

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de la resistencia de concreto $f'c=210$ kg/cm² por
método ACI, empleando concreto reciclable como agregado
grueso en la ciudad de Huaraz, 2023**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Caururu Oropeza Jaime Ovaldo

Código ORCID: 0009-0009-6660-4687

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio Fermin

Código ORCID: 0000-0002-6961-7418

Chimbote – Perú

2023

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
PALABRAS CLAVE	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD	ix
TÍTULO	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	32
III. RESULTADOS	62
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	104
V. CONCLUSIONES	112
VI. RECOMENDACIONES	114
VII. AGRADECIMIENTO	115
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
IX. ANEXOS	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01 Límites de granulometría según el ASTM	16
Tabla N°02 Límites de sustancias nocivas en el agregado fino	18
Tabla N°03 Límites granulométricos para agregados grueso	19
Tabla N°04 Valores máximos admisibles	29
Tabla N°05 Diseño en bloque cantidad de probetas según días de curado y porcentaje de sustitución.....	33
Tabla N°06 Técnicas de recolección de información	34
Tabla N°07 Resistencia promedio a la compresión requerido cuando hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.....	37
Tabla N°08 Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando se dispone de menos de 30 ensayos.	38
Tabla N°09 Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.....	39
Tabla N°10 Asentamientos recomendados para elementos estructurales	39
Tabla N°11 Asentamiento por el tipo de consistencia del concreto.....	40
Tabla N°12 Requerimiento del contenido de agua	41
Tabla N°13 Relación agua/cemento por resistencia.....	42
Tabla N°14 Requisitos para condiciones especiales de exposición	42
Tabla N°15 Contenido total de aire para concreto resistente al congelamiento	43
Tabla N°16 Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	44
Tabla N°17 Medida de la muestra.....	46
Tabla N°18 Tamaño de la muestra del agregado	47
Tabla N°19 Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para granulometría..	49
Tabla N°20 Peso mínimo de ensayo para gravedad específica de agregado grueso.	55

Tabla N°21 _Carga de abrasión según el tipo de granulometría del agregado	58
Tabla N°22 _Granulometría de la muestra de agregado para ensayo de abrasión.....	58
Tabla N°23 Análisis granulométrico del agregado fino natural.....	62
Tabla N°24 _Análisis granulométrico del agregado grueso natural	64
Tabla N°25 _Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado.....	66
Tabla N°26 _Contenido de humedad en el agregado fino natural	68
Tabla N°27 Contenido de humedad en el agregado grueso natural	68
Tabla N°28 _Contenido de humedad en el agregado grueso reciclado	69
Tabla N°29 _Peso unitario suelto y compactado del agregado fino	70
Tabla N°30 _Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso	70
Tabla N°31 _Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso reciclado.....	71
Tabla N°32 _Peso específico del agregado fino	72
Tabla N°33 _Absorción del agregado fino.....	72
Tabla N°34 _Peso específico del agregado grueso	73
Tabla N°35 _Absorción del agregado grueso	73
Tabla N°36 Peso específico del agregado grueso reciclado.....	74
Tabla N°37 _Absorción agregado grueso reciclado.....	74
Tabla N°38 _Resultados de los ensayos del agregado fino. “Arena gruesa”-Cantera Challhua	75
Tabla N°39 Resultados de los ensayos del agregado grueso: “Piedra Chancada”-Cantera Tacllan	75
Tabla N°40 Resultados de los ensayos del agregado grueso: “Agregado Grueso reciclado”-Cantera MATHLAB	76
Tabla N°41 Resultados de los ensayos del agregado grueso: “80% AGN + 20% AGR”	76

Tabla N°42 Resultados de los ensayos del agregado grueso: “60% AGN + 40% AGR”	76
Tabla N°43 Resultados de los ensayos del agregado grueso: “40% AGN + 60% AGR”	77
Tabla N°44 Desgaste del agregado grueso natural	78
Tabla N°45 Desgaste del agregado grueso reciclado	78
Tabla N°46 Cantidad de materiales para mezcla patrón con 0.00 % AGR.....	79
Tabla N°47 Cantidad de materiales para mezcla experimental con 20.00 % AGR..	80
Tabla N°48 Cantidad de materiales para mezcla experimental con 40.00 % AGR..	82
Tabla N°49 Cantidad de materiales para mezcla experimental con 60.00 % AGR..	83
Tabla N°50 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 7 días, muestra patrón.....	86
Tabla N°51 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 7 días, con sustitución de 20% de agregado grueso reciclado.	87
Tabla N°52 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 7 días, con sustitución de 40% de agregado grueso reciclado.	87
Tabla N°53 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 7 días, con sustitución de 60% de agregado grueso reciclado.	87
Tabla N°54 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 14 días, muestra patrón.....	88
Tabla N°55 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 14 días, con sustitución de 20% de agregado grueso reciclado.	89
Tabla N°56 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 14 días, con sustitución de 40% de agregado grueso reciclado.	89
Tabla N°57 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 14 días, con sustitución de 60% de agregado grueso reciclado.	89

Tabla N°58 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 28 días, muestra patrón.....	90
Tabla N°59 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 28 días, con sustitución de 20% de agregado grueso reciclado.	90
Tabla N°60 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 28 días, con sustitución de 40% de agregado grueso reciclado.	91
Tabla N°61 Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ² a 28 días, con sustitución de 60% de agregado grueso reciclado.	91
Tabla N°62 Comparación de resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ² con AGR = 0% y AGR=20% en las edades de 7,14 y 28 días.....	92
Tabla N°63 Comparación de resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ² con AGR = 0% y AGR=40% en las edades de 7,14 y 28 días.....	93
Tabla N°64 Comparación de resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ² con AGR = 0% y AGR=60% en las edades de 7,14 y 28 días.....	95
Tabla N°65 Asentamiento del concreto en estado fresco.....	98
Tabla N°66 Análisis de varianza ANOVA	99
Tabla N°67 Análisis de varianza con un nivel de significancia de 0.05	100
Tabla N°68 Resumen de operaciones	100
Tabla N°69 Resumen de operaciones para los valores de la tabla X^2	101
Tabla N°70 Determinación del valor F	101
Tabla N°71 Pares de medias a fines de diferencia de resistencia a la compresión .	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Curva envolvente	17
Figura 02: Curva granulométrica del agregado fino, laboratorio sismorresistente, MATHLAB, 2023.....	63
Figura 03: Curva granulométrica del agregado grueso, laboratorio sismorresistente, MATHLAB, 2023.....	65
Figura 04: Curva granulométrica del agregado grueso reciclado, laboratorio sismorresistente, MATHLAB, 2023.....	67
Figura 05. Cantidad de materiales por 1 m ³ de concreto con AGR = 0.00%, muestra patrón.	79
Figura 06. Cantidad de materiales por 1 m ³ de concreto con AGR = 20.00%, muestra experimental.	81
Figura 07. Cantidad de materiales por 1 m ³ de concreto con AGR = 40.00%, muestra experimental.	83
Figura 08. Cantidad de materiales por 1 m ³ de concreto con AGR = 60.00%, muestra experimental.	84
Figura 09. Variación de proporciones, según la proporción de sustitución de agregado grueso reciclado.	85
Figura 10. Variación de materiales en peso, según la proporción de sustitución de agregado grueso reciclado	85
Figura 11. Resultados de la resistencia a la compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR=20% en las edades 7,14 y 28 días.....	92
Figura 12. Tendencia de los resultados de resistencia a compresión $f^c=210\text{ kg/cm}^2$ en las edades de 7,14 y 28 días de AGR=0% con respecto AGR=20%	93
Figura 13. Resultados de la resistencia a la compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR=40% en las edades 7,14 y 28 días.....	94
Figura 14. Resultados de la resistencia a la compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR=40% en las edades 7,14 y 28 días.....	94

Figura 15. Resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR=60% en las edades 7,14 y 28 días.....	96
Figura 16. Resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR=60% en las edades 7,14 y 28 días.....	96
Figura 17. Variación de los resultados de resistencia a compresión $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ en las edades de 7,14 y 28 días de AGR=0% con respecto AGR=20%, AGR=40% y AGR=60%	97
Figura 18. Tendencia de los resultados de resistencia a compresión $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ en las edades de 7,14 y 28 días de AGR=0% con respecto AGR=20%, AGR=40% y AGR=60%	98

PALABRAS CLAVE

Tema	Resistencia a Compresión Del Concreto
Especialidad	Tecnología Del Concreto

KEY WORDS:

Theme	Compressive Strength Of Concrete
Specialty	Concrete Technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Línea de Investigación:	Construcción y gestión de la construcción
OCDE	Área: Ingeniería y Tecnología
	Sub Área: Ingeniería civil
	Disciplina: Ingeniería civil, Ingeniería de la construcción

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado **"Evaluación de la resistencia de concreto $f'c=210$ kg/cm² por método ACI, empleando concreto reciclable como agregado grueso en la ciudad de Huaraz, 2023"** del (a) estudiante: **Jaime Ovaldo Caururu Oropeza**, identificado(a) con Código N° **1417200028**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **29%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 12 de Julio de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA:

Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

TÍTULO

**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² POR
MÉTODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO AGREGADO
GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023”**

RESUMEN

En la presente investigación se ha evaluado la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ empleando agregado grueso reciclado extraídos de las probetas de concreto en desusos de laboratorio de mecánica de suelos en proporciones de 20%, 40% y 60% empleando los agregados gruesos naturales de la cantera Tacllan, el agregado fino natural de la cantera Challhua y el agregado grueso reciclado provenientes de la trituración de las probetas en desusos en los distintos laboratorios de mecánica de suelos en la ciudad de Huaraz, para los ensayos necesarios para el diseño de mezcla cumpliendo con toda la normatividad y los parámetros.

