta en un 11.56%.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 30.

Análisis de normalidad para la resistencia a compresión en adoquines a 7 días.

Tratamiento		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión(kg/cm ²) a los 7 días	Adoquín Patrón	,991	4	,964
	Adoquín con 10% de relave minero	,953	4	,734

Nota: IBM SPSS 27

En relación a la tabla 30, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen significancias mayores a 0.05, dado ello, se utiliza la prueba paramétrica, es por ello que se logra aplicar la prueba T DE STUDENT, para evaluar la hipótesis.

- H0: La dosificación de 10% RM no influye considerablemente en la resistencia a compresión del adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días.
- H1: La dosificación de 10% RM influye considerablemente en la resistencia a compresión del adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días.

Se realiza la estimación del valor p, el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H1) además de aceptar la hipótesis nula (H0).

Tabla 31.

Análisis T DE STUDENT para la resistencia a compresión en adoquines a 7 días.

	Media	Desv. estándar	t	gl	Sig.
Resistencia a compresión(kg/cm ²) a los 7 días Adoquín Patrón - Resistencia a compresión(kg/cm ²) a los 7 días Adoquín con 10% de relave minero	-11,98500	,56371	-42,522	3	,000

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 31, se evidencia, que al aplicar la prueba T DE STUDENT, se obtuvo un valor de significancia por debajo del umbral de 0.05, lo que indica la aceptación de que las muestras con 10% RM tiene efectos en la resistencia a compresión en los adoquines de concreto dentro de los 7 días.

Tabla 32.

Análisis de normalidad para la resistencia a compresión en adoquines a 14 días.

Tratamiento		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión(kg/cm ²) a los 14 días	Adoquín Patrón	,885	4	,358
	Adoquín con 10% de relave minero	,915	4	,512

Nota: IBM SPSS 27

En función a la tabla 32, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen significancias mayores a 0.05, dado ello, se utiliza una prueba paramétrica, es por ello que se logra aplicar la prueba T DE STUDENT, para evaluar la hipótesis.

- H0: La dosificación de 10% RM no influye considerablemente en la resistencia a compresión del adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días.
- H1: La dosificación de 10 % RM influye significativamente en la resistencia a compresión del adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días.

Se realiza la estimación del valor p, el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H1) además de aceptar la hipótesis nula (H0).

Tabla 33.

Análisis T DE STUDENT para la resistencia a compresión en adoquines a 14 días

	Media	Desv. estándar	t	gl	Sig.
Resistencia a compresión(kg/cm ²) a los 14 días Adoquín Patrón - Resistencia a compresión(kg/cm ²) a los 14 días Adoquín con 10% de relave minero	-24,54000	5,92858	-8,279	3	,004

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 33, se visualiza, que al aplicar la prueba T DE STUDENT, se obtuvo un valor de significancia por debajo del umbral necesario de 0.05, lo que indica la aceptación de que algunas de las muestras con 10 % de RM tienen efectos en la resistencia a compresión en los adoquines de concreto dentro de los 14 días.

Tabla 34.

Análisis de normalidad para la resistencia a compresión en adoquines a 28 días.

Tratamiento		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión(kg/cm ²) a los 28 días	Adoquín Patrón	,808	4	,117
	Adoquín con 10% de relave minero	,936	4	,627

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 34, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen significancias mayores a 0.05, dado ello, se utiliza una prueba no paramétrica, es por ello que se logra aplicar la prueba T DE STUDENT, para evaluar la hipótesis.

- H0: La dosificación de 10% RM no influye considerablemente en la resistencia a compresión del adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.
- H1: La dosificación de 10 %RM influye significativamente en la resistencia a compresión del adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

Se realiza la estimación del valor p, el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H1) además de aceptar la hipótesis nula (H0).

Tabla 35.

Análisis T DE STUDENT para la resistencia a compresión en adoquines a 28 días.

	Media	Desv. estándar	t	gl	Sig.
Resistencia a compresión(kg/cm ²) a los 28 días Adoquín Patrón - Resistencia a compresión(kg/cm ²) a los 28 días Adoquín con 10% de relave minero	-41,77250	3,33389	-25,059	3	,000

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 35, se evidencia que al aplicar la prueba T DE STUDENT, se obtuvo un valor de significancia por debajo del umbral de 0.05, lo que indica la aceptación de las muestras con 10% RM tiene efectos en la resistencia a compresión en los adoquines de concreto dentro de los 28 días.

3.7. Resistencia al desgaste por abrasión en adoquines

Tabla 36.

Ensayo de abrasión en adoquines

Descripción/ Muestra	P8	P9	P10	P11
% de desgaste Promedio (Tradicional)	22.9	20.8	20.4	20.4
% de desgaste Promedio (10% de RM)	24.6	19.9	20.9	18.4

Nota: La tabla muestra el porcentaje de desgaste en adoquines tradicionales por medio de abrasión.

Figura 12

Diagrama comparativo del desgaste por abrasión.



Nota: En el gráfico se muestra una comparación del desgaste por abrasión del adoquín tradicional y con 10% de relave minero.

Por medio de la tabla 36 y figura 12 se visualiza que el uso de relave minero en la composición del concreto tiene un efecto positivo en la reducción del desgaste por abrasión, ya que el adoquín tradicional presenta un desgaste del 21.13% y el adoquín con relave minero al 10% presenta un valor de 20.95%, lo que evidencia una mayor resistencia al desgaste.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 37.

Análisis de normalidad para la resistencia al desgaste por abrasión en adoquines.

Tratamiento		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia al desgaste (%)	Adoquín Patrón	,739	4	,031
	Adoquín con 10% de relave minero	,937	4	,633

Nota: IBM SPSS 27

En función a la tabla 37, se aplica el criterio de Shapiro – Wilk, donde obtienen significancias menores a 0.05, por lo que se utiliza una prueba no paramétrica, es por ello que se logra aplicar la prueba WILCOXON, para evaluar la hipótesis.

- H0: La dosificación de 10% RM no influye considerablemente en la resistencia a la abrasión del adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.
- H1: La dosificación de 10 % RM influye significativamente en la resistencia a la abrasión del adoquín de alta resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

Se realiza la estimación del valor p, el cual no debe exceder el 5%; si supera este umbral, indica el rechazo de la hipótesis alternativa (H1) además de aceptar la hipótesis nula (H0).

Tabla 38.

Análisis WILCOXON para la resistencia al desgaste por abrasión en adoquines.

	10% de RM - Tradicional
Z	-,365
Sig. asin. (bilateral)	,715

Nota: IBM SPSS 27

Por medio de la tabla 38, se visualiza, que al aplicar la prueba WILCOXON, se obtuvo un valor de significancia por encima del umbral de 0.05, lo que indica que no existe alguna muestra que genera efectos significativos en la resistencia al desgaste por abrasión.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. LIMITACIONES

Una de las limitaciones es el mal manejo y el acceso restringido a los relaves mineros, debido a problemas sociales asociados con la industria minera. Además, estos depósitos suelen estar expuestos a la intemperie, pero son administrados por individuos que muestran resistencia a proporcionar información o permitir la toma de muestras.

Por otro lado, en la presente investigación se tuvo inconvenientes por la falta de laboratorios para análisis fisicoquímicos del relave minero en la ciudad de Cajamarca por lo que se debe enviar a otras ciudades para su análisis de la composición física y química de los relaves que dependen del tipo de yacimiento y proceso de recuperación. En nuestro caso es de tipo polimetálico con método de recuperación flotación selectiva donde el material es previamente triturado quedando material fino como muestra el análisis granulométrico.

4.2. DISCUSIÓN

Discusión general: Analizar la influencia del relave minero en el comportamiento mecánico del adoquín de concreto de alta resistencia 350 kg/cm², Cajamarca-2023.

En el presente estudio incorporó relave minero en dosificaciones del 0, 5, 10 y 15%. Los ensayos de trabajabilidad y resistencia mecánica en el concreto generaron resultados óptimos a medida que se incrementa la cantidad del relave minero. En tal sentido se concuerda con los autores Lojano y Proaño (2022), Jácome (2020) y Lalangui y Méndez (2021), ya que en sus investigaciones muestran que incluir relave minero en diferentes dosificaciones como adición, sustitución, entre otros genera cambios significativos en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en la resistencia a compresión.

Respecto al ensayo de compresión del concreto se observó que el relave minero ocasionó una influencia positiva en el $f'c$ incrementando su valor, por lo que el diseño patrón alcanzó un valor de 383.06 kg/cm², y los diseños con dosificaciones de RM de 5, 10 y 15% alcanzaron valores de 409.49, 440.23 y 419.29 kg/cm², considerando así al concreto con 10% de RM el diseño óptimo. En ese sentido se concuerda con Enríquez, et al., (2022) en su estudio obtuvo resultados favorables en el $f'c$ del concreto dónde el diseño patrón alcanzó un valor de 53 MPA y el óptimo diseño con RM un valor de 59.53 Mpa. Así mismo se concuerda con Moafak, et al., (2022) en su trabajo de investigación obtuvieron resultados favorables en el $f'c$ del concreto, dónde el diseño patrón alcanzó un valor de 53 Mpa y el óptimo diseño con RM un valor de 56.0 Mpa. Por otro lado, se discrepa con Lojano y Proaño (2022) en su trabajo de investigación obtuvieron disminución en los valores de resistencia a compresión con dosificaciones de 25 y 50% de RM reemplazando al agregado fino.

Con la adición de relave minero en el adoquín de concreto se observó los cambios en la trabajabilidad, dónde el concreto patrón experimentó un asentamiento de 3.74” y el diseño con 10% de RM un valor óptimo de 3.33”, lo que se demuestra una disminución en el valor de asentamiento, pero igual mantiene una consistencia plástica en la mezcla lo que garantiza una trabajabilidad adecuada, y esto se debe a que el relave minero presenta mayor absorción a diferencia del agregado tradicional. En ese sentido se discrepa con Mercado y Reyna (2020) en su trabajo de investigación obtuvieron resultados favorables en la trabajabilidad del concreto para adoquines, dónde el diseño patrón alcanzó un asentamiento de 7.62 cm y el diseño óptimo alcanzó un valor de 8.38 cm. Así mismo se discrepa con Moafak, et al., (2022) en su trabajo de investigación obtuvieron resultados favorables, pero poco significativos en

la trabajabilidad del concreto para adoquines, dónde el diseño patrón alcanzó un asentamiento de 45 mm y el diseño óptimo alcanzó un valor de 46 mm.

Por otro lado, se realizó el ensayo de absorción en los adoquines de concreto, dónde se observó que el adoquín patrón posee una absorción del 2.17% y el adoquín con 10% de relave minero un valor de absorción de 0.86%, indicando así que se convierte en un elemento más compacta y menos poroso. En ese sentido, se concuerda con Romero y Salinas (2020) en su trabajo de investigación obtuvieron resultados favorables en la absorción de los adoquines, disminuyendo el porcentaje de absorción respectivamente a cada porcentaje de sustitución de relave minero.

En el ensayo de resistencia a compresión axial en adoquines se demostró un incremento significativo de resistencia, dónde el diseño patrón alcanzó un valor de 361.40 kg/cm² y el diseño con 10% de relave minero un valor óptimo de 403.18 kg/cm², experimentando así una mejora del 11.56%. Esto se debe a que el agregado usado presenta propiedades mejores al agregado tradicional, como menor absorción, lo que hace que el adoquín sea más compacto y pueda tener mayor resistencia. En ese sentido se concuerda con Suarez (2021) en su trabajo de investigación obtuvieron resultados favorables en la resistencia a compresión en adoquines de concreto dónde el diseño patrón alcanzó un valor de 405.10 kg/cm² y el diseño óptimo con relave minero alcanza un valor de 422.50 kg/cm². Así mismo se concuerda con Moafak, et al., (2022) en su trabajo de investigación obtuvieron resultados favorables en la resistencia del adoquín de concreto con una mejora del 5.66%. Por otro lado, se discrepa con Torres (2021) ya que obtuvo resultados desfavorables en la resistencia a cargas axiales en adoquines dónde el diseño patrón alcanzó un valor de 308.92

kg/cm² y el diseño con relave minero un valor máximo de 289.44 kg/cm² y mínimo de 181.52 kg/cm².

En el ensayo de resistencia al desgaste por abrasión en adoquines se demostró un incremento de resistencia, pero poco significativa, donde el diseño patrón alcanzó un valor de 21.125% y el diseño con 10% de RM un valor de 20.95%, experimentando así una mejora del 0.85%. Esto se debe que el relave minero presenta características similares al agregado fino y esto hace que el comportamiento al desgaste mantenga un resultado muy similar. En ese sentido se concuerda con Suarez (2021) en su trabajo de investigación obtuvieron resultados poco favorables en la resistencia al desgaste por abrasión en adoquines de concreto. Así mismo se concuerda con Moafak, et al., (2022) en su trabajo de investigación obtuvieron resultados poco significativos en la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín de concreto con una mejora del 0.55%. Por otro lado, se discrepa con Torres (2021) ya que obtuvo resultados favorables en la resistencia al desgaste por abrasión en adoquines con una mejora del 5%.

La importancia de investigar los componentes específicos de un relave minero reside en comprender cómo estas variables influyen en el comportamiento mecánico de materiales de construcción, como el concreto. Los relaves mineros pueden contener una diversidad de minerales, cuyas propiedades físicas y químicas pueden variar considerablemente. Estudiar estos componentes permite identificar su impacto en la trabajabilidad, resistencia y otras propiedades del concreto, proporcionando información esencial para optimizar la dosificación adecuada en la mezcla. Es debido a estas características particulares lo que se concuerda o se discrepa con algunos autores de investigaciones anteriores, Pero en líneas

generales el relave aporta mejores características al adoquín de concreto por lo que contribuye así al desarrollo de soluciones más eficientes y sostenibles en la construcción.

IMPLICANCIAS

Implicancias Teóricas

Del mismo modo que las teorías propuestas de Dong et al (2022), Torres (2020) y Silva y Delvasto (2021), en dónde mencionan su preocupación por mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto y con ese fin buscaron ideas novedosas de diseños e mezcla en el concreto mediante el uso de relaves mineros, aportando así un cambio significativo en la construcción sostenible y minimizar los desechos tóxicos de las mineras, la presente investigación hizo uso de relave minero para fabricación de adoquines y mejorar sus propiedades de absorción y resistencia a la compresión. Por otro lado, se observaron retos importantes respecto a la resistencia a la abrasión y la trabajabilidad ya que con adiciones de RM no se observaron mejoras y esto debido al material, ya que puede comportarse como un agregado, pero no es reemplazable al 100%, por ello es que las proporciones más bajas de RM no generan cambios que afecten al diseño a diferencia que si la dosificación aumenta las propiedades físicas del adoquín son afectadas.

Implicancias Prácticas

El presente estudio hace frente a los problemas que ocurren en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto, incrementando su resistencia a cargas axiales. Además, que con los resultados encontrados los adoquines de concreto con adiciones de relave minero pueden ser usados en pavimentos para un tránsito vehicular ligero (Tipo II) y tránsito peatonal.

Por otro lado, el relave minero influye en la trabajabilidad en el concreto, por lo que si el objetivo es mejorar la trabajabilidad del concreto fresco el relave minero no aportará en ello debido a que presenta mayor absorción de agua por lo que hace que la mezcla sea más densa. Además, es fundamental considerar la procedencia del relave minero, ya que cada yacimiento recibe un tratamiento particular. Por lo tanto, no se puede generalizar la proporción de adición sin realizar previamente un estudio específico.

4.3. CONCLUSIONES

- Respecto a la trabajabilidad en el concreto fresco, el concreto patrón tuvo un asentamiento máximo de 11.15cm y al ir adicionando RM este se redujo alcanzando un valor mínimo de 9.35cm perteneciente a la dosificación de 15% de RM; por lo que no se logra cumplir con la hipótesis planteada; no obstante, todas las dosificaciones siguen en el rango para una consistencia plástica.
- La resistencia a la compresión del concreto se incrementó considerablemente al incluir en su composición relave minero cumpliendo así con la hipótesis planteada, dónde la dosificación óptima del 10% de relave minero alcanzó un valor máximo de 440.23 kg/cm² y el diseño patrón un valor máximo de 383.06 kg/cm².
- No se logra cumplir con la hipótesis de incrementar la trabajabilidad en el concreto fresco para adoquín ya que disminuye al adicionar relave minero, dónde el concreto patrón experimentó un asentamiento de 3.74” y el diseño con 10% de relave minero un valor de 3.33”, lo que se demuestra una disminución en el valor de asentamiento, pero de igual manera mantiene una consistencia plástica en la mezcla lo que garantiza una trabajabilidad adecuada.

- Referente a la absorción en adoquines de concreto se cumple con la hipótesis de mejorar esta propiedad con adición de relave minero, el adoquín patrón posee una absorción del 2.17% y con la dosificación óptima del 10% se obtiene un valor de absorción del 0.86% lo que indica un ladrillo más compacto y menos poroso.
- La hipótesis planteada referente a la resistencia a la compresión del adoquín de concreto se cumple debido a que se incrementó considerablemente la resistencia al incluir en su composición 10% de relave minero, dónde esta dosificación optima alcanzó un valor máximo de 403.18 kg/cm² y el adoquín patrón un valor máximo de 361.4 kg/cm².
- Respeto a la resistencia al desgaste por abrasión no se cumple con la hipótesis debido a que no se experimentó grandes cambios al incluir relave minero en la composición del adoquín de concreto, ya que el diseño patrón obtuvo un valor de 21.13% y el adoquín con RM un valor de 20.95%.

Conclusión general:

- Finalmente, se concluyó que utilizar el relave minero influye favorablemente a las propiedades en estado endurecido del concreto, especialmente con la dosificación del 10% de RM, sin embargo, la resistencia al desgaste por abrasión en adoquines experimenta cambios poco significativos con la adición de este material.

4.4. RECOMENDACIONES

Para próximos estudios con relaves mineros hay que tener presente que por los procesos de recuperación que se realizan en la industria minera se utilizan químicos que pueden ser peligrosos para la salud si no se maneja con las medidas de seguridad adecuadas. Por ello, se recomienda usar equipos de protección personal para manipular estos materiales.

Se recomienda continuar explorando alternativas sostenibles para favorecer tanto al medio ambiente como al sector de la construcción

REFERENCIAS

- Aldana, Y. (2022). Adoquines: entre ecología, economía y oportunidades de emprendimiento. *Indagare*, 6(1), 1-9. doi:doi.org/10.35707/indagare/1010
- Arias, J. (2021). *Proyecto de tesis de guía para la elaboración*. Lima: Biblioteca nacional del Perú.
- Armijo, I., Aspillaga, C., Bustos, C., Calderón, A., Cortés, C., Fossa, P., . . . Vivanco, A. (2021). *Manual de Metodología de investigación*. Universidad del Desarrollo.
- Britez, C., Carvalho, M., & Helene, P. (2020). Acciones y efectos nocivos del fuego sobre estructuras de concreto. Una breve reseña. *Revista ALCONPAT*, 10(1), 1-21. doi:doi.org/10.21041/ra.v10i1.421
- Burgos, D., Guzmán, Á., & Torres, N. (2019). Desempeño mecánico y durable de concretos que incorporan agregado reciclado fino comercial. *Revista EIA*, 16(32), 167-179.
- Camarena , A., & Díaz, D. (2022). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad del concreto tradicional versus un concreto utilizando escoria de acero como agregado fino. *Gaceta Técnica*, 23(1), 20-34. doi:10.51372/gacetatecnica231.3
- Camarena, A., & Díaz, D. (2022). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad del concreto tradicional versus un concreto utilizando escoria de acero como agregado fino. 23(1). Retrieved from <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.3>

- Carrillo , J., Cardenas , J., & Aperador , W. (2017). Propiedades mecánicas a flexión del concreto reforzado con fibras de acero bajo ambientes corrosivos. *Revista ingeniería de construcción*, 32(2), 59-72. doi:10.4067/S0718-50732017000200005
- Castaño, H. (2022). Tratamiento de drenajes ácidos de mina (DAM) mediante filtros elaborados con relave minero. *Revista Politécnica*, 18(36), 115-125. doi:doi.org/10.33571/rpolitec.v16n31a2
- Cruzado, E., Bierla, K., Torró, L., & Szpunar, J. (2021). Acumulación de As, Ag, Cd, Cu, Pb y Zn por Plantas Nativas que Crecen en Suelos Contaminados por Pasivos Ambientales Mineros en los Andes Peruanos. *Plantas*, 10(2). Retrieved from <https://doi.org/10.3390/plants10020241>
- Dong, C., Zhang, Q., Chen, C., & Jiang, T. (2022). Propiedades frescas y endurecidas del hormigón autocompactante reforzado con fibras plásticas recicladas fabricado con árido de hormigón reciclado y cenizas volantes, escoria, humo de sílice. *Revista de Ingeniería de la Construcción*, 62. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobc.2022.105384>
- Enríquez, A., Collahuazo, L., Hermosa, P., Acosta, M., Jeijoo, 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. *Revista Científica GeoLatitud*, 5(1). Retrieved from <https://geolatitud.geoenergia.gob.ec/ojs/ojs/index.php/GeoLatitud/article/view/114>
- Espinoza, C., & Urdaneta, N. (2021). Manual para la fabricación de adoquines de concreto convencionales y con aditivos para garantizar las propiedades mecánicas de los elementos en la Región. *Revista Tecnocientífica URU*(21), 26-35. Obtenido de <http://uruojs.insimp.com/ojs/index.php/tc/article/view/706>

- Farooq, M., Hamed, R., Tahir, M., Sohail, M., & Shahzad, S. (2023). Mechanical and durability performance of 100% recycled aggregate concrete pavers made by compression casting. *Journal of Building Engineering*, 73. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106729>
- Fernandez, G., & Moreno, W. (2023). Influencia de la concentración de peróxido de hidrógeno en la detoxificación de relaves mineros cianurados. *CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 19(2), 27-36. doi:doi.org/10.17268/rev.cyt.2023.02.02
- Fuentes, N., Jiménez, K., Otero, R., & Uzuriaga, W. (2021). APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RESIDUOS POLIMÉRICOS COMO AGREGADOS DEL CONCRETO: UNA REVISIÓN. *Interciencia*, 46(6).
- García, R., & Silva, M. (2020). Evaluación de adoquines que contienen agregados de canteras y vidrio reciclado. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 3(2), 123-132. doi:doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n2p123
- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, C., & Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de Tesis*. INUDI PERÚ.
- Huamán, M., Rodríguez, T., & Díaz, D. (2023). Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas. *Gaceta Técnica*, 23-37.
- Jácome, J. (2020). *Desarrollo de adoquines, a partir de los relaves de mina de la empresa minera "Agro-Industrial el Corazón"*. Universidad central del Ecuador.
- Jove, F., & Mamani, M. (2022). *Adición de relave triturado no tóxico en la mezcla para la producción de adoquines de concreto, Ollachea, Puno, 2022*. Universidad César Vallejo.

Juárez, C., Mendoza , M., Terán , T., Valdez , P., & Castruita , G. (2022). Comportamiento teórico-experimental de fibras de acero como reemplazo parcial del refuerzo a cortante en vigas de concreto reforzado. *Revista ALCONPAT*, 11(3), 31-49. doi:10.21041/ra.v11i3.548

Lalangui, L., & Méndez, D. (2021). *Caracterización de relaves mineros para su aprovechamiento en la fabricación de materiales de construcción*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Lam, E., Zetola, V., Ramírez, Y. M., & Pereira, F. (2020). Making Paving Stones from Copper Mine Tailings as Aggregates. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(7). Retrieved from <https://doi.org/10.3390/ijerph17072448>

Lara, E., Guerrero, D., & Altamirano, B. (2020). Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería*, 43(3), 134-141. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=605766264004>

Ledezma, F., & Yauri, W. (2023). Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica. *Revista Científica Ciencias Ingenieriles*, 3(1), 51-62. doi:doi.org/10.54943/ricci.v3i1.224

León , L., & Rodríguez , C. (2022). Factores que influyen en la resistencia a la compresión del hormigon. *16*(3).

Lojano, E., & Proaño, P. (2022). *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas de adoquines con relave minero generados en la planta de beneficio campanillas para su uso en vías*. Pontificia Universdiad Católica del Ecuador.

- Medeiros, J., Munhoz, G., & Medeiros, M. (2019). Correlación entre la absorción de agua, la resistividad eléctrica y la resistencia a la compresión del hormigón con diferentes contenidos de puzolana. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, 9(2), 152-166. doi:10.21041/ra.v9i2.335
- Menéndez, J., & Muñoz, S. (2021). Contaminación del agua y suelo por los relaves mineros. *PAIDEIA XXI*, 11(1), 141-154. doi:doi.org/10.31381/paideia.v11i1.3622
- Mercado, P., & Reyna, K. (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.
- Moafak, M., Alqurashi, M., Majdi, A., Ahmad, J., & Deifalla, A. (2022). Concrete Made with Iron Ore Tailings as a Fine Aggregate: A Step towards Sustainable Concrete. *Materials*, 15(18). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/ma15186236>
- Muñoz, S., Vidaurre, J., Asenjo, J., & Gavidia, R. (2021). El uso del caucho de neumáticos triturados y aplicados al concreto: Una revisión literaria. *Revista De Investigación Talentos*, 8(1), 36-51. doi:doi.org/10.33789/talentos.8.1.142
- Norma Técnica Peruana 399.604. (2002). Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. . *Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI*, 1-20.
- Norma Técnica Peruana 400.022. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. *Comisión de normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI*, 1-25.

Normativa Técnica Peruana 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. *Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI*, 1-18.

NTP 399.611. (2017). *Adoquines de concreto*. Lima, Perú: INACAL.

Oviedo, K., & Mejía, R. (2019). Mortero geopolimérico para uso potencial como recubrimiento en concreto. *Revista EIA*, 16(31), 159-170.

Pacori, J., Turpo, V., & Lipa, L. (2022). Evaluation of the physical and mechanical properties of a paving block with added ash from artisanal brick kilns. *Revista ingeniería de construcción*, 37(2), 272-280. doi:dx.doi.org/10.7764/ric.00032.21

Pastrana, J., Silva, Y., Adrada, J., & Delvasto, S. (2019). Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto. *Informador Técnico*, 83(2), 174-190. doi:10.23850/22565035.2170

Pérez, L., Meireles, B., Fuentes, D., Peña, C., & Alonso, A. (2022). Empleo de adoquines de concreto en la construcción de pavimentos. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 16(2), 1-11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193971847007>

Quincho, R., Cárdenas, J., Inga, V., Bada, W., Espinoza, G., & Yangali, H. (2022). *Metodología de la investigación científica: El sentido crítico, ante todo con uno mismo*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología INUDI Perú. doi:10.35622/inudi.b.39

Ramírez, L., Orjuela, A., & Angulo, G. (2020). Propuesta de adoquines hechos a base de caucho reciclado. *Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, 11(1), 44-53. doi:doi.org/10.25213/2216-1872.34

Revista PERÚ CONSTRUYE. (2021). Directorio de proveedores de construcción. *Revista Perú Construye*, 70(1), 1-198.

Romero, H., & Salinas, M. (2020). *Estudio experimental del concreto para adoquines Tipo II, adicionando relaves mineros*. Universidad Nacional de San Agustín.

Romero, H., Real, J., Ordoñez, J., Gavino, G., & Saldarriaga, G. (2021). *Metodología de la investigación*. Edicumbre.

Sánchez, L., Tovar, N., Suárez, J., Bravo, J., & Rojas, D. (2021). Estudio Mecánico y de Mercado para Adoquín de Arena/Plástico Reciclado en una Ciudad Mediana de Colombia. *Reciclaje*, 6(1), 17. doi:doi.org/10.3390/recycling6010017

Saraguro, B., Carrión, J., Torres, H., & Guerrero, P. (2021). La resistencia a la compresión y el desgaste en adoquines de concreto. *Revista Arbitrada Venezolana del Núcleo LUZ-Costa Oriental del Lago*, 16(2), 481-56. Retrieved from <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/impacto/article/view/37306>

Saragurom, B., Carrion, J., Torres, H., & Guerrero, D. (2021). La Resistencia a la Compresión y el Desgaste en Adoquines de Concreto. *Revista de la Universidad del Zulia*, 16(16), 481-506. Obtenido de <https://pure.ups.edu.ec/en/publications/la-resistencia-a-la-compresi%C3%B3n-y-el-desgaste-en-adoquines-de-conc>

Sika Perú. (junio de 2021). *SikaCem® Plastificante*. Obtenido de Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones: <https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-autoconstruccion/plastificantes-concreto/sikacem-plastificante.html>

Silva, Y., & Delvasto, S. (2021). *Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos*

- autocompactantes*. Informador Técnico, 85(1), 20-33. Retrieved from <https://doi.org/10.23850/22565035.2502>
- Solís, R., & Chan, G. (2020). Desgaste por abrasión del concreto con agregado calizo de alta absorción. *Revista Ciencia UANL*, 23(103), 103-3. doi:doi.org/10.29105/cienciauanl23.103-3
- Suarez, A. (2021). *El relave minero como agregado del concreto en el diseño de mezcla en $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ al 5%, 15%, 25% en el centro poblado Chicrin - 2021*. Universidad de Huánuco.
- Tierra, L., Toapanta, S., & Manosalvas, A. (2020). Rock compression test to determine the maximum load supported by a containment pillar in an underground Mine. *Dominio de las ciencias*, 1232-1255.
- Torres, J. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto de 210 kg/cm² reemplazando relave de Ticlacayan como agregado fino en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25%, distrito Ticlacayan, provincia y departamento de Pasco, 2021*. Universidad de Huánuco.
- Torres, L. (2020). *Adición del vidrio molido reciclado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ - 2020*. Callao: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de [file:///C:/Users/User/Downloads/Torres_LRLM-SD%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Torres_LRLM-SD%20(1).pdf)
- Varas, J., & Areche, J. (2021). Comportamiento mecánico del adoquín de hormigón adicionando residuos orgánicos del maíz. *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 7(5), 148-168. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2240>

- Velásquez, J., Schwartz, M., Phipps, L., Baena, O., Lucena, J., & Smits, K. (2022). A review of the environmental and health implications of recycling mine tailings for construction purposes in artisanal and small-scale mining communities. *The Extractive Industries and Society*, 9. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.101019>
- Vigo, J., & Turpo, S. (2021). Uso de reciclado de plástico Tereftalato de Polietileno (PET) para la elaboración de adoquín de construcción. *UNACIENCIA*, 14(26), 68-79. doi:doi.org/10.35997/unaciencia.v14i26.617
- Zamarreño, R., & Mera, A. (2022). Recovery of iron compounds and cobalt solutions from mining tailings. *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review*, 12(4), 1-12. doi:doi.org/10.37467/revtechno.v11.4492
- Zamarreño, R., Cabana, R., Vergara, K., & Cortez, S. (2020). Desplazamiento de elementos metálicos en el estero El Culebrón, por la presencia de un relave minero abandonado, Coquimbo - Chile. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2). doi:doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1656

ANEXOS

- ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Metodología
¿Cuál es la influencia del relave minero en el comportamiento mecánico del adoquín de concreto de alta resistencia 350 kg/cm ² , Cajamarca-2023?	Determinar la influencia del relave minero en el comportamiento mecánico del adoquín de concreto de alta resistencia 350 kg/cm ² , Cajamarca-2023	La incorporación de relave minero mejora el comportamiento mecánico del adoquín de concreto de alta resistencia 350 kg/cm ² , Cajamarca-2023.	Independiente: Relaves mineros	Dosificación	5, 10 y 15	%	<u>1. Enfoque de investigación:</u> Cuantitativa <u>2. Tipo de investigación:</u> Aplicada. <u>3. Nivel de investigación:</u> Explicativa <u>4. Diseño de investigación:</u> Experimental <u>5. Población:</u> Concreto elaborado con relaves mineros <u>6. Muestra:</u> La muestra serán 60 testigos de concreto para ensayar la resistencia a compresión, flexión y tracción.
					Granulometría	-	
				Mezcla de concreto	Peso específico y unitario	gr/cm ³	
					% de Absorción	%	
					Contenido de Humedad	%	
	Asentamiento	pulg					
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dependiente: Comportamiento mecánico	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	
¿De qué manera el empleo de relave minero influye en la resistencia a la compresión del concreto f'c=350 kg/cm ² ?	Determinar la resistencia a la compresión del concreto en su estado endurecido respecto al diseño patrón de un f'c=350 kg/cm ² y empleando distintas dosificaciones de relave minero.	El empleo del relave minero influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto f'c=350 kg/cm ² .					
¿De qué manera el empleo de relave minero influye en la trabajabilidad y absorción del adoquín de concreto f'c=350 kg/cm ² ?	Estimar la trabajabilidad y absorción del adoquín en su estado endurecido respecto al diseño patrón de un f'c=350 kg/cm ² y empleando la	El empleo del relave minero incrementa la trabajabilidad y disminuye la absorción del adoquín de concreto f'c=350 kg/cm ² .					
					Trabajabilidad y absorción	Pulg y %	

	dosificación óptima de relave minero.						
¿De qué manera el empleo de relave minero influye en la resistencia a la compresión del adoquín de concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$?	Analizar la resistencia a la compresión del adoquín en su estado endurecido respecto al diseño patrón de un $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ y empleando la dosificación óptima de relave minero.	El empleo del relave minero acrecienta la resistencia a la compresión del adoquín de concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.			Resistencia a la compresión en adoquines	kg/cm ²	
¿De qué manera el empleo de relave minero influye en la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín de concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$?	Evaluar la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín en su estado endurecido respecto al diseño patrón de un $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ y empleando la dosificación óptima de relave minero.	El empleo del relave minero mejora la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín de concreto $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.			Resistencia al desgaste por abrasión en adoquines	%	

ANEXO N° 2: Matriz de Operacionalización de variables.