Con el propósito de encontrar alternativas de nuevos materiales como objetivo se tuvo evaluar la resistencia a la compresión de un concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo en porcentajes 20%, 40% y 60% de concreto reciclado como agregado grueso por el diseño de mezcla método ACI.

La resistencia promedio del diseño patrón a los 28 días fue de 289 kg/cm^2 lo cual tomamos para evaluar la variación de las resistencias en los diseños con 20%, 40% y 60% de sustitución; la resistencia a los 28 días del diseño con 20% de AGR fue de 245 kg/cm^2 lo cual difiere en un -15.22% con respecto al diseño patrón, la resistencia promedio para el diseño con 40% de sustitución de AGR a los 28 días fue de 282 kg/cm^2 lo cual difiere en un -2.42% con respecto a la resistencia patrón y la resistencia promedio para el diseño con 60% de sustitución de AGR a los 28 días fue de 320 kg/cm^2 lo cual difiere en un 10.73% con respecto a la resistencia patrón, para los concretos experimentales se observa que la resistencia va logrando un incremento mayor a las edades de 7, 14 y 28 días a mayor sustitución.

Los resultados logrados nos precisan que los concretos elaborados con sustitución de agregado grueso reciclado con un TMN de $\frac{3}{4}$ " son aptos para su empleo en concretos estructurales, logrando una mayor resistencia en el diseño con 60% de AGR con respecto al diseño patrón; para todos los diseños la resistencia a compresión a los 28 días logro superar a la resistencia de diseño; pero son concretos menos durables por el alto grado de desgaste del agregado reciclado.

ABSTRACT

In the present investigation, the compressive strength of concrete $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ has been evaluated using recycled coarse aggregate extracted from concrete specimens from the soil mechanics laboratory in proportions of 20%, 40% and 60% using the natural coarse aggregates from the Tacllan quarry, the natural fine aggregate from the Challhua quarry and the recycled coarse aggregate from the crushing of disused specimens in the different soil mechanics laboratories in the city of Huaraz, for tests necessary for the mix design complying with all regulations and parameters.

In order to find alternatives for new materials as an objective, the compressive strength of a standard concrete $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ was evaluated, substituting percentages of 20%, 40% and 60% of recycled concrete as coarse aggregate for the ACI mix design method.

The average resistance of the standard design at 28 days was 289 kg/cm^2 , which we took to evaluate the variation of the resistances in the designs with 20%, 40% and 60% substitution; the resistance at 28 days of the design with 20% AGR was 245 kg/cm^2 , which differs by -15.22% with respect to the standard design, the average resistance for the design with 40% substitution of AGR at 28 days was 282 kg/cm^2 which differs by -2.42% with respect to the standard resistance and the average resistance for the design with 60% replacement of AGR at 28 days was 320 kg/cm^2 which differs by 10.73 % with respect to the standard resistance, for the experimental concretes it is observed that the resistance is achieving a greater increase at the ages of 7, 14 and 28 days with greater replacement.

The results obtained indicate that the concretes made with the substitution of recycled coarse aggregate with a TMN of $\frac{3}{4}$ " are suitable for use in structural concrete, achieving greater resistance in the design with 60% AGR compared to the standard design; for all the designs, the compressive strength at 28 days was able to exceed the design strength; but they are less durable concrete due to the high degree of wear of the recycled aggregate.

I. INTRODUCCIÓN

En la época actual, el sistema de la construcción de varios tipos de obras civiles demanda un buen control de calidad en todas sus etapas y mayor consumo de recursos naturales, como desde el diseño hasta la construcción lo que implica el seguimiento de la calidad de los materiales y sostenibilidad de los recursos naturales dentro de esto los componentes del concreto que demandan la escasez de obtención y utilización produciendo mayor impacto ambiental al ser extraídos. El segundo material más empleado a escala mundial después del agua es el concreto, ya que se utiliza para construir viviendas, hospitales, edificios y otras estructuras. El beneficio del concreto es que perdura a lo largo de los años, pero también genera millones de toneladas de desechos cada año, (Campos & Saenz, 2020).

Se ha visto ya el empleo de este nuevo material que es el agregado reciclable en países desarrollados e inclusive en algunos países de Latinoamérica que ya se encuentra normado para su empleo. Su obtención es a través de los desechos de construcción y ensayos de concreto y de esto la demolición del concreto reciclado.

Los agregados necesarios para hacer el concreto son los áridos gruesos y finos que se sacan de una cantera; sin embargo, obtener estos recursos requiere explorar continuamente nuevas canteras y, dado que no son renovables, en el futuro habrá escasez de ellos para su empleo en obras civiles, así como la escasez de algunos recursos naturales y de baja sostenibilidad. El interés de la investigación el uso de los desechos de concreto de la construcción surge como respuesta a esto, para este trabajo el empleo del agregado grueso reciclable son provenientes de la demolición del concreto de las briquetas en desusos en los laboratorios de mecánica de suelos y otros desechos de concreto con las mismas granulometrías; con esto se busca renovar los recursos naturales que ya hayan sido empleados en cualquier obra civil como lo es el agregado fino o grueso con políticas ambientales en su reutilización. Se tiene a mayores construcciones de obras civiles mayores desechos de construcción.

Bejar (2018), es fundamental caracterizar los desechos antes de aplicarlos a nuevos elementos de concreto mediante el análisis de muestras obtenidas de resistencias

conocidas y luego combinar estas muestras para comprender sus propiedades físicas y propiedades mecánicas.

Los diferentes laboratorios de concreto dentro de la ciudad de Huaraz realizan los ensayos de probetas a la compresión y hay una demanda de desechos de dichas briquetas que son destinados al arrojado en botaderos informales, lo que se debe de llevar a un depósito de relleno sanitario y ver el aprovechamiento y reducción de los desechos de concreto donde sea reutilizado con eficiencia y calidad en el nuevo empleo, de según los resultados obtenidos en el laboratorio. Para que el proyecto marche bien se tiene que planificar, evaluar y emplear en las distintas áreas de la ingeniería con un sistema de gestión de calidad y control en los materiales.

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad evaluar las propiedades físico- mecánicas de los agregados reciclables para que puedan ser utilizados nuevamente en la preparación del concreto y establecer los parámetros que asegure su uso adecuado sin alteraciones teniendo en cuenta los requisitos que establecen las normas peruanas o extranjeras de diversas propiedades; a la vez se busca que este trabajo de investigación sea eficiente y así buscar la mejora y protección de los recursos naturales y un uso moderado y renovable.

En el contexto internacional; Bermúdez (2021), desarrollo un proyecto de investigación en Barranquilla-Colombia, titulado “Fabricación de concreto con agregado de RCD” donde el objetivo fue evaluar la resistencia a la compresión del concreto con la adición de residuos de construcción y demolición (RCD); la metodología que utilizo fue de tipo aplicada y diseño cuasi experimental, los procesos que siguió para el desarrollo del objetivo fueron la recolección y selección de los RCD para luego llevar a una trituración primaria y secundaria, el tamizado y pulidora, limpieza del RCD, el proceso del tamizado para una TMN de 1”, evaluación de propiedades físicas de los agregados para la desarrollar el diseño de mezcla, elaboración del concreto, curado de los probetas luego de ser ensayados hasta llegar al análisis de los resultados. Los resultados mostraron que el diseño de la mezcla en la que participó el RCD presentó la mayor resistencia a la compresión, con un resultado

de 4604 psi (322,28 kg/cm²) a los 28 días a una proporción de 75% de reemplazo de RCD y 25% de CR, además a los 28 días la resistencia de la muestra patrón fue de 5416 psi (379.12 kg/cm²) diferenciando en 812 psi (56.84 kg/cm²). Asimismo, se demostró que a medida que van pasando los días el concreto mejora su resistencia. Esto lleva a la conclusión de que es viable la fabricación de un concreto de alta resistencia con sustitución de RCD como agregado grueso para su uso en la construcción de pavimentos y muros de contención de gravedad; por otro lado el agregado grueso proveniente del RCD no cumplió con la granulometría por lo que no permite el tamaño requerido y la presencia de las impurezas; con respecto a la absorción obtuvo un porcentaje para agregado reciclado de 6.805% y para el canto rodado natural una absorción de 1.715% generando así una necesidad mayor de agua al sustituir el agregado reciclado con respecto al diseño patrón.

Chauveinc (2011), en Santiago de Chile desarrollo un trabajo de “Estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto con árido reciclado a través de una modificación del método de mezclado del concreto”, cuyo objetivo fue identificar y evaluar la influencia de la modificación del proceso de fabricación de hormigones con agregado reciclado, al mismo tiempo cuantificar el aporte de uso con agregado reciclado en términos de economía, tiempo y sostenibilidad; mediante el uso de dos técnicas de mezcla, fue posible producir muestras de concreto con adiciones de material reciclado de 0%, 30% y 50%. Debido a esto, el primer método es el mezclado en primera etapa, donde el orden de sustitución de los elementos es el cemento, agregado, agua y luego los demás. El segundo método consiste en mezclar materiales en dos etapas, primero mezclando el cemento y el agregado reciclado con la mitad de la cantidad requerida de agua, y luego agregando el agregado natural y agua restante. Trabajando para una relación de a/c de 0.58, el asentamiento para el diseño de la mezcla varió de 6 a 8 cm, donde se determinó que la resistencia a la compresión disminuye cada vez que se incrementa la cantidad de material reciclado agregado, y donde, en particular, a los 28 días con un 30% de material agregado reciclado arrojó una resistencia a la compresión de 560,85 kg/cm² (55MPa) con una relación AC de 0,52, para concreto con 50% de agregado reciclado la resistencia obtenida fue 530.25

kg/cm² (52 MPa) y con respecto al diseño patrón obtuvo una resistencia de 581.24 kg/cm² (57 MPa); por otra parte, el método de mezclado por etapas no aumenta la resistencia de los hormigones a la compresión. No obstante, fue posible obtener valores altos y suficientes de resistencia a la compresión para poder emplear este material en concreto estructural. Con respecto a la impermeabilidad, se determinó que la mezcla de hormigones reciclados mejora gradualmente su capacidad de resistencia a la absorción de agua en el caso del hormigón con 50% de árido reciclado; por otro lado, en otros casos la conclusión no fue lo prevista; finalmente, el método de mezclado modificado no mejoró las propiedades del hormigón, pero esto no evita el uso del hormigón reciclado como sustancia árida, incluso estructuralmente.

En el contexto nacional, Montoya & Aragón (2022), en Tacna-Perú desarrollaron un trabajo de investigación denominado “Determinación de la resistencia a la compresión del concreto reciclado para construcciones ecoeficientes en la ciudad de Tacna, 2022”, como objetivo general tuvo en determinar la viabilidad del uso del concreto reciclado para lograr construcciones ecoeficientes en la ciudad de Tacna, la metodología es de tipo explicativo y diseño de investigación diseño en laboratorio se utilizó ACI para desarrollar el diseño de la mezcla $f'_c=210$ kg/cm², teniendo en cuenta porcentajes de reemplazo de 100%, 75%, 50%, 25% y 15% al agregar grueso natural; donde llegó a la conclusión que las sustituciones del 100%, 75% y 50% no lograron la resistencia del diseño; para la sustitución de 75% la resistencia a los 28 días fue de 192.45% marcando una diferencia en 8.83% con respecto al diseño patrón, para el diseño con sustitución de 50% la resistencia a los 28 días fue de 206.87 kg/cm² con una diferencia de 1.49% con respecto a la muestra patrón; sin embargo, los reemplazos del 15% y 25% de agregado reciclado al agregado grueso natural específicamente sí lo lograron, con resistencias promedio de 230.06 kg/cm² y 231.75 kg/cm² respectivamente, siendo esta última sustitución la mejor y más aconsejable, con respecto al diseño patrón y 100% de sustitución la diferencia fue de 13.67% menos, no alcanzando la resistencia de diseño para la muestra sustituida al 100% de agregado reciclado; para el presente diseño tuvo un desgaste de abrasión para el agregado natural de 21.81% y 46.74% para el agregado grueso; asimismo, Se determinó que el mayor costo de obtención de

concreto reciclado en relación a los precios del agregado convencional tuvo un impacto económico negativo, pero si habría un beneficio ambiental por la disminución de la deforestación por las demoliciones en Tacna.

Chumpitaz (2019), en Lima-Perú desarrollo el trabajo de investigación denominado “Propiedades físicas y mecánicas de un concreto elaborado con agregado grueso proveniente del concreto reciclado”, como objetivo fue determinar que influencia tiene el agregado grueso provenientes del concreto reciclado en las propiedades físico - mecánico de concreto $f'_c=280$ kg/cm² para lo cual los porcentajes de reemplazo para los cuatro diseños de mezcla, que reemplazaron al agregado grueso natural por agregado grueso reciclado, fueron 20%, 30% y 40%. Además, diseño un concreto patrón para poder comparar las propiedades de los distintos diseños. Es importante señalar que Plastiment y Sikament son dos aditivos que se añadieron a todos los diseños; el primero le da al concreto más plasticidad, mientras que el segundo le agrega ahorro de agua al concreto, la metodología es de tipo básica y un diseño experimental, se concluye que los tres diseños con agregado grueso reciclado exhiben una resistencia elevada en relación con la edad de las briquetas, siendo el diseño de reemplazo del 30 % el que soporta la carga más alta, mientras que para una edad de 7 días, el concreto recargado al 30% mostró aún mejor resistencia a la compresión que la resistencia patrón, con una resistencia 9.5% mayor; Además, para una edad de 28 días, que los tres diseños con agregado reciclado añadido presentan una mayor resistencia a la compresión que el requisito de diseño de 280 kg/cm². Sin embargo, el diseño con la mejor resistencia a la compresión se obtuvo con el 30% de hormigón de reemplazo, por lo que es el diseño ideal. El diseño con sustitución de 20% y 30% tuvo un asentamiento menos con respecto al patrón en 4.8% y 2.4% respectivamente; mientras que la muestra con sustitución de 40% tuvo un asentamiento mayor en 9.5%; de los tres diseños experimentales los asentamientos estuvieron en el rango de 6” a 8” como tal se diseñó la muestra patrón.

Rodríguez (2018), en Cajamarca-Perú desarrollo el trabajo de “Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=175$ kg/cm² con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado” como objetivo planteo determinar la resistencia a

la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando tres sustituciones de agregados provenientes del concreto reciclable; la metodología utilizada fue combinación de agregados analizados en las edades de curado en 7, 14 y 28 días con tipo de investigación experimental; los resultados mostraron que después de 7 días de curado, la resistencia media obtenida con árido 100% natural fue de 163,17 kg/cm², 141.87 kg/cm² cuando se reemplazó el 50% de árido de concreto reciclado, 129.86 kg/cm² cuando se reemplazó 75% de agregado de concreto reciclado fue reemplazado, y 96,37 kg/cm² cuando se utilizó árido de hormigón 100% reciclado. Luego de 14 días de ser curado, la resistencia media que se alcanzo es de 224.33 kg/cm² con 100%, 175,61 kg/cm² cuando se reemplazó el 50% de árido provenientes de concretos reciclados, 163,63 kg/cm² cuando se sustituye el 75% de árido de concreto reciclado y 150,11 kg/cm² cuando se sustituye el 100% de árido de concreto reciclado. Además, en el transcurso de 28 días, la resistencia promedio que se obtuvo fue 252,60 kg/cm² con una sustitución de 100% de árido natural, 205,88 kg/cm² en 50% de sustitución y 191,24 kg/cm² cuando se sustituyó el 75% de árido reciclado. Finalmente, 186,35 kg/cm² con áridos de hormigón 100% reciclados. Concluye que al reemplazar el agregado por concreto reciclado la resistencia disminuye a la edad de 7 días hasta un 40,94%, a los 14 días hasta un 33,09% y a los 28 días hasta un 26,23% con relación a la resistencia del diseño patrón; la hipótesis no se cumple porque la resistencia disminuye proporcionalmente a la cantidad de reciclado utilizado. Sin embargo, las resistencias para el concreto elaborado con concreto reciclado como agregado grueso pasan la resistencia de diseño $f'c$ y están en no más del 3% de la resistencia requerida $f'cr$. Los resultados con respecto a las características físico-mecánico de los agregados fueron: para el agregado fino una absorción de 3,68%, con un módulo de fineza de 2.97, peso específico de 2.82 gr/cm³, un PUS de 1636.31 kg/m³, PUC de 1753.49 kg/m³, teniendo 8.84% porcentaje de humedad; para el agregado grueso natural una absorción de 1.29%, con un peso específico de 2.66 gr/cm³, 7.88 de módulo de fineza, PUS de 1443.78 kg/m³, PUC de 1512.99 kg/m³, 0.44% de contenido de humedad; y para el agregado reciclado como agregado fino con una absorción de 8.32%, peso específico de 2.67 gr/cm³, con un módulo de fineza de 3.36, PUS de 1333.35 kg/m³, PUC 1473.66 kg/m³, 10.56% de porcentaje de humedad, para el agregado grueso

reciclado el peso específico fue 2.63 gr/cm³, un módulo de fineza de 7.68, una absorción de 6.47%, PUS de 1214.59 kg/m³, PUC de 1398.88 kg/m³ y 4.14% porcentaje de humedad.

En el contexto local, Guerrero & Trujillo (2020), en Huaraz-Ancash desarrollaron el trabajo de investigación denominado “Influencia del agregado de concreto reciclado en sustitución del agregado grueso a la compresión y costo del concreto – Huaraz, 2020”, como objetivo tuvieron en evaluar a qué resistencia a compresión llegó el concreto reciclado cuando es sustituido por 25%, 50% en sustitución del agregado grueso, la metodología que utilizaron que del tipo aplicada y diseño experimental, de acuerdo a los resultados obtenidos para un diseño de mezcla para un concreto $f'_c=210$ kg/cm² evaluados a las edades de 7, 14, 21 y 28 días se llegó a la conclusión que el concreto convencional superó el porcentaje de resistencia específica en el día 28, superando el promedio de resistencia de los tres briquetas, que alcanzó los 395,8 kg/cm². El concreto convencional logro una alta resistencia en los ensayos a la compresión de las probetas para las edades de 7, 14, 21 y 28 días. Por lo cual, determinan que el diseño patrón es aceptable con un precio por metro cúbico de S/ 313.708, y cuando sustituyeron 50% ACR resultó en una resistencia a compresión de 292.7 kg/cm² y un precio de fabricación por m³ de S/302.960 para un diseño de mezcla con una resistencia de 210 kg/cm², mientras que reemplazar 25% ACR resultó en una resistencia promedio de 345.5 kg. /cm² y un precio por m³ de S/ 308 257, se determinó que el concreto sustituido por agregado reciclado supera la resistencia de diseño; la influencia del agregado grueso reciclado es favorable al concreto $f'_c=210$ kg/cm² por ser muy porosa.