Variable	Definición	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Und.	Herramienta	Instrumento	
V. Independiente: Relaves mineros	El relave minero se define como desecho obtenido de la industria minera. Por lo general está constituido por tierra, minerales, rocas y concentraciones químicas.	La presencia de la minería, por su búsqueda de metales, extraen rocas de la tierra, los residuos de estos son llamados relaves mineros suelen contener minerales en porcentajes bajos pero que al mismo tiempo afectan al medio ambiente y su aplicación en la ingeniería podría ser viable.	Dosificación	Granulometría	ml/bls	Balanza	Protocolo de ficha de datos	
				Peso unitario y específico	-			
			Mezcla de concreto	% de Absorción	gr/cm ³	Ensayos de laboratorio		
				Contenido de Humedad	%			
V. Dependiente: Comportamiento mecánico del adoquín de concreto	El comportamiento mecánico del adoquín de concreto hace referencia a la resistencia o soporte de este frente a solicitaciones a las que estará expuesto (Farooq, Hamed, Tahir, Sohail, & Shahzad, 2023)	La resistencia del adoquín se rige a su composición y al diseño de mezcla con especificaciones y agregados adecuados.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión en el concreto	kg/cm ²	Ensayos de laboratorio	Hoja de ficha de datos	
				Resistencia a compresión en adoquines	kg/cm ²			
				Resistencia al desgaste por abrasión	%			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 3: Estudios preliminares.

LABORATORIO DE CONCRETO								
PROTOCOLO								
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS							
NORMA	MTC E 204 / ASTM C136 / NTP 400.012							
TESIS	INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023							
CANTERA:	CALLEJÓN	TM						-
UBICACIÓN:	HUAMBOCANCHA	TMN						-
FECHA DE MUESTRA:	18/09/2023	MF						2.98
FECHA DE ENSAYO:	23/09/2023	HUSO A UTILIZAR:						ASTM C33
RESPONSABLE:	DELGADO VÁSQUEZ VENTURA MARQUINA		REVISADO POR:					




AGREGADO FINO

3000 gr							
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO O (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO(%)	HUSOS GRANULOMÉTRICOS (Según norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)				Limite Inferior	Limite Superior
1	N°4	4.75	144.3	4.81	4.81	95	100
2	N°8	2.36	387.9	12.93	17.74	80	100
4	N°16	1.18	441.5	14.72	32.46	50	85
5	N°30	0.6	870.7	29.02	61.48	25	60
6	N°50	0.3	714.1	23.80	85.28	10	30
7	N°100	0.15	334.1	11.14	96.42	2	10
8	N°200	0.075	85.3	2.84	99.26	0	3
9	BANDEJA	0	22.1	0.74	100.00	-	-

Nota: Para calcular la granulometría, utilizar todas las mallas, para el caso del módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200. Con la siguiente fórmula podemos determinar.

$$M.F. = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4,8,16,30,50 \text{ y } 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
			
NOMBRE: MILTON A. VENTURA	NOMBRE: ROMAN DELGADO V	NOMBRE: ING. JORGE HOYOS	
FECHA: 23/09/2023	FECHA: 23/09/2023	FECHA: 23/09/2023	
			
		NOMBRE: ING. HENRY J. VILLAVECH	
		FECHA: 23/09/2023	

LABORATORIO DE CONCRETO							
PROTOCOLO							
ENSAYO		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS					
NORMA		MTC E 204 / ASTM C136 / NTP 400.012					
TESIS		INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023					
CANTERA:		CALLEJÓN	TM	1 1/2"			
UBICACIÓN:		HUAMBOCANCHA	TMN	1"			
FECHA DE MUESTRA:		18/09/2023	MF	5.69			
FECHA DE ENSAYO:		23/09/2023	HUSO A UTILIZAR:	HUSO 5			
RESPONSABLE:		DELGADO VÁSQUEZ VENTURA MARQUINA	REVISADO POR:				
AGREGADO GRUESO							
5000 gr							
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO(%)	HUSOS GRANULOMÉTRICOS (HUSO 5)	
	(pulg)	(mm)				Limite Inferior	Limite Superior
1	1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100	100
2	1"	25.00	257.30	5.14	5.14	90	100
3	3/4"	19.00	3243.60	64.82	69.96	20	55
4	1/2"	12.50	1446.30	28.90	98.86	0	10
5	3/8"	9.50	50.10	1.00	99.86	0	5
6	N° 4	4.75	1.10	0.02	99.88	-	-
7	BANDEJA	0	5.90	0.12	100.00	-	-
<p>Nota: El tamaño máximo (TM), se calcula como el menor tamiz en el que pasa el 100% y el tamaño máximo nominal (TMN), se calcula como el tamiz superior al que retiene mayor o igual del 10% retenido acumulado. Norma ASTM C33</p>							
OBSERVACIONES:							
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
							
NOMBRE: MILTON H. MARQUINA			NOMBRE: ROMAN DELGADO V.		NOMBRE: ING. JORGE HOYOS		
FECHA: 23/09/2023			FECHA: 23/09/2023		FECHA: 23/09/2023		
					NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANDEVA		
					FECHA: 23/09/2023		

LABORATORIO DE CONCRETO							
PROTOCOLO							
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS						
NORMA	MTC E 204 / ASTM C136 / NTP 400.012						
TESIS	INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM2, CAJAMARCA-2023						
UNIDAD MINERA	SAN NICOLAS		TM				
UBICACION:	HUALGAYOC		TMN				
FECHA DE MUESTRA:	18/09/2023		MF	1.73			
FECHA DE ENSAYO:	23/09/2023		HUSO A UTILIZAR:	ASTM C33			
RESPONSABLE:	DELGADO VASQUEZ VENTURA MARQUINA		REVISADO POR:				


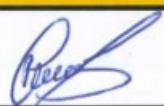

RELAVE MINERO


N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO(%)	HUSOS GRANULOMÉTRICOS (Según norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)				Limite Inferior	Limite Superior
	1000 gr						
1	N°4	4.75	19.99	2.00	2.00	95	100
2	N°8	2.36	67.12	6.71	8.71	80	100
4	N°16	1.18	112.11	11.21	19.92	50	85
5	N°30	0.6	1.43	0.14	20.07	25	60
6	N°50	0.3	257.08	25.71	45.77	10	30
7	N°100	0.15	308.70	30.87	76.64	2	10
8	N°200	0.075	136.64	13.66	90.31	0	3
9	BANDEJA	0	96.93	9.69	100.00	-	-

Nota: Para calcular la granulometría, utilizar todas las mallas, para el caso del módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200. Con la siguiente fórmula podemos determinar.

$$M. F. = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4,8,16,30,50 \text{ y } 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:





RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: MILTON H. VENTURA	NOMBRE: ROMÁN DELGADO V.	NOMBRE: ING. JORGE HOYOS
FECHA: 23/09/2023	FECHA: 23/09/2023	FECHA: 23/09/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD				
	NORMA	MTC E108 - ASTM D2216 - NTP 339.127				
	TESIS	INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023				
CANTERA:	CALLEJÓN	TIPO DE CANTERA:	AGREGADOS DE RIO			
UBICACIÓN:	HUAMBOCANCHA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO, FINO Y RELAVE MINERO			
FECHA DE MUESTRA:	18/09/2023	RESPONSABLE:	DELGADO VÁSQUEZ - VENTURA MARQUINA			
FECHA DE ENSAYO:	19/09/2023	REVISADO POR:				

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso del Recipiente	gr.	117.4	162.6	145.9	N.A
B	Peso del Recipiente + muestra húmeda	gr.	2180.6	2169	2147.1	N.A
C	Peso del Recipiente + muestra seca	gr.	2154	2140	2117.1	N.A
D	CONTENIDO DE HUMEDAD ((B-C)/(C-A))	%	1.3%	1.5%	1.5%	1.4%

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso del Recipiente	gr.	65.20	60.60	108.00	N.A
B	Peso del Recipiente + muestra húmeda	gr.	673.10	585.00	689.30	N.A
C	Peso del Recipiente + muestra seca	gr.	652.90	549.70	634.20	N.A
D	CONTENIDO DE HUMEDAD ((B-C)/(C-A))	%	0.03	0.07	0.10	7.0%

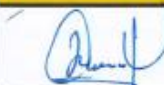



CONTENIDO DE HUMEDAD RELAVE MINERO						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso del Recipiente	gr.	65.20	60.60	108.00	N.A
B	Peso del Recipiente + muestra húmeda	gr.	582.90	931.10	692.70	N.A
C	Peso del Recipiente + muestra seca	gr.	578.20	923.30	687.40	N.A
D	CONTENIDO DE HUMEDAD ((B-C)/(C-A))	%	0.01	0.01	0.01	0.9%


OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
			
NOMBRE: NILTON H. VENTURA	NOMBRE: ROMÁN DELGADO V.	NOMBRE: ING. JORGE HOYOS	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA
FECHA: 19/09/2023	FECHA: 19/09/2023	FECHA: 19/09/2023	FECHA: 19/09/2023

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO		PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS				
NORMA		MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017				
TESIS		INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023				
CANTERA:	CALLEJÓN	TIPO DE CANTERA:	AGREGADOS DE RIO			
UBICACIÓN:	HUAMBOCANCHA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO Y FINO			
FECHA DE MUESTRA:	19/09/2023	RESPONSABLE:	DELGADO VASQUEZ - VENTURA MARQUINA			
FECHA DE ENSAYO:	19/09/2023	REVISADO POR:				

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		-	VOLUMEN MOLDE	9229.81
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	gr	20840	20840	20720	
B	Peso del molde	gr	4780	4780	4780	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	gr	16060	16060	15940	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	gr/cm ³	1.74	1.74	1.73	1.74
E	Peso del Molde + AF Suelto	gr	19580	19740	19540	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	gr	14800	14960	14760	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	gr/cm ³	1.60	1.62	1.60	1.61




PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		1"	VOLUMEN MOLDE	9229.81
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	gr	19020	18980	19080	
B	Peso del molde	gr	4780	4780	4780	
C	Peso del AG Compactado, C = A - B	gr	14240	14200	14300	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	gr/cm ³	1.54	1.54	1.55	1.54
E	Peso del Molde + AG Suelto	gr	17360	17460	17380	
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	gr	12580	12680	12600	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	gr/cm ³	1.36	1.37	1.37	1.37




OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
			
NOMBRE: MILTON H. VENTURA M.	NOMBRE: ROMAN DELGADO V.	NOMBRE: MR. JORGE HOYOS	NOMBRE: MR. HENRY J. VILLAVERT
FECHA: 19/09/2023	FECHA: 19/09/2023	FECHA: 19/09/2023	FECHA: 19/09/2023






LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				
ENSAYO	PESO UNITARIO DEL RELAVE MINERO					
NORMA	MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017					
TESIS	INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL ADOQUIN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023					
UNIDAD MINERA	SAN NICOLAS		TIPO DE MATERIAL:		RELAVE MINERO	
UBICACION:	HUALGAYOC					
FECHA DE MUESTRA:	19/09/2023		RESPONSABLE:		DELGADO VASQUEZ - VENTURA MARQUINA	
FECHA DE ENSAYO:	19/09/2023		REVISADO POR:		JORGE L. HOYOS MARTINEZ	




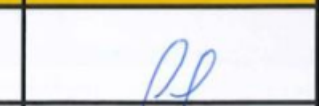
PESO UNITARIO RELAVE MINERO						
AGREGADO FINO			TAMAÑO MAX. NOMINAL		VOLUMEN MOLDE	9229.81
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	gr	20880.00	20940.00	20900.00	
B	Peso del molde	gr	4780	4780	4780	
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	gr	16100.00	16160.00	16120.00	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	gr/cm ³	1.74	1.75	1.75	1.75
E	Peso del Molde + AF Suelto	gr	19280	19340	19320	
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	gr	14500	14560	14540	
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	gr/cm ³	1.57	1.58	1.58	1.57

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR
				
NOMBRE: MILTON H. VENTURA		NOMBRE: ROMÁN DELGADO V.		NOMBRE: INGE HENRY J. VILLANUEVA
FECHA: 23/09/2023		FECHA: 23/09/2023		FECHA: 23/09/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS					
NORMA	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021					
TESIS	INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023					
CANTERA:	CALLEJÓN	TIPO DE CANTERA:	AGREGADOS DE RIO			
UBICACIÓN:	HUAMBOCANCHA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO			
FECHA DE MUESTRA:	19/09/2023	RESPONSABLE:	DELGADO VÁSQUEZ - VENTURA MARQUINA			
FECHA DE ENSAYO:	20/09/2023	REVISADO POR:				
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr.	1956.00	1930.90	1948.20	N.A
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr.	2000.80	2000.70	2000.90	N.A
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr.	1208.00	1188.40	1201.30	N.A
D	Peso especifico aparente seco = A/(B-C)	gr/cm ³	2.47	2.38	2.44	2.43
E	Peso especifico aparente SSS = B/(B-C)	gr/cm ³	2.52	2.46	2.50	2.50
F	Peso especifico nominal = A/(A-C)	gr/cm ³	2.61	2.60	2.61	2.61
G	Absorción Abs(%)=(B-A)/A*100%	%	2.29	3.61	2.71	2.87
N.A: No aplica						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: MILTON A. VENTURA		NOMBRE: ROMAN DELGADO V.		NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA		
FECHA: 20/09/2023		FECHA: 20/09/2023		FECHA: 20/09/2023		

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS				
	NORMA	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022				
	TESIS	INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023				
CANTERA:	CALLEJÓN	TIPO DE CANTERA:	AGREGADOS DE RIO			
UBICACIÓN:	HUAMBOCANCHA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO			
FECHA DE MUESTRA:	20/09/2023	RESPONSABLE:	DELGADO VÁSQUEZ - VENTURA MARQUINA			
FECHA DE ENSAYO:	21/09/2023	REVISADO POR:				
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	474.00	478.40	477.50	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1439.40	1439.91	1439.91	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1736.60	1736.61	1737.16	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500.00	500.04	500.03	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) = A/B+S-C	gr./cm ³	2.83	2.75	2.77	2.78
F	Peso específico aparente (SSS) = S/B+S-C	gr./cm ³	2.68	2.63	2.65	2.65
G	Peso específico nominal (Seco) = A/B+A-C	gr./cm ³	2.47	2.46	2.47	2.46
H	Absorción: Abs (%) = (S-A/A)*100%	(%)	5.49	4.52	4.72	4.91%
N.A: NO APLICA						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: NILSÓN H. VENTURA		NOMBRE: ROMAN DELGADO V.		NOMBRE: ING. JORGE HOYOS		NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA
FECHA: 21/09/2023		FECHA: 21/09/2023		FECHA: 21/09/2023		FECHA: 21/09/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS					
NORMA	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022					
TESIS	INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL ADOQUIN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023					
UNIDAD MINERA	SAN NICOLAS	TIPO DE MATERIAL:	RELAVE MINERO			
UBICACIÓN:	HUALGAYOC					
FECHA DE MUESTRA:	20/09/2023	RESPONSABLE:	DELGADO VASQUEZ - VENTURA MARQUINA			
FECHA DE ENSAYO:	21/09/2023	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ			
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE RELAVE MINERO						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	457.70	459.60	455.00	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1440.40	1441.40	1416.50	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1785.50	1782.80	1788.90	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	499.70	500.00	500.00	N.A
E	Peso especifico aparente (Seco) = A/B+S-C	gr./cm ³	4.44	4.23	6.05	4.91
F	Peso especifico aparente (SSS) = S/B+S-C	gr./cm ³	4.06	3.89	5.51	4.49
G	Peso especifico nominal (Seco) = A/B+A-C	gr./cm ³	3.23	3.15	3.92	3.43
H	Absorción: Abs (%) = (S-A/A)*100%	(%)	9.18	8.79	9.89	9.29
N.A: NO APLICA						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
NOMBRE: MILTON H. VENTURA		NOMBRE: ROMÁN DELGADO V		NOMBRE: ING. JORGE HOYOS		NOMBRE: ING. INÉS HENRY J. VILLANUEVA
FECHA: 23/09/2023		FECHA: 23/09/2023		FECHA: 23/09/2023		FECHA: 23/09/2023



INFORME DE ENSAYO N° MN 2312233226A

**A SOLICITUD DE
DIRECCION DEL SOLICITANTE**

**DELGADO VASQUEZ ROMAN
CAJAMARCA**

POR CUENTA DE

DELGADO VASQUEZ ROMAN

**ASUNTO
PRODUCTO DESCRITO COMO
CANTIDAD DE MUESTRAS
INSTRUCCIONES DE ENSAYO
LUGAR Y FECHA DE RECEPCION
CARACTERISTICAS Y CONDICIONES
RECEPCION DE LAS MUESTRAS
FECHA DE REALIZACION DEL ENSAYO**

**PREPARACION Y ANALISIS QUIMICO
MINERAL
1
Tipo Reconocimiento
Vista Alegre, 23/12/2023
Bolsa Plasticas
MUESTRA MOLIDA, 1.90 Kg Aproximado
Vista Alegre - Nasca 29/12/2023**

ENSAYO RESULTADO

IDENTIFICACION DE MUESTRA				4022
ELEMENTOS	L.D.	L.S.	UNIDADES	Resultado
Ag	0.5	100	ppm	63.0
Al	0.01	15	%	0.15
As	2	10000	ppm	742
Ba	2	10000	ppm	11
Be	2	1000	ppm	< 2
Bi	5	10000	ppm	80
Ca	0.01	15	%	0.37
Cd	1	1000	ppm	2
Co	1	10000	ppm	5
Cr	1	10000	ppm	54
Cu	1	10000	ppm	1,647
Fe	0.01	15	%	> 15
Ga	10	10000	ppm	< 10
Hg	1	10000	ppm	6
K	0.01	15	%	0.03
Li	2	10000	ppm	3
Mg	0.01	15	%	0.03
Mn	2	10000	ppm	43
Mo	1	10000	ppm	5
Na	0.01	15	%	0.04
Ni	1	10000	ppm	18
P	10	10000	ppm	47
Pb	2	10000	ppm	924
S	0.01	10	%	> 10
Sb	5	10000	ppm	384
Sc	1	10000	ppm	< 1
Sn	10	10000	ppm	< 10
Sr	1	10000	ppm	31
Ti	0.01	15	%	< 0.01
Tl	10	10000	ppm	61
V	1	10000	ppm	6
Zn	2	10000	ppm	228



Los ensayos se han realizado en el Laboratorio Químico LABPERU E.I.R.L. Y si el servicio lo requiere, las muestra(s) del producto serán
 LP-FO-08/V03
 revalidadas por un periodo de tiempo declarado y/o acordado con el cliente, luego del cual se volverá a realizar los procedimientos internos. Los
 resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas del
 producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este Informe de Ensayo no podrá ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la autorización de LABPERU
 Av. Paredones N° 801, NASCA - Panamericana Sur Mz AL, Vista Alegre
 WhatsApp: 955506006, WhatsApp: 956725178

Página 1 de 2



INFORME DE ENSAYO N° MN 2312233226A

MÉTODOS DE ENSAYO

DETERMINACIÓN	REFERENCIA O NORMA
ICP-OES	Determinación Multielemental en Muestras de Exploración Digestión Agua Regia por el Método de ICP-OES.

OBSERVACIONES. Referencia : RA-01-23747-23

Emitido en Nasca, 29 de Diciembre del 2023



Los ensayos se han realizado en el Laboratorio Químico LABPERU E.I.R.L. Y si el servicio solicitado es contra muestra(s) del producto serán validados por un periodo de tiempo declarado y/o acordado con el cliente, luego del cual se eliminarán según nuestros procedimientos internos. Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2

Esta Informe de Ensayo no podrá ser reproducido, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de LABPERU
Av. Paredones N° 801, NASCA - Panamericana Sur Mz A2, Vista Alegre
WhatsApp: 955506006. WhatsApp: 956725178

ANEXO N° 4: Diseños de Mezcla.
- Probetas 0% RM

 INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM², CAJAMARCA-2023

 Diseño de concreto $f'c =$
350

 Kg/cm²

 Peso específico del cemento = **3.15** gr/cm³

	A. Fino	A. Grueso	Relave
Peso específico de masa (PeM), (kg/m ³)	2784.718	2426.917	
% Absorción	4.910%	2.870%	
Contenido de Humedad	7.042%	1.432%	0.912%
Modulo de Fineza	2.98	5.69	
Tamaño maximo nominal		1"	
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1735.680	1543.549	
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1607.833	1367.308	

$f'cr$	435	Kgf/cm ²
Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Plastica	3" a 4"	Trabajable

Coateado de Aire

1"	1.50%
----	-------

Relación Agua / Cemento

435	0.395
-----	-------

Factor Cemento

factor cemento	493.67	Kg/m ³
----------------	--------	-------------------

Coateado de agregado Grueso

Peso del agregado grueso seco	1006.39	Kg/m ³
-------------------------------	---------	-------------------

Cantidad de agregado fiao

Peso del agregado fino en estado seco	608.737	Kg/m ³
---------------------------------------	---------	-------------------

Valores de diseño corregidos

Cemento	493.671 kg/m ³
Agua	196.494 lt/m ³
AF	651.604 kg/m ³
AG	1020.806 kg/m ³
R.M 0%	0 kg/m ³

Materiales para 9 probetas	Kg	gr	Materiales con 10% desperdicios
Cemento	24.70	24703.29	27173.62
Agua de Diseño	9.83	9832.54	10815.80
Agregado Fino	32.61	32606.27	35866.89
Agregado Grueso	51.08	51081.11	56189.22
Relave Mínero 0%	0.00	0.00	0.00

- **Probetas 5% RM**

INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM², CAJAMARCA-2023

Diseño de concreto f'c =

350 Kg/cm²

Peso específico del cemento = **3.15** gr/cm³

	A. Fino	A. Grueso	Relave
Peso específico de masa (PeM), (kg/m ³)	2784.718	2426.917	
% Absorción	4.910%	2.870%	
Contenido de Humedad	7.042%	1.432%	0.912%
Modulo de Fineza	2.98	5.69	
Tamaño maximo nominal		1"	
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1735.680	1543.549	
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1607.833	1367.308	

f'cr	435	Kgf/cm ²
Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Plastica	3" a 4"	Trabajable

Contenido de Aire

1"	1.50%
----	-------

Relación Agua / Cemento

435	0.395
-----	-------

Factor Cemento

factor cemento	493.67	Kg/m ³
----------------	--------	-------------------

Contenido de agregado Grueso

Peso del agregado grueso seco	1006.39	Kg/m ³
-------------------------------	---------	-------------------

Cantidad de agregado fino

Peso del agregado fino en estado seco	608.737	Kg/m ³
---------------------------------------	---------	-------------------

Valores de diseño corregidos

Cemento	493.671	kg/m ³
Agua	196.494	lt/m ³
AF	619.024	kg/m ³
AG	1020.806	kg/m ³
R.M 5%	32.5802	kg/m ³

Materiales para 9 probetas	Kg	gr	Materiales con 10% desperdicios
Cemento	24.70	24703.29	27173.62
Agua de Diseño	9.83	9832.54	10815.80
Agregado Fino	30.98	30975.95	34073.55
Agregado Grueso	51.08	51081.11	56189.22
Relave Minero 5%	1.63	1630.31	1793.34

- **Probetas 10% RM**

INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM², CAJAMARCA-2023

Diseño de concreto $f'c =$

350 Kg/cm²

Peso específico del cemento = **3.15** gr/cm³

	A. Fino	A. Grueso	Relave
Peso específico de masa (PeM), (kg/m ³)	2784.718	2426.917	
% Absorción	4.910%	2.870%	
Contenido de Humedad	7.042%	1.432%	0.912%
Modulo de Fineza	2.98	5.69	
Tamaño máximo nominal		1"	
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1735.680	1543.549	
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1607.833	1367.308	

f_{cr}	435	Kgf/cm ²
Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Plastica	3" a 4"	Trabajable

Contenido de Aire

1"	1.50%
----	-------

Relación Agua / Cemento

435	0.395
-----	-------

Factor Cemento

factor cemento **493.67** Kg/m³

Contenido de agregado Grueso

Peso del agregado grueso seco **1006.39** Kg/m³

Cantidad de agregado fino

Peso del agregado fino en estado seco **608.737** Kg/m³

Valores de diseño corregidos

Cemento 493.671 kg/m³
 Agua 196.494 lt/m³
 AF 586.444 kg/m³
 AG 1020.806 kg/m³
 R.M 10% 65.1604 kg/m³

Materiales para 9 probetas	Kg	gr	Materiales con 10% desperdicios
Cemento	24.70	24703.29	27173.62
Agua de Diseño	9.83	9832.54	10815.80
Agregado Fino	29.35	29345.64	32280.20
Agregado Grueso	51.08	51081.11	56189.22
Relave Minero 10%	3.26	3260.63	3586.69

- Probetas 15% RM

 INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM², CAJAMARCA-2023

 Diseño de concreto $f'c =$
350 Kg/cm²

 Peso específico del cemento = **3.15** gr/cm³

	A. Fino	A. Grueso	Relave
Peso específico de masa (PeM), (kg/m ³)	2784.718	2426.917	
% Absorción	4.910%	2.870%	
Contenido de Humedad	7.042%	1.432%	0.912%
Modulo de Fineza	2.98	5.69	
Tamaño maximo nominal		1"	
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1735.680	1543.549	
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1607.833	1367.308	

$f'cr$	435	Kgf/cm ²
Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Plastica	3" a 4"	Trabajable

Contenido de Aire

1"	1.50%
----	-------

Relación Agua / Cemento

435	0.395
-----	-------

Factor Cemento

 factor cemento **493.67** Kg/m³
Contenido de agregado Grueso

 Peso del agregado grueso seco **1006.39** Kg/m³
Cantidad de agregado fino

 Peso del agregado fino en estado seco **608.737** Kg/ m³
Valores de diseño corregidos

 Cemento 493.671 kg/m³
 Agua 196.494 lt/m³
 AF 553.863 kg/m³
 AG 1020.806 kg/m³
 R.M 15% 97.7406 kg/m³

Materiales para 9 probetas	Kg	gr	Materiales con 10% desperdicios
Cemento	24.70	24703.29	27173.62
Agua de Diseño	9.83	9832.54	10815.80
Agregado Fino	27.72	27715.33	30486.86
Agregado Grueso	51.08	51081.11	56189.22
Relave Minero 15%	4.89	4890.94	5380.03

- Adoquines 0% RM

 INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM², CAJAMARCA-2023

Diseño de concreto f'c =

350

 Kg/cm²

 Peso específico del cemento = **3.15** gr/cm³

	A. Fino	A. Grueso	Relave
Peso específico de masa (PeM), (kg/m ³)	2784.718	2426.917	
% Absorción	4.910%	2.870%	
Contenido de Humedad	7.042%	1.432%	0.912%
Modulo de Fineza	2.98	5.69	
Tamaño maximo nominal		1"	
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1735.680	1543.549	
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1607.833	1367.308	

f'cr	435	Kgf/cm ²
Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Plastica	3" a 4"	Trabajable

Coateado de Aire

1"	1.50%
----	-------

Relación Agua / Cemento

435	0.395
-----	-------

Factor Cemento

 factor cemento **493.67** Kg/m³
Coateado de agregado Grueso

 Peso del agregado grueso seco **1006.39** Kg/m³
Cantidad de agregado fino

 Peso del agregado fino en estado seco **608.737** Kg/ m³
Valores de diseño corregidos

 Cemento 493.671 kg/m³
 Agua 196.494 lt/m³
 AF 651.604 kg/m³
 AG 1020.806 kg/m³
 R.M 0% 0 kg/m³

Materiales para 20 adoquines	Kg	gr	Materiales con 10% desperdicios
Cemento	19.75	19746.84	21721.52
Agua de Diseño	7.86	7859.75	8645.72
Agregado Fino	26.06	26064.16	28670.58
Agregado Grueso	40.83	40832.22	44915.44
Relave Minero 0%	0.00	0.00	0.00

- **Adoquines 10% RM**

INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM², CAJAMARCA-2023

Diseño de concreto $f'c =$

350 Kg/cm²

Peso específico del cemento = **3.15** gr/cm³

	A. Fino	A. Grueso	Relave
Peso específico de masa (PeM), (kg/m ³)	2784.718	2426.917	
% Absorción	4.910%	2.870%	
Contenido de Humedad	7.042%	1.432%	0.912%
Modulo de Fineza	2.98	5.69	
Tamaño maximo nominal		1"	
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1735.680	1543.549	
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1607.833	1367.308	

$f'cr$	435	Kgf/cm ²
Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Plastica	3" a 4"	Trabajable

Coteado de Aire

1" 1.50%

Relación Agua / Cemento

435 0.395

Factor Cemento

factor cemento **493.67** Kg/m³

Coteado de agregado Grueso

Peso del agregado grueso seco **1006.39** Kg/m³

Cantidad de agregado fino

Peso del agregado fino en estado seco **608.737** Kg/m³

Valores de diseño corregidos

Cemento 493.671 kg/m³

Agua 196.494 lt/m³


AF 586.444 kg/m³

AG 1020.806 kg/m³

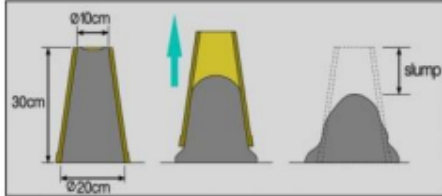
R.M 10% 65.1604 kg/m³

Materiales para 20 adoquines	Kg	gr	Materiales con 10% desperdicios
Cemento	19.75	19746.84	21721.52
Agua de Diseño	7.86	7859.75	8645.72
Agregado Fino	23.46	23457.75	25803.52
Agregado Grueso	40.83	40832.22	44915.44
Relave Minero 10%	2.61	2606.42	2867.06

ANEXO N° 5: Elaboración de probetas y adoquines.





LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
	NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
	TESIS:	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"	
ENSAYO PARA:	C.P 350 KM/CM ²	RESPONSABLES:	ROMAN DELGADO VASQUEZ NILTON H. VENTURA MARQUINA
CANTIDAD DE MUESTRA (cm ³):	50000		
FECHA DE ENSAYO:	22/10/2023	REVISADO POR	LUIS E. HERRERA TERAN
FECHA DE MUESTRA:	22/10/2023		
HORA DE ENSAYO:	16:25 HORAS		


DIMENSIONES DEL MOLDE



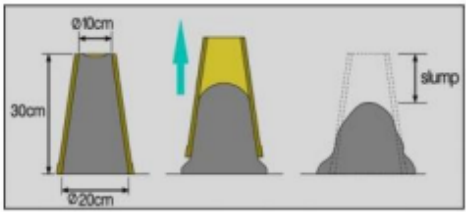
PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	N° DE GOLPES	Consistencia	Asentamiento (cm)
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	≥ 12.70

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (cm)	11.15
CONSISTENCIA	PLASTICA

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023





LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
	NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
	TESIS:	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"	
ENSAYO PARA:	R.M 5%	RESPONSABLES:	ROMAN DELGADO VASQUEZ NILTON H. VENTURA MARQUINA
CANTIDAD DE MUESTRA (cm ³):	50000		
FECHA DE ENSAYO:	22/10/2023	REVISADO POR	LUIS E. HERRERA TERAN
FECHA DE MUESTRA:	22/10/2023		
HORA DE ENSAYO:	17:36 HORAS		


DIMENSIONES DEL MOLDE



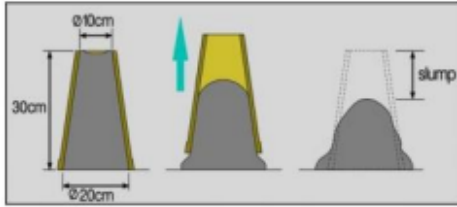
PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	Nº DE GOLPES	Consistencia	Asentamiento (cm)
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	≥ 12.70

ASENTAMIENTO DEL C ^o	
SLUMP (cm)	9.75
CONSISTENCIA	PLASTICA

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023		

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
	NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
TESIS:	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ENSAYO PARA:	R.M 10%	RESPONSABLES:	ROMAN DELGADO VASQUEZ NILTON H. VENTURA MARQUINA
CANTIDAD DE MUESTRA (cm ³):	50000		
FECHA DE ENSAYO:	22/10/2023	REVISADO POR	LUIS E. HERRERA TERAN
FECHA DE MUESTRA:	22/10/2023		
HORA DE ENSAYO:	09:15 HORAS		





DIMENSIONES DEL MOLDE




PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	N° DE GOLPES	Consistencia	Asentamiento (cm)
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	≥ 12.70

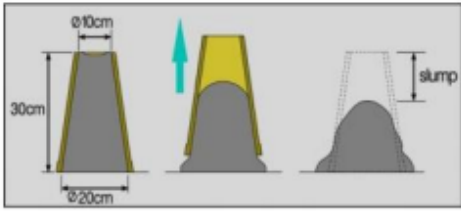
ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (cm)	10.05
CONSISTENCIA	PLASTICA

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA:01/12/2023	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN FECHA:01/12/2023	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA:01/12/2023





LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
	NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
	TESIS:	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"	
ENSAYO PARA:	R.M 15%	RESPONSABLES:	ROMAN DELGADO VASQUEZ NILTON H. VENTURA MARQUINA
CANTIDAD DE MUESTRA (cm ³):	50000		
FECHA DE ENSAYO:	23/10/2023	REVISADO POR	LUIS E. HERRERA TERAN
FECHA DE MUESTRA:	30/10/2023		
HORA DE ENSAYO:	10:37 HORAS		

DIMENSIONES DEL MOLDE



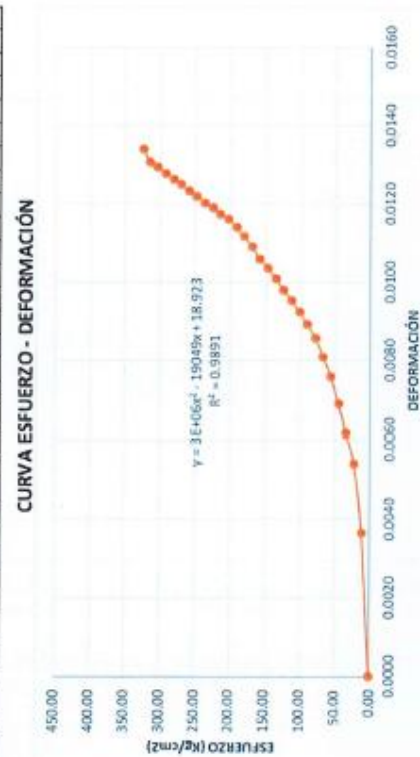
PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	N° DE GOLPES	Consistencia	Asentamiento (cm)
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	≥ 12.70

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (cm)	9.35
CONSISTENCIA	PLASTICA

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023		

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.05
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	177.89
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	III UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.09 mm	11.24	0.0036
3	4000	1.62 mm	22.49	0.0054
4	6000	1.85 mm	33.73	0.0062
5	8000	2.07 mm	44.97	0.0069
6	10000	2.28 mm	56.21	0.0076
7	12000	2.43 mm	67.46	0.0081
8	14000	2.57 mm	78.70	0.0086
9	16000	2.68 mm	89.94	0.0089
10	18000	2.77 mm	101.18	0.0092
11	20000	2.86 mm	112.43	0.0095
12	22000	2.94 mm	123.67	0.0098
13	24000	3.03 mm	134.91	0.0101
14	26000	3.11 mm	146.15	0.0104
15	28000	3.18 mm	157.40	0.0106
16	30000	3.27 mm	168.64	0.0109
17	32000	3.35 mm	179.88	0.0112
18	34000	3.42 mm	191.12	0.0114
19	36000	3.48 mm	202.37	0.0116
20	38000	3.52 mm	213.61	0.0117
21	40000	3.57 mm	224.85	0.0119
22	42000	3.61 mm	236.09	0.0120
23	44000	3.66 mm	247.34	0.0122
24	46000	3.70 mm	258.58	0.0123
25	48000	3.75 mm	269.82	0.0125
26	50000	3.79 mm	281.07	0.0126
27	52000	3.83 mm	292.31	0.0128
28	54000	3.88 mm	303.55	0.0129
29	56000	3.92 mm	314.79	0.0131
30	57515	4.02 mm	323.31	0.0134



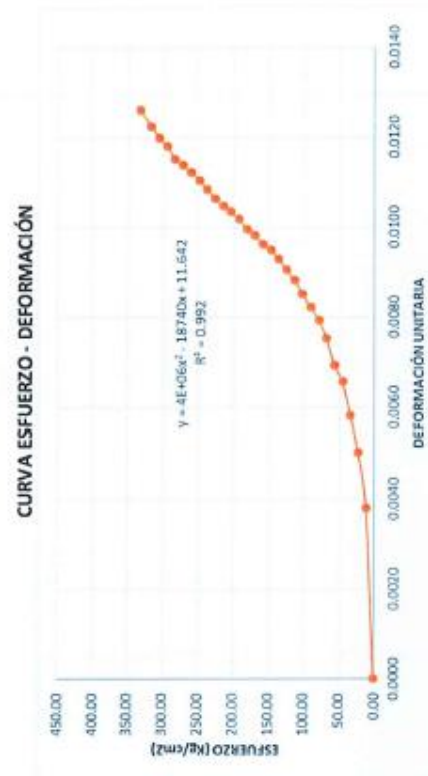
CARGA MÁXIMA APLICADA	57515.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	323.31 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.02 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0134

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.03
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	177.42
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.14 mm	11.27	0.0038
3	4000	1.51 mm	22.55	0.0050
4	6000	1.75 mm	33.82	0.0058
5	8000	1.97 mm	45.09	0.0066
6	10000	2.08 mm	56.36	0.0069
7	12000	2.26 mm	67.64	0.0075
8	14000	2.38 mm	78.91	0.0079
9	16000	2.47 mm	90.18	0.0082
10	18000	2.56 mm	101.45	0.0085
11	20000	2.65 mm	112.73	0.0088
12	22000	2.72 mm	124.00	0.0090
13	24000	2.79 mm	135.27	0.0093
14	26000	2.85 mm	146.54	0.0095
15	28000	2.89 mm	157.82	0.0096
16	30000	2.95 mm	169.09	0.0098
17	32000	2.99 mm	180.36	0.0099
18	34000	3.06 mm	191.63	0.0102
19	36000	3.11 mm	202.91	0.0103
20	38000	3.15 mm	214.18	0.0105
21	40000	3.20 mm	225.45	0.0106
22	42000	3.26 mm	236.72	0.0108
23	44000	3.32 mm	248.00	0.0110
24	46000	3.37 mm	259.27	0.0112
25	48000	3.42 mm	270.54	0.0114
26	50000	3.46 mm	281.81	0.0115
27	52000	3.55 mm	293.09	0.0118
28	54000	3.60 mm	304.36	0.0120
29	56000	3.68 mm	315.63	0.0122
30	58797	3.79 mm	331.40	0.0126



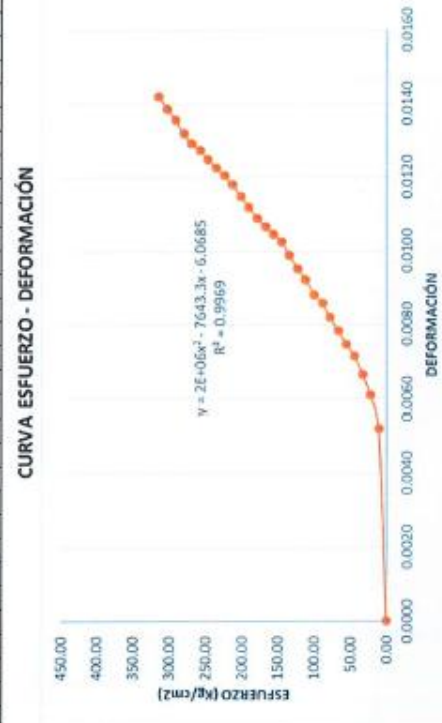
CARGA MÁXIMA APLICADA	58797.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	331.40 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	3.79 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0126

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 01/12/2023	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP, P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.08
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	178.60
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.56 mm	11.20	0.0052
3	4000	1.82 mm	22.40	0.0061
4	6000	1.99 mm	33.59	0.0066
5	8000	2.14 mm	44.79	0.0071
6	10000	2.23 mm	55.99	0.0074
7	12000	2.34 mm	67.19	0.0078
8	14000	2.45 mm	78.39	0.0082
9	16000	2.57 mm	89.58	0.0086
10	18000	2.64 mm	100.78	0.0088
11	20000	2.76 mm	111.98	0.0092
12	22000	2.85 mm	123.18	0.0095
13	24000	2.96 mm	134.38	0.0099
14	26000	3.07 mm	145.57	0.0103
15	28000	3.13 mm	156.77	0.0105
16	30000	3.19 mm	167.97	0.0107
17	32000	3.26 mm	179.17	0.0109
18	34000	3.35 mm	190.36	0.0112
19	36000	3.44 mm	201.56	0.0115
20	38000	3.53 mm	212.76	0.0118
21	40000	3.61 mm	223.96	0.0121
22	42000	3.67 mm	235.16	0.0123
23	44000	3.74 mm	246.35	0.0125
24	46000	3.81 mm	257.55	0.0127
25	48000	3.87 mm	268.75	0.0129
26	50000	3.95 mm	279.95	0.0132
27	52000	4.06 mm	291.15	0.0136
28	54000	4.15 mm	302.34	0.0139
29	56110	4.25 mm	314.16	0.0142

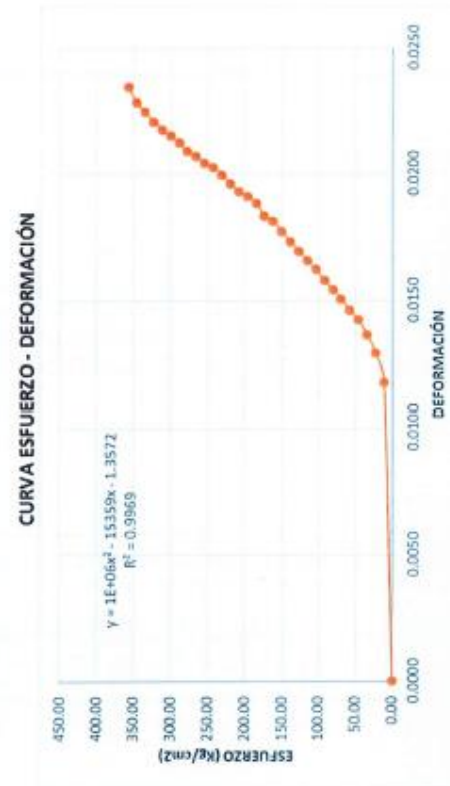


CARGA MÁXIMA APLICADA	56110.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	314.16 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.25 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0142

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.  NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 01/12/2023	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.87
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	173.66
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	3.52 mm	11.52	0.0117
3	4000	3.87 mm	23.03	0.0129
4	6000	4.08 mm	34.55	0.0136
5	8000	4.26 mm	46.07	0.0142
6	10000	4.37 mm	57.58	0.0146
7	12000	4.51 mm	69.10	0.0150
8	14000	4.62 mm	80.62	0.0154
9	16000	4.73 mm	92.13	0.0158
10	18000	4.86 mm	103.65	0.0162
11	20000	4.97 mm	115.16	0.0166
12	22000	5.08 mm	126.68	0.0169
13	24000	5.19 mm	138.20	0.0173
14	26000	5.31 mm	149.71	0.0177
15	28000	5.43 mm	161.23	0.0181
16	30000	5.50 mm	172.75	0.0183
17	32000	5.65 mm	184.26	0.0188
18	34000	5.73 mm	195.78	0.0191
19	36000	5.79 mm	207.30	0.0193
20	38000	5.88 mm	218.81	0.0196
21	40000	5.99 mm	230.33	0.0200
22	42000	6.08 mm	241.85	0.0203
23	44000	6.13 mm	253.36	0.0204
24	46000	6.21 mm	264.88	0.0207
25	48000	6.27 mm	276.39	0.0209
26	50000	6.37 mm	287.91	0.0212
27	52000	6.45 mm	299.43	0.0215
28	54000	6.53 mm	310.94	0.0218
29	56000	6.62 mm	322.46	0.0221
30	58000	6.74 mm	333.98	0.0225
31	60000	6.85 mm	345.49	0.0228
32	61876	7.03 mm	356.30	0.0234

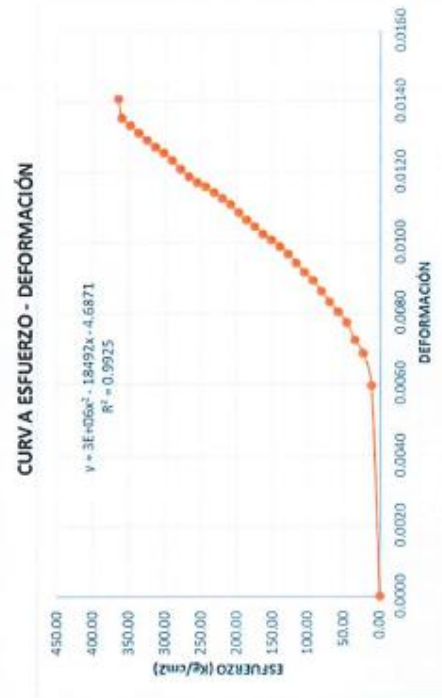


CARGA MÁXIMA APLICADA	61876.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	356.30 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	7.03 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0234

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN		
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.82
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	172.50
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.78 mm	11.59	0.0059
3	4000	2.06 mm	23.19	0.0068
4	6000	2.17 mm	34.78	0.0072
5	8000	2.32 mm	46.38	0.0077
6	10000	2.41 mm	57.97	0.0080
7	12000	2.50 mm	69.57	0.0083
8	14000	2.59 mm	81.16	0.0086
9	16000	2.68 mm	92.75	0.0089
10	18000	2.75 mm	104.35	0.0091
11	20000	2.83 mm	115.94	0.0094
12	22000	2.91 mm	127.54	0.0097
13	24000	2.97 mm	139.13	0.0099
14	26000	3.03 mm	150.73	0.0101
15	28000	3.08 mm	162.32	0.0102
16	30000	3.14 mm	173.91	0.0104
17	32000	3.20 mm	185.51	0.0106
18	34000	3.26 mm	197.10	0.0108
19	36000	3.33 mm	208.70	0.0111
20	38000	3.38 mm	220.29	0.0112
21	40000	3.43 mm	231.89	0.0114
22	42000	3.48 mm	243.48	0.0116
23	44000	3.52 mm	255.07	0.0117
24	46000	3.57 mm	266.67	0.0119
25	48000	3.63 mm	278.26	0.0121
26	50000	3.71 mm	289.86	0.0123
27	52000	3.77 mm	301.45	0.0125
28	54000	3.82 mm	313.05	0.0127
29	56000	3.88 mm	324.64	0.0129
30	58000	3.94 mm	336.23	0.0131
31	60000	4.01 mm	347.83	0.0133
32	62000	4.07 mm	359.42	0.0135
33	62829	4.23 mm	364.23	0.0141

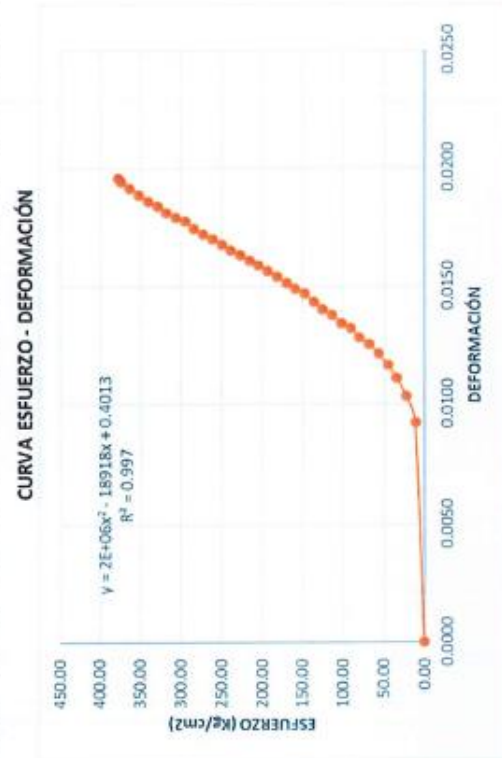


CARGA MÁXIMA APLICADA	62829.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	364.23 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.23 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0141

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN		
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	176.24
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	2.77 mm	11.35	0.0092
3	4000	3.11 mm	22.70	0.0103
4	6000	3.34 mm	34.04	0.0111
5	8000	3.51 mm	45.39	0.0117
6	10000	3.65 mm	56.74	0.0121
7	12000	3.77 mm	68.09	0.0125
8	14000	3.86 mm	79.44	0.0128
9	16000	3.98 mm	90.78	0.0132
10	18000	4.04 mm	102.13	0.0134
11	20000	4.14 mm	113.48	0.0137
12	22000	4.22 mm	124.83	0.0140
13	24000	4.31 mm	136.18	0.0143
14	26000	4.42 mm	147.52	0.0147
15	28000	4.48 mm	158.87	0.0149
16	30000	4.55 mm	170.22	0.0151
17	32000	4.64 mm	181.57	0.0154
18	34000	4.71 mm	192.91	0.0156
19	36000	4.78 mm	204.26	0.0159
20	38000	4.84 mm	215.61	0.0161
21	40000	4.91 mm	226.96	0.0163
22	42000	4.97 mm	238.31	0.0165
23	44000	5.04 mm	249.65	0.0167
24	46000	5.11 mm	261.00	0.0170
25	48000	5.18 mm	272.35	0.0172
26	50000	5.25 mm	283.70	0.0174
27	52000	5.34 mm	295.05	0.0177
28	54000	5.39 mm	306.39	0.0179
29	56000	5.45 mm	317.74	0.0181
30	58000	5.53 mm	329.09	0.0184
31	60000	5.60 mm	340.44	0.0186
32	62000	5.68 mm	351.79	0.0189
33	64000	5.76 mm	363.13	0.0191
34	66000	5.85 mm	374.48	0.0194
35	66595	5.89 mm	377.86	0.0196



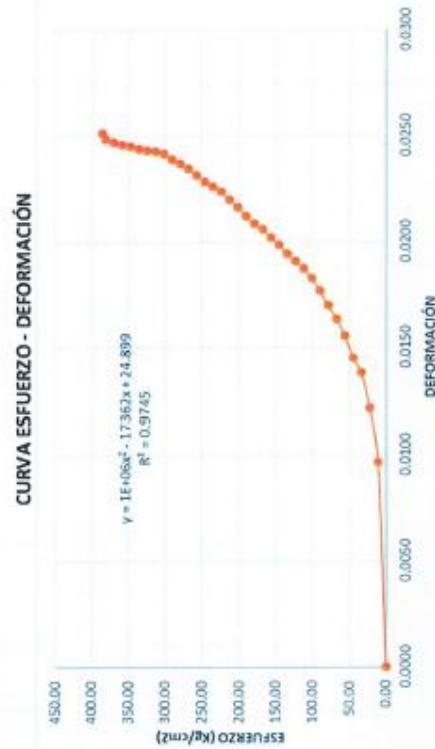
CARGA MÁXIMA APLICADA	66595.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	377.86 kg/cm ²
DEFOMACIÓN MÁXIMA	5.89 mm
DEFOMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0196

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.09
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	178.84
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	2.88 mm	11.18	0.0096
3	4000	3.63 mm	22.37	0.0121
4	6000	4.12 mm	33.55	0.0138
5	8000	4.33 mm	44.73	0.0145
6	10000	4.65 mm	55.92	0.0156
7	12000	4.88 mm	67.10	0.0163
8	14000	5.07 mm	78.28	0.0170
9	16000	5.28 mm	89.46	0.0177
10	18000	5.46 mm	100.65	0.0183
11	20000	5.59 mm	111.83	0.0187
12	22000	5.70 mm	123.01	0.0191
13	24000	5.81 mm	134.20	0.0194
14	26000	5.93 mm	145.38	0.0198
15	28000	6.04 mm	156.56	0.0202
16	30000	6.15 mm	167.75	0.0206
17	32000	6.23 mm	178.93	0.0208
18	34000	6.34 mm	190.11	0.0212
19	36000	6.46 mm	201.30	0.0216
20	38000	6.57 mm	212.48	0.0220
21	40000	6.68 mm	223.66	0.0223
22	42000	6.76 mm	234.84	0.0226
23	44000	6.83 mm	246.03	0.0228
24	46000	6.92 mm	257.21	0.0231
25	48000	7.01 mm	268.39	0.0234
26	50000	7.08 mm	279.58	0.0237
27	52000	7.14 mm	290.76	0.0239
28	54000	7.22 mm	301.94	0.0241
29	56000	7.25 mm	313.13	0.0242
30	58000	7.27 mm	324.31	0.0243
31	60000	7.29 mm	335.49	0.0244
32	62000	7.32 mm	346.68	0.0245
33	64000	7.35 mm	357.86	0.0246
34	66000	7.38 mm	369.04	0.0247
35	68000	7.43 mm	380.22	0.0248
36	68835	7.51 mm	384.89	0.0251

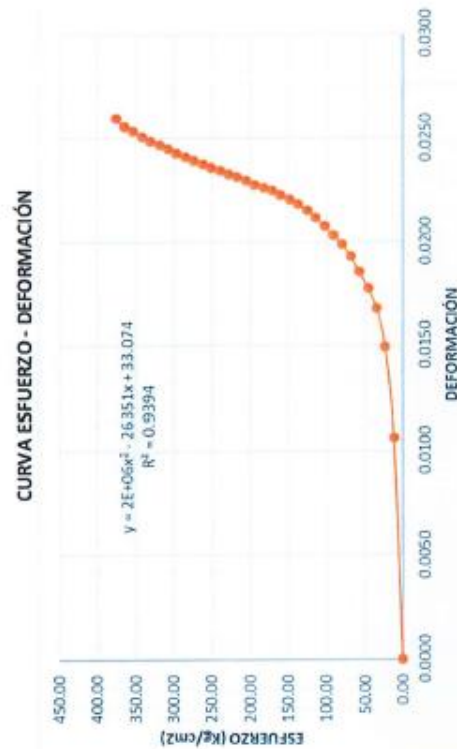


CARGA MÁXIMA APLICADA	68835.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	384.89 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	7.51 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0251

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.95
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	175.54
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	3.18 mm	11.39	0.0106
3	4000	4.47 mm	22.79	0.0149
4	6000	5.02 mm	34.18	0.0168
5	8000	5.31 mm	45.57	0.0177
6	10000	5.55 mm	56.97	0.0185
7	12000	5.77 mm	68.36	0.0193
8	14000	5.94 mm	79.75	0.0198
9	16000	6.08 mm	91.15	0.0203
10	18000	6.21 mm	102.54	0.0207
11	20000	6.33 mm	113.94	0.0211
12	22000	6.44 mm	125.33	0.0215
13	24000	6.52 mm	136.72	0.0218
14	26000	6.59 mm	148.12	0.0220
15	28000	6.66 mm	159.51	0.0222
16	30000	6.72 mm	170.90	0.0224
17	32000	6.76 mm	182.30	0.0226
18	34000	6.81 mm	193.69	0.0227
19	36000	6.87 mm	205.08	0.0229
20	38000	6.92 mm	216.48	0.0231
21	40000	6.96 mm	227.87	0.0232
22	42000	7.02 mm	239.26	0.0234
23	44000	7.06 mm	250.66	0.0236
24	46000	7.11 mm	262.05	0.0237
25	48000	7.16 mm	273.44	0.0239
26	50000	7.22 mm	284.84	0.0241
27	52000	7.27 mm	296.23	0.0243
28	54000	7.33 mm	307.62	0.0245
29	56000	7.38 mm	319.02	0.0246
30	58000	7.44 mm	330.41	0.0248
31	60000	7.51 mm	341.81	0.0251
32	62000	7.58 mm	353.20	0.0253
33	64000	7.65 mm	364.59	0.0256
34	65893	7.77 mm	375.38	0.0260



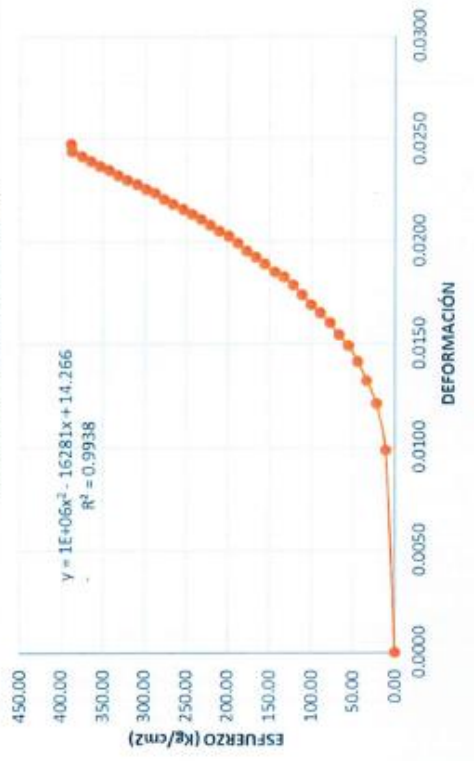
CARGA MÁXIMA APLICADA	65893.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	375.38 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	7.77 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0260

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.17
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	180.74
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN




N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	2.97 mm	11.07	0.0099
3	4000	3.62 mm	22.13	0.0120
4	6000	3.96 mm	33.20	0.0132
5	8000	4.24 mm	44.26	0.0141
6	10000	4.48 mm	55.33	0.0149
7	12000	4.63 mm	66.39	0.0154
8	14000	4.81 mm	77.46	0.0160
9	16000	4.96 mm	88.52	0.0165
10	18000	5.08 mm	99.59	0.0169
11	20000	5.22 mm	110.65	0.0174
12	22000	5.37 mm	121.72	0.0179
13	24000	5.48 mm	132.79	0.0182
14	26000	5.56 mm	143.85	0.0185
15	28000	5.67 mm	154.92	0.0189
16	30000	5.78 mm	165.98	0.0192
17	32000	5.87 mm	177.05	0.0195
18	34000	5.98 mm	188.11	0.0199
19	36000	6.09 mm	199.18	0.0203
20	38000	6.16 mm	210.24	0.0205
21	40000	6.25 mm	221.31	0.0208
22	42000	6.34 mm	232.37	0.0211
23	44000	6.41 mm	243.44	0.0213
24	46000	6.48 mm	254.51	0.0216
25	48000	6.56 mm	265.57	0.0218
26	50000	6.63 mm	276.64	0.0221
27	52000	6.71 mm	287.70	0.0223
28	54000	6.78 mm	298.77	0.0226
29	56000	6.85 mm	309.83	0.0228
30	58000	6.91 mm	320.90	0.0230
31	60000	6.98 mm	331.96	0.0232
32	62000	7.05 mm	343.03	0.0235
33	64000	7.11 mm	354.09	0.0237
34	66000	7.19 mm	365.16	0.0239
35	68000	7.26 mm	376.23	0.0242
36	70000	7.33 mm	387.29	0.0244
37	70292	7.44 mm	388.91	0.0248

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



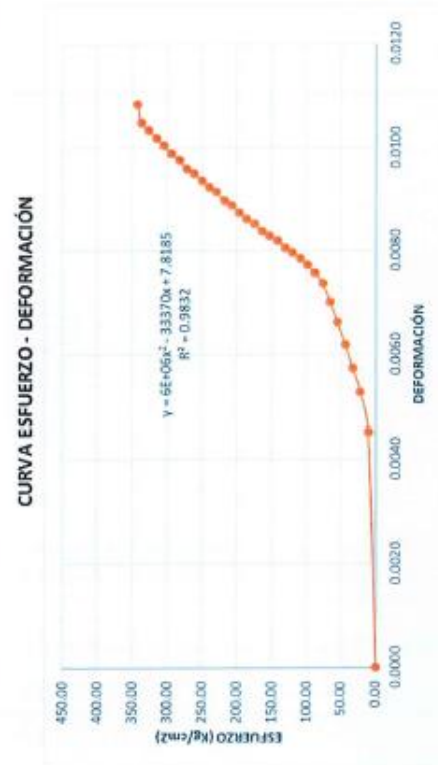
CARGA MÁXIMA APLICADA	70292.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	388.91 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	7.44 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0248

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 5%. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.32
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	184.33
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.38 mm	10.85	0.0045
3	4000	1.61 mm	21.70	0.0053
4	6000	1.75 mm	32.55	0.0057
5	8000	1.89 mm	43.40	0.0062
6	10000	2.02 mm	54.25	0.0066
7	12000	2.14 mm	65.10	0.0070
8	14000	2.25 mm	75.95	0.0074
9	16000	2.31 mm	86.80	0.0076
10	18000	2.36 mm	97.65	0.0077
11	20000	2.40 mm	108.50	0.0079
12	22000	2.43 mm	119.35	0.0080
13	24000	2.46 mm	130.20	0.0081
14	26000	2.50 mm	141.05	0.0082
15	28000	2.53 mm	151.90	0.0083
16	30000	2.56 mm	162.75	0.0084
17	32000	2.60 mm	173.60	0.0085
18	34000	2.63 mm	184.45	0.0086
19	36000	2.67 mm	195.30	0.0087
20	38000	2.71 mm	206.15	0.0089
21	40000	2.74 mm	217.00	0.0090
22	42000	2.79 mm	227.85	0.0091
23	44000	2.82 mm	238.70	0.0092
24	46000	2.86 mm	249.55	0.0094
25	48000	2.90 mm	260.40	0.0095
26	50000	2.93 mm	271.25	0.0096
27	52000	2.98 mm	282.10	0.0098
28	54000	3.02 mm	292.95	0.0099
29	56000	3.07 mm	303.79	0.0100
30	58000	3.11 mm	314.64	0.0102
31	60000	3.16 mm	325.49	0.0103
32	62000	3.20 mm	336.34	0.0105
33	63029	3.31 mm	341.93	0.0108

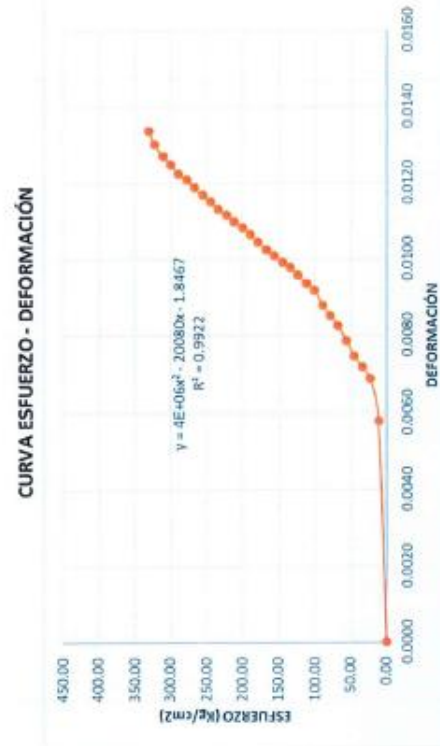


CARGA MÁXIMA APLICADA	63029.00 kg
ESFUERZO MÁXIMO	341.93 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	3.31 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0108

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023		

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	*INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023*		
ID. PROBETA:	RM 5%. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.15
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	180.27
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.75 mm	11.09	0.0058
3	4000	2.07 mm	22.19	0.0069
4	6000	2.16 mm	33.28	0.0072
5	8000	2.25 mm	44.38	0.0075
6	10000	2.37 mm	55.47	0.0079
7	12000	2.49 mm	66.57	0.0083
8	14000	2.57 mm	77.66	0.0085
9	16000	2.65 mm	88.76	0.0088
10	18000	2.77 mm	99.85	0.0092
11	20000	2.82 mm	110.95	0.0094
12	22000	2.89 mm	122.04	0.0096
13	24000	2.95 mm	133.14	0.0098
14	26000	2.99 mm	144.23	0.0099
15	28000	3.04 mm	155.33	0.0101
16	30000	3.09 mm	166.42	0.0102
17	32000	3.15 mm	177.51	0.0104
18	34000	3.21 mm	188.61	0.0106
19	36000	3.26 mm	199.70	0.0108
20	38000	3.31 mm	210.80	0.0110
21	40000	3.36 mm	221.89	0.0111
22	42000	3.41 mm	232.99	0.0113
23	44000	3.47 mm	244.08	0.0115
24	46000	3.52 mm	255.18	0.0117
25	48000	3.58 mm	266.27	0.0119
26	50000	3.64 mm	277.37	0.0121
27	52000	3.69 mm	288.46	0.0122
28	54000	3.76 mm	299.56	0.0125
29	56000	3.83 mm	310.65	0.0127
30	58000	3.92 mm	321.75	0.0130
31	59485	4.03 mm	329.98	0.0134

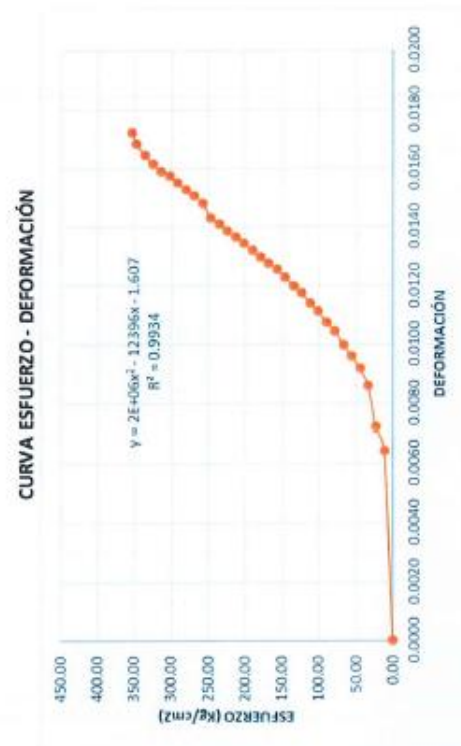


CARGA MÁXIMA APLICADA	59485.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	329.98 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.03 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0134

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 5%. P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.08
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	178.60
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.92 mm	11.20	0.0064
3	4000	2.15 mm	22.40	0.0072
4	6000	2.57 mm	33.59	0.0086
5	8000	2.75 mm	44.79	0.0092
6	10000	2.87 mm	55.99	0.0096
7	12000	2.99 mm	67.19	0.0100
8	14000	3.13 mm	78.39	0.0105
9	16000	3.22 mm	89.58	0.0108
10	18000	3.33 mm	100.78	0.0111
11	20000	3.41 mm	111.98	0.0114
12	22000	3.52 mm	123.18	0.0118
13	24000	3.59 mm	134.38	0.0120
14	26000	3.68 mm	145.57	0.0123
15	28000	3.76 mm	156.77	0.0126
16	30000	3.82 mm	167.97	0.0128
17	32000	3.88 mm	179.17	0.0130
18	34000	3.95 mm	190.36	0.0132
19	36000	4.02 mm	201.56	0.0134
20	38000	4.08 mm	212.76	0.0136
21	40000	4.15 mm	223.96	0.0139
22	42000	4.22 mm	235.16	0.0141
23	44000	4.28 mm	246.35	0.0143
24	46000	4.43 mm	257.55	0.0148
25	48000	4.51 mm	268.75	0.0151
26	50000	4.57 mm	279.95	0.0153
27	52000	4.64 mm	291.15	0.0155
28	54000	4.71 mm	302.34	0.0157
29	56000	4.76 mm	313.54	0.0159
30	58000	4.84 mm	324.74	0.0162
31	60000	4.93 mm	335.94	0.0165
32	62000	5.04 mm	347.14	0.0168
33	63141	5.16 mm	353.52	0.0172