La razón de la justificación de este estudio es que se ha observado en otros países que cuando se sustituye concreto reciclado de otras estructuras los resultados eran excelentes; ahorraron dinero en costos de concreto y recuperaron parte de los desechos de construcción en botaderos informales.

Además, ayuda a reducir la extracción de agregados naturales de las canteras y mejora el medio ambiente.

En la ciudad de Huaraz el sector de la construcción a diario abunda más y el desarrollo de las obras civiles por la necesidad de la misma población y es uno de los sectores que genera una alta contaminación con los residuos de concreto y la conformación de las briquetas de concreto en las obras civiles los cuales terminan desusados en los distintos laboratorios de mecánica de suelos y finalmente arrojados en las orillas de los ríos o en botaderos informales, en consecuencia es evidente que debe ser utilizado el concreto reciclado derivado de briquetas de concreto provenientes de los laboratorios en desuso para reemplazar en condición del agregado grueso y así poder emplear en la fabricación en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Actualmente el desarrollo social demanda mayores obras civiles y requieren mayores volúmenes de concreto lo cual requiere buscar mejoras o la reutilización de materiales desechados para el desarrollo tecnológico en la industria de la construcción.

Un aspecto del problema es el continuo crecimiento de las diversas actividades dentro de la construcción, remodelación y demolición urbana, lo que resulta en volúmenes significativos de escombros de demolición y un grave problema de contaminación ambiental. Por otro lado, teniendo la necesidad de aumentar la eficiencia global en el uso de energía y materiales, es una oportunidad para investigar materiales para reciclar, en particular el concreto, que es el que más se produce al año en el mundo y uno de los más contaminantes, (Salazar et al., 2014).

En todo el mundo, la construcción en la industria se está expandiendo, y cuando restauras o derribas un edificio antiguo, generas una gran cantidad de desechos, lo cual es una gran fuente de desesperación para un proyecto cualquiera, causando problemas ambientales en cada ciudad o región donde se desarrolla o se lleva a cabo; por ello, uno de los grandes problemas que se plantea es la ocupación de grandes espacios o superficies por su volumetría. Al mismo tiempo, se produce la degeneración del mismo local como consecuencia del rebosado descontrolado e ilegal, ya que su producción aumenta con tiempo. Debido a que todo residuo tiene un destino final, los botaderos, de los cuales hay pocos legales en nuestro país, los residuos producidos no son administrados ni ejecutados individualmente, (Montoya & Aragón, 2022).

El problema surge de la falta de comprensión del comportamiento físico-mecánico de los grumos agregados producidos por la demolición de estructuras de concreto para su uso en la producción de hormigón simple, las investigaciones europeas condujo al desarrollo del conocimiento sobre este tema que después de sobrevivir a la destrucción de sus ciudades después de la 2da Guerra Mundial, descubrieron que los desechos de la construcción eran un sustituto viable para construir nuevas ciudades, (INGEOMINAS, 2009).

Cada día, nuestro país demuestra cómo la industria de la construcción gana con el entorno. Existe un fuerte interés en invertir en espacios que permitan a los residentes tener un lugar para vivir y calles que hayan sido renovadas para un mejor nivel de vida, en las cuales la industria consume mayor cantidad de materias primas y recursos los no renovables, siendo el concreto el elemento principal en la producción de estas estructuras, (Erazo Gonzales, 2018).

La importancia de esta investigación es evaluar y analizar el concreto elaborado una muestra patrón y experimentales 20%, 40% y 60% de sustitución de concreto reciclable como agregado grueso para obtener un nuevo concreto a una resistencia de 210 kg/cm^2 que su comportamiento sea adecuado como el concreto convencional, el uso de los desechos de concreto reciclado sería una alternativa de solución para destinar cuando son desechados y mejora las condiciones ambientales; para las fabricaciones del concreto con agregados provenientes del concreto reciclable en la ciudad de Huaraz producto de la trituración de las briquetas de concreto reciclados en los laboratorios de concreto tiene una importancia social ya que es una zona de eventos sísmicos y que se puede generar cualquier fenómeno desastroso, a su vez el crecimiento poblacional se ve cada vez más con una expansión mayor, la necesidad de construir las obras civiles, ante ello la mayor demanda es el uso de agregados ya que las canteras se van desabasteciendo; de esta manera estaríamos contribuyendo una mejor calidad de vida, cuidando nuestro medio ambiente, generando nuevos materiales en la construcción reusando los materiales ya empleados; ante todo esto es una buena opción en darle uso al concreto reciclable.

Por las razones expuestas, nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto patrón $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se sustituye 20%, 40% y 60% el agregado grueso natural por agregado grueso reciclado?

EL CONCRETO

“El concreto viene hacer una estructura hecha de cemento, agregados, agua y aire en las proporciones adecuadas para permitir la creación de un elemento resistente y duradero” (Abanto Castillo, 2017, pág. 19).

Por su alta resistencia a la compresión, el concreto viene hacer un material imprescindible en la construcción civil; por lo tanto, las proporciones deben calcularse cuidadosamente al diseñar la mezcla para garantizar que el concreto cumpla con las propiedades requeridas.

NATURALEZA DEL CONCRETO

Rivva (2000), afirma que el concreto proviene de la elaboración de un material artificial formado por un medio ligante conocido como pasta, dentro del cual se adhieren partículas de los agregados.

“Para hacer la pasta se combinan cemento y agua esto viene hacer la fase en curso del objeto dado que siempre está conectado a algo sobre sí mismo a través de todo este conjunto”, (Rivva, 2000, pág. 8).

La pasta tiene la función de adherir las partículas de los agregados en toda su composición, estos son los componentes más elementales que conforma el concreto.

CONCRETO RECICLADO

El concreto reciclado proveniente de los residuos desechables de la construcción, Vidaud et al., (2013) afirman que “es la que está hecha con materiales que han sido reciclados, reemplazando parcial o totalmente estos materiales como agregado. Estos agregados se pueden obtener mediante un proceso de trituración, cribado, etc”.

Las condiciones más importantes que participan en la calidad del concreto fabricado con áridos reciclables tenemos:

- Erazo (2018), si se sustituye el agregado natural en 20% a 30% con agregados reciclados de concreto, la resistencia entre un concreto convencional y un concreto baja, pero sus características no son desfavorables, si excedemos mayor porcentaje de agregados se afecta la resistencia final del concreto nuevo y la resistencia disminuye.
- Erazo (2018), en el momento de determinar la resistencia del concreto se debe tener en cuenta el origen de los áridos reciclados. Debido a que estos agregados presentan muchos finos durante el procesamiento, si el árido tiene baja resistencia, el concreto tendrá luego una baja resistencia.

PROPIEDADES DEL CONCRETO

Trabajabilidad

Viene hacer la sencillez con la que el concreto puede mezclarse, moverse, colocarse, vibrarse y terminarse sin que se produzca segregación o exudación durante estas maniobras. La propiedad principalmente se cuantifica observando los estudios de consistencia. (Abanto, 2017).

Ruelas (2015), afirma que la trabajabilidad de las mezclas de concreto en estado fresco se conceptualiza en términos de su facilidad de uso manteniendo la homogeneidad, que abarca todos los aspectos de la producción y uso del concreto, desde su dosificación y mezcla hasta su colocación final y compactación, en una estructura.

Resistencia

Abanto (2017), afirma que la prueba de resistencia no se puede realizar en un estado plástico, por que el proceso estándar consiste en tomar muestras durante la mezcla del concreto para crear probetas que, después de curar, se someten a pruebas de compresión.

Ruelas (2015), Menciona que la resistencia del concreto es la mayor cantidad de esfuerzo de diseño que puede soportar el material sin agrietarse. Dado que el propósito principal del concreto es resistir los esfuerzos a compresión, su capacidad para resistir dichos esfuerzos se mide y esto es utilizado como indicador de su calidad.

Rivva (2005), la resistencia es una de las propiedades más notables y significativas del objeto soportado en particular, la resistencia se usa para determinar si se aceptará o no para su uso. Por otra parte, el profesional encargado del diseño de mezcla debe tener en cuenta otras cualidades, como la permeabilidad, durabilidad o la resistencia al desgaste; estos pueden ser incluso tan importantes como la resistencia, dependiendo de las características y propiedades de las partes constituyentes del concreto.