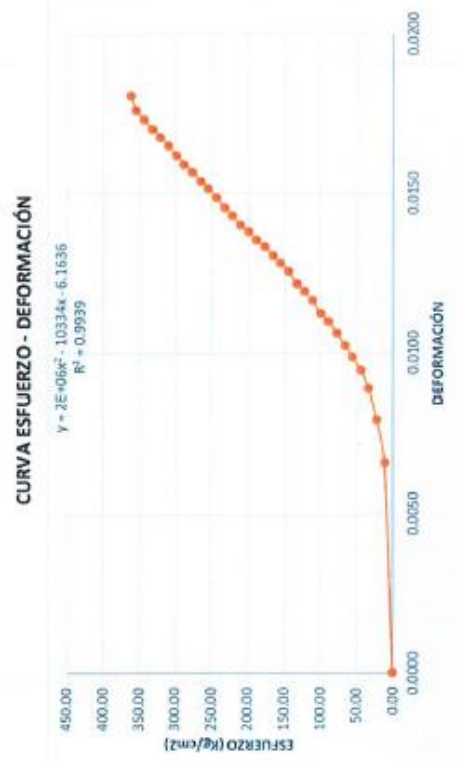
CARGA MÁXIMA APLICADA	63141.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	353.52 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.16 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0172




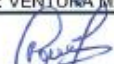
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H. 	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 5%. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.17
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	180.74
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ε UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	2.01 mm	11.07	0.0066
3	4000	2.42 mm	22.13	0.0079
4	6000	2.71 mm	33.20	0.0089
5	8000	2.88 mm	44.26	0.0094
6	10000	3.01 mm	55.33	0.0099
7	12000	3.12 mm	66.39	0.0102
8	14000	3.24 mm	77.46	0.0106
9	16000	3.35 mm	88.52	0.0110
10	18000	3.43 mm	99.59	0.0112
11	20000	3.55 mm	110.65	0.0116
12	22000	3.64 mm	121.72	0.0119
13	24000	3.71 mm	132.79	0.0122
14	26000	3.83 mm	143.85	0.0126
15	28000	3.91 mm	154.92	0.0128
16	30000	3.98 mm	165.98	0.0131
17	32000	4.07 mm	177.05	0.0133
18	34000	4.13 mm	188.11	0.0135
19	36000	4.21 mm	199.18	0.0138
20	38000	4.27 mm	210.24	0.0140
21	40000	4.36 mm	221.31	0.0143
22	42000	4.44 mm	232.37	0.0146
23	44000	4.53 mm	243.44	0.0149
24	46000	4.62 mm	254.51	0.0152
25	48000	4.69 mm	265.57	0.0154
26	50000	4.78 mm	276.64	0.0157
27	52000	4.85 mm	287.70	0.0159
28	54000	4.94 mm	298.77	0.0162
29	56000	5.03 mm	309.83	0.0165
30	58000	5.11 mm	320.90	0.0168
31	60000	5.19 mm	331.96	0.0170
32	62000	5.28 mm	343.03	0.0173
33	64000	5.37 mm	354.09	0.0176
34	65373	5.51 mm	361.69	0.0181

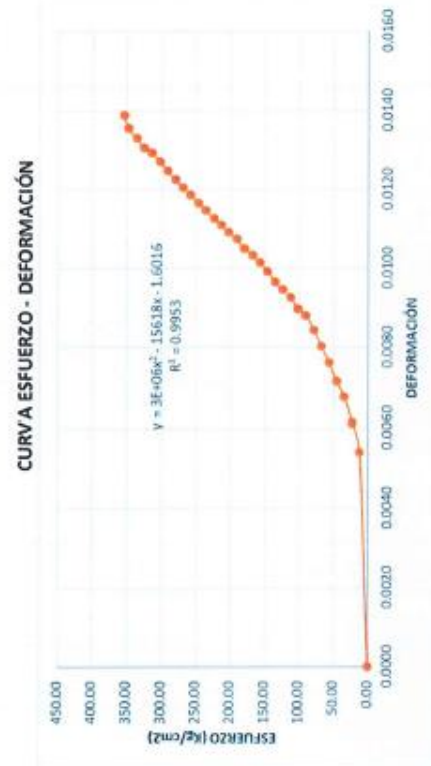
CARGA MÁXIMA APLICADA	65373.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	361.69 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.51 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0181



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 5%. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.08
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	178.60
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.65 mm	11.20	0.0054
3	4000	1.87 mm	22.40	0.0061
4	6000	2.06 mm	33.59	0.0067
5	8000	2.18 mm	44.79	0.0071
6	10000	2.33 mm	55.99	0.0076
7	12000	2.45 mm	67.19	0.0080
8	14000	2.58 mm	78.39	0.0084
9	16000	2.69 mm	89.58	0.0088
10	18000	2.74 mm	100.78	0.0090
11	20000	2.83 mm	111.98	0.0093
12	22000	2.89 mm	123.18	0.0095
13	24000	2.95 mm	134.38	0.0097
14	26000	3.03 mm	145.57	0.0099
15	28000	3.10 mm	156.77	0.0101
16	30000	3.16 mm	167.97	0.0103
17	32000	3.21 mm	179.17	0.0105
18	34000	3.28 mm	190.36	0.0107
19	36000	3.33 mm	201.56	0.0109
20	38000	3.39 mm	212.76	0.0111
21	40000	3.44 mm	223.96	0.0113
22	42000	3.50 mm	235.16	0.0115
23	44000	3.56 mm	246.35	0.0117
24	46000	3.62 mm	257.55	0.0118
25	48000	3.68 mm	268.75	0.0120
26	50000	3.74 mm	279.95	0.0122
27	52000	3.81 mm	291.15	0.0125
28	54000	3.88 mm	302.34	0.0127
29	56000	3.95 mm	313.54	0.0129
30	58000	3.99 mm	324.74	0.0131
31	60000	4.06 mm	335.94	0.0133
32	62000	4.14 mm	347.14	0.0136
33	63078	4.24 mm	353.17	0.0139



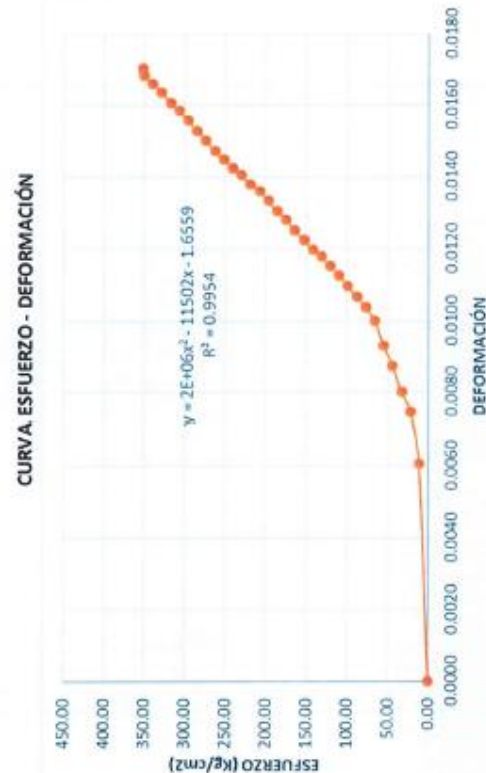
CARGA MÁXIMA APLICADA	63078.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	353.17 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.24 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0139

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 5%_ P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.25
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	182.65
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.83 mm	10.95	0.0061
3	4000	2.25 mm	21.90	0.0074
4	6000	2.42 mm	32.85	0.0087
5	8000	2.64 mm	43.80	0.0087
6	10000	2.81 mm	54.75	0.0093
7	12000	3.02 mm	65.70	0.0100
8	14000	3.13 mm	76.65	0.0104
9	16000	3.22 mm	87.60	0.0106
10	18000	3.31 mm	98.55	0.0109
11	20000	3.40 mm	109.50	0.0112
12	22000	3.48 mm	120.45	0.0115
13	24000	3.56 mm	131.40	0.0118
14	26000	3.62 mm	142.35	0.0120
15	28000	3.70 mm	153.30	0.0122
16	30000	3.78 mm	164.24	0.0125
17	32000	3.87 mm	175.19	0.0128
18	34000	3.94 mm	186.14	0.0130
19	36000	4.03 mm	197.09	0.0133
20	38000	4.11 mm	208.04	0.0136
21	40000	4.17 mm	218.99	0.0138
22	42000	4.25 mm	229.94	0.0141
23	44000	4.31 mm	240.89	0.0143
24	46000	4.38 mm	251.84	0.0145
25	48000	4.45 mm	262.79	0.0147
26	50000	4.54 mm	273.74	0.0150
27	52000	4.62 mm	284.69	0.0153
28	54000	4.71 mm	295.64	0.0156
29	56000	4.79 mm	306.59	0.0158
30	58000	4.86 mm	317.54	0.0161
31	60000	4.95 mm	328.49	0.0164
32	62000	5.02 mm	339.44	0.0166
33	64000	5.09 mm	350.39	0.0168
34	64172	5.15 mm	351.33	0.0170



CARGA MÁXIMA APLICADA	64172.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	351.33 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.15 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0170

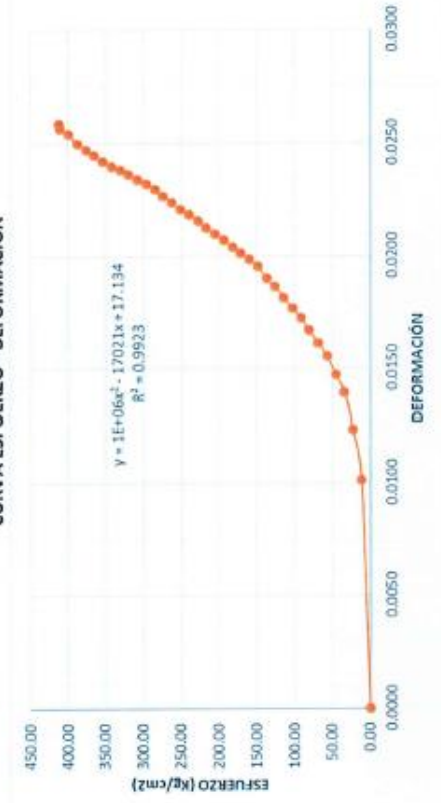
OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

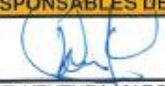


LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 5%, P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.95
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	175.54
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	3.02 mm	11.39	0.0101
3	4000	3.68 mm	22.79	0.0123
4	6000	4.16 mm	34.18	0.0139
5	8000	4.39 mm	45.57	0.0147
6	10000	4.63 mm	56.97	0.0155
7	12000	4.81 mm	68.36	0.0161
8	14000	4.98 mm	79.75	0.0167
9	16000	5.14 mm	91.15	0.0172
10	18000	5.27 mm	102.54	0.0176
11	20000	5.41 mm	113.94	0.0181
12	22000	5.56 mm	125.33	0.0186
13	24000	5.67 mm	136.72	0.0190
14	26000	5.83 mm	148.12	0.0195
15	28000	5.92 mm	159.51	0.0198
16	30000	6.01 mm	170.90	0.0201
17	32000	6.09 mm	182.30	0.0204
18	34000	6.18 mm	193.69	0.0207
19	36000	6.26 mm	205.08	0.0210
20	38000	6.34 mm	216.48	0.0212
21	40000	6.43 mm	227.87	0.0215
22	42000	6.52 mm	239.26	0.0218
23	44000	6.59 mm	250.66	0.0221
24	46000	6.68 mm	262.05	0.0224
25	48000	6.76 mm	273.44	0.0226
26	50000	6.85 mm	284.84	0.0229
27	52000	6.92 mm	296.23	0.0232
28	54000	6.98 mm	307.62	0.0234
29	56000	7.05 mm	319.02	0.0236
30	58000	7.11 mm	330.41	0.0238
31	60000	7.16 mm	341.81	0.0240
32	62000	7.23 mm	353.20	0.0242
33	64000	7.31 mm	364.59	0.0245
34	66000	7.38 mm	375.99	0.0247
35	68000	7.46 mm	387.38	0.0250
36	70000	7.59 mm	398.77	0.0254
37	72000	7.66 mm	410.17	0.0256
38	72354	7.72 mm	412.18	0.0258

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

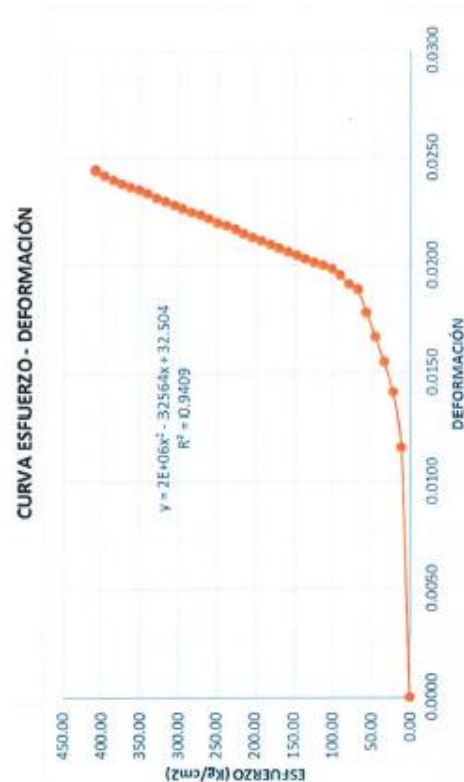


CARGA MÁXIMA APLICADA	72354.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	412.18 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	7.72 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0258

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 5%. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	176.24
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	e (Kg/cm ²)	B UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
	2000	3.46 mm	11.35	0.0116
3	4000	4.21 mm	22.70	0.0141
4	6000	4.63 mm	34.04	0.0155
5	8000	4.98 mm	45.39	0.0167
6	10000	5.32 mm	56.74	0.0178
7	12000	5.64 mm	68.09	0.0189
8	14000	5.72 mm	79.44	0.0191
9	16000	5.84 mm	90.78	0.0195
10	18000	5.93 mm	102.13	0.0198
11	20000	5.98 mm	113.48	0.0200
12	22000	6.02 mm	124.83	0.0201
13	24000	6.07 mm	136.18	0.0203
14	26000	6.11 mm	147.52	0.0204
15	28000	6.16 mm	158.87	0.0206
16	30000	6.22 mm	170.22	0.0208
17	32000	6.26 mm	181.57	0.0209
18	34000	6.31 mm	192.91	0.0211
19	36000	6.37 mm	204.26	0.0213
20	38000	6.42 mm	215.61	0.0215
21	40000	6.48 mm	226.96	0.0217
22	42000	6.53 mm	238.31	0.0218
23	44000	6.57 mm	249.65	0.0220
24	46000	6.62 mm	261.00	0.0221
25	48000	6.68 mm	272.35	0.0223
26	50000	6.71 mm	283.70	0.0224
27	52000	6.76 mm	295.05	0.0226
28	54000	6.81 mm	306.39	0.0228
29	56000	6.86 mm	317.74	0.0229
30	58000	6.91 mm	329.09	0.0231
31	60000	6.97 mm	340.44	0.0233
32	62000	7.03 mm	351.79	0.0235
33	64000	7.06 mm	363.13	0.0236
34	66000	7.11 mm	374.48	0.0238
35	68000	7.16 mm	385.83	0.0239
36	70000	7.22 mm	397.18	0.0241
37	72000	7.28 mm	408.53	0.0243
38	72110	7.31 mm	409.15	0.0244



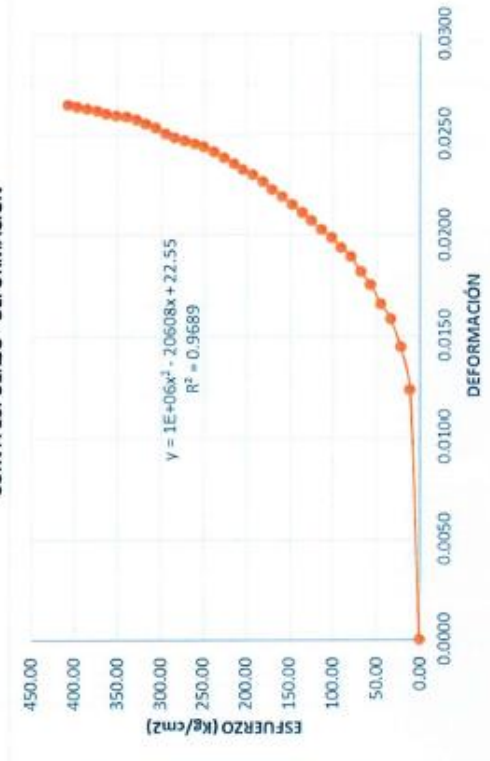
CARGA MÁXIMA APLICADA	72110.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	409.15 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	7.31 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0244

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 5%. P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.99
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	176.48
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

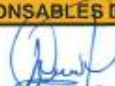


N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	3.68 mm	11.33	0.0123
3	4000	4.32 mm	22.67	0.0144
4	6000	4.74 mm	34.00	0.0158
5	8000	4.97 mm	45.33	0.0166
6	10000	5.25 mm	56.66	0.0175
7	12000	5.44 mm	68.00	0.0182
8	14000	5.67 mm	79.33	0.0189
9	16000	5.81 mm	90.66	0.0194
10	18000	5.95 mm	102.00	0.0199
11	20000	6.07 mm	113.33	0.0203
12	22000	6.20 mm	124.66	0.0207
13	24000	6.32 mm	135.99	0.0211
14	26000	6.44 mm	147.33	0.0215
15	28000	6.56 mm	158.66	0.0219
16	30000	6.67 mm	169.99	0.0223
17	32000	6.78 mm	181.32	0.0226
18	34000	6.89 mm	192.66	0.0230
19	36000	6.97 mm	203.99	0.0233
20	38000	7.06 mm	215.32	0.0236
21	40000	7.14 mm	226.66	0.0238
22	42000	7.23 mm	237.99	0.0241
23	44000	7.31 mm	249.32	0.0244
24	46000	7.36 mm	260.65	0.0246
25	48000	7.40 mm	271.99	0.0247
26	50000	7.44 mm	283.32	0.0248
27	52000	7.51 mm	294.65	0.0251
28	54000	7.59 mm	305.99	0.0253
29	56000	7.65 mm	317.32	0.0255
30	58000	7.71 mm	328.65	0.0257
31	60000	7.75 mm	339.98	0.0259
32	62000	7.77 mm	351.32	0.0259
33	64000	7.80 mm	362.65	0.0260
34	66000	7.84 mm	373.98	0.0262
35	68000	7.87 mm	385.31	0.0263
36	70000	7.90 mm	396.65	0.0264
37	71850	7.93 mm	407.13	0.0265

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



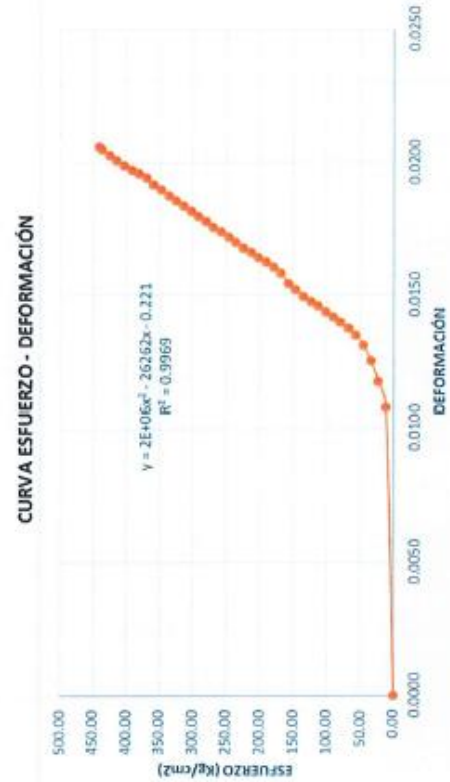
$y = 1E+06x^2 - 20608x + 22.55$
 $R^2 = 0.9689$

CARGA MÁXIMA APLICADA	71850.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	407.13 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	7.93 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0265

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 10%. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.08
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	178.60
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	3.23 mm	11.20	0.0108
3	4000	3.52 mm	22.40	0.0117
4	6000	3.75 mm	33.59	0.0125
5	8000	3.93 mm	44.79	0.0131
6	10000	4.04 mm	55.99	0.0135
7	12000	4.12 mm	67.19	0.0137
8	14000	4.19 mm	78.39	0.0140
9	16000	4.25 mm	89.58	0.0142
10	18000	4.31 mm	100.78	0.0144
11	20000	4.37 mm	111.98	0.0146
12	22000	4.42 mm	123.18	0.0147
13	24000	4.48 mm	134.38	0.0149
14	26000	4.56 mm	145.57	0.0152
15	28000	4.63 mm	156.77	0.0154
16	30000	4.74 mm	167.97	0.0158
17	32000	4.81 mm	179.17	0.0160
18	34000	4.87 mm	190.36	0.0162
19	36000	4.92 mm	201.56	0.0164
20	38000	4.98 mm	212.76	0.0166
21	40000	5.03 mm	223.96	0.0168
22	42000	5.09 mm	235.16	0.0170
23	44000	5.15 mm	246.35	0.0172
24	46000	5.21 mm	257.55	0.0174
25	48000	5.26 mm	268.75	0.0175
26	50000	5.33 mm	279.95	0.0178
27	52000	5.39 mm	291.15	0.0180
28	54000	5.44 mm	302.34	0.0181
29	56000	5.50 mm	313.54	0.0183
30	58000	5.56 mm	324.74	0.0185
31	60000	5.62 mm	335.94	0.0187
32	62000	5.69 mm	347.14	0.0190
33	64000	5.75 mm	358.33	0.0192
34	66000	5.82 mm	369.53	0.0194
35	68000	5.87 mm	380.73	0.0196
36	70000	5.91 mm	391.93	0.0197
37	72000	5.96 mm	403.13	0.0199
38	74000	6.02 mm	414.32	0.0201
39	76000	6.08 mm	425.52	0.0203
40	78000	6.14 mm	436.72	0.0205
41	78629	6.17 mm	440.24	0.0206

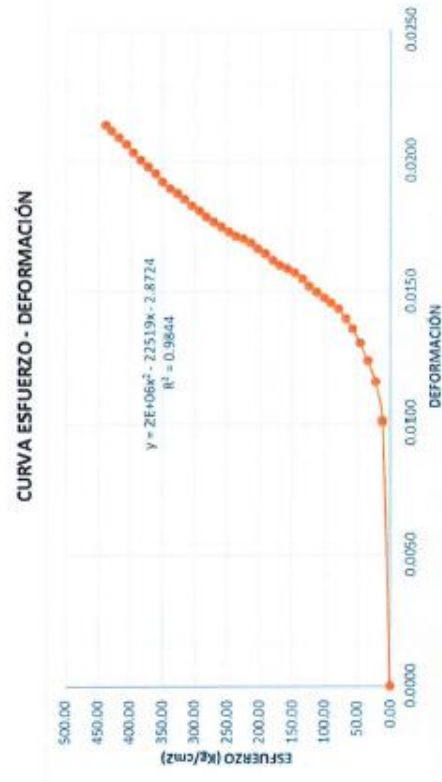


CARGA MÁXIMA APLICADA	78629.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	440.24 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	6.17 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0206

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 10%, P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.02
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	177.19
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	e (Kg/cm ²)	δ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	3.04 mm	11.29	0.0101
3	4000	3.48 mm	22.58	0.0115
4	6000	3.72 mm	33.86	0.0123
5	8000	3.93 mm	45.15	0.0130
6	10000	4.09 mm	56.44	0.0135
7	12000	4.21 mm	67.73	0.0139
8	14000	4.32 mm	79.01	0.0143
9	16000	4.39 mm	90.30	0.0145
10	18000	4.45 mm	101.59	0.0147
11	20000	4.52 mm	112.88	0.0150
12	22000	4.59 mm	124.16	0.0152
13	24000	4.67 mm	135.45	0.0155
14	26000	4.74 mm	146.74	0.0157
15	28000	4.79 mm	158.03	0.0159
16	30000	4.83 mm	169.31	0.0160
17	32000	4.89 mm	180.60	0.0162
18	34000	4.96 mm	191.89	0.0164
19	36000	5.02 mm	203.18	0.0166
20	38000	5.09 mm	214.46	0.0169
21	40000	5.14 mm	225.75	0.0170
22	42000	5.17 mm	237.04	0.0171
23	44000	5.22 mm	248.33	0.0173
24	46000	5.27 mm	259.61	0.0175
25	48000	5.33 mm	270.90	0.0176
26	50000	5.39 mm	282.19	0.0178
27	52000	5.46 mm	293.48	0.0181
28	54000	5.52 mm	304.76	0.0183
29	56000	5.59 mm	316.05	0.0185
30	58000	5.66 mm	327.34	0.0187
31	60000	5.72 mm	338.63	0.0189
32	62000	5.80 mm	349.91	0.0192
33	64000	5.89 mm	361.20	0.0195
34	66000	5.97 mm	372.49	0.0198
35	68000	6.05 mm	383.78	0.0200
36	70000	6.14 mm	395.06	0.0203
37	72000	6.23 mm	406.35	0.0206
38	74000	6.31 mm	417.64	0.0209
39	76000	6.39 mm	428.93	0.0212
40	77606	6.46 mm	437.99	0.0214

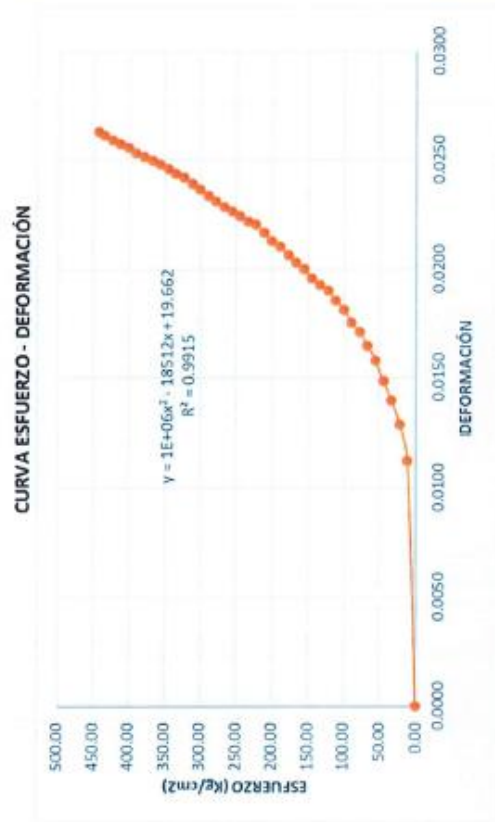


CARGA MÁXIMA APLICADA	77606.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	437.99 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	6.46 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0214

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM2, CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 10%, P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.12
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	179.55
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	3.36 mm	11.14	0.0112
3	4000	3.84 mm	22.28	0.0128
4	6000	4.17 mm	33.42	0.0139
5	8000	4.43 mm	44.56	0.0148
6	10000	4.71 mm	55.69	0.0158
7	12000	4.92 mm	66.83	0.0165
8	14000	5.11 mm	77.97	0.0171
9	16000	5.23 mm	89.11	0.0175
10	18000	5.42 mm	100.25	0.0181
11	20000	5.54 mm	111.39	0.0185
12	22000	5.68 mm	122.53	0.0190
13	24000	5.76 mm	133.67	0.0193
14	26000	5.85 mm	144.80	0.0196
15	28000	5.97 mm	155.94	0.0200
16	30000	6.06 mm	167.08	0.0203
17	32000	6.17 mm	178.22	0.0206
18	34000	6.28 mm	189.36	0.0210
19	36000	6.36 mm	200.50	0.0213
20	38000	6.47 mm	211.64	0.0216
21	40000	6.58 mm	222.78	0.0220
22	42000	6.63 mm	233.91	0.0222
23	44000	6.70 mm	245.05	0.0224
24	46000	6.77 mm	256.19	0.0226
25	48000	6.83 mm	267.33	0.0228
26	50000	6.91 mm	278.47	0.0231
27	52000	6.98 mm	289.61	0.0233
28	54000	7.07 mm	300.75	0.0236
29	56000	7.15 mm	311.89	0.0239
30	58000	7.23 mm	323.02	0.0242
31	60000	7.29 mm	334.16	0.0244
32	62000	7.35 mm	345.30	0.0246
33	64000	7.42 mm	356.44	0.0248
34	66000	7.47 mm	367.58	0.0250
35	68000	7.51 mm	378.72	0.0251
36	70000	7.57 mm	389.86	0.0253
37	72000	7.64 mm	401.00	0.0256
38	74000	7.70 mm	412.13	0.0258
39	76000	7.75 mm	423.27	0.0259
40	78000	7.81 mm	434.41	0.0261
41	79443	7.86 mm	442.45	0.0263

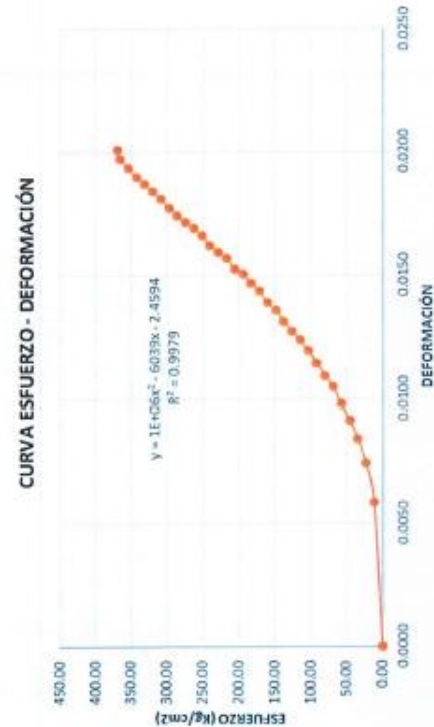


CARGA MÁXIMA APLICADA	79443.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	442.45 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	7.86 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0263

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H. 		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA:01/12/2023	FECHA:01/12/2023	FECHA:01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 10%. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.94
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	175.30
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.75 mm	11.41	0.0058
3	4000	2.23 mm	22.82	0.0074
4	6000	2.53 mm	34.23	0.0084
5	8000	2.75 mm	45.64	0.0092
6	10000	2.94 mm	57.04	0.0098
7	12000	3.14 mm	68.45	0.0105
8	14000	3.28 mm	79.85	0.0109
9	16000	3.43 mm	91.27	0.0114
10	18000	3.58 mm	102.68	0.0119
11	20000	3.71 mm	114.09	0.0124
12	22000	3.82 mm	125.50	0.0127
13	24000	3.94 mm	136.91	0.0131
14	26000	4.08 mm	148.31	0.0136
15	28000	4.17 mm	159.72	0.0139
16	30000	4.31 mm	171.13	0.0144
17	32000	4.40 mm	182.54	0.0147
18	34000	4.52 mm	193.95	0.0151
19	36000	4.58 mm	205.36	0.0153
20	38000	4.71 mm	216.77	0.0157
21	40000	4.78 mm	228.18	0.0159
22	42000	4.86 mm	239.58	0.0162
23	44000	4.98 mm	250.99	0.0166
24	46000	5.07 mm	262.40	0.0169
25	48000	5.15 mm	273.81	0.0171
26	50000	5.23 mm	285.22	0.0174
27	52000	5.32 mm	296.63	0.0177
28	54000	5.43 mm	308.04	0.0181
29	56000	5.52 mm	319.45	0.0184
30	58000	5.61 mm	330.85	0.0187
31	60000	5.69 mm	342.26	0.0189
32	62000	5.81 mm	353.67	0.0193
33	64000	5.92 mm	365.08	0.0197
34	64677	6.03 mm	368.94	0.0201

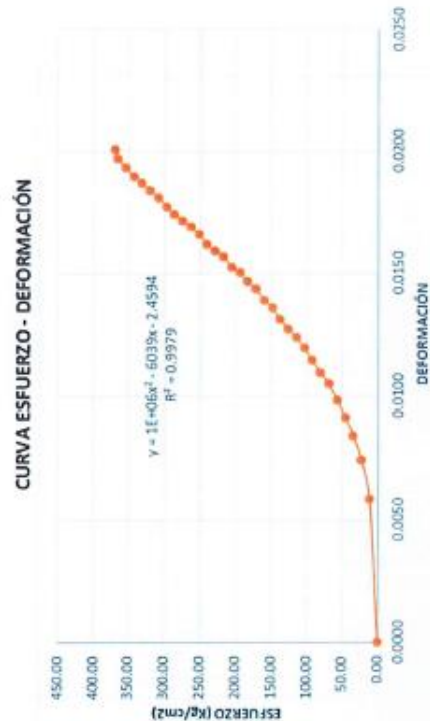


CARGA MÁXIMA APLICADA	64677.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	368.94 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	6.03 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0201