Los factores que afectan a la resistencia:

- “Una de los principales factores que afecta la resistencia es la relación a/c esto afecta la resistencia a compresión del concreto ya sea con aire incluido o sin aire incluido, la resistencia en ambos casos tiende a bajar con el incremento de a/c” (Ruelas, 2015). Mayor aumento de agua contrarresta la resistencia o cuando la cantidad del cemento conforme baja la resistencia es desfavorable.
- “El tipo de cemento, de acuerdo con la rapidez con que se desarrolla la resistencia, varía el concreto hecho con varios tipos de cemento.” (Ruelas, 2015).
- Abanto (2017), afirma que las condiciones de curado son otro componente que va en contra la resistencia a compresión del concreto porque las reacciones del calor de hidratación del cemento se dan solo en presencia de una cantidad ideal de agua, siendo necesario conservar la humedad del concreto en todo el tiempo de curado, para así lograr mayor resistencia con el tiempo sin sufrir alteraciones antes de llegar a su máxima resistencia.
- La granulometría de los agregados, se estima que estén dentro de los parámetros normativos (Abanto, 2017).

Consistencia

Está determinado principalmente de la cantidad de agua utilizada, la fluidez de la mezcla y el grado de humectación de la mezcla.

Guerrero (1994), establece en su definición de términos, el comité de ACI reconoce la consistencia del concreto recién mezclado, así como su relativa fluidez y admite que el método más común para evaluarlo es a través de la prueba de revenimiento, sin

embargo, el Comité ACI 309 establece que la característica de las mezclas de concreto que más se relaciona con el aspecto de trabajabilidad o movilidad es su consistencia. Además, esta característica determina la facilidad con la que la mezcla se puede compactar o tiene el aspecto de compactibilidad.

Ruelas (2015), afirma que el ensayo de consistencia, conocido también revenimiento o “Slump” es empleado para evaluar el comportamiento del concreto en estado fresco. Esta prueba desarrollada por Duft Abrams, fue aprobada en 1921 por el ASTM y finalmente revisada en 1987.

Segregación

Viene hacer una propiedad del concreto en estado fresco y consiste en separarlo en sus partes componentes y el aislamiento del agregado grueso del mortero (Abanto, 2017).

Esta propiedad perjudica al concreto porque produce mucha piedra, casquillos arenosa, cangrejeras, etc. en el elemento lleno (Abanto, 2017).

Varía según la consistencia de la mezcla, volviéndose más imperfecta cuanto más fina es y menos imperfecta cuanto más seca está. Por lo tanto, es fundamental considerar la posibilidad de segregación al diseñar mezclas. Esta posibilidad podría contrarrestarse teniendo en cuenta el aumento de finos (como cemento o finos añadidos) y la consistencia de la mezcla, (Abanto, 2017, pag. 52).

Durabilidad

En el transcurso de su vida útil o de servicio, el concreto debe ser capaz de soportar eventos inesperados como la reacción de efectos químicos y desechos. La mayoría de los daños causados por las inclemencias del tiempo en los que incurre un objeto específico pueden estar relacionados con los ciclos de congelación y descongelación. Al aumentar la impermeabilidad al aire entre un 2 y un 6 % usando un agente de inclusión de aire o aplicando una capa protectora a la superficie, se puede mejorar la resistencia del concreto a estos elementos dañinos (Abanto, 2017).

EL CEMENTO

Según la NORMA ASTM C 33-03, (2018), se define " cemento natural " como "cemento hidráulico obtenido por calcinación de piedra natural de calcita arcillosa a una temperatura inferior a la de sinterización, luego fundiendo la piedra para formar un polvo fino".

Jordan & Viera, (2014), afirman que el cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un elemento inorgánico ligeramente molido que mezclado con agua forma la pasta que fragua y endurece a través de reacciones y procesos de hidratación, una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad.

Los componentes que componen el cemento se dosifican adecuadamente mediante un proceso de producción controlado, otorgándole al cemento las propiedades físicas, químicas y mecánicas necesarias para el uso previsto (Jordan & Viera, 2014).

Al cemento Portland se le agrega una porción de sulfato de calcio, que es un conglomerado utilizado en proyectos de ingeniería. El cemento Portland se fabrica moliendo clínker Portland, se permite la adición de otros elementos siempre que no superen el 1 % del total y siempre que la norma correspondiente permita su inclusión sin afectar así las propiedades del cemento resultante, estos componentes adicionales deben molerse junto con el Clinker.

AGREGADOS

Definición:

“Conjunto de partículas ya sea de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones estén comprendidas entre los límites establecidos por la NTP. Se les llama también áridos” (NTP 400.011, 2008).

Girio (2015), menciona que la fase discontinua del concreto está formada por los áridos, que son materiales que se embeben dentro de la pasta y constituyen aproximadamente el 75 % de la unidad cúbica del hormigón.

Los agregados utilizados en la fabricación de los concretos de peso normal (2200 a 2500 kg/m³) deberán cumplir con los parámetros de la NTP 400.37 o de la Norma ASTM C 33 (Rivva, 2005).

Tamaño Máximo: Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.

Tamaño nominal máximo: Esto corresponde al menor tamiz de la serie de mallas utilizadas donde se produce el primer retenido. Esta determinado en el siguiente tamiz que le sigue en abertura mayor a aquel porcentaje cuyo retenido acumulado es del 15% o más (Abanto, 2017).

Módulo de fineza: (Jordan & Viera, 2014), es el criterio establecido en 1925 por Duff Abrams con base en la granulometría del material, se puede inferir la finura promedio del material usando la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\sum \%Ac. retenidos(1\ 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50\ Y\ N^{\circ}100)}{100}$$

Clasificación

Agregado fino

Abanto (2017), se considera como agregado fino a la arena natural o triturada, de tamaños reducidas y que pasan el tamiz 3/8" y a su vez que cumpla con los estándares prevalecidos en la norma NTP 400.037.

“Las partículas del agregado fino serán limpias, teniendo en consideración de perfiles de angular, duras, resistentes y compactas. Se debe de prever que el agregado este contaminada de algunos agentes o partículas dañinos” (Abanto, 2017, pág. 88).

Granulometría

Abanto (2017), afirma que la granulometría del agregado viene hacer la distribución por tamaños de las partículas, esta distribución de partículas por tamaños se determina por el tamizado por mallas normalizados, entre ellas los usados en el agregado fino son las N°4; 8; 16; 30; 50 y 100. Los requerimientos del reglamento nacional de edificaciones especifican la granulometría en concordancia a la norma ASTM como en la tabla N° 01 y N°02.

Tabla N°01*Límites de granulometría según el ASTM*

Malla		Limite	
Pulg	Micrones	Inferior	Superior
3/8"	950	100	100
N°4	475	95	100
N°8	238	80	100
N°16	118	50	85
N°30	600	25	60
N°50	300	5	30
N°100	150	0	10

Fuente: (ASTM c 33-03, 2018)

Con respecto al control de la granulometría se visualiza de una manera más optimo mediante la figura N°01, donde el eje Y determina el porcentaje acumulado que pasa a cada malla, y el eje X el número de mallas normalizadas. La norma ASTM, hace una excepción para los concretos fabricados con más de 300 kg/m³ de los porcentajes requeridos para el material que pasa las mallas N°50 Y N°100, reduciéndose para esta condición en un 5 % y 0% respectivamente. La mayor presencia del cemento contribuye a la plasticidad del concreto y compacidad de la pasta, función que cumple el agregado más fino (Abanto, 2017, pág. 89).

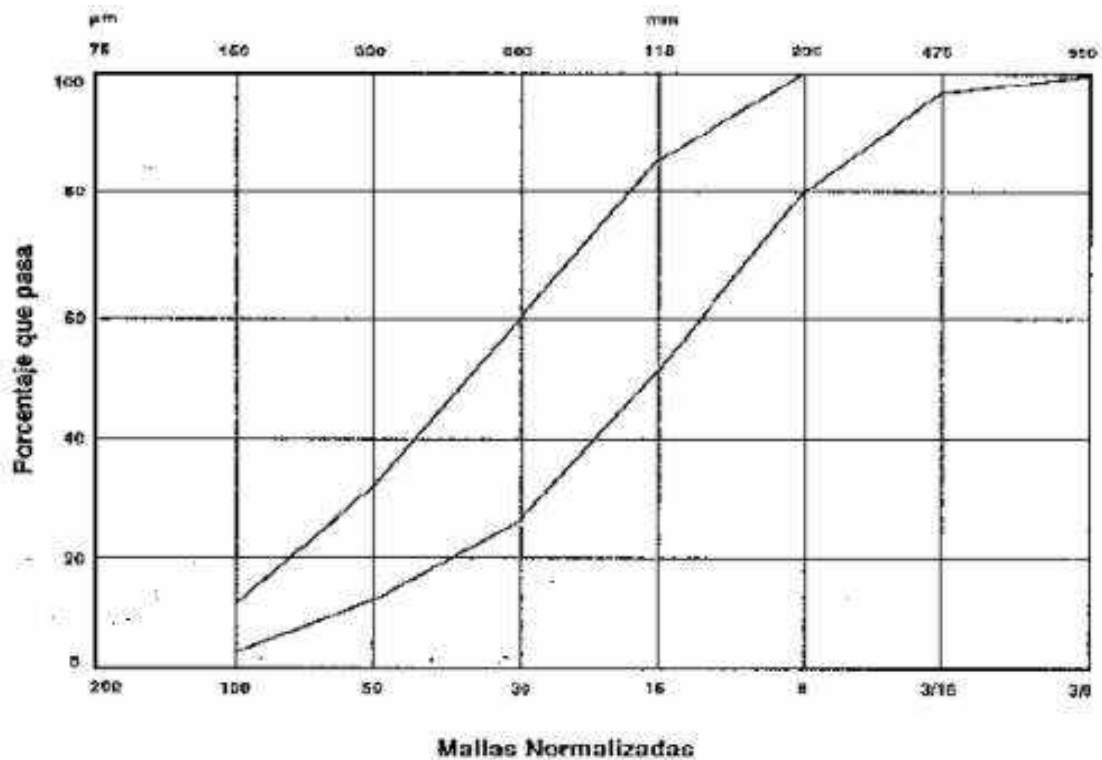


Figura 01. Curvas envolventes, (Abanto Castillo, 2017).