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA:01/12/2023	FECHA:01/12/2023	FECHA:01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 10%. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.18
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	180.98
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	δ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.96 mm	11.05	0.0064
3	4000	2.63 mm	22.10	0.0086
4	6000	2.81 mm	33.15	0.0092
5	8000	2.97 mm	44.20	0.0097
6	10000	3.08 mm	55.25	0.0101
7	12000	3.18 mm	66.31	0.0104
8	14000	3.25 mm	77.36	0.0106
9	16000	3.34 mm	88.41	0.0109
10	18000	3.43 mm	99.46	0.0112
11	20000	3.51 mm	110.51	0.0115
12	22000	3.58 mm	121.56	0.0117
13	24000	3.67 mm	132.61	0.0120
14	26000	3.75 mm	143.66	0.0123
15	28000	3.83 mm	154.71	0.0125
16	30000	3.95 mm	165.76	0.0129
17	32000	4.04 mm	176.81	0.0132
18	34000	4.11 mm	187.86	0.0134
19	36000	4.19 mm	198.92	0.0137
20	38000	4.26 mm	209.97	0.0139
21	40000	4.35 mm	221.02	0.0142
22	42000	4.43 mm	232.07	0.0145
23	44000	4.52 mm	243.12	0.0148
24	46000	4.59 mm	254.17	0.0150
25	48000	4.68 mm	265.22	0.0153
26	50000	4.76 mm	276.27	0.0156
27	52000	4.85 mm	287.32	0.0158
28	54000	4.92 mm	298.37	0.0161
29	56000	4.98 mm	309.42	0.0163
30	58000	5.05 mm	320.48	0.0165
31	60000	5.11 mm	331.53	0.0167
32	62000	5.22 mm	342.58	0.0171
33	64000	5.31 mm	353.63	0.0174
34	66000	5.43 mm	364.68	0.0177
35	68000	5.57 mm	375.73	0.0182
36	68275	5.62 mm	377.25	0.0184



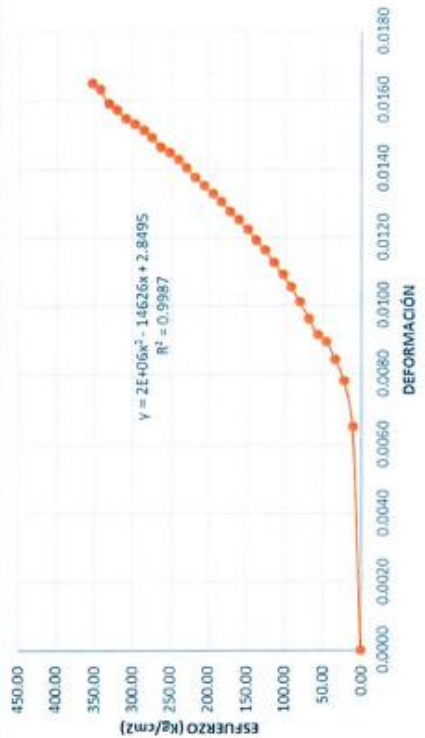
CARGA MÁXIMA APLICADA	68275.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	377.25 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.62 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0184

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 10%. P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.94
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	175.30
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ε U
1	0	0.00 mm	0.00	0
2	2000	1.63 mm	11.41	0
3	4000	1.95 mm	22.82	0
4	6000	2.11 mm	34.23	0
5	8000	2.24 mm	45.64	0
6	10000	2.29 mm	57.04	0
7	12000	2.41 mm	68.45	0
8	14000	2.53 mm	79.86	0
9	16000	2.64 mm	91.27	0
10	18000	2.73 mm	102.68	0
11	20000	2.82 mm	114.09	0
12	22000	2.91 mm	125.50	0
13	24000	2.98 mm	136.91	0
14	26000	3.06 mm	148.31	0
15	28000	3.13 mm	159.72	0
16	30000	3.19 mm	171.13	0
17	32000	3.26 mm	182.54	0
18	34000	3.32 mm	193.95	0
19	36000	3.38 mm	205.36	0
20	38000	3.44 mm	216.77	0
21	40000	3.51 mm	228.18	0
22	42000	3.57 mm	239.58	0
23	44000	3.62 mm	250.99	0
24	46000	3.66 mm	262.40	0
25	48000	3.73 mm	273.81	0
26	50000	3.78 mm	285.22	0
27	52000	3.83 mm	296.63	0
28	54000	3.87 mm	308.04	0
29	56000	3.93 mm	319.45	0
30	58000	3.98 mm	330.85	0
31	60000	4.08 mm	342.26	0
32	61754	4.13 mm	352.27	0

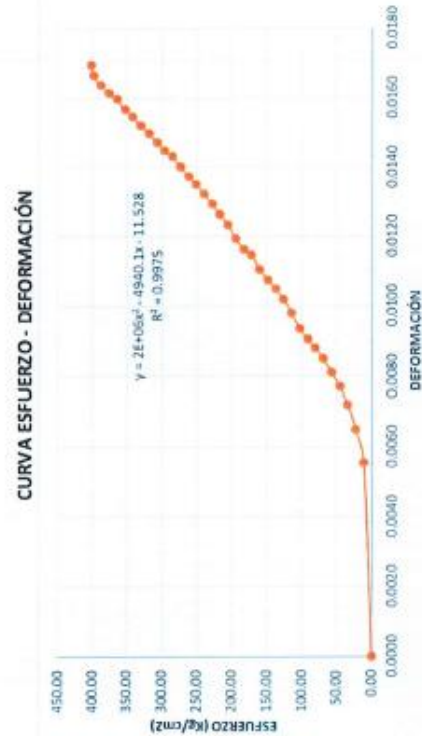


CARGA MÁXIMA APLICADA	61754.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	352.27 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.13 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0165

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 10%. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.96
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	175.77
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	δ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.68 mm	11.38	0.0055
3	4000	1.97 mm	22.76	0.0065
4	6000	2.18 mm	34.13	0.0072
5	8000	2.33 mm	45.51	0.0077
6	10000	2.45 mm	56.89	0.0081
7	12000	2.57 mm	68.27	0.0085
8	14000	2.66 mm	79.65	0.0088
9	16000	2.74 mm	91.03	0.0090
10	18000	2.83 mm	102.40	0.0093
11	20000	2.97 mm	113.78	0.0098
12	22000	3.09 mm	125.16	0.0102
13	24000	3.18 mm	136.54	0.0105
14	26000	3.26 mm	147.92	0.0108
15	28000	3.35 mm	159.30	0.0110
16	30000	3.48 mm	170.67	0.0115
17	32000	3.53 mm	182.05	0.0116
18	34000	3.62 mm	193.43	0.0119
19	36000	3.74 mm	204.81	0.0123
20	38000	3.83 mm	216.19	0.0126
21	40000	3.92 mm	227.57	0.0129
22	42000	4.01 mm	238.94	0.0132
23	44000	4.09 mm	250.32	0.0135
24	46000	4.16 mm	261.70	0.0137
25	48000	4.25 mm	273.08	0.0140
26	50000	4.34 mm	284.46	0.0143
27	52000	4.39 mm	295.84	0.0145
28	54000	4.46 mm	307.21	0.0147
29	56000	4.54 mm	318.59	0.0150
30	58000	4.61 mm	329.97	0.0152
31	60000	4.69 mm	341.35	0.0155
32	62000	4.75 mm	352.73	0.0157
33	64000	4.84 mm	364.11	0.0160
34	66000	4.89 mm	375.48	0.0161
35	68000	4.96 mm	386.86	0.0164
36	70000	5.05 mm	398.24	0.0167
37	70435	5.14 mm	400.71	0.0170



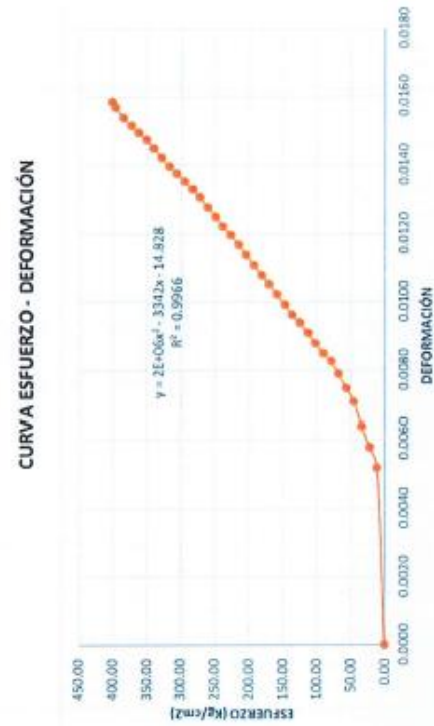
CARGA MÁXIMA APLICADA	70435.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	400.71 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.14 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0170

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: ROMAN DELGADO VASQUEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 10%. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.01
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	176.95
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.55 mm	11.30	0.0052
3	4000	1.73 mm	22.61	0.0058
4	6000	1.91 mm	33.91	0.0064
5	8000	2.12 mm	45.21	0.0071
6	10000	2.24 mm	56.51	0.0075
7	12000	2.36 mm	67.82	0.0079
8	14000	2.47 mm	79.12	0.0082
9	16000	2.54 mm	90.42	0.0085
10	18000	2.63 mm	101.72	0.0088
11	20000	2.72 mm	113.03	0.0091
12	22000	2.81 mm	124.33	0.0094
13	24000	2.88 mm	135.63	0.0096
14	26000	2.97 mm	146.93	0.0099
15	28000	3.05 mm	158.24	0.0102
16	30000	3.15 mm	169.54	0.0105
17	32000	3.23 mm	180.84	0.0108
18	34000	3.32 mm	192.14	0.0111
19	36000	3.41 mm	203.45	0.0114
20	38000	3.50 mm	214.75	0.0117
21	40000	3.58 mm	226.05	0.0119
22	42000	3.66 mm	237.35	0.0122
23	44000	3.74 mm	248.66	0.0125
24	46000	3.82 mm	259.96	0.0127
25	48000	3.91 mm	271.26	0.0130
26	50000	3.98 mm	282.57	0.0133
27	52000	4.05 mm	293.87	0.0135
28	54000	4.12 mm	305.17	0.0137
29	56000	4.18 mm	316.47	0.0139
30	58000	4.26 mm	327.78	0.0142
31	60000	4.34 mm	339.08	0.0145
32	62000	4.42 mm	350.38	0.0147
33	64000	4.48 mm	361.68	0.0149
34	66000	4.54 mm	372.99	0.0151
35	68000	4.61 mm	384.29	0.0154
36	70000	4.70 mm	395.59	0.0157
37	70825	4.75 mm	400.25	0.0158

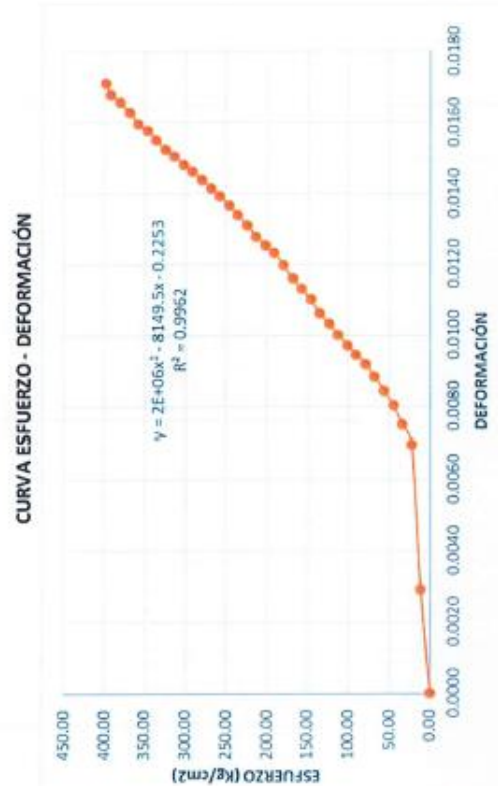


CARGA MÁXIMA APLICADA	70825.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	400.25 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.75 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0158

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM2, CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 10%. P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.09
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	178.84
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	ε UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	0.88 mm	11.18	0.0029
3	4000	2.11 mm	22.37	0.0070
4	6000	2.27 mm	33.55	0.0075
5	8000	2.43 mm	44.73	0.0080
6	10000	2.55 mm	55.92	0.0084
7	12000	2.67 mm	67.10	0.0088
8	14000	2.78 mm	78.28	0.0092
9	16000	2.86 mm	89.46	0.0095
10	18000	2.94 mm	100.65	0.0097
11	20000	3.03 mm	111.83	0.0100
12	22000	3.12 mm	123.01	0.0103
13	24000	3.21 mm	134.20	0.0106
14	26000	3.33 mm	145.38	0.0110
15	28000	3.42 mm	156.56	0.0113
16	30000	3.51 mm	167.75	0.0116
17	32000	3.62 mm	178.93	0.0120
18	34000	3.73 mm	190.11	0.0123
19	36000	3.79 mm	201.30	0.0125
20	38000	3.87 mm	212.48	0.0128
21	40000	3.96 mm	223.66	0.0131
22	42000	4.05 mm	234.84	0.0134
23	44000	4.13 mm	246.03	0.0137
24	46000	4.21 mm	257.21	0.0139
25	48000	4.28 mm	268.39	0.0142
26	50000	4.35 mm	279.58	0.0144
27	52000	4.42 mm	290.76	0.0146
28	54000	4.48 mm	301.94	0.0148
29	56000	4.55 mm	313.13	0.0150
30	58000	4.61 mm	324.31	0.0152
31	60000	4.69 mm	335.49	0.0155
32	62000	4.77 mm	346.68	0.0158
33	64000	4.83 mm	357.86	0.0160
34	66000	4.92 mm	369.04	0.0163
35	68000	5.01 mm	380.22	0.0166
36	70000	5.08 mm	391.41	0.0168
37	71185	5.17 mm	398.03	0.0171



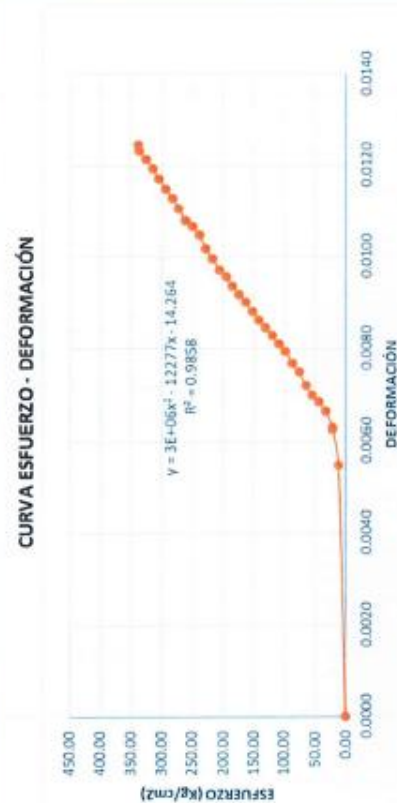
CARGA MÁXIMA APLICADA	71185.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	398.03 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.17 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0171

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 15%. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.32
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	184.33
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.68 mm	10.85	0.0055
3	4000	1.92 mm	21.70	0.0063
4	6000	2.03 mm	32.55	0.0066
5	8000	2.09 mm	43.40	0.0068
6	10000	2.14 mm	54.25	0.0070
7	12000	2.20 mm	65.10	0.0072
8	14000	2.29 mm	75.95	0.0075
9	16000	2.35 mm	86.80	0.0077
10	18000	2.43 mm	97.65	0.0079
11	20000	2.48 mm	108.50	0.0081
12	22000	2.54 mm	119.35	0.0083
13	24000	2.59 mm	130.20	0.0084
14	26000	2.64 mm	141.05	0.0086
15	28000	2.70 mm	151.90	0.0088
16	30000	2.76 mm	162.75	0.0090
17	32000	2.81 mm	173.60	0.0092
18	34000	2.87 mm	184.45	0.0094
19	36000	2.93 mm	195.30	0.0096
20	38000	2.98 mm	206.15	0.0097
21	40000	3.05 mm	217.00	0.0099
22	42000	3.12 mm	227.85	0.0102
23	44000	3.21 mm	238.70	0.0105
24	46000	3.27 mm	249.55	0.0107
25	48000	3.31 mm	260.40	0.0108
26	50000	3.39 mm	271.25	0.0110
27	52000	3.46 mm	282.10	0.0113
28	54000	3.52 mm	292.95	0.0115
29	56000	3.59 mm	303.79	0.0117
30	58000	3.66 mm	314.64	0.0119
31	60000	3.72 mm	325.49	0.0121
32	62000	3.78 mm	336.34	0.0123
33	62182	3.82 mm	337.33	0.0125



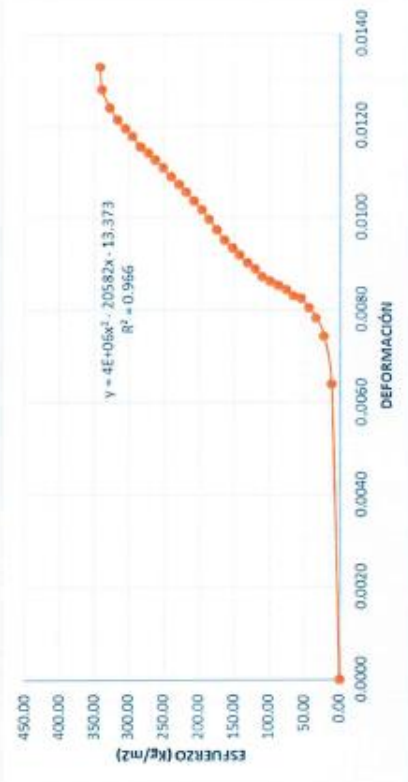
CARGA MÁXIMA APLICADA	62182.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	337.33 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	3.82 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0125

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN		
FECHA:01/12/2023	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN FECHA:01/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA:01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 15%. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.28
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	183.37
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

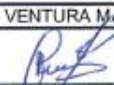


N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	III UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.95 mm	10.91	0.0064
3	4000	2.27 mm	21.81	0.0074
4	6000	2.39 mm	32.72	0.0078
5	8000	2.46 mm	43.63	0.0080
6	10000	2.52 mm	54.53	0.0082
7	12000	2.54 mm	65.44	0.0083
8	14000	2.58 mm	76.35	0.0084
9	16000	2.61 mm	87.25	0.0085
10	18000	2.64 mm	98.16	0.0086
11	20000	2.67 mm	109.07	0.0087
12	22000	2.72 mm	119.97	0.0089
13	24000	2.76 mm	130.88	0.0090
14	26000	2.81 mm	141.79	0.0092
15	28000	2.86 mm	152.69	0.0093
16	30000	2.91 mm	163.60	0.0095
17	32000	2.98 mm	174.51	0.0097
18	34000	3.05 mm	185.41	0.0100
19	36000	3.11 mm	196.32	0.0102
20	38000	3.17 mm	207.23	0.0104
21	40000	3.23 mm	218.13	0.0106
22	42000	3.28 mm	229.04	0.0107
23	44000	3.33 mm	239.95	0.0109
24	46000	3.39 mm	250.85	0.0111
25	48000	3.44 mm	261.76	0.0112
26	50000	3.49 mm	272.67	0.0114
27	52000	3.53 mm	283.57	0.0115
28	54000	3.60 mm	294.48	0.0118
29	56000	3.65 mm	305.39	0.0119
30	58000	3.71 mm	316.29	0.0121
31	60000	3.79 mm	327.20	0.0124
32	62000	3.91 mm	338.11	0.0128
33	62537	4.06 mm	341.04	0.0133

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



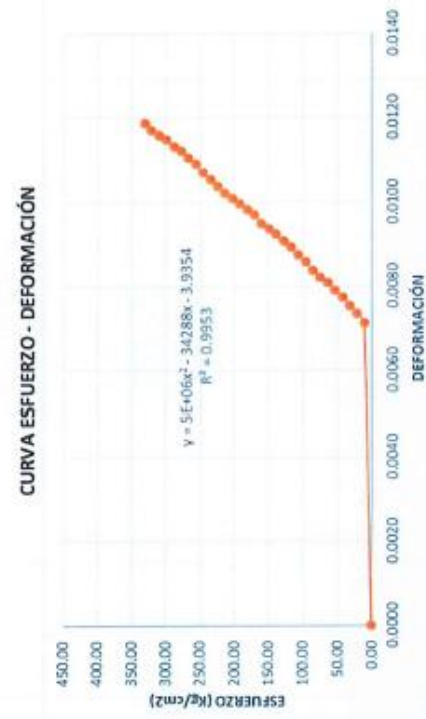
CARGA MÁXIMA APLICADA	62537.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	341.04 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.06 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0133

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H. 		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 01/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 15%. P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.44
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	187.23
FECHA DE ENSAYO:	30/10/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ε UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	2.18 mm	10.68	0.0071
3	4000	2.25 mm	21.36	0.0073
4	6000	2.31 mm	32.05	0.0075
5	8000	2.37 mm	42.73	0.0077
6	10000	2.42 mm	53.41	0.0079
7	12000	2.48 mm	64.09	0.0081
8	14000	2.52 mm	74.77	0.0082
9	16000	2.57 mm	85.45	0.0084
10	18000	2.63 mm	96.14	0.0086
11	20000	2.68 mm	106.82	0.0087
12	22000	2.74 mm	117.50	0.0089
13	24000	2.78 mm	128.18	0.0091
14	26000	2.83 mm	138.86	0.0092
15	28000	2.87 mm	149.55	0.0094
16	30000	2.91 mm	160.23	0.0095
17	32000	2.97 mm	170.91	0.0097
18	34000	3.01 mm	181.59	0.0098
19	36000	3.05 mm	192.27	0.0099
20	38000	3.09 mm	202.95	0.0101
21	40000	3.13 mm	213.64	0.0102
22	42000	3.18 mm	224.32	0.0104
23	44000	3.23 mm	235.00	0.0105
24	46000	3.28 mm	245.68	0.0107
25	48000	3.34 mm	256.36	0.0109
26	50000	3.39 mm	267.05	0.0110
27	52000	3.44 mm	277.73	0.0112
28	54000	3.47 mm	288.41	0.0113
29	56000	3.52 mm	299.09	0.0115
30	58000	3.55 mm	309.77	0.0116
31	60000	3.59 mm	320.45	0.0117
32	61780	3.64 mm	329.96	0.0119



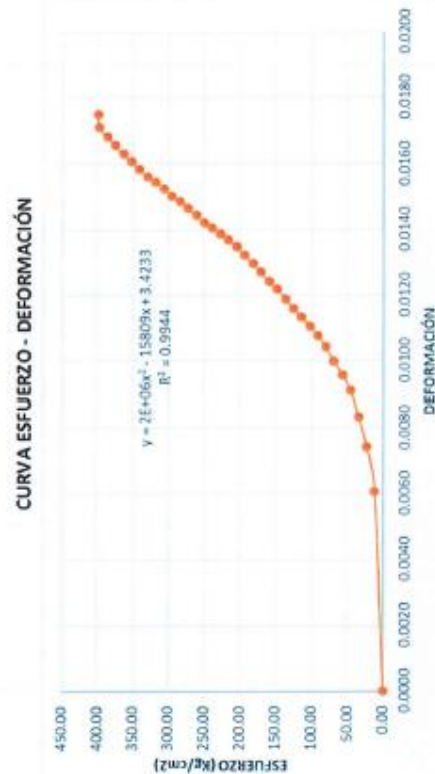
CARGA MÁXIMA APLICADA	61780.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	329.96 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	3.64 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0119

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H. 		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN 	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN 
FECHA:01/12/2023	FECHA:01/12/2023	FECHA:01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 15%. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.99
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	176.48
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.85 mm	11.33	0.0060
3	4000	2.27 mm	22.67	0.0074
4	6000	2.55 mm	34.00	0.0083
5	8000	2.78 mm	45.33	0.0091
6	10000	2.92 mm	56.66	0.0095
7	12000	3.05 mm	68.00	0.0100
8	14000	3.18 mm	79.33	0.0104
9	16000	3.29 mm	90.66	0.0108
10	18000	3.37 mm	102.00	0.0110
11	20000	3.46 mm	113.33	0.0113
12	22000	3.54 mm	124.66	0.0116
13	24000	3.63 mm	135.99	0.0119
14	26000	3.72 mm	147.33	0.0122
15	28000	3.79 mm	158.66	0.0124
16	30000	3.88 mm	169.99	0.0127
17	32000	3.96 mm	181.32	0.0129
18	34000	4.04 mm	192.66	0.0132
19	36000	4.12 mm	203.99	0.0135
20	38000	4.18 mm	215.32	0.0137
21	40000	4.24 mm	226.66	0.0139
22	42000	4.29 mm	237.99	0.0140
23	44000	4.34 mm	249.32	0.0142
24	46000	4.41 mm	260.65	0.0144
25	48000	4.48 mm	271.99	0.0147
26	50000	4.54 mm	283.32	0.0148
27	52000	4.59 mm	294.65	0.0150
28	54000	4.66 mm	305.99	0.0152
29	56000	4.72 mm	317.32	0.0154
30	58000	4.77 mm	328.65	0.0156
31	60000	4.84 mm	339.98	0.0158
32	62000	4.91 mm	351.32	0.0161
33	64000	4.98 mm	362.65	0.0163
34	66000	5.06 mm	373.98	0.0165
35	68000	5.14 mm	385.31	0.0168
36	70000	5.23 mm	396.65	0.0171
37	70145	5.35 mm	397.47	0.0175

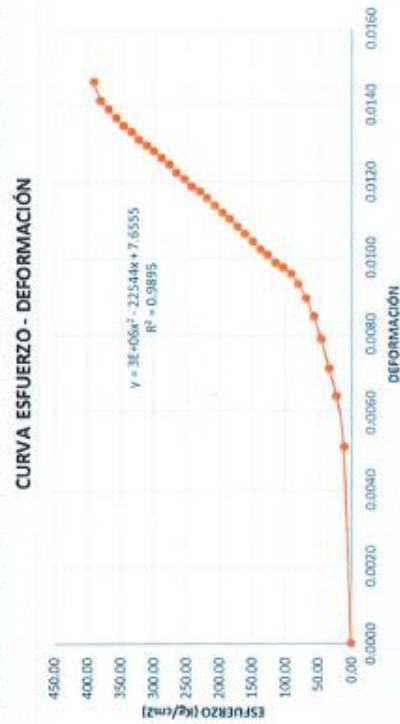


CARGA MÁXIMA APLICADA	70145.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	397.47 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.35 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0175

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN		
FECHA: 01/12/2023	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 01/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 15%. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.86
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	173.43
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	III UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.57 mm	11.53	0.0051
3	4000	1.96 mm	23.06	0.0064
4	6000	2.18 mm	34.60	0.0071
5	8000	2.41 mm	46.13	0.0079
6	10000	2.59 mm	57.66	0.0085
7	12000	2.74 mm	69.19	0.0090
8	14000	2.85 mm	80.72	0.0093
9	16000	2.93 mm	92.26	0.0096
10	18000	2.98 mm	103.79	0.0097
11	20000	3.02 mm	115.32	0.0099
12	22000	3.08 mm	126.85	0.0101
13	24000	3.13 mm	138.38	0.0102
14	26000	3.19 mm	149.92	0.0104
15	28000	3.25 mm	161.45	0.0106
16	30000	3.31 mm	172.98	0.0108
17	32000	3.37 mm	184.51	0.0110
18	34000	3.42 mm	196.04	0.0112
19	36000	3.48 mm	207.57	0.0114
20	38000	3.54 mm	219.11	0.0116
21	40000	3.59 mm	230.64	0.0117
22	42000	3.63 mm	242.17	0.0119
23	44000	3.69 mm	253.70	0.0121
24	46000	3.74 mm	265.23	0.0122
25	48000	3.81 mm	276.77	0.0125
26	50000	3.86 mm	288.30	0.0126
27	52000	3.92 mm	299.83	0.0128
28	54000	3.96 mm	311.36	0.0129
29	56000	4.01 mm	322.89	0.0131
30	58000	4.07 mm	334.43	0.0133
31	60000	4.12 mm	345.96	0.0135
32	62000	4.18 mm	357.49	0.0137
33	64000	4.25 mm	369.02	0.0139
34	66000	4.32 mm	380.55	0.0141
35	67694	4.47 mm	390.32	0.0146

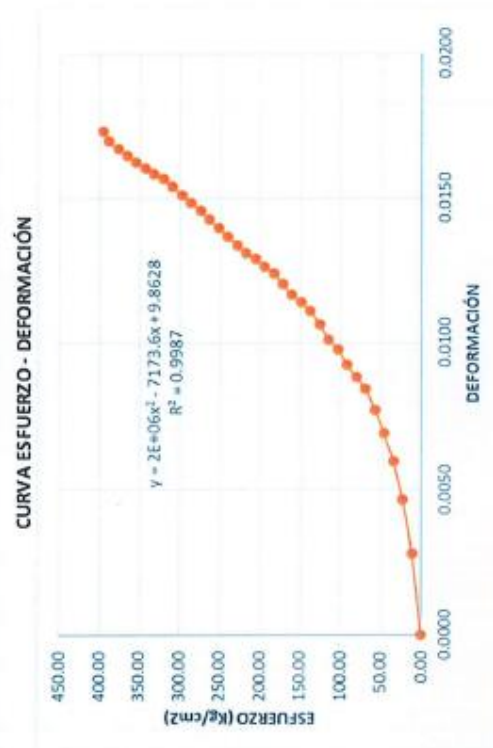


CARGA MÁXIMA APLICADA	67694.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	390.32 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.47 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0146

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN		
FECHA: 01/12/2023	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN FECHA: 01/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 15%. P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.94
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	175.30
FECHA DE ENSAYO:	06/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	0.85 mm	11.41	0.0028
3	4000	1.41 mm	22.82	0.0046
4	6000	1.82 mm	34.23	0.0060
5	8000	2.09 mm	45.64	0.0069
6	10000	2.34 mm	57.04	0.0077
7	12000	2.56 mm	68.45	0.0084
8	14000	2.68 mm	79.86	0.0088
9	16000	2.81 mm	91.27	0.0092
10	18000	2.98 mm	102.68	0.0098
11	20000	3.08 mm	114.09	0.0101
12	22000	3.24 mm	125.50	0.0106
13	24000	3.38 mm	136.91	0.0111
14	26000	3.47 mm	148.31	0.0114
15	28000	3.55 mm	159.72	0.0117
16	30000	3.66 mm	171.13	0.0120
17	32000	3.78 mm	182.54	0.0124
18	34000	3.85 mm	193.95	0.0127
19	36000	3.93 mm	205.36	0.0129
20	38000	3.99 mm	216.77	0.0131
21	40000	4.07 mm	228.18	0.0134
22	42000	4.16 mm	239.58	0.0137
23	44000	4.25 mm	250.99	0.0140
24	46000	4.34 mm	262.40	0.0143
25	48000	4.43 mm	273.81	0.0146
26	50000	4.52 mm	285.22	0.0149
27	52000	4.60 mm	296.63	0.0151
28	54000	4.69 mm	308.04	0.0154
29	56000	4.77 mm	319.45	0.0157
30	58000	4.82 mm	330.85	0.0158
31	60000	4.88 mm	342.26	0.0160
32	62000	4.94 mm	353.67	0.0162
33	64000	5.01 mm	365.08	0.0165
34	66000	5.08 mm	376.49	0.0167
35	68000	5.16 mm	387.90	0.0170
36	69361	5.27 mm	395.66	0.0173



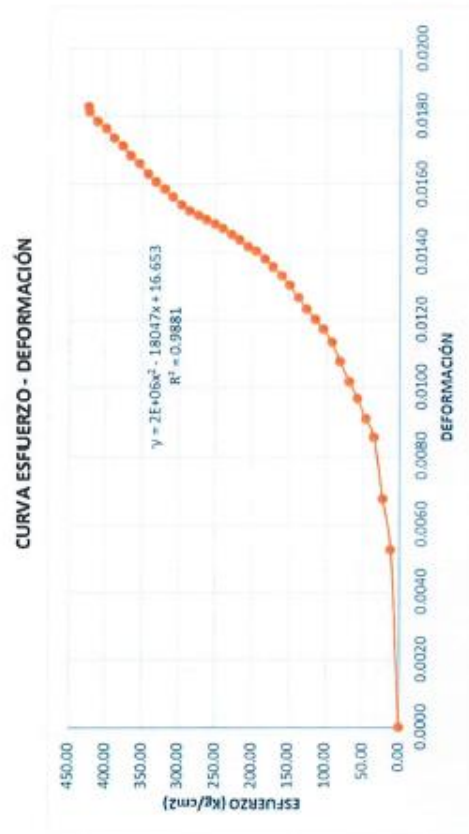
CARGA MÁXIMA APLICADA	69361.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	395.66 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.27 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0173

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H. 		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN 	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN 
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO	
	NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 15%. P1	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.94
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	175.30
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.58 mm	11.41	0.0052
3	4000	2.04 mm	22.82	0.0068
4	6000	2.57 mm	34.23	0.0085
5	8000	2.73 mm	45.64	0.0090
6	10000	2.91 mm	57.04	0.0096
7	12000	3.06 mm	68.45	0.0101
8	14000	3.24 mm	79.86	0.0107
9	16000	3.41 mm	91.27	0.0113
10	18000	3.53 mm	102.68	0.0117
11	20000	3.62 mm	114.09	0.0120
12	22000	3.71 mm	125.50	0.0123
13	24000	3.81 mm	136.91	0.0126
14	26000	3.92 mm	148.31	0.0130
15	28000	4.01 mm	159.72	0.0133
16	30000	4.09 mm	171.13	0.0136
17	32000	4.16 mm	182.54	0.0138
18	34000	4.23 mm	193.95	0.0140
19	36000	4.27 mm	205.36	0.0142
20	38000	4.33 mm	216.77	0.0144
21	40000	4.38 mm	228.18	0.0145
22	42000	4.43 mm	239.58	0.0147
23	44000	4.47 mm	250.99	0.0148
24	46000	4.51 mm	262.40	0.0149
25	48000	4.55 mm	273.81	0.0151
26	50000	4.59 mm	285.22	0.0152
27	52000	4.64 mm	296.63	0.0154
28	54000	4.71 mm	308.04	0.0156
29	56000	4.78 mm	319.45	0.0158
30	58000	4.85 mm	330.85	0.0161
31	60000	4.92 mm	342.26	0.0163
32	62000	5.01 mm	353.67	0.0166
33	64000	5.08 mm	365.08	0.0168
34	66000	5.17 mm	376.49	0.0171
35	68000	5.24 mm	387.90	0.0174
36	70000	5.32 mm	399.31	0.0176
37	72000	5.39 mm	410.72	0.0179
38	74000	5.47 mm	422.12	0.0181
39	74116	5.52 mm	422.79	0.0183



CARGA MÁXIMA APLICADA	74116.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	422.79 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.52 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0183

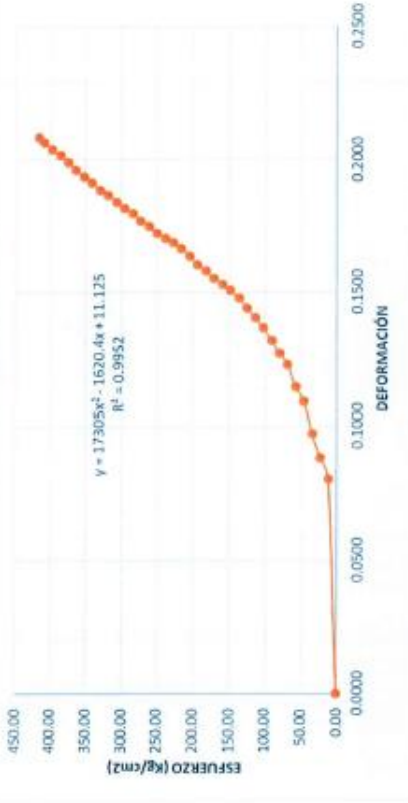
OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 01/12/2023		

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 15%. P2	DIÁMETRO PROBETA (cm):	14.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	176.24
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN




N°	CARGAS [Kg]	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ε UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	2.43 mm	11.35	0.0805
3	4000	2.67 mm	22.70	0.0884
4	6000	2.94 mm	34.04	0.0974
5	8000	3.29 mm	45.39	0.1089
6	10000	3.46 mm	56.74	0.1146
7	12000	3.71 mm	68.09	0.1228
8	14000	3.83 mm	79.44	0.1268
9	16000	3.98 mm	90.78	0.1318
10	18000	4.12 mm	102.13	0.1364
11	20000	4.24 mm	113.48	0.1404
12	22000	4.35 mm	124.83	0.1440
13	24000	4.46 mm	136.18	0.1477
14	26000	4.55 mm	147.52	0.1507
15	28000	4.62 mm	158.87	0.1530
16	30000	4.69 mm	170.22	0.1553
17	32000	4.77 mm	181.57	0.1579
18	34000	4.84 mm	192.91	0.1603
19	36000	4.94 mm	204.26	0.1636
20	38000	5.03 mm	215.61	0.1666
21	40000	5.09 mm	226.96	0.1685
22	42000	5.14 mm	238.31	0.1702
23	44000	5.20 mm	249.65	0.1722
24	46000	5.28 mm	261.00	0.1748
25	48000	5.34 mm	272.35	0.1768
26	50000	5.42 mm	283.70	0.1795
27	52000	5.48 mm	295.05	0.1815
28	54000	5.55 mm	306.39	0.1838
29	56000	5.63 mm	317.74	0.1864
30	58000	5.69 mm	329.09	0.1884
31	60000	5.77 mm	340.44	0.1911
32	62000	5.84 mm	351.79	0.1934
33	64000	5.92 mm	363.13	0.1960
34	66000	6.01 mm	374.48	0.1990
35	68000	6.08 mm	385.83	0.2013
36	70000	6.15 mm	397.18	0.2036
37	72000	6.23 mm	408.53	0.2063
38	73264	6.29 mm	415.70	0.2083

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



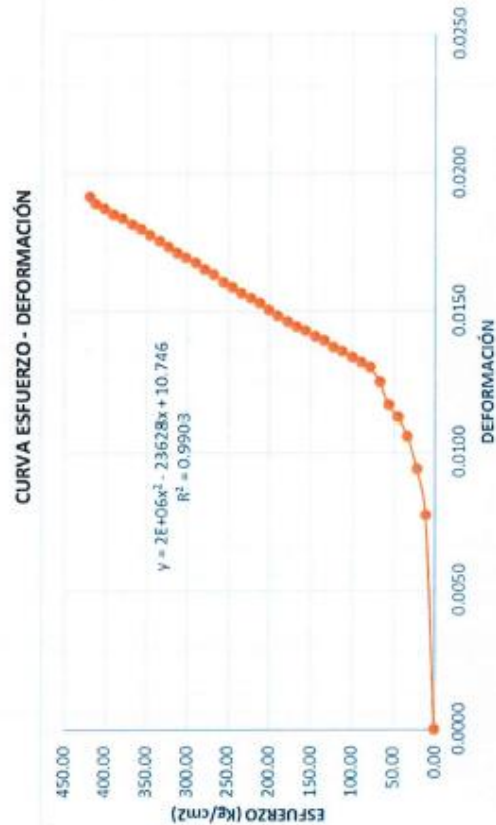
CARGA MÁXIMA APLICADA	73264.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	415.70 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	6.29 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.2083

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023


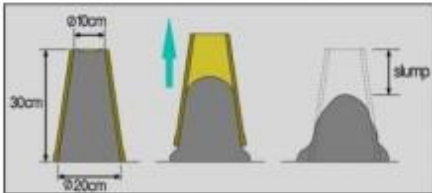




LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO		
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	RM 15%. P3	DIÁMETRO PROBETA (cm):	15.12
FECHA DE ELABORACIÓN:	23/10/2023	ÁREA (cm ²):	179.55
FECHA DE ENSAYO:	20/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	LUIS E. HERRERA TERAN


N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	B UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	2.33 mm	11.14	0.0077
3	4000	2.84 mm	22.28	0.0094
4	6000	3.19 mm	33.42	0.0106
5	8000	3.38 mm	44.56	0.0112
6	10000	3.51 mm	55.69	0.0116
7	12000	3.76 mm	66.83	0.0125
8	14000	3.92 mm	77.97	0.0130
9	16000	3.97 mm	89.11	0.0131
10	18000	4.03 mm	100.25	0.0133
11	20000	4.09 mm	111.39	0.0135
12	22000	4.14 mm	122.53	0.0137
13	24000	4.21 mm	133.67	0.0139
14	26000	4.25 mm	144.80	0.0141
15	28000	4.32 mm	155.94	0.0143
16	30000	4.36 mm	167.08	0.0144
17	32000	4.41 mm	178.22	0.0146
18	34000	4.48 mm	189.36	0.0148
19	36000	4.54 mm	200.50	0.0150
20	38000	4.62 mm	211.64	0.0153
21	40000	4.67 mm	222.78	0.0155
22	42000	4.73 mm	233.91	0.0157
23	44000	4.79 mm	245.05	0.0159
24	46000	4.85 mm	256.19	0.0161
25	48000	4.93 mm	267.33	0.0163
26	50000	4.98 mm	278.47	0.0165
27	52000	5.06 mm	289.61	0.0168
28	54000	5.11 mm	300.75	0.0169
29	56000	5.17 mm	311.89	0.0171
30	58000	5.23 mm	323.02	0.0173
31	60000	5.30 mm	334.16	0.0175
32	62000	5.36 mm	345.30	0.0177
33	64000	5.43 mm	356.44	0.0180
34	66000	5.48 mm	367.58	0.0181
35	68000	5.54 mm	378.72	0.0183
36	70000	5.59 mm	389.86	0.0185
37	72000	5.65 mm	401.00	0.0187
38	74000	5.71 mm	412.13	0.0189
39	75303	5.78 mm	419.39	0.0191



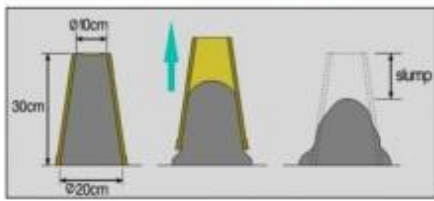
CARGA MÁXIMA APLICADA	75303.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	419.39 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.78 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0191

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023	FECHA: 01/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
	NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
TESIS:	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ENSAYO PARA ADOQUINES:	C.P 350 KM/CM ²	RESPONSABLES:	ROMAN DELGADO VASQUEZ NILTON H. VENTURA MARQUINA
CANTIDAD DE MUESTRA (cm³):	40000		
FECHA DE ENSAYO:	14/11/2023	REVISADO POR	JORGE L. HOYOS MARTINEZ
FECHA DE MUESTRA:	14/11/2023		
HORA DE ENSAYO:	17.15 HORAS		
DIMENSIONES DEL MOLDE			
			
PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	N° DE GOLPES	Consistencia	Asentamiento (cm)
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	≥ 12.70
ASENTAMIENTO DEL C*			
SLUMP (cm)		9.51	
CONSISTENCIA		PLASTICA	
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLES DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.			
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN			
FECHA: 14/12/2023		FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023




LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
	NORMA:	MTC E705 / ASTM C143 / NTP 339.035	
	TESIS:	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"	
ENSAYO PARA ADOQUINES:	R.M 10%	RESPONSABLES:	ROMAN DELGADO VASQUEZ NILTON H. VENTURA MARQUINA
CANTIDAD DE MUESTRA (cm ³):	40000		
FECHA DE ENSAYO:	14/11/2023	REVISADO POR	JORGE L. HOYOS MARTINEZ
FECHA DE MUESTRA:	14/11/2023		
HORA DE ENSAYO:	16:30 HORAS		


DIMENSIONES DEL MOLDE



PROCESO DE ENSAYO		CONSISTENCIA EN CONO	
CAPAS	N° DE GOLPES	Consistencia	Asentamiento (cm)
1	25	Seca	0 – 5.08
2	25	Plástica	7.62 – 10.16
3	25	Fluida	≥ 12.70

ASENTAMIENTO DEL C°	
SLUMP (cm)	8.47
CONSISTENCIA	PLASTICA

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H. FECHA: 14/12/2023	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ FECHA: 14/12/2023	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ADOQUINADO	
	NORMA:	NTP 399.611	
TESIS:	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
MUESTRA DE ADOQUIN	C.P. 350KG/CM ²	RESPONSABLES:	ROMAN DELGADO VASQUEZ NILTON H. VENTURA MARQUINA
UNIDADES	04		
FECHA DE MUESTREO:	17/12/2023	REVISADO POR	LUIS E. HERRERA TERAN
FECHA DE ENSAYO:	18/12/2023		

UNIDAD	Wi(Kg)	Ws(Kg)	Wd(Kg)
A -01	2.48	4.68	4.58
A -02	2.55	4.72	4.62
A -03	2.48	4.76	4.66
A -04	2.55	4.66	4.56


UNIDAD	ABSORCIÓN (KG/M3)	ABSORCIÓN (%)
A -01	45.55	2.18
A -02	46.13	2.16
A -03	43.82	2.15
A -04	47.31	2.19

$$\text{Absorción (Kg/m}^3\text{)} = \left(\frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \right) * 1000$$

$$\text{Absorción (\%)} = \left(\frac{W_s - W_d}{W_d} \right) * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
	NOMBRE: LUIS E. HERRERA TERAN	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 20/12/2023	FECHA: 20/12/2023	FECHA: 20/12/2023





LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ADOQUINADO	
	NORMA:	NTP 399.611	
	TESIS:	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"	
MUESTRA DE ADOQUIN	R.M 10%	RESPONSABLES:	ROMAN DELGADO VASQUEZ NILTON H. VENTURA MARQUINA
UNIDADES	04		
FECHA DE MUESTREO:	17/12/2023	REVISADO POR	LUIS E. HERRERA TERAN
FECHA DE ENSAYO:	18/12/2023		

UNIDAD	Wi(Kg)	Ws(Kg)	Wd(Kg)
A - 01	2.58	4.74	4.70
A - 02	2.61	4.52	4.48
A - 03	2.66	4.80	4.76
A - 04	2.62	4.68	4.64

UNIDAD	ABSORCIÓN (KG/M3)	ABSORCIÓN (%)
A - 01	18.55	0.85
A - 02	20.94	0.89
A - 03	18.72	0.84
A - 04	19.41	0.86

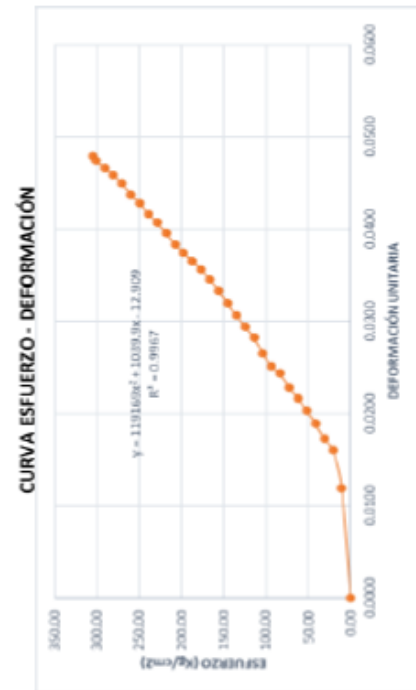
$$\text{Absorción (m}^3\text{)} = \left(\frac{\text{Kg } W_s - W_d}{W_s - W_i} \right) * 1000$$

$$\text{Absorción (\%)} = \left(\frac{W_s - W_d}{W_d} \right) * 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 20/12/2023		

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P1	DIMENSIONES (cm):	19.65X9.78
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	192.18
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.19 mm	10.41	0.0119
3	4000	1.60 mm	20.81	0.0160
4	6000	1.72 mm	31.22	0.0172
5	8000	1.89 mm	41.63	0.0189
6	10000	2.03 mm	52.04	0.0203
7	12000	2.16 mm	62.44	0.0216
8	14000	2.28 mm	72.85	0.0228
9	16000	2.43 mm	83.26	0.0243
10	18000	2.51 mm	93.66	0.0251
11	20000	2.65 mm	104.07	0.0265
12	22000	2.82 mm	114.48	0.0282
13	24000	2.94 mm	124.88	0.0294
14	26000	3.06 mm	135.29	0.0306
15	28000	3.19 mm	145.70	0.0319
16	30000	3.33 mm	156.11	0.0333
17	32000	3.45 mm	166.51	0.0345
18	34000	3.56 mm	176.92	0.0356
19	36000	3.65 mm	187.33	0.0365
20	38000	3.74 mm	197.73	0.0374
21	40000	3.83 mm	208.14	0.0383
22	42000	3.95 mm	218.55	0.0395
23	44000	4.07 mm	228.96	0.0407
24	46000	4.16 mm	239.36	0.0416
25	48000	4.28 mm	249.77	0.0428
26	50000	4.37 mm	260.18	0.0437
27	52000	4.49 mm	270.58	0.0449
28	54000	4.58 mm	280.99	0.0458
29	56000	4.66 mm	291.40	0.0466
30	58000	4.74 mm	301.81	0.0474
31	58621	4.79 mm	305.04	0.0479

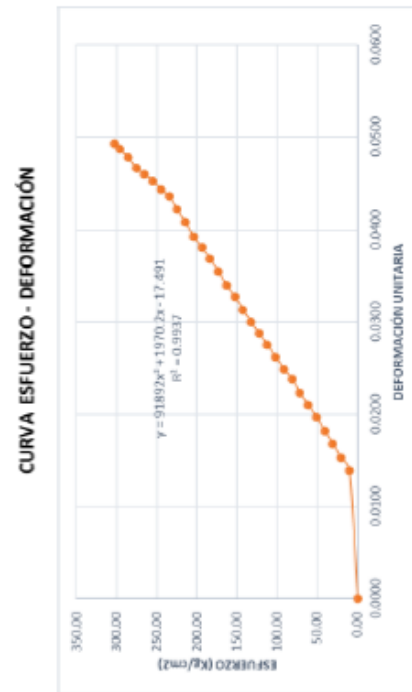


CARGA MÁXIMA APLICADA	58621.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	305.04 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.79 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0479

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023





 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P2	DIMENSIONES (cm):	19.76X9.92
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	196.02
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.38 mm	10.20	0.0139
3	4000	1.52 mm	20.41	0.0153
4	6000	1.67 mm	30.61	0.0168
5	8000	1.81 mm	40.81	0.0182
6	10000	1.96 mm	51.02	0.0197
7	12000	2.09 mm	61.22	0.0210
8	14000	2.22 mm	71.42	0.0223
9	16000	2.37 mm	81.62	0.0238
10	18000	2.48 mm	91.83	0.0249
11	20000	2.61 mm	102.03	0.0262
12	22000	2.74 mm	112.23	0.0275
13	24000	2.86 mm	122.44	0.0287
14	26000	2.99 mm	132.64	0.0300
15	28000	3.12 mm	142.84	0.0313
16	30000	3.26 mm	153.05	0.0327
17	32000	3.38 mm	163.25	0.0339
18	34000	3.53 mm	173.45	0.0354
19	36000	3.67 mm	183.66	0.0368
20	38000	3.79 mm	193.86	0.0381
21	40000	3.91 mm	204.06	0.0393
22	42000	4.06 mm	214.26	0.0408
23	44000	4.20 mm	224.47	0.0422
24	46000	4.34 mm	234.67	0.0436
25	48000	4.42 mm	244.87	0.0444
26	50000	4.51 mm	255.08	0.0453
27	52000	4.58 mm	265.28	0.0460
28	54000	4.65 mm	275.48	0.0467
29	56000	4.76 mm	285.69	0.0478
30	58000	4.85 mm	295.89	0.0487
31	59353	4.91 mm	302.79	0.0493



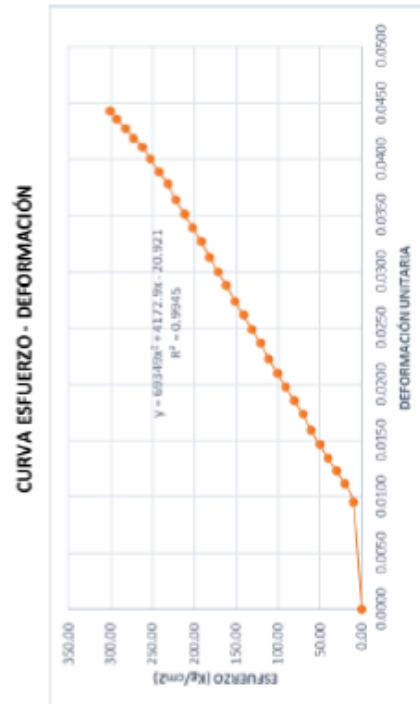
CARGA MÁXIMA APLICADA	59353.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	302.79 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.91 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0493

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023		
	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 14/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO		
NORMA	CE.010 / NTP 399.611		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P3	DIMENSIONES (cm):	19.89X9.96
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	198.10
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	0.95 mm	10.10	0.0095
3	4000	1.11 mm	20.19	0.0111
4	6000	1.23 mm	30.29	0.0123
5	8000	1.34 mm	40.38	0.0134
6	10000	1.46 mm	50.48	0.0146
7	12000	1.59 mm	60.57	0.0159
8	14000	1.73 mm	70.67	0.0173
9	16000	1.85 mm	80.77	0.0185
10	18000	1.97 mm	90.86	0.0197
11	20000	2.09 mm	100.96	0.0209
12	22000	2.22 mm	111.05	0.0222
13	24000	2.36 mm	121.15	0.0236
14	26000	2.48 mm	131.24	0.0248
15	28000	2.61 mm	141.34	0.0262
16	30000	2.73 mm	151.44	0.0274
17	32000	2.87 mm	161.53	0.0288
18	34000	2.99 mm	171.63	0.0300
19	36000	3.12 mm	181.72	0.0313
20	38000	3.26 mm	191.82	0.0327
21	40000	3.38 mm	201.91	0.0339
22	42000	3.50 mm	212.01	0.0351
23	44000	3.63 mm	222.11	0.0364
24	46000	3.77 mm	232.20	0.0378
25	48000	3.88 mm	242.30	0.0389
26	50000	3.99 mm	252.39	0.0400
27	52000	4.10 mm	262.49	0.0411
28	54000	4.18 mm	272.58	0.0419
29	56000	4.26 mm	282.68	0.0427
30	58000	4.35 mm	292.77	0.0436
31	59615	4.42 mm	300.93	0.0443

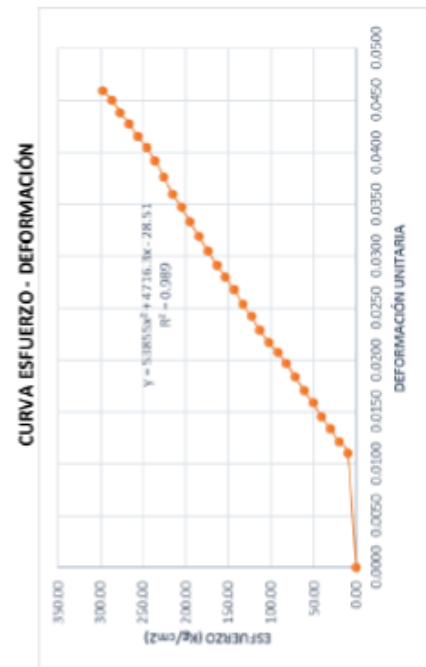


CARGA MÁXIMA APLICADA	59615.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	300.93 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.42 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0443

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

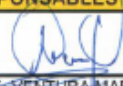


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P4	DIMENSIONES (cm):	19.78x9.85
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	194.83
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.10 mm	10.27	0.0110
3	4000	1.21 mm	20.53	0.0121
4	6000	1.33 mm	30.80	0.0133
5	8000	1.45 mm	41.06	0.0145
6	10000	1.58 mm	51.33	0.0158
7	12000	1.70 mm	61.59	0.0171
8	14000	1.83 mm	71.86	0.0184
9	16000	1.96 mm	82.12	0.0197
10	18000	2.07 mm	92.39	0.0208
11	20000	2.16 mm	102.65	0.0217
12	22000	2.28 mm	112.92	0.0229
13	24000	2.41 mm	123.18	0.0242
14	26000	2.53 mm	133.45	0.0254
15	28000	2.67 mm	143.71	0.0268
16	30000	2.79 mm	153.98	0.0280
17	32000	2.91 mm	164.24	0.0292
18	34000	3.04 mm	174.51	0.0305
19	36000	3.18 mm	184.77	0.0319
20	38000	3.32 mm	195.04	0.0333
21	40000	3.46 mm	205.30	0.0347
22	42000	3.59 mm	215.57	0.0360
23	44000	3.75 mm	225.83	0.0376
24	46000	3.91 mm	236.10	0.0392
25	48000	4.03 mm	246.36	0.0404
26	50000	4.14 mm	256.63	0.0415
27	52000	4.26 mm	266.90	0.0427
28	54000	4.37 mm	277.16	0.0438
29	56000	4.49 mm	287.43	0.0450
30	57997	4.58 mm	297.68	0.0459



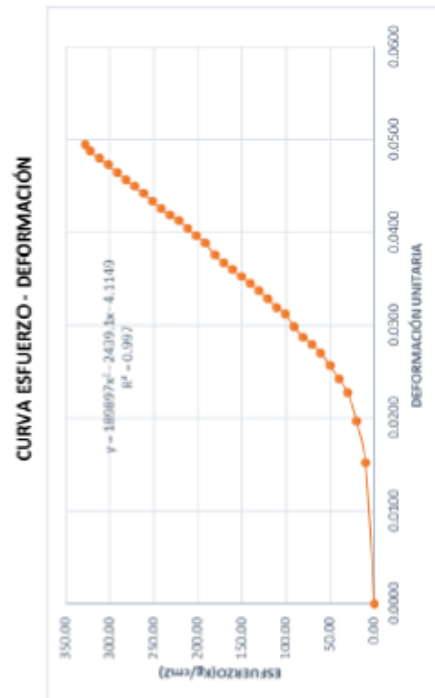
CARGA MÁXIMA APLICADA	57997.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	297.68 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.58 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0459

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 14/12/2023


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P1	DIMENSIONES (cm):	19.94X9.97
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	198.80
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.51 mm	10.06	0.0152
3	4000	1.96 mm	20.12	0.0197
4	6000	2.27 mm	30.18	0.0228
5	8000	2.41 mm	40.24	0.0242
6	10000	2.56 mm	50.30	0.0257
7	12000	2.69 mm	60.36	0.0270
8	14000	2.78 mm	70.42	0.0279
9	16000	2.86 mm	80.48	0.0287
10	18000	2.97 mm	90.54	0.0298
11	20000	3.11 mm	100.60	0.0312
12	22000	3.18 mm	110.66	0.0319
13	24000	3.27 mm	120.72	0.0328
14	26000	3.36 mm	130.78	0.0337
15	28000	3.43 mm	140.84	0.0344
16	30000	3.51 mm	150.90	0.0352
17	32000	3.59 mm	160.96	0.0360
18	34000	3.66 mm	171.02	0.0367
19	36000	3.74 mm	181.08	0.0376
20	38000	3.87 mm	191.15	0.0389
21	40000	3.95 mm	201.21	0.0397
22	42000	4.03 mm	211.27	0.0405
23	44000	4.11 mm	221.33	0.0413
24	46000	4.17 mm	231.39	0.0419
25	48000	4.24 mm	241.45	0.0426
26	50000	4.32 mm	251.51	0.0434
27	52000	4.40 mm	261.57	0.0442
28	54000	4.48 mm	271.63	0.0450
29	56000	4.55 mm	281.69	0.0457
30	58000	4.63 mm	291.75	0.0465
31	60000	4.71 mm	301.81	0.0473
32	62000	4.78 mm	311.87	0.0480
33	64000	4.86 mm	321.93	0.0488
34	65076	4.93 mm	327.34	0.0495



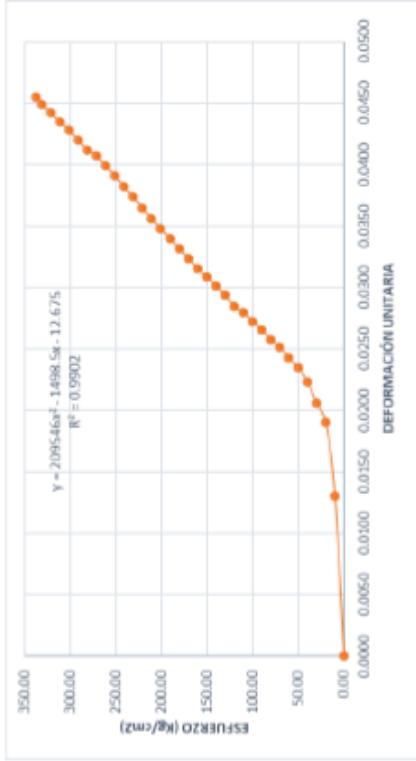
CARGA MÁXIMA APLICADA	65076.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	327.34 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.93 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0495

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 14/12/2023




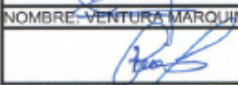
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
	TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"	
ID. PROBETA:	CP. P2	DIMENSIONES (cm):	19.93X9.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	198.90
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.30 mm	10.06	0.0130
3	4000	1.90 mm	20.11	0.0190
4	6000	2.05 mm	30.17	0.0205
5	8000	2.23 mm	40.22	0.0223
6	10000	2.34 mm	50.28	0.0234
7	12000	2.42 mm	60.33	0.0242
8	14000	2.51 mm	70.39	0.0252
9	16000	2.57 mm	80.44	0.0258
10	18000	2.65 mm	90.50	0.0266
11	20000	2.72 mm	100.55	0.0273
12	22000	2.79 mm	110.61	0.0280
13	24000	2.84 mm	120.66	0.0285
14	26000	2.93 mm	130.72	0.0294
15	28000	3.01 mm	140.77	0.0302
16	30000	3.08 mm	150.83	0.0309
17	32000	3.15 mm	160.88	0.0316
18	34000	3.23 mm	170.94	0.0324
19	36000	3.31 mm	180.99	0.0332
20	38000	3.39 mm	191.05	0.0340
21	40000	3.47 mm	201.10	0.0348
22	42000	3.55 mm	211.16	0.0356
23	44000	3.64 mm	221.22	0.0365
24	46000	3.73 mm	231.27	0.0374
25	48000	3.81 mm	241.33	0.0382
26	50000	3.90 mm	251.38	0.0391
27	52000	3.98 mm	261.44	0.0399
28	54000	4.06 mm	271.49	0.0407
29	56000	4.11 mm	281.55	0.0412
30	58000	4.19 mm	291.60	0.0420
31	60000	4.27 mm	301.66	0.0428
32	62000	4.34 mm	311.71	0.0435
33	64000	4.41 mm	321.77	0.0442
34	66000	4.48 mm	331.82	0.0449
35	67216	4.54 mm	337.94	0.0455

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

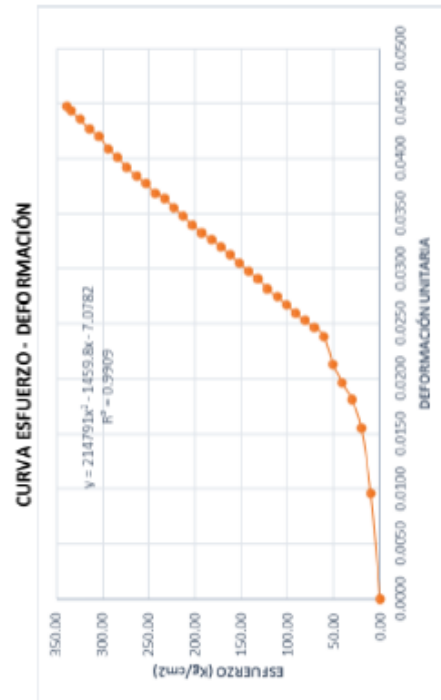


CARGA MÁXIMA APLICADA	67216.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	337.94 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.54 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0455

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO		
NORMA	CE.010 / NTP 399.611		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P3	DIMENSIONES (cm):	19.85X9.94
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	197.31
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	0.96 mm	10.14	0.0096
3	4000	1.55 mm	20.27	0.0155
4	6000	1.81 mm	30.41	0.0181
5	8000	1.96 mm	40.55	0.0196
6	10000	2.13 mm	50.68	0.0213
7	12000	2.38 mm	60.82	0.0238
8	14000	2.46 mm	70.95	0.0246
9	16000	2.53 mm	81.09	0.0253
10	18000	2.59 mm	91.23	0.0259
11	20000	2.67 mm	101.36	0.0267
12	22000	2.74 mm	111.50	0.0274
13	24000	2.81 mm	121.64	0.0281
14	26000	2.90 mm	131.77	0.0290
15	28000	2.97 mm	141.91	0.0297
16	30000	3.05 mm	152.05	0.0305
17	32000	3.12 mm	162.18	0.0312
18	34000	3.19 mm	172.32	0.0319
19	36000	3.26 mm	182.45	0.0326
20	38000	3.32 mm	192.59	0.0332
21	40000	3.39 mm	202.73	0.0339
22	42000	3.47 mm	212.86	0.0347
23	44000	3.55 mm	223.00	0.0355
24	46000	3.63 mm	233.14	0.0363
25	48000	3.68 mm	243.27	0.0368
26	50000	3.77 mm	253.41	0.0377
27	52000	3.84 mm	263.55	0.0384
28	54000	3.91 mm	273.68	0.0391
29	56000	4.00 mm	283.82	0.0400
30	58000	4.08 mm	293.96	0.0408
31	60000	4.19 mm	304.09	0.0419
32	62000	4.26 mm	314.23	0.0426
33	64000	4.35 mm	324.36	0.0435
34	66000	4.43 mm	334.50	0.0443
35	66881	4.47 mm	338.97	0.0447

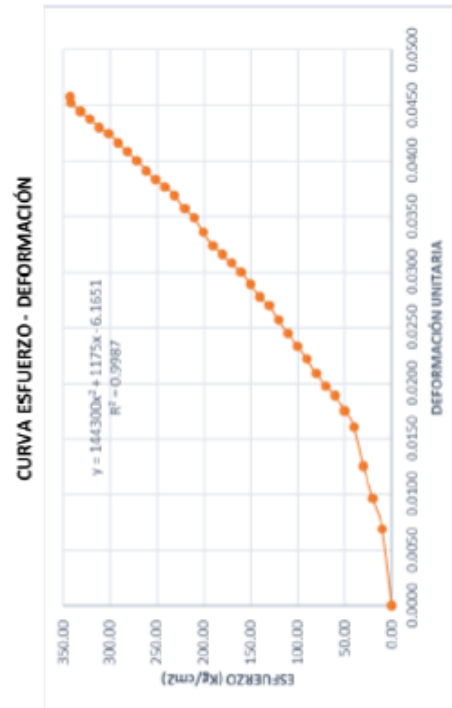


CARGA MÁXIMA APLICADA	66881.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	338.97 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.47 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0447