Un tamaño de grano ideal es cuando la variación entre el material que pasa por una malla y el que se retiene en las siguientes mallas no supera el 45% del total de la muestra. El agregado fino juega el papel de lubricante para el agregado grueso, asegurando que este último tenga una distribución uniforme y suficiente trabajabilidad durante las etapas de mezcla y colocación. La granulometría es más efectiva cuando las curvas granulométricas son suaves (Abanto, 2017).

Requisitos de aplicación

Para cumplir con los parámetros que cumplan con las normas Abanto (2017), da una serie de medidas importantes que se debe de tener en consideración como:

- El agregado fino tenga partículas de perfil duras, angulares, resistentes y compactas, y sea natural.
- Debe de estar limpio, de cualquier sustancia dañina que afecte sus propiedades como el polvo, materias orgánicas, álcalis, y otros componentes dañinos.
- Se debe de cumplir con los parámetros establecidas en la norma.

- Para las sustancias dañinas dentro del agregado fino no deben de exceder a 3% de partículas deleznable y en un 5% de material fino que pasa la malla N°200.

Tabla N°02

Límites de sustancias nocivas en el agregado fino

CARACTERISTICAS	REQUISITO		UNIDAD
	MIN	MAX	
Módulo de fineza	2.3	3.1	N.A.
Pasante a la malla N° 200	N.A.	5	%
Cloruros solubles	N.A.	1000	ppm
Sulfatos solubles	N.A.	12000	ppm
Terrones de arcilla y partículas deleznable	N.A.	3	%
Impurezas orgánicas	N.A.	3	Plato de color
Inalterabilidad por sulfato de magnesio	N.A.	15	%

Fuente: (ASTM c 33-03, 2018)

Módulo de fineza

El módulo de fineza viene hacer un parámetro que resulta de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices estándar, del tamiz N°4 hasta N°100 y dividiendo entre 100.

Agregado grueso

Ruelas (2015), la calidad del agregado es extremadamente crucial para contribuir a resultados óptimos en la preparación de estructuras de concreto porque es uno de los componentes principales del concreto.

Abanto (2017), es el material retenido dentro del tamiz NTP N°4 que resulta de la desintegración natural o artificial (piedra chancada) de las rocas y que cumpla con los parámetros establecidos en la NTP 400.037. Sus partículas serán limpias con perfil angular o semi - angular, resistentes, duras y rugosa; y libre de elementos dañinos.

Piedra chancada o triturada

Es el agregado producto de la trituración artificial de las rocas o gravas para ello debe de estar limpio, dura y resistente. Aporta para el concreto su propia resistencia y el volumen, los estudios precisan que la piedra chancada genera concretos más livianos y resistentes a diferencia de perfil redonda, los pesos de la piedra chancada varían 1450 a 1500 kg/m³ (Abanto, 2017).

Granulometría

La granulometría deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la NTP 400.037 o ASTM C33, los cuales están dentro de la tabla N°03.

“La granulometría tomada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼” para poder así cumplir con una buena distribución de las partículas” (Ruelas, 2015, pág. 29).

Tabla N°03

Limites granulométricos para agregados grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Requisitos Granulometricos De Agregado Grueso Porcentaje Que Pasa Por Los Tamices Normalizados													
		100 mm	90 mm	75 mm	63mm	50mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.15 mm	300 um
		4 pulg	3 1/2 pulg	3 pulg	2 1/2 pulg	2 pulg	1 1/2 pulg	1 pulg	3/4 pulg	1/2 pulg	3/8 pulg	N° 4	N° 8	N° 16	N° 50
1	1/2 pulg a 1 1/2 pulg	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	-	-
2	1/2 pulg a 1 1/2 pulg	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	2 pulg a 1 pulg	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	-
357	2 pulg a N° 4	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	1 1/2 pulg a 1/4 pulg	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-	0 a 5	-	-	-	-
467	1 1/2 pulg a N° 4	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	1 pulg a 1/2 pulg	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	1 pulg a 3/8 pulg	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	1 pulg a N° 4	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	3/4 pulg a 3/8 pulg	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	3/4 pulg a N° 4	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	1/2 pulg a N° 4	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	3/8 pulg a N° 8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	3/8 pulg a N° 16	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	N° 4 a N° 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

FUENTE: (ASTM c 33-03, 2018).

Tamaño máximo

En ningún caso el tamaño máximo de agregado grueso debe ser mayor a:

- 1/5 entre la menor dimensión, entre caras de encofrado
- 1/3 del espesor de la losa
- 3/4 del espacio libre de las barras de refuerzo

Abanto (2017), estas condiciones es que las barras de refuerzo tengan un recubrimiento uniforme para que no presente cangrejeras. Cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, la cantidad de agua requerido disminuye, pero incrementándose la resistencia del concreto, esta condición tiene el límite solo hasta 1 ½” de agregado, en mayores tamaños son aplicables para concretos de bajo contenido de cemento y bajas resistencias.

Requisitos para aplicación:

- Deberá estar limpio de sustancias dañinas, de perfil angular, duras, resistentes, compactas y rugosa.
- Es apreciable que las sustancias dañinas no superen el 5% de partículas deleznable, 1% de material fino que pase la malla N°200 y 0.5% de carbón y lignito.

Importancia de los agregados

(Jordan & Viera (2014), el agregado dentro del concreto cumple principalmente las siguientes funciones:

- Como masa o relleno de forma adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo así la cantidad de pasta en un metro cúbico de concreto.
- Proporciona un volumen de partículas con la finalidad de poder resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que actúan durante el tiempo sobre el concreto.

Contrarrestar a los cambios de volumen resultantes de procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y de secado, o de calentamiento de la pasta. El Módulo de finura, que a menudo se vuelve más pequeño a medida que un agregado se vuelve más fino, es lo que generalmente caracteriza a los finos agregados. El propósito principal de los agregados en el concreto es formar un cuerpo rígido y resistente , lo

cual se logra mezclándolos con cemento y agua. La pasta tiene la función de lubricar a las partículas del árido en el concreto, otorgándoles una cohesión y trabajabilidad a la mezcla. Para ello, las funciones de la pasta deben cubrir uniformemente la superficie de los áridos; los agregados más pequeños tienen un área de superficie más grande para lubricar y rodear la pasta. Como resultado, se recomienda utilizar el mayor tamaño de adición factible con las características de la estructura mientras se desarrolla el concreto (Jordan & Viera, 2014).

Propiedades del agregado

Propiedades físicas

Porosidad

Una de las características más significativas de un agregado es su porosidad, que es el espacio en el componente que no está ocupado por material sólido. Como resultado, puede afectar la estabilidad química del agregado, la resistencia al desgaste, la resistencia mecánica, las propiedades eléctricas, gravedad específica, absorción y permeabilidad (Jordan & Viera, 2014, pág. 36).

La porosidad de los agregados afecta la estabilidad química, resistencia a la abrasión, la resistencia mecánica, las propiedades eléctricas, la gravedad específica, la absorción y la permeabilidad de las partículas, disminuyendo todas estas propiedades a medida que se incrementa la porosidad del agregado (Rivva, 2005).

Densidad

Esto tiene que ver con la porosidad inherente del material así como con la gravedad específica de sus componentes aislados. Cuando se trata de diseñar objetos con un peso unitario alto o bajo, la propiedad de los agregados es crucial. Las densidades bajas demuestran que el material es poroso, deficiente y absorbente en alto grado (Jordan & Viera, 2014).

Porcentaje de vacíos

La cantidad de volumen que se puede expresar en términos porcentuales de los espacios abiertos entre las partes componentes del agregado depende de la ubicación de las partes constituyentes, por lo que su valor es relativo, al igual que en el caso del peso unitario. La fórmula establecida por la norma ASTM C 29 se utiliza para evaluar (Jordan & Viera, 2014, pág. 37).

$$\%vacios = \frac{(SxW - P.U.C)}{SxW} x100$$

Donde:

S: peso específico de la masa

P.U.C: Peso unitario compactado del agregado

W: peso específico del agua

Pesos unitarios

El resultado se obtiene dividiendo el peso de las partículas por el volumen total , incluidos los espacios de vacío. El método para determinarlo está establecido en ASTM C 29 y NTP 400.017, y es particularmente crucial cuando se convierte de pesos a volúmenes y viceversa, así podemos precisar para un agregado grueso los pesos unitarios elevados significan que quedan muy pocos vacios por cubrir con arena y cemento (Jordan & Viera, 2014, pág. 37).

Propiedades resistentes

Resistencia

La composición, textura y estructura de los agregados determinan qué tan resistentes son; si los componentes de los áridos no están bien unidos entre sí , su resistencia será baja o estarán compuestos por componentes débiles. Debe ser posible que toda la resistencia a la matriz cementante sea alcanzada por la resistencia al chancado o compresión del agregado, la Norma Británica especifica un método para medir la resistencia a la compresión de los materiales añadidos utilizando cilindros de 25,4 mm de diámetro y altura (Jordan & Viera, 2014, pág. 38).

Hacer mezclas de concreto con las adiciones deseadas y asegurarse de que tengan las mismas proporciones que otras mezclas en las que se ha utilizado un agregado de resistividad conocida es un método indirecto, y luego determinando la composición de la resistencia de las mezclas. Es una resistencia menor y muchos de los componentes del agregado parecen estar rotos, es posible concluir que la resistencia del agregado es menor que la resistencia nominal a la compresión de la mezcla que se está utilizando (Rivva, 2005, pag. 139).

Dureza

Haciendo resistencia a la erosión, a la abrasión, o en general al desgaste. La durabilidad de las partículas depende de sus componentes entre las rocas a utilizar específicamente, estas deben ser resistentes a efectos de erosión o abrasión (Jordan & Viera, 2014, pág. 39).

Consideraciones del agregado en el concreto

- El tamaño máximo es fundamental que la proporción de granos de menor tamaño en la composición general de la adición esté equilibrada, los agregados con deficiencia de esos tamaños presentan gran cantidad de espacios vacíos entre sus partículas y en consecuencia los concreto necesitan mayor cantidad de pasta. Además, la piedra tiende a separarse más fácilmente en estas circunstancias particulares. La Norma prevalece curvas granulométricas dentro de las cuales debe quedar comprendida la adición específica a utilizar para prevenir estas situaciones (Jordan & Viera, 2014, pág. 49).
- Los agregados finos y grueso de acuerdo a la norma ASTM C-33, Y NTP 400.037 tienen que cumplir con la granulometría establecidas en la NTP 400.012, respectivamente.
- Los agregados deben de estar libres de cualquier sustancia dañina.

Agregado de concreto reciclado

NTP 400.053 (1999), lo denomina granulado de concreto y lo define “como el material que ha sido procesado a partir de escombros de demolición de concreto para producir piezas de tamaño similar al agregado”.

Los principales factores que afectan la cantidad de mortero adherido a los agregados reciclados incluyen la proporción de a/c, que afecta la cantidad de mortero que se adhiere a los agregados originales y aumenta a medida que se reduce el tamaño de las partículas durante el procesamiento reconstituido; el grado de resistencia original al agregado, ya que los agregados de menor resistencia tienen menores tasas de adherencia del mortero. La cantidad de mortero adherido y la calidad de los agregados reciclados, tienen la influencia del proceso de trituración (Jordan & Viera, 2014, pág. 54).

Propiedades

Granulometria

La selección de la granulometría de los áridos reciclados requiere realizar pequeños ajustes en las aberturas del triturador. Los áridos varía según el proceso de trituración que se realice ; la proporción del producto grueso agregado del proceso de molienda puede oscila entre el 70% y el 90% del total de agregados producidos; Además, los datos dependen del tamaño máximo de agregado del concreto reciclado producido, así como de la composición del concreto en su estado original (Salas, 2019, pag. 27).

La partícula gruesa puede ajustarse dentro de los límites granulométricos recomendados por algunas normas internacionales para el uso de materiales específicamente adicionados, la curva granulométrica del agregado grueso, que tiene el mismo tamaño máximo que el agregado pero solo variaciones menores dependiendo principalmente del proceso de trituración que se utilizó, variaciones que dependen principalmente del proceso de trituración que se utilizó (Salas, 2019, pag. 27).

A un inicio el agregado reciclado procedente de la trituración del concreto desechable presenta finos durante el proceso de trituración esto se debe a la presencia de pequeñas partículas de mortero que se deshacen, en consecuencia, la presencia de los finos en la superficie del agregado puede causar problemas de adherencia entre las partículas del

agregado grueso y la pasta de cemento, y genera un incremento en la cantidad de agua que se requiere.

Una vez obtenido la proporción gruesa en el agregado de concreto reciclado, este conserva pequeños porcentajes de finos debido a la disgregación que experimenta el agregado al ser manipulado, los valores más frecuentes comprenden entre 0,5 y 2% (Salas, 2019, pags. 27-28).

Así, las especificaciones de Hong Kong y las recomendaciones de Rilem para el uso de árido de concreto reciclado prebalecen un límite de 5% para el contenido de fracciones de tamaño inferior a 4 mm (Salas, 2019, pag. 28).

Debido a la desagregación que experimenta el árido reciclado durante su transporte y almacenamiento, se obtienen porcentajes muy bajos de arena tras su trituración debido a su mayor friabilidad, estos los valores oscilan entre 0,5% y 2%, esta fina fractura se distingue por tenerse un alto contenido de mortero que afecta negativamente las propiedades del concreto. El problema que crean los finos es que la adherencia entre el árido y la pasta mortero se debilita cuando están presentes en exceso sobre la superficie del agregado, por otro lado, esto hace que aumente el consumo de agua del diseño, (López, 2008).

Textura superficial

Resultado del proceso de trituración, el mortero sobrante que se adhiere a los agregados del concreto original hace que los agregados del concreto reciclado tengan una textura más rugosa y porosa con respecto a los agregados naturales. Además, el coeficiente de forma de la adición de concreto reciclado es similar al coeficiente de forma potencial de la adición natural. La investigación nacional reveló un coeficiente de forma de 0,24 para la suciedad reciclada añadida y de 0,31 para la suciedad natural añadida, (Salas, 2019, pag. 28).

Densidad

“Debido a la menor densidad del mortero que se adhiere a la suma original, la densidad de saturación superficial (SSD) del agregado reciclado suele ser menor que la del agregado natural” (Jordan & Viera, 2014, pág. 56).

El agregado reciclado presenta menor densidad que el agregado natural debido a la pasta de cemento que queda adherido en las partículas; esta densidad va de 2100 a 2400 kg/m³, mientras que las superficies saturadas tienen una densidad mayor que va de 2300 a 2500 kg/m³. Como resultado esto se puede considerar que los áridos reciclados tienen una densidad normal (no ligeros: con una densidad cuando están sueltos y secos de 1120 kg/m³ o menos, según ASTM C330/NTC 4045) (Salas, 2019, pag. 29).

Absorción

La tasa de absorción de humedad promedio para el concreto reciclado con agregado agregado es 7.8 %, que es una tasa de absorción más alta con respecto al concreto natural con el doble de la cantidad de agregado agregado, debido a la elevada absorción de la pasta que está presente adherida a las partículas trituradas, la propiedad física de la adición de hormigón reciclado que presenta mayor diferencia con la adición natural es la absorción. El tamaño de las partículas, la calidad del concreto original y las técnicas de procesamiento son frecuentemente las variables que afectan la densidad así como la absorción del agregado de concreto reciclado (Salas, 2019, pag.30).

Una de las distinciones clave entre los agregados reciclados y los materiales naturales es la capacidad de absorción de agua del agregado. "La capacidad de absorción del agregado aumenta con el tamaño del agregado, y los agregados más pequeños tienen una mayor capacidad de absorción de agua". (Jordan & Viera, 2014, pág. 58).

Desgaste en los ángeles

Esta propiedad del agregado presenta un fuerte desgaste a la abrasión en la máquina de los ángeles porque durante el ensayo se pierde todo el mortero que está adherido al agregado, además pierde de peso propio del agregado natural. Se encontró en algunas investigaciones que la pérdida promedio en la máquina de los ángeles era del 45 %, en comparación con una pérdida del 25 % en la muestra original, mientras que en otro

estudio, se encontró que la pérdida promedio en la máquina angular era del 40 %, en comparación con una pérdida de 30 % en la muestra original (Salas, 2019, pag. 31).

Según la resistencia del concreto original, la presencia de mortero adherido en las partículas y la calidad del original, los valores de desgaste de los áridos reciclados modifican el valor de Abrasión Los Ángeles. El concreto resistente de alta calidad tiende a causar menos desperdicio, en las adiciones rescatadas de "Abrasión Los Ángeles, Porcentaje de Perdida", la cantidad de mortero adherido también afecta cómo se aplasta el objeto original, de acuerdo al ensayo de Abrasión de los Ángeles, los agregados reciclados provenientes por la trituración de un 40 MPa de concreto tienen un menor desgaste con respecto a los agregados obtenidos en un 16 MPa de concreto (Jordan & Viera, 2014, pág. 63).

De acuerdo con la norma ASTM C-33, los agregados serán aptos para utilizar en la creación de concreto cuando la pérdida resultante por la " Prueba de Abrasión de Los Ángeles " sea inferior al 50%. Según con CB 882,1201, la pérdida determinada por la " Prueba de abrasión de Los Ángeles " no puede pasar el 45%. Según EHE-98 (Código de hormigón Estructural Español), la resistencia del material añadido al " Ensayo de Abrasión Los Ángeles " debe ser menor al 40 %.Lo que determinará el Código EN1 097-2 (Jordan & Viera, 2014, pág. 64).

Influencia de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado endurecido y fresco

Resistencia a la compresion

Es posible obtener concretos de una buena calidad utilizando desperdicios de concreto como adición suplementaria cuya resistencia estará en el rango del 90 % de la que se obtendría con una adición típica para una determinada relación agua / cemento. Esta afirmación fue respaldada por estudios con una tasa general de absorción de material reciclado del 6,06 % (Jordan & Viera, 2014, pág. 71).