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P4	DIMENSIONES (cm):	19.94X9.98
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	199.00
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ε UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	0.69 mm	10.05	0.0069
3	4000	0.96 mm	20.10	0.0096
4	6000	1.25 mm	30.15	0.0125
5	8000	1.60 mm	40.20	0.0160
6	10000	1.75 mm	50.25	0.0176
7	12000	1.88 mm	60.30	0.0189
8	14000	1.97 mm	70.35	0.0198
9	16000	2.08 mm	80.40	0.0209
10	18000	2.21 mm	90.45	0.0222
11	20000	2.33 mm	100.50	0.0234
12	22000	2.44 mm	110.55	0.0245
13	24000	2.56 mm	120.60	0.0257
14	26000	2.69 mm	130.65	0.0270
15	28000	2.77 mm	140.70	0.0278
16	30000	2.88 mm	150.75	0.0289
17	32000	2.99 mm	160.80	0.0300
18	34000	3.07 mm	170.85	0.0308
19	36000	3.15 mm	180.90	0.0316
20	38000	3.23 mm	190.95	0.0324
21	40000	3.35 mm	201.00	0.0336
22	42000	3.48 mm	211.05	0.0349
23	44000	3.56 mm	221.10	0.0357
24	46000	3.68 mm	231.15	0.0369
25	48000	3.75 mm	241.20	0.0376
26	50000	3.82 mm	251.25	0.0383
27	52000	3.90 mm	261.30	0.0391
28	54000	3.99 mm	271.36	0.0400
29	56000	4.07 mm	281.41	0.0408
30	58000	4.15 mm	291.46	0.0416
31	60000	4.23 mm	301.51	0.0424
32	62000	4.29 mm	311.56	0.0430
33	64000	4.36 mm	321.61	0.0437
34	66000	4.43 mm	331.66	0.0444
35	68000	4.51 mm	341.71	0.0452
36	68206	4.56 mm	342.74	0.0457

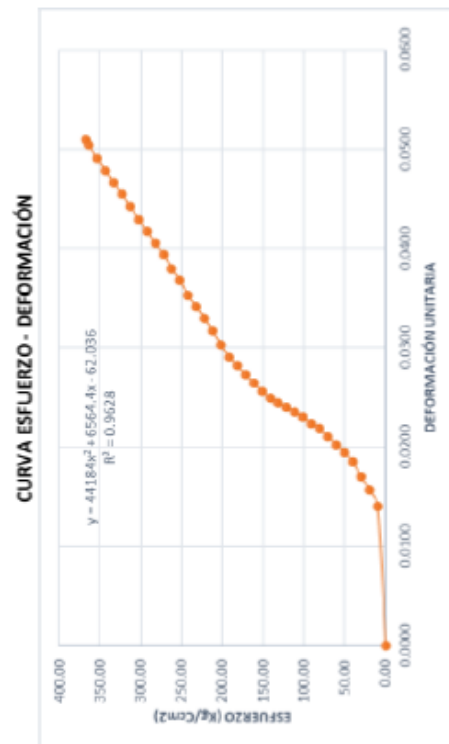


CARGA MÁXIMA APLICADA	68206.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	342.74 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.56 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0457

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P1	DIMENSIONES (cm):	19.91X9.95
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	198.10
FECHA DE ENSAYO:	13/12/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.39 mm	10.10	0.0140
3	4000	1.56 mm	20.19	0.0157
4	6000	1.69 mm	30.29	0.0170
5	8000	1.84 mm	40.38	0.0185
6	10000	1.93 mm	50.48	0.0194
7	12000	2.01 mm	60.57	0.0202
8	14000	2.09 mm	70.67	0.0210
9	16000	2.17 mm	80.77	0.0218
10	18000	2.22 mm	90.86	0.0223
11	20000	2.29 mm	100.96	0.0230
12	22000	2.34 mm	111.06	0.0235
13	24000	2.39 mm	121.15	0.0240
14	26000	2.43 mm	131.24	0.0244
15	28000	2.48 mm	141.34	0.0249
16	30000	2.55 mm	151.44	0.0256
17	32000	2.63 mm	161.53	0.0264
18	34000	2.71 mm	171.63	0.0272
19	36000	2.80 mm	181.72	0.0281
20	38000	2.89 mm	191.82	0.0290
21	40000	3.01 mm	201.91	0.0303
22	42000	3.15 mm	212.01	0.0317
23	44000	3.28 mm	222.11	0.0330
24	46000	3.39 mm	232.20	0.0341
25	48000	3.51 mm	242.30	0.0353
26	50000	3.66 mm	252.39	0.0368
27	52000	3.78 mm	262.49	0.0380
28	54000	3.92 mm	272.58	0.0394
29	56000	4.03 mm	282.68	0.0405
30	58000	4.15 mm	292.77	0.0417
31	60000	4.27 mm	302.87	0.0429
32	62000	4.40 mm	312.97	0.0442
33	64000	4.52 mm	323.06	0.0454
34	66000	4.64 mm	333.16	0.0466
35	68000	4.76 mm	343.25	0.0478
36	70000	4.88 mm	353.35	0.0490
37	72000	5.01 mm	363.44	0.0504
38	72814	5.07 mm	367.55	0.0510

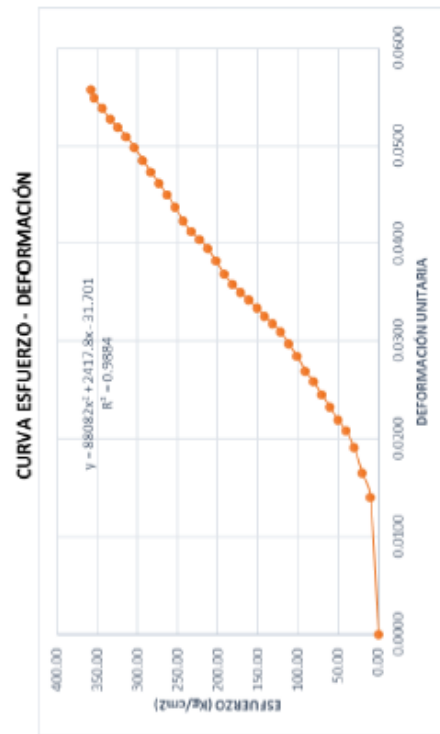


CARGA MÁXIMA APLICADA	72814.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	367.55 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.07 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0510

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P2	DIMENSIONES (cm):	19.87X9.94
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	197.51
FECHA DE ENSAYO:	13/12/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.40 mm	10.13	0.0140
3	4000	1.65 mm	20.25	0.0165
4	6000	1.91 mm	30.38	0.0191
5	8000	2.08 mm	40.50	0.0208
6	10000	2.19 mm	50.63	0.0219
7	12000	2.32 mm	60.76	0.0232
8	14000	2.45 mm	70.88	0.0245
9	16000	2.58 mm	81.01	0.0259
10	18000	2.69 mm	91.14	0.0270
11	20000	2.84 mm	101.26	0.0285
12	22000	2.96 mm	111.39	0.0297
13	24000	3.09 mm	121.51	0.0310
14	26000	3.17 mm	131.64	0.0318
15	28000	3.25 mm	141.77	0.0326
16	30000	3.33 mm	151.89	0.0334
17	32000	3.41 mm	162.02	0.0342
18	34000	3.49 mm	172.15	0.0350
19	36000	3.57 mm	182.27	0.0358
20	38000	3.68 mm	192.40	0.0369
21	40000	3.81 mm	202.52	0.0382
22	42000	3.94 mm	212.65	0.0395
23	44000	4.03 mm	222.78	0.0404
24	46000	4.11 mm	232.90	0.0412
25	48000	4.22 mm	243.03	0.0423
26	50000	4.36 mm	253.15	0.0437
27	52000	4.49 mm	263.28	0.0450
28	54000	4.60 mm	273.41	0.0461
29	56000	4.72 mm	283.53	0.0473
30	58000	4.84 mm	293.66	0.0485
31	60000	4.97 mm	303.79	0.0498
32	62000	5.08 mm	313.91	0.0509
33	64000	5.18 mm	324.04	0.0519
34	66000	5.26 mm	334.16	0.0527
35	68000	5.37 mm	344.29	0.0538
36	70000	5.48 mm	354.42	0.0549
37	70788	5.56 mm	358.41	0.0557

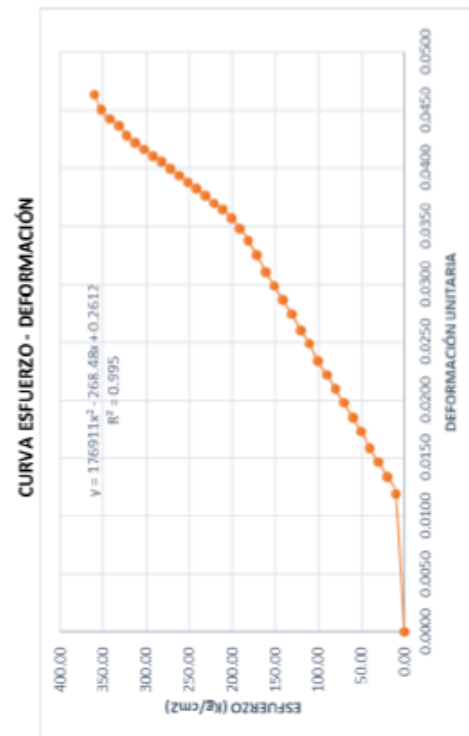


CARGA MÁXIMA APLICADA	70788.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	358.41 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.56 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0557

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P3	DIMENSIONES (cm):	19.91X9.97
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	198.50
FECHA DE ENSAYO:	13/12/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.18 mm	10.08	0.0118
3	4000	1.33 mm	20.15	0.0133
4	6000	1.46 mm	30.23	0.0146
5	8000	1.58 mm	40.30	0.0158
6	10000	1.72 mm	50.38	0.0173
7	12000	1.84 mm	60.45	0.0185
8	14000	1.97 mm	70.53	0.0198
9	16000	2.09 mm	80.60	0.0210
10	18000	2.21 mm	90.68	0.0222
11	20000	2.33 mm	100.75	0.0234
12	22000	2.48 mm	110.83	0.0249
13	24000	2.59 mm	120.91	0.0260
14	26000	2.73 mm	130.98	0.0274
15	28000	2.85 mm	141.06	0.0286
16	30000	2.97 mm	151.13	0.0298
17	32000	3.09 mm	161.21	0.0310
18	34000	3.24 mm	171.28	0.0325
19	36000	3.36 mm	181.36	0.0337
20	38000	3.47 mm	191.43	0.0348
21	40000	3.56 mm	201.51	0.0357
22	42000	3.63 mm	211.58	0.0364
23	44000	3.68 mm	221.66	0.0369
24	46000	3.75 mm	231.73	0.0376
25	48000	3.81 mm	241.81	0.0382
26	50000	3.86 mm	251.89	0.0387
27	52000	3.92 mm	261.96	0.0393
28	54000	3.98 mm	272.04	0.0399
29	56000	4.04 mm	282.11	0.0405
30	58000	4.09 mm	292.19	0.0410
31	60000	4.15 mm	302.26	0.0416
32	62000	4.21 mm	312.34	0.0422
33	64000	4.27 mm	322.41	0.0428
34	66000	4.35 mm	332.49	0.0436
35	68000	4.41 mm	342.56	0.0442
36	70000	4.49 mm	352.64	0.0450
37	71576	4.62 mm	360.58	0.0463

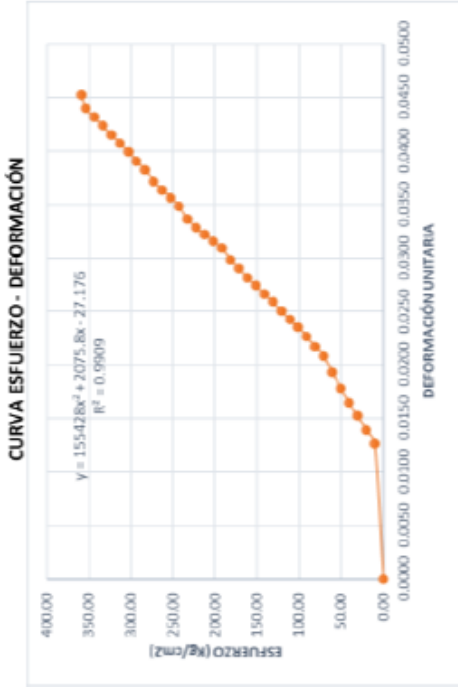


CARGA MÁXIMA APLICADA	71576.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	360.58 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.62 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0463

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO		
NORMA	CE.010 / NTP 399.611		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	CP. P4	DIMENSIONES (cm):	19.89X9.94
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	197.71
FECHA DE ENSAYO:	13/12/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ





N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ε UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.26 mm	10.12	0.0126
3	4000	1.39 mm	20.23	0.0139
4	6000	1.52 mm	30.35	0.0152
5	8000	1.64 mm	40.46	0.0164
6	10000	1.78 mm	50.58	0.0178
7	12000	1.93 mm	60.70	0.0193
8	14000	2.08 mm	70.81	0.0208
9	16000	2.17 mm	80.93	0.0217
10	18000	2.26 mm	91.04	0.0226
11	20000	2.35 mm	101.16	0.0235
12	22000	2.42 mm	111.28	0.0242
13	24000	2.50 mm	121.39	0.0250
14	26000	2.59 mm	131.51	0.0259
15	28000	2.66 mm	141.62	0.0266
16	30000	2.74 mm	151.74	0.0274
17	32000	2.81 mm	161.86	0.0281
18	34000	2.90 mm	171.97	0.0290
19	36000	2.98 mm	182.09	0.0298
20	38000	3.09 mm	192.20	0.0309
21	40000	3.15 mm	202.32	0.0315
22	42000	3.22 mm	212.44	0.0322
23	44000	3.28 mm	222.55	0.0328
24	46000	3.36 mm	232.67	0.0336
25	48000	3.48 mm	242.78	0.0348
26	50000	3.56 mm	252.90	0.0356
27	52000	3.63 mm	263.02	0.0363
28	54000	3.71 mm	273.13	0.0371
29	56000	3.82 mm	283.25	0.0382
30	58000	3.90 mm	293.36	0.0390
31	60000	3.99 mm	303.48	0.0399
32	62000	4.07 mm	313.60	0.0407
33	64000	4.15 mm	323.71	0.0415
34	66000	4.23 mm	333.83	0.0423
35	68000	4.31 mm	343.94	0.0431
36	70000	4.39 mm	354.06	0.0439
37	70992	4.52 mm	359.08	0.0452



CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

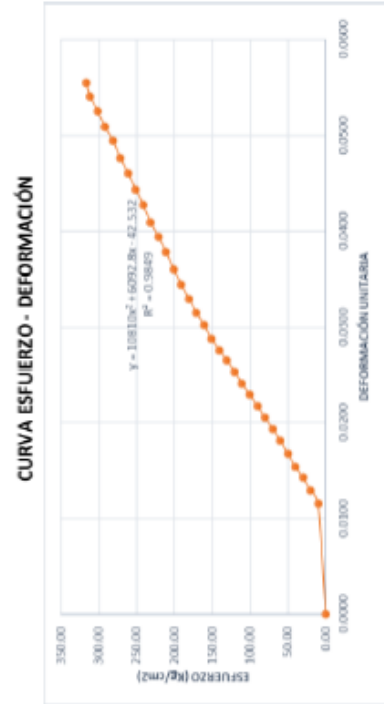
Y = 155428x + 2075.8x - 27.176
R² = 0.9909

CARGA MÁXIMA APLICADA	70992.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	359.08 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.52 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0452

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.01	DIMENSIONES (cm):	19.97X9.96
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	198.90
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.15 mm	10.06	0.0115
3	4000	1.29 mm	20.11	0.0129
4	6000	1.42 mm	30.17	0.0142
5	8000	1.54 mm	40.22	0.0154
6	10000	1.67 mm	50.28	0.0168
7	12000	1.81 mm	60.33	0.0182
8	14000	1.93 mm	70.39	0.0194
9	16000	2.05 mm	80.44	0.0206
10	18000	2.17 mm	90.50	0.0218
11	20000	2.29 mm	100.55	0.0230
12	22000	2.40 mm	110.61	0.0241
13	24000	2.52 mm	120.66	0.0253
14	26000	2.64 mm	130.72	0.0265
15	28000	2.75 mm	140.77	0.0276
16	30000	2.87 mm	150.83	0.0288
17	32000	3.01 mm	160.88	0.0302
18	34000	3.14 mm	170.94	0.0315
19	36000	3.28 mm	180.99	0.0329
20	38000	3.43 mm	191.05	0.0344
21	40000	3.59 mm	201.10	0.0360
22	42000	3.77 mm	211.16	0.0378
23	44000	3.93 mm	221.22	0.0394
24	46000	4.08 mm	231.27	0.0409
25	48000	4.26 mm	241.33	0.0427
26	50000	4.42 mm	251.38	0.0443
27	52000	4.59 mm	261.44	0.0460
28	54000	4.75 mm	271.49	0.0476
29	56000	4.93 mm	281.55	0.0494
30	58000	5.07 mm	291.60	0.0509
31	60000	5.24 mm	301.66	0.0526
32	62000	5.39 mm	311.71	0.0541
33	63050	5.53 mm	316.99	0.0555

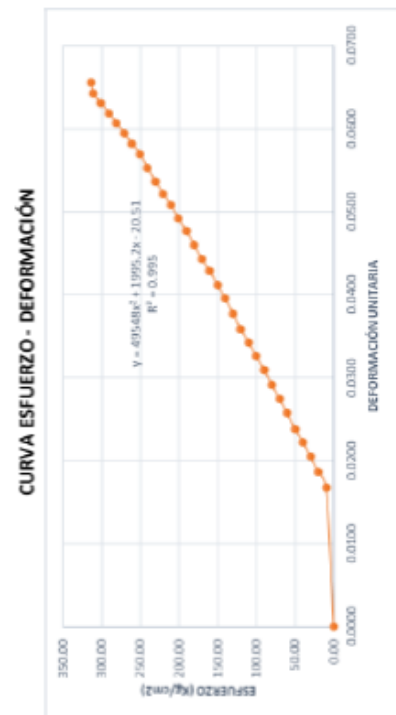


CARGA MÁXIMA APLICADA	63050.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	316.99 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.53 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0555

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
 NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 14/12/2023


 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.02	DIMENSIONES (cm):	19.94X9.99
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	199.20
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.68 mm	10.04	0.0168
3	4000	1.86 mm	20.08	0.0186
4	6000	2.05 mm	30.12	0.0205
5	8000	2.22 mm	40.16	0.0222
6	10000	2.38 mm	50.20	0.0238
7	12000	2.57 mm	60.24	0.0257
8	14000	2.74 mm	70.28	0.0274
9	16000	2.91 mm	80.32	0.0291
10	18000	3.09 mm	90.36	0.0309
11	20000	3.26 mm	100.40	0.0326
12	22000	3.42 mm	110.44	0.0342
13	24000	3.58 mm	120.48	0.0358
14	26000	3.77 mm	130.52	0.0377
15	28000	3.95 mm	140.56	0.0395
16	30000	4.11 mm	150.60	0.0411
17	32000	4.28 mm	160.64	0.0428
18	34000	4.42 mm	170.68	0.0442
19	36000	4.59 mm	180.72	0.0459
20	38000	4.76 mm	190.76	0.0476
21	40000	4.91 mm	200.80	0.0491
22	42000	5.07 mm	210.84	0.0508
23	44000	5.21 mm	220.88	0.0522
24	46000	5.36 mm	230.92	0.0537
25	48000	5.52 mm	240.96	0.0553
26	50000	5.69 mm	251.00	0.0570
27	52000	5.81 mm	261.04	0.0582
28	54000	5.94 mm	271.08	0.0595
29	56000	6.06 mm	281.12	0.0607
30	58000	6.18 mm	291.16	0.0619
31	60000	6.30 mm	301.20	0.0631
32	62000	6.42 mm	311.24	0.0643
33	62602	6.55 mm	314.27	0.0656



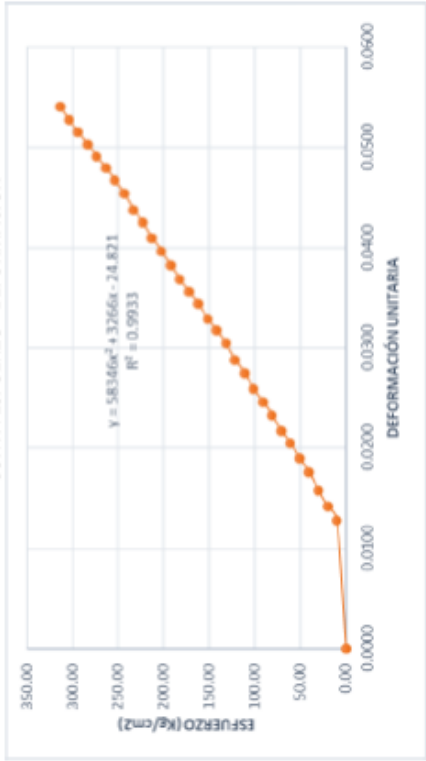
CARGA MÁXIMA APLICADA	62602.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	314.27 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	6.55 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0656

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

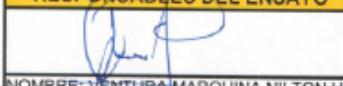

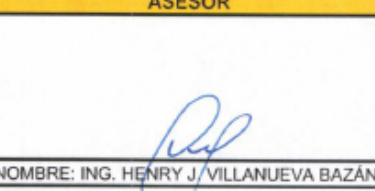
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
	TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"	
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.03	DIMENSIONES (cm):	19.85X9.94
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	197.31
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.27 mm	10.14	0.0128
3	4000	1.41 mm	20.27	0.0142
4	6000	1.57 mm	30.41	0.0158
5	8000	1.75 mm	40.55	0.0176
6	10000	1.89 mm	50.68	0.0190
7	12000	2.04 mm	60.82	0.0205
8	14000	2.16 mm	70.95	0.0217
9	16000	2.32 mm	81.09	0.0233
10	18000	2.45 mm	91.23	0.0246
11	20000	2.58 mm	101.36	0.0259
12	22000	2.74 mm	111.50	0.0275
13	24000	2.87 mm	121.64	0.0288
14	26000	3.03 mm	131.77	0.0304
15	28000	3.16 mm	141.91	0.0317
16	30000	3.28 mm	152.05	0.0329
17	32000	3.42 mm	162.18	0.0343
18	34000	3.55 mm	172.32	0.0356
19	36000	3.67 mm	182.45	0.0368
20	38000	3.81 mm	192.59	0.0383
21	40000	3.95 mm	202.73	0.0397
22	42000	4.08 mm	212.86	0.0410
23	44000	4.23 mm	223.00	0.0425
24	46000	4.36 mm	233.14	0.0438
25	48000	4.52 mm	243.27	0.0454
26	50000	4.65 mm	253.41	0.0467
27	52000	4.77 mm	263.55	0.0479
28	54000	4.89 mm	273.68	0.0491
29	56000	5.01 mm	283.82	0.0503
30	58000	5.13 mm	293.96	0.0515
31	60000	5.25 mm	304.09	0.0527
32	61898	5.38 mm	313.71	0.0540

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

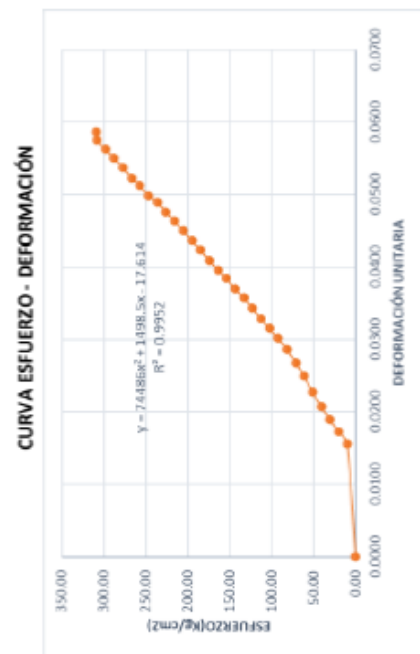


CARGA MÁXIMA APLICADA	61898.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	313.71 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.38 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0540

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.04	DIMENSIONES (cm):	19.79X9.83
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	194.54
FECHA DE ENSAYO:	21/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	7 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ϵ UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.55 mm	10.28	0.0155
3	4000	1.72 mm	20.56	0.0172
4	6000	1.89 mm	30.84	0.0189
5	8000	2.07 mm	41.12	0.0207
6	10000	2.26 mm	51.40	0.0226
7	12000	2.49 mm	61.69	0.0249
8	14000	2.67 mm	71.97	0.0268
9	16000	2.86 mm	82.25	0.0287
10	18000	3.01 mm	92.53	0.0302
11	20000	3.14 mm	102.81	0.0315
12	22000	3.28 mm	113.09	0.0329
13	24000	3.42 mm	123.37	0.0343
14	26000	3.57 mm	133.65	0.0358
15	28000	3.69 mm	143.93	0.0370
16	30000	3.83 mm	154.21	0.0384
17	32000	3.95 mm	164.49	0.0396
18	34000	4.08 mm	174.78	0.0409
19	36000	4.22 mm	185.06	0.0423
20	38000	4.36 mm	195.34	0.0437
21	40000	4.49 mm	205.62	0.0450
22	42000	4.62 mm	215.90	0.0463
23	44000	4.75 mm	226.18	0.0476
24	46000	4.88 mm	236.46	0.0489
25	48000	4.97 mm	246.74	0.0498
26	50000	5.11 mm	257.02	0.0512
27	52000	5.22 mm	267.30	0.0523
28	54000	5.36 mm	277.58	0.0537
29	56000	5.49 mm	287.86	0.0550
30	58000	5.61 mm	298.15	0.0562
31	60000	5.74 mm	308.43	0.0575
32	60192	5.85 mm	309.41	0.0586

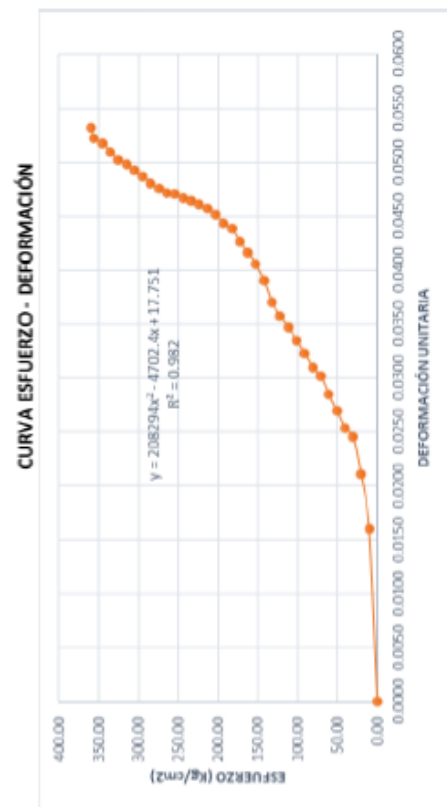


CARGA MÁXIMA APLICADA	60192.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	309.41 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.85 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0586

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023		

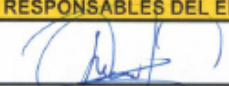



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO		
NORMA	CE.010 / NTP 399.611		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.01	DIMENSIONES (cm):	19.83X9.91
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	196.52
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.60 mm	10.18	0.0160
3	4000	2.10 mm	20.35	0.0211
4	6000	2.45 mm	30.53	0.0246
5	8000	2.53 mm	40.71	0.0254
6	10000	2.69 mm	50.89	0.0270
7	12000	2.84 mm	61.06	0.0285
8	14000	3.01 mm	71.24	0.0302
9	16000	3.09 mm	81.42	0.0310
10	18000	3.22 mm	91.60	0.0323
11	20000	3.34 mm	101.77	0.0335
12	22000	3.46 mm	111.95	0.0347
13	24000	3.56 mm	122.13	0.0357
14	26000	3.69 mm	132.31	0.0370
15	28000	3.89 mm	142.48	0.0390
16	30000	4.04 mm	152.66	0.0405
17	32000	4.15 mm	162.84	0.0416
18	34000	4.25 mm	173.01	0.0426
19	36000	4.37 mm	183.19	0.0438
20	38000	4.42 mm	193.37	0.0443
21	40000	4.50 mm	203.55	0.0451
22	42000	4.56 mm	213.72	0.0457
23	44000	4.60 mm	223.90	0.0461
24	46000	4.63 mm	234.08	0.0464
25	48000	4.65 mm	244.26	0.0466
26	50000	4.69 mm	254.43	0.0470
27	52000	4.70 mm	264.61	0.0471
28	54000	4.74 mm	274.79	0.0475
29	56000	4.79 mm	284.97	0.0480
30	58000	4.85 mm	295.14	0.0486
31	60000	4.91 mm	305.32	0.0492
32	62000	4.97 mm	315.50	0.0498
33	64000	5.01 mm	325.67	0.0503
34	66000	5.08 mm	335.85	0.0510
35	68000	5.16 mm	346.03	0.0518
36	70000	5.21 mm	356.21	0.0523
37	70788	5.30 mm	360.22	0.0532



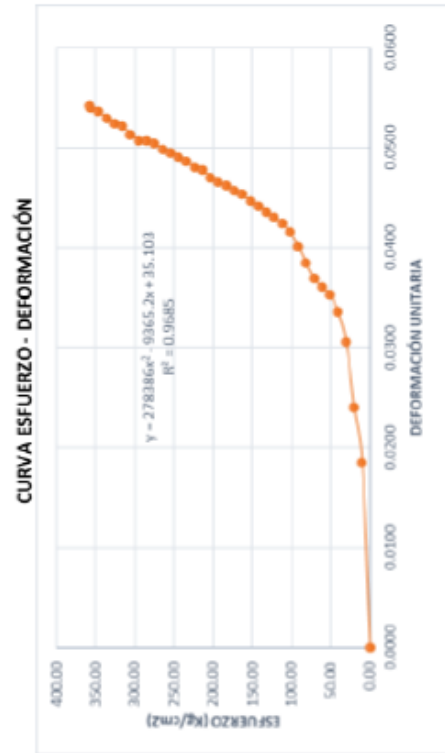
CARGA MÁXIMA APLICADA	70788.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	360.22 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.30 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0532

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO		
NORMA	CE.010 / NTP 399.611		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.02	DIMENSIONES (cm):	19.81X9.90
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	196.12
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.85 mm	10.20	0.0185
3	4000	2.40 mm	20.40	0.0240
4	6000	3.05 mm	30.59	0.0305
5	8000	3.35 mm	40.79	0.0335
6	10000	3.53 mm	50.99	0.0353
7	12000	3.60 mm	61.19	0.0360
8	14000	3.69 mm	71.39	0.0369
9	16000	3.84 mm	81.58	0.0384
10	18000	4.01 mm	91.78	0.0401
11	20000	4.15 mm	101.98	0.0415
12	22000	4.24 mm	112.18	0.0424
13	24000	4.30 mm	122.37	0.0430
14	26000	4.35 mm	132.57	0.0435
15	28000	4.41 mm	142.77	0.0441
16	30000	4.46 mm	152.97	0.0446
17	32000	4.53 mm	163.17	0.0453
18	34000	4.57 mm	173.36	0.0457
19	36000	4.62 mm	183.56	0.0462
20	38000	4.65 mm	193.76	0.0465
21	40000	4.70 mm	203.96	0.0470
22	42000	4.77 mm	214.16	0.0477
23	44000	4.80 mm	224.35	0.0480
24	46000	4.86 mm	234.55	0.0486
25	48000	4.90 mm	244.75	0.0490
26	50000	4.95 mm	254.95	0.0495
27	52000	4.98 mm	265.15	0.0498
28	54000	5.04 mm	275.34	0.0505
29	56000	5.07 mm	285.54	0.0508
30	58000	5.07 mm	295.74	0.0508
31	60000	5.13 mm	305.94	0.0514
32	62000	5.21 mm	316.13	0.0522
33	64000	5.24 mm	326.33	0.0525
34	66000	5.29 mm	336.53	0.0530
35	68000	5.36 mm	346.73	0.0537
36	70000	5.39 mm	356.93	0.0540
37	70254	5.42 mm	358.22	0.0543



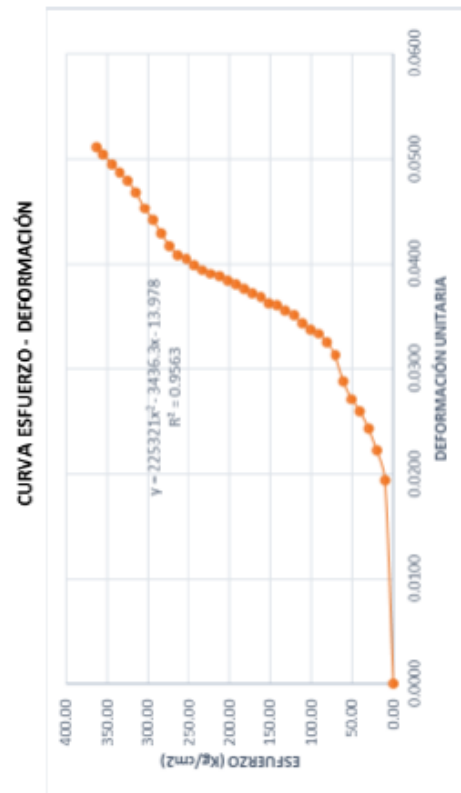
CARGA MÁXIMA APLICADA	70254.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	358.22 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.42 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0543

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.03	DIMENSIONES (cm):	19.87X9.92
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	197.11
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.93 mm	10.15	0.0193
3	4000	2.22 mm	20.29	0.0222
4	6000	2.43 mm	30.44	0.0243
5	8000	2.59 mm	40.59	0.0260
6	10000	2.71 mm	50.73	0.0272
7	12000	2.88 mm	60.88	0.0289
8	14000	3.12 mm	71.03	0.0313
9	16000	3.24 mm	81.17	0.0325
10	18000	3.33 mm	91.32	0.0334
11	20000	3.37 mm	101.47	0.0338
12	22000	3.43 mm	111.61	0.0344
13	24000	3.51 mm	121.76	0.0352
14	26000	3.55 mm	131.91	0.0356
15	28000	3.60 mm	142.05	0.0361
16	30000	3.62 mm	152.20	0.0363
17	32000	3.68 mm	162.35	0.0369
18	34000	3.71 mm	172.49	0.0372
19	36000	3.75 mm	182.64	0.0376
20	38000	3.80 mm	192.79	0.0381
21	40000	3.83 mm	202.93	0.0384
22	42000	3.87 mm	213.08	0.0388
23	44000	3.90 mm	223.23	0.0391
24	46000	3.93 mm	233.37	0.0394
25	48000	3.98 mm	243.52	0.0399
26	50000	4.04 mm	253.66	0.0405
27	52000	4.08 mm	263.81	0.0409
28	54000	4.16 mm	273.96	0.0417
29	56000	4.28 mm	284.10	0.0429
30	58000	4.41 mm	294.25	0.0442
31	60000	4.52 mm	304.40	0.0453
32	62000	4.67 mm	314.54	0.0468
33	64000	4.78 mm	324.69	0.0479
34	66000	4.86 mm	334.84	0.0487
35	68000	4.94 mm	344.98	0.0495
36	70000	5.03 mm	355.13	0.0504
37	71677	5.10 mm	363.64	0.0511

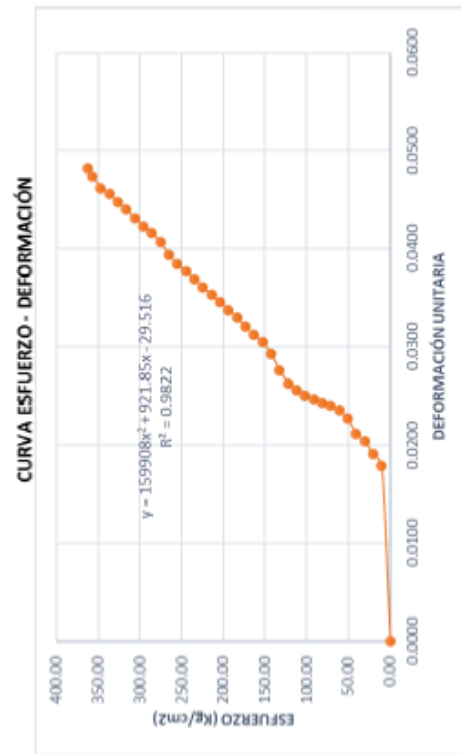


CARGA MÁXIMA APLICADA	71677.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	363.64 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.10 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0511

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H. 		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ FECHA: 14/12/2023	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.04	DIMENSIONES (cm):	19.82X9.89
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	196.02
FECHA DE ENSAYO:	29/11/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	14 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.78 mm	10.20	0.0179
3	4000	1.90 mm	20.41	0.0191
4	6000	2.03 mm	30.61	0.0204
5	8000	2.11 mm	40.81	0.0212
6	10000	2.26 mm	51.02	0.0227
7	12000	2.35 mm	61.22	0.0236
8	14000	2.39 mm	71.42	0.0240
9	16000	2.42 mm	81.62	0.0243
10	18000	2.46 mm	91.83	0.0247
11	20000	2.50 mm	102.03	0.0251
12	22000	2.55 mm	112.23	0.0256
13	24000	2.62 mm	122.44	0.0263
14	26000	2.75 mm	132.64	0.0276
15	28000	2.91 mm	142.84	0.0292
16	30000	3.03 mm	153.05	0.0304
17	32000	3.11 mm	163.25	0.0312
18	34000	3.19 mm	173.45	0.0320
19	36000	3.28 mm	183.65	0.0329
20	38000	3.36 mm	193.86	0.0337
21	40000	3.44 mm	204.06	0.0345
22	42000	3.51 mm	214.26	0.0352
23	44000	3.59 mm	224.47	0.0360
24	46000	3.67 mm	234.67	0.0368
25	48000	3.75 mm	244.87	0.0377
26	50000	3.83 mm	255.08	0.0385
27	52000	3.92 mm	265.28	0.0394
28	54000	4.05 mm	275.48	0.0407
29	56000	4.14 mm	285.69	0.0416
30	58000	4.21 mm	295.89	0.0423
31	60000	4.29 mm	306.09	0.0431
32	62000	4.38 mm	316.29	0.0440
33	64000	4.46 mm	326.50	0.0448
34	66000	4.54 mm	336.70	0.0456
35	68000	4.60 mm	346.90	0.0462
36	70000	4.72 mm	357.11	0.0474
37	71168	4.80 mm	363.07	0.0482

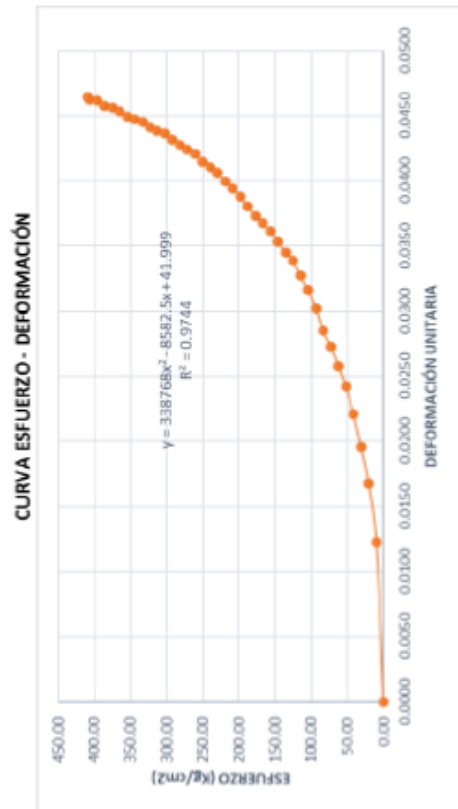


CARGA MÁXIMA APLICADA	71168.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	363.07 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.80 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0482

OBSERVACIONES:		
		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023



 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.01	DIMENSIONES (cm):	19.69X9.73
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	191.58
FECHA DE ENSAYO:	13/12/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.22 mm	10.44	0.0122
3	4000	1.67 mm	20.88	0.0168
4	6000	1.95 mm	31.32	0.0196
5	8000	2.20 mm	41.76	0.0221
6	10000	2.41 mm	52.20	0.0242
7	12000	2.57 mm	62.64	0.0258
8	14000	2.72 mm	73.08	0.0273
9	16000	2.84 mm	83.51	0.0285
10	18000	3.01 mm	93.95	0.0302
11	20000	3.15 mm	104.39	0.0316
12	22000	3.26 mm	114.83	0.0327
13	24000	3.38 mm	125.27	0.0339
14	26000	3.44 mm	135.71	0.0345
15	28000	3.52 mm	146.15	0.0353
16	30000	3.60 mm	156.59	0.0361
17	32000	3.66 mm	167.03	0.0367
18	34000	3.72 mm	177.47	0.0373
19	36000	3.79 mm	187.91	0.0380
20	38000	3.87 mm	198.35	0.0388
21	40000	3.93 mm	208.79	0.0394
22	42000	3.98 mm	219.23	0.0399
23	44000	4.05 mm	229.66	0.0406
24	46000	4.09 mm	240.10	0.0410
25	48000	4.13 mm	250.54	0.0414
26	50000	4.19 mm	260.98	0.0420
27	52000	4.23 mm	271.42	0.0424
28	54000	4.26 mm	281.86	0.0427
29	56000	4.30 mm	292.30	0.0431
30	58000	4.35 mm	302.74	0.0436
31	60000	4.37 mm	313.18	0.0438
32	62000	4.40 mm	323.62	0.0441
33	64000	4.44 mm	334.06	0.0445
34	66000	4.46 mm	344.50	0.0447
35	68000	4.48 mm	354.94	0.0449
36	70000	4.52 mm	365.38	0.0453
37	72000	4.55 mm	375.81	0.0456
38	74000	4.56 mm	386.25	0.0457
39	76000	4.60 mm	396.69	0.0461
40	78000	4.61 mm	407.13	0.0462
41	78401	4.63 mm	409.23	0.0464



CARGA MÁXIMA APLICADA	78401.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	409.23 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	4.63 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0464

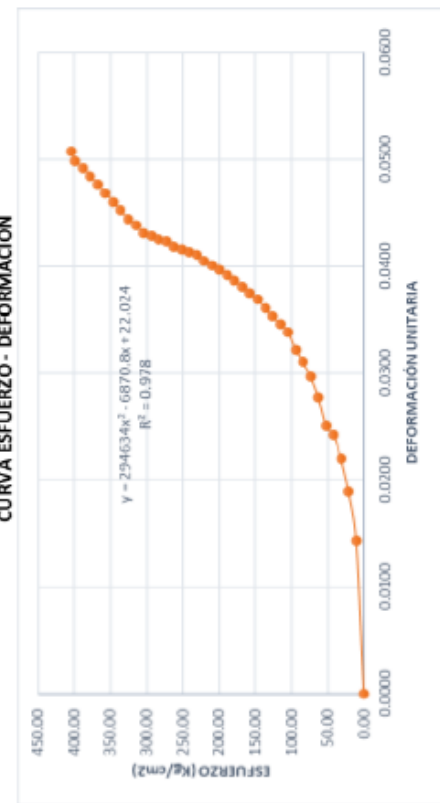
OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO		
NORMA	CE.010 / NTP 399.611		
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.02	DIMENSIONES (cm):	19.65X9.70
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	190.61
FECHA DE ENSAYO:	13/12/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

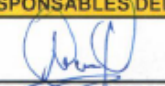


N°	CARGAS (Kg)	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	ε UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.43 mm	10.49	0.0144
3	4000	1.88 mm	20.99	0.0189
4	6000	2.19 mm	31.48	0.0220
5	8000	2.41 mm	41.97	0.0242
6	10000	2.50 mm	52.46	0.0251
7	12000	2.76 mm	62.96	0.0277
8	14000	2.95 mm	73.45	0.0296
9	16000	3.09 mm	83.94	0.0311
10	18000	3.20 mm	94.44	0.0322
11	20000	3.37 mm	104.93	0.0339
12	22000	3.44 mm	115.42	0.0346
13	24000	3.52 mm	125.91	0.0354
14	26000	3.59 mm	136.41	0.0361
15	28000	3.67 mm	146.90	0.0369
16	30000	3.73 mm	157.39	0.0375
17	32000	3.79 mm	167.89	0.0381
18	34000	3.85 mm	178.38	0.0387
19	36000	3.90 mm	188.87	0.0392
20	38000	3.95 mm	199.37	0.0397
21	40000	3.99 mm	209.86	0.0401
22	42000	4.03 mm	220.35	0.0405
23	44000	4.09 mm	230.84	0.0411
24	46000	4.11 mm	241.34	0.0413
25	48000	4.14 mm	251.83	0.0416
26	50000	4.16 mm	262.32	0.0418
27	52000	4.21 mm	272.82	0.0423
28	54000	4.23 mm	283.31	0.0425
29	56000	4.26 mm	293.80	0.0428
30	58000	4.29 mm	304.29	0.0431
31	60000	4.36 mm	314.79	0.0438
32	62000	4.42 mm	325.28	0.0444
33	64000	4.50 mm	335.77	0.0452
34	66000	4.58 mm	346.27	0.0460
35	68000	4.66 mm	356.76	0.0468
36	70000	4.74 mm	367.25	0.0476
37	72000	4.82 mm	377.74	0.0484
38	74000	4.89 mm	388.24	0.0491
39	76000	4.96 mm	398.73	0.0498
40	77122	5.05 mm	404.62	0.0508

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



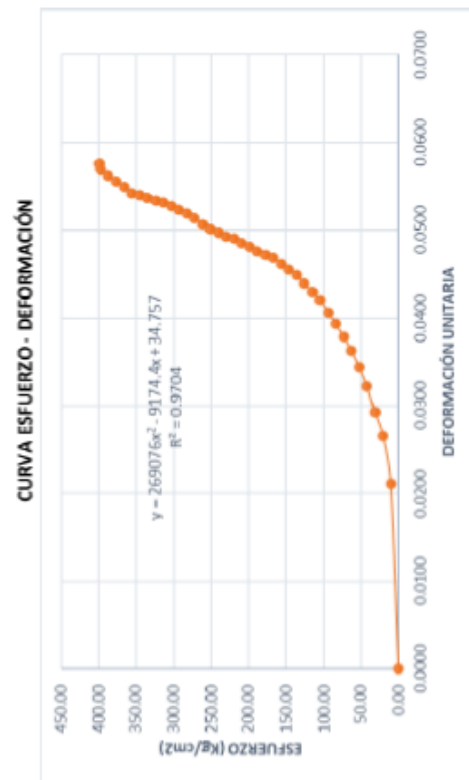
CARGA MÁXIMA APLICADA	77122.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	404.62 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.05 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0508

OBSERVACIONES:

RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.		
NOMBRE: DELGADO VASQUEZ ROMAN	NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.03	DIMENSIONES (cm):	19.67X9.71
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	191.00
FECHA DE ENSAYO:	13/12/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ

N°	CARGAS	DEFORMACIÓN	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	2.11 mm	10.47	0.0211
3	4000	2.65 mm	20.94	0.0265
4	6000	2.92 mm	31.41	0.0292
5	8000	3.22 mm	41.89	0.0322
6	10000	3.44 mm	52.36	0.0344
7	12000	3.63 mm	62.83	0.0363
8	14000	3.78 mm	73.30	0.0378
9	16000	3.93 mm	83.77	0.0393
10	18000	4.06 mm	94.24	0.0406
11	20000	4.20 mm	104.71	0.0420
12	22000	4.30 mm	115.19	0.0430
13	24000	4.39 mm	125.66	0.0439
14	26000	4.49 mm	136.13	0.0449
15	28000	4.55 mm	146.60	0.0455
16	30000	4.61 mm	157.07	0.0461
17	32000	4.68 mm	167.54	0.0468
18	34000	4.72 mm	178.01	0.0472
19	36000	4.76 mm	188.49	0.0476
20	38000	4.81 mm	198.96	0.0481
21	40000	4.85 mm	209.43	0.0485
22	42000	4.90 mm	219.90	0.0490
23	44000	4.93 mm	230.37	0.0493
24	46000	4.97 mm	240.84	0.0497
25	48000	5.01 mm	251.31	0.0502
26	50000	5.06 mm	261.79	0.0507
27	52000	5.13 mm	272.26	0.0514
28	54000	5.19 mm	282.73	0.0520
29	56000	5.23 mm	293.20	0.0524
30	58000	5.27 mm	303.67	0.0528
31	60000	5.31 mm	314.14	0.0532
32	62000	5.33 mm	324.61	0.0534
33	64000	5.36 mm	335.09	0.0537
34	66000	5.40 mm	345.56	0.0541
35	68000	5.42 mm	356.03	0.0543
36	70000	5.49 mm	366.50	0.0550
37	72000	5.55 mm	376.97	0.0556
38	74000	5.62 mm	387.44	0.0563
39	76000	5.69 mm	397.91	0.0570
40	76156	5.75 mm	398.73	0.0576

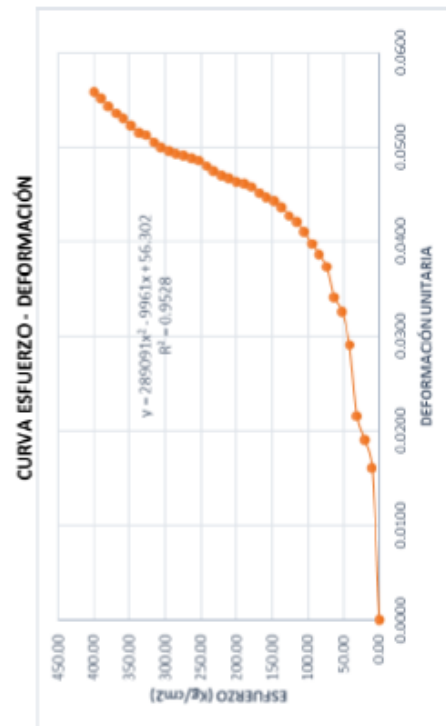


CARGA MÁXIMA APLICADA	76156.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	398.73 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.75 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0576

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H.	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN
FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023	FECHA: 14/12/2023




 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO	
	NORMA	CE.010 / NTP 399.611	
TESIS	"INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350 KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		
ID. PROBETA:	R.M 10 % P.04	DIMENSIONES (cm):	19.61X9.67
FECHA DE ELABORACIÓN:	15/11/2023	ÁREA (cm ²):	189.63
FECHA DE ENSAYO:	13/12/2023	RESPONSABLES:	NILTON H. VENTURA MARQUINA ROMAN DELGADO VASQUEZ
EDAD DE LA PROBETA:	28 DÍAS	REVISADO POR:	JORGE L. HOYOS MARTINEZ




N°	CARGAS	DEFORMACIÓN (mm)	σ (Kg/cm ²)	E UNITARIA
1	0	0.00 mm	0.00	0.0000
2	2000	1.60 mm	10.55	0.0161
3	4000	1.90 mm	21.09	0.0191
4	6000	2.15 mm	31.64	0.0216
5	8000	2.90 mm	42.19	0.0291
6	10000	3.25 mm	52.73	0.0326
7	12000	3.40 mm	63.28	0.0341
8	14000	3.72 mm	73.83	0.0373
9	16000	3.85 mm	84.38	0.0387
10	18000	3.96 mm	94.92	0.0398
11	20000	4.09 mm	105.47	0.0411
12	22000	4.19 mm	116.02	0.0421
13	24000	4.26 mm	126.56	0.0428
14	26000	4.35 mm	137.11	0.0437
15	28000	4.41 mm	147.66	0.0443
16	30000	4.45 mm	158.20	0.0447
17	32000	4.50 mm	168.75	0.0452
18	34000	4.56 mm	179.30	0.0458
19	36000	4.60 mm	189.84	0.0462
20	38000	4.62 mm	200.39	0.0464
21	40000	4.65 mm	210.94	0.0467
22	42000	4.68 mm	221.49	0.0470
23	44000	4.73 mm	232.03	0.0475
24	46000	4.78 mm	242.58	0.0480
25	48000	4.84 mm	253.13	0.0486
26	50000	4.87 mm	263.67	0.0489
27	52000	4.89 mm	274.22	0.0491
28	54000	4.91 mm	284.77	0.0493
29	56000	4.94 mm	295.31	0.0496
30	58000	4.98 mm	305.86	0.0500
31	60000	5.03 mm	316.41	0.0505
32	62000	5.11 mm	326.95	0.0513
33	64000	5.13 mm	337.50	0.0515
34	66000	5.21 mm	348.05	0.0523
35	68000	5.28 mm	358.60	0.0530
36	70000	5.34 mm	369.14	0.0536
37	72000	5.41 mm	379.69	0.0543
38	74000	5.49 mm	390.24	0.0551
39	75876	5.56 mm	400.13	0.0558









CARGA MÁXIMA APLICADA	75876.00 Kg
ESFUERZO MÁXIMO	400.13 kg/cm ²
DEFORMACIÓN MÁXIMA	5.56 mm
DEFORMACIÓN MÁXIMA UNITARIA	0.0558




OBSERVACIONES:		
RESPONSABLES DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: VENTURA MARQUINA NILTON H. 	 NOMBRE: JORGE L. HOYOS MARTINEZ FECHA: 14/12/2023	 NOMBRE: ING. HENRY J. VILLANUEVA BAZÁN FECHA: 14/12/2023




		KAOLYN INGENIEROS S.A.C LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es						
Título: ABRASIÓN DE ADOQUIN EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NTP 399.625		Código de Control Nro. KISAC-EMS-078-2023						
Nro de Revisión: A		fecha de revisión de formato: 2023					Página 1 de 1	
Proyecto: INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUIN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350KG/CM ² , CAJAMARCA-2023*		F. Muestreo: 18-Dec-23						
Descripción : ADOQUIN DE CONCRETO PATRON 350 KG/CM ² - P8								
Ensayo N°: KISAC-EMS-078-2023								
Solicitado por: NILTON HEINER VENTURA MARQUINA Y ROMAN DELGADO VÁSQUEZ								
Prueba		1						
Gradación usada		A						
No de esferas		12						
No de revoluciones		500						
Peso muestra seca antes de ensayo (g)		4582.0						
Peso muestra seca después de ensayo (g)		3535.0						
Pérdida (g)		1047.0						
% de desgaste		22.9						
Especificación % menor de		---						
DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES								
TAMAÑO DEL TAMIZ		PESOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA (g)						
PASA	RETENIDO	A (g)	B	C	D	1	2	3
3"	2 1/2"					2500.0		
2 1/2"	2"					2500.0	5000	
2"	1 1/2"					2500.0	5000	5000
1 1/2"	1"	1250						5000
1"	3/4"	1250.0						
3/4"	1/2"	1250.0	2500					
1/2"	3/8"	1250.0	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	Nº4			2500				
Nº4	Nº8				5000			
No de esferas		12	11	8	6	12	12	12
No de revoluciones		500	500	500	500	1000	1000	1000
OBSERVACIONES: _____								
EMITIDO POR 				APROBADO POR 				
KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZÁN				




		KAOLYN INGENIEROS S.A.C LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es						
Título: ABRASIÓN DE ADOQUÍN EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NTP 399.825		Código de Control Nro. KISAC-EMS-079-2023						
Nro de Revisión: A		Fecha de revisión de formato: 2023				Página 1 de 1		
Proyecto: INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350KG/CM ² , CAJAMARCA-2023"		F. Muestreo: 18-Dec-23						
Descripción : ADOQUÍN DE CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM ² - P0								
Ensayo N°: KISAC-EMS-079-2023								
Solicitado por: NILTON HEINER VENTURA MARQUINA Y ROMAN DELGADO VÁSQUEZ								
Prueba		1						
Gradación usada		A						
No de esferas		12						
No de revoluciones		500						
Peso muestra seca antes de ensayo (g)		4449.0						
Peso muestra seca después de ensayo (g)		3523.0						
Peralta (g)		926.0						
% de desgaste		20.8						
Especificación % menor de		---						
DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES								
TAMAÑO DEL TAMIZ		PESOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA (g)						
PASA	RETENIDO	A (X)	B	C	D	1	2	3
3"	2 1/2"					2500.0		
2 1/2"	2"					2500.0	5000	
2"	1 1/2"					2500.0	5000	5000
1 1/2"	1"	1250						5000
1"	3/4"	1250.0						
3/4"	1/2"	1250.0	2500					
1/2"	3/8"	1250.0	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	Nº4			2500				
Nº4	Nº8				5000			
No de esferas		12	11	8	6	12	12	12
No de revoluciones		500	500	500	500	1000	1000	1000
OBSERVACIONES: _____								
EMITIDO POR				APROBADO POR				
				 KAOLYN INGENIEROS SAC ESPECIALISTA DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO ING. LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN CIP 115722 GERENTE GENERAL				
KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZÁN				




		KAOLYN INGENIEROS S.A.C LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: klsac@hotmail.es						
Título: ABRASIÓN DE ADOQUÍN EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NTP 399.625		Código de Control Nro. KISAC-EMS-680-2023						
Nro de Revisión: A		Fecha de revisión de formato: 2023					Página 1 de 1	
Proyecto: INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350KG/CM ² , CAJAMARCA-2023*		F. Muestreo: 18-Dec-23						
Descripción : ADOQUÍN DE CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM ² - P10								
Ensayo N°: KISAC-EMS-680-2023								
Solicitado por: NILTON HEINER VENTURA MARQUINA Y ROMAN DELGADO VÁSQUEZ								
Prueba		1						
Gradación usada		A						
No de esferas		12						
No de revoluciones		500						
Peso muestra seca antes de ensayo (g)		4504.0						
Peso muestra seca después de ensayo (g)		3587.0						
Pérdida (g)		917.0						
% de desgaste		20.4						
Especificación % menor de		---						
DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES								
TAMAÑO DEL TAMIZ		PESOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA (g)						
PASA	RETENIDO	A (g)	B	C	D	1	2	3
3"	2 1/2"					2500.0		
2 1/2"	2"					2500.0	5000	
2"	1 1/2"					2500.0	5000	5000
1 1/2"	1"	1250						5000
1"	3/4"	1250.0						
3/4"	1/2"	1250.0	2500					
1/2"	3/8"	1250.0	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	Nº4			2500				
Nº4	Nº8				5000			
No de esferas		12	11	8	0	12	12	12
No de revoluciones		500	500	500	500	1000	1000	1000
OBSERVACIONES: 								
EMITIDO POR					APROBADO POR			
								
KAOLYN INGENIEROS S.A.C.					LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZÁN <small>ESPECIALISTA DE ANÁLISIS DE SUELOS Y CONCRETO ING. LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZÁN CIP: 116723 I GERENTE GENERAL</small>			

 KAOLYN INGENIEROS S.A.C LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: klsac@hotmail.es								
Título: ABRASIÓN DE ADOQUÍN EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NTP 398.625						Código de Control Nro. KISAC-EMS-681-2023		
Nro de Revisión: A		Fecha de revisión de formato: 2023				Página 1 de 1		
Proyecto: INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350KG/CM ² , CAJAMARCA-2023*						F. Muestreo: 18-Dec-23		
Descripción : ADOQUÍN DE CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM ² - P11								
Ensayo N°: KISAC-EMS-681-2023								
Solicitado por: MILTON HEINER VENTURA MARQUINA Y ROMAN DELGADO VÁSQUEZ								
Prueba		1						
Gradación usada		A						
No de esferas		12						
No de revoluciones		500						
Peso muestra seca antes de ensayo (g)		4528.0						
Peso muestra seca después de ensayo (g)		3005.0						
Pérdida (g)		923.0						
% de desgaste		20.4						
Especificación % menor de		---						
DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES								
TAMAÑO DEL TAMIZ		PESOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA (g)						
PASA	RETENIDO	A (X)	B	C	D	1	2	3
3"	2 1/2"					2500.0		
2 1/2"	2"					2500.0	5000	
2"	1 1/2"					2500.0	5000	5000
1 1/2"	1"	1250						5000
1"	3/4"	1250.0						
3/4"	1/2"	1250.0	2500					
1/2"	3/8"	1250.0	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	Nº4			2500				
Nº4	Nº8				5000			
No de esferas		12	11	8	6	12	12	12
No de revoluciones		500	500	500	500	1000	1000	1000
OBSERVACIONES:								
EMITIDO POR				APROBADO POR				
								
KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZÁN				

		KAOLYN INGENIEROS S.A.C LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es						
Título: ABRASIÓN DE ADOQUÍN EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NTP 399.625		Código de Control Nro. KISAC-EMS-682-2023						
Nro de Revisión: A		Fecha de revisión de formato: 2023					Página 1 de 1	
Proyecto: INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350KG/CM ² , CAJAMARCA-2023*		F. Muestreo: 18-Dec-23						
Descripción : ADOQUÍN DE CONCRETO 350 KG/CM ² CON 10% DE RELAVE MINERO - P8								
Ensayo N°: KISAC-EMS-682-2023								
Solicitado por: NILTON HEINER VENTURA MARQUINA Y ROMAN DELGADO VÁSQUEZ								
Prueba		1						
Gradación usada		A						
No de esferas		12						
No de revoluciones		500						
Peso muestra seca antes de ensayo (g)		4463.0						
Peso muestra seca después de ensayo (g)		3364.0						
Pérdida (g)		1099.0						
% de desgaste		24.6						
Especificación % menor de		---						
DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES								
TAMAÑO DEL TAMIZ		PESOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA (g)						
PASA	RETENIDO	A (g)	B	C	D	1	2	3
3"	2 1/2"					2500.0		
2 1/2"	2"					2500.0	5000	
2"	1 1/2"					2500.0	5000	5000
1 1/2"	1"	1250						5000
1"	3/4"	1250.0						
3/4"	1/2"	1250.0	2500					
1/2"	3/8"	1250.0	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	Nº4			2500				
Nº4	Nº8				5000			
No de esferas		12	11	8	6	12	12	12
No de revoluciones		500	500	500	500	1000	1000	1000
OBSERVACIONES: <hr/>								
EMITIDO POR				APROBADO POR				
 KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO ING. LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN CIP 116721 GERENTE GENERAL LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN				

		KAOLYN INGENIEROS S.A.C LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DS Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: klsac@hotmail.es						
Título: ABRASIÓN DE ADOQUÍN EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NTP 399.625				Código de Control Nro. KISAC-EMS-683-2023				
Nro de Revisión: A		Fecha de revisión de formato: 2023			Página 1 de 1			
Proyecto: INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350KG/CM ² , CAJAMARCA-2023*				F. Muestreo: 18-Dec-23				
Descripción : ADOQUÍN DE CONCRETO 350 KG/CM ² CON 10% DE RELAVE MINERO - P0								
Ensayo N°: KISAC-EMS-683-2023								
Solicitado por: NILTON HEINER VENTURA MARQUINA Y ROMAN DELGADO VÁSQUEZ								
Prueba		1						
Gradación usada		A						
No de esferas		12						
No de revoluciones		500						
Peso muestra seca antes de ensayo (g)		4537.0						
Peso muestra seca después de ensayo (g)		3634.0						
Pérdida (g)		903.0						
% de desgaste		19.9						
Especificación % menor de		---						
DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES								
TAMAÑO DEL TAMIZ		PESOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA (g)						
PASA	RETENIDO	A (X)	B	C	D	1	2	3
3"	2 1/2"					2500.0		
2 1/2"	2"					2500.0	5000	
2"	1 1/2"					2500.0	5000	5000
1 1/2"	1"	1250						5000
1"	3/4"	1250.0						
3/4"	1/2"	1250.0	2500					
1/2"	3/8"	1250.0	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	Nº4			2500				
Nº4	Nº6				5000			
No de esferas		12	11	8	0	12	12	12
No de revoluciones		500	500	500	500	1000	1000	1000
OBSERVACIONES:								
EMITIDO POR				APROBADO POR				
 KAOLYN INGENIEROS S.A.C.				 KAOLYN INGENIEROS SAC ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO ING. LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN CIP 116722 GERENTE GENERAL				

	KAOLYN INGENIEROS S.A.C LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: klsac@hotmail.es							
Título: <u>ABRASIÓN DE ADOQUÍN EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES</u>								
NTP 399.625								
Nro de Revisión: <u>A</u>	Fecha de revisión de formato: 2023							
Código de Control Nro. KISAC-EMS-684-2023								
Página 1 de 1								
Proyecto: <u>INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350KG/CM², CAJAMARCA-2023*</u>								
F. Muestreo: 18-Dec-23								
Descripción: <u>ADOQUÍN DE CONCRETO 350 KG/CM² CON 10% DE RELAVE MINERO - P10</u>								
Ensayo N°: <u>KISAC-EMS-684-2023</u>								
Solicitado por: <u>NILTON HEINER VENTURA MARQUINA Y ROMAN DELGADO VÁSQUEZ</u>								
Prueba	1							
Gradación usada	A							
No de esferas	12							
No de revoluciones	500							
Peso muestra seca antes de ensayo (g)	4554.0							
Peso muestra seca después de ensayo (g)	3601.0							
Pérdida (g)	953.0							
% de desgaste	20.9							
Especificación % menor de	---							
DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES								
TAMAÑO DEL TAMIZ								
PESOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA (g)								
PASA	RETENIDO	A (X)	B	C	D	1	2	3
3"	2 1/2"					2500.0		
2 1/2"	2"					2500.0	5000	
2"	1 1/2"					2500.0	5000	5000
1 1/2"	1"	1250						5000
1"	3/4"	1250.0						
3/4"	1/2"	1250.0	2500					
1/2"	3/8"	1250.0	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	Nº4			2500				
Nº4	Nº8				5000			
No de esferas		12	11	8	6	12	12	12
No de revoluciones		500	500	500	500	1000	1000	1000
OBSERVACIONES:								
EMITIDO POR					APROBADO POR			
					 KAOLYN INGENIEROS SAC <small>TRABAJO DE ESPECIALIDAD EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO</small> ING. LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN <small>CIP 156722</small> GERENTE GENERAL			
KAOLYN INGENIEROS S.A.C.					LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZAN			

		KAOLYN INGENIEROS S.A.C LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es						
Título: ABRASIÓN DE ADOQUÍN EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES NTP 399.825		Código de Control Nro. KISAC-EMS-685-2023						
Nro de Revisión: A		Fecha de revisión de formato: 2023					Página 1 de 1	
Proyecto: INFLUENCIA DEL RELAVE MINERO EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL ADOQUÍN DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA 350KG/CM ² , CAJAMARCA-2023*		F. Muestreo: 18-Dec-23						
Descripción : ADOQUÍN DE CONCRETO 350 KG/CM ² CON 10% DE RELAVE MINERO - P11								
Ensayo N°: KISAC-EMS-685-2023								
Solicitado por: NILTON HEINER VENTURA MARQUINA Y ROMAN DELGADO VÁSQUEZ								
Prueba		1						
Gradación usada		A						
No de esferas		12						
No de revoluciones		500						
Peso muestra seca antes de ensayo (g)		4300.0						
Peso muestra seca después de ensayo (g)		3550.0						
Pérdida (g)		804.0						
% de desgaste		18.4						
Especificación % menor de		---						
DATOS SOBRE GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES								
TAMAÑO DEL TAMIZ		PESOS Y GRADACIÓN DE LA MUESTRA (g)						
PASA	RETENIDO	A (X)	B	C	D	1	2	3
3"	2 1/2"					2500.0		
2 1/2"	2"					2500.0	5000	
2"	1 1/2"					2500.0	5000	5000
1 1/2"	1"	1250						5000
1"	3/4"	1250.0						
3/4"	1/2"	1250.0	2500					
1/2"	3/8"	1250.0	2500					
3/8"	1/4"			2500				
1/4"	Nº4			2500				
Nº4	Nº8				5000			
No de esferas		12	11	8	0	12	12	12
No de revoluciones		500	500	500	500	1000	1000	1000
OBSERVACIONES:								
<hr/>								
EMITIDO POR					APROBADO POR			
								
KAOLYN INGENIEROS S.A.C.					LILIAN ROCÍO VILLANUEVA BAZÁN			

- ANEXO N° 6: Panel Fotográfico.