“La resistencia a la compresión de un concreto elaborado con árido de concreto reciclado, en este caso basado en una absorción del 3,47%, fue un 90% superior a la de un hormigón elaborado con árido natural” (Jordan & Viera, 2014, pág. 72).

“Para concretos reciclados elaborados con agregados de alta absorción, a edades tempranas se puede lograr 60 a 80% de la resistencia de un concreto normal, lo cual para las siguientes edades serán levemente el desarrollo de la resistencia” (Jordan & Viera, 2014, pág. 72).

Trabajabilidad

El aspecto que afecta la trabajabilidad es la textura y forma de los agregados reciclados, estos agregados se vuelven angulares debido al proceso de molienda, con una mayor relación superficie-volumen que los agregados livianos y quebradizos, (Jordan & Viera, 2014).

Consistencia

Con la misma relación agua-cemento, se aumenta la consistencia del concreto elaborado con áridos reciclados respecto al hormigón convencional, la cantidad de agua que absorben las superficies áridas durante el amasado del concreto será más significativa cuanto mayor sea el porcentaje de sustitución de la superficie árida, siempre que el árido se presente con valores elevados en su absorción, como resultado se produce una disminución de la relación agua-cemento y, por lo tanto, un incremento de la consistencia del concreto fresco (López, 2008).

La alta tasa de absorción del agregado reciclado es la razón principal de un aumento en la necesidad de agua en los casos específicos; sin embargo, otras características como su textura gruesa o el cambio en la granulometría del material árido recuperado durante el proceso de mezclado también pueden contribuir a este aumento, (López, 2008).

Relación agua/cemento

Asumir a un inicio la relación agua-cemento requerida para lograr una categoría resistente será la misma para el concreto convencional y el concreto con cantidades reducidas de adición de concreto reciclado, (RNE, 2021).

AGUA PARA EL CONCRETO

La tarea de hidratar el cemento recae en el agua, que también sirve como lubricante para que la mezcla sea trabajable, (Pasquel, 1993).

Abanto (2017), afirma que al estar relacionado con la resistencia, la trabajabilidad y las propiedades duraderas, el agua es esencial para la preparación del concreto, (pág. 104).

Requisitos generales

- Debe estar limpio y libre de sustancias nocivas como ácidos, solventes, materia orgánica, aceites, entre otros.
- La calidad de agua a emplear no debe de exceder a los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua que se muestran en la tabla N°04.

Tabla N°04

Valores máximos admisibles

Sustancias	PPM
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	500 ppm
Ph	mayor de 7
solidos en suspensión	1.500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

FUENTE: Tecnología del concreto, (Abanto, 2017).

- Se debe de realizar ensayo de resistencia a la compresión a las edades de 7 y 28 días, empleando agua destilada o en otro caso agua potable y hacer ensayos empelado agua que se quiere usar, ante esto la viabilidad del empleo es obtener resultados de resistencia mayor o igual al 90% del concreto elaborado con agua potable (Abanto, 2017, pag. 105).

VARIABLES

Variable dependiente

- ✚ Resistencia a la compresion del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Definicion conceptual: Ruelas (2015) define como el máximo esfuerzo que puede ser soportado el concreto sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.

Definicion operacional: MTC (2016), precisa que la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos es una prueba que consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del testigo se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de este.

Dimensiones: propiedades mecanicas del concreto

Indicadores: kg/cm^2

- ✚ Diseño de mezcla

Definicion conceptual: Laura (2006), defino al diseño de mezcla como la selección de los componentes del concreto conveniente y determinación de sus cantidades relativas en proporciones para producir un concreto de calidad.

Definicion operacional: Rivva (2005), precisa que la confeccion de probetas mas usados para elabaoar diseños de mezcla es el metodo de ACI 211, lo cual nos da un alcance para comenza a trabajar y encotrar proporciones aproximandamente en el diseño de un concreto nuevo.

Dimensiones: concreto convencional y concreto experimental

Indicadores: guia comité 211 ACI.

Variable Independiente

- ✚ Agregado grueso reciclado

Definicion conceptual: (Bazalar & Cadenillas, 2019), El agregado de concreto reciclado es un material que se obtiene como resultado de la trituración del

concreto proveniente de la demolición de estructuras que se pueden sustituir en porcentajes para la evaluación de la resistencia del concreto.

Definición operacional: utilizar las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso reciclado provenientes de la trituración de concreto y sustituirlo un concreto patrón en porcentajes 20%, 40% y 60% al agregado grueso para la elaboración de briquetas de contes $f'c=210$ kg/cm².

Dimensiones: Dosificación

Indicadores: Porcentaje de sustitución de agregado grueso reciclado en 20%, 40% y 60%.

HIPÓTESIS

Para la presente investigación se planteó la hipótesis, cuando se sustituye un 20%, 40% y 60% de agregado grueso reciclado en agregado grueso natural, la resistencia a la compresión mejorará a mayor porcentaje de sustitución.

OBJETIVOS

Como objetivo general se tiene, evaluar la resistencia a la compresión de un concreto patrón $f'c = 210$ kg/cm² sustituyendo en porcentajes 20%, 40% y 60% de concreto reciclado como agregado grueso por el diseño de mezcla método ACI.

Como objetivos específicos, determinar las propiedades físicas de los agregados naturales y agregado grueso reciclado.

Evaluar las propiedades mecánicas del agregado grueso natural y del agregado grueso reciclado.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución del agregado grueso por concreto reciclado al 20%, 40% y 60%, a las edades de 7, 14 y 28 días.

II. METODOLOGÍA

Enfoque de investigación

El enfoque de la presente investigación es de tipo cuantitativo y cualitativo, por lo que se basa en un análisis de los datos que se obtuvieron de pruebas de materiales en el laboratorio para determinar cómo se comportó el concreto en lugar de la sustitución final de agregado grueso reciclado, así como también ver las modificaciones en las propiedades mecánicas y físicas con relación a las normas que establecen los parámetros para las propiedades de los agregados como del concreto.

Tipo de investigación





































El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque se busca estudios determinados para mejorar la resistencia de concreto con sustitución de agregado grueso reciclado que nos ayudan a apreciar en mayor campo conceptual a la solución de problemas y la interpretación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados y del concreto, para así demostrar la hipótesis en termino viable o no viable.

Diseño de investigación

La investigación es de diseño experimental ya que los datos obtenidos son en base a los ensayos elaborados de los agregados fino, grueso y reciclado; además los ensayos del concreto en sus estado fresco y endurecido, asimismo se modificaron la proporción del agregado grueso por los porcentajes de 20%, 40% y 60% de sustitución con agregado grueso reciclado con la finalidad de ver los cambios en la resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto a un concreto patrón, para determinar la factibilidad del concreto como usos en obras civiles.

Tabla N°05

Diseño en bloque cantidad de probetas según días de curado y porcentaje de sustitución

DIAS DE CURADO	Resistencia a la compresion del concreto con la sustitucion del agregado grueso en % por agregado grueso reciclado							
	Sin Sustitucion		Sin Sustitucion		Sin Sustitucion		Sin Sustitucion	
	0%	20%	40%	60%	0%	20%	40%	60%
7 Dias	P1		P1		P1		P1	
	P2		P2		P2		P2	
	P3		P3		P3		P3	
14 Dias	P1		P1		P1		P1	
	P2		P2		P2		P2	
	P3		P3		P3		P3	
28 Dias	P1		P1		P1		P1	
	P2		P2		P2		P2	
	P3		P3		P3		P3	
Total	36 probetas							

Fuente: Elaboración propia 2023

Población

La Población es el conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido de una resistencia a la compresión 210 kg/cm², fabricado con agregados naturales de la cantera de Tacllan-Huaraz como agregado grueso, la cantera de nueva asociación challhua como agregado fino y el laboratorio MATHLAB ingeniería sismorresistente como agregado grueso reciclado extraído de las briquetas ensayadas a compresión en desusos.

Muestra

La muestra está constituida por el número de probetas patrón y experimentales 20%, 40% y 60% de sustitución de agregado grueso reciclado para una resistencia de $f'c=210$ kg/cm², esto está conformada por 3 probetas para cada edad establecida en total de 36 probetas como se muestra en la tabla N°05 para efectuar un análisis comparativo.

Para la confección de briquetas de concreto se desarrolló el diseño experimental y en obtención de datos se usará:

MTC E 704: “Manual de Ensayos de Materiales-Ministerio de Transportes y Comunicaciones”-Resistencia A La Compresión Testigos Cilíndricos.

ACI 211: Diseño de mezcla para una resistencia de concreto.

Técnicas e instrumentos de investigación

las técnicas e instrumentos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N°06

Técnicas de recolección de información

Técnicas de recolección e información	Instrumento
La recolección y observación	Ficha de guía de laboratorio resumen ensayo de materiales

FUENTE: Elaboración propio, 2023

La técnica que se utilizó para desarrollar la investigación fue la recopilación porque permite acceder a una amplia gama de materiales, entre ellos libros, textos, tesis, trabajos de investigación, artículos de revistas, informes y páginas web, así como pruebas realizadas según las normas ASTM y MTC (ensayo de materiales-ministerio de transportes y comunicaciones).

La técnica empleada a esta investigación es la observación, ya que el análisis de documentos e investigaciones recopilados, ensayo de los materiales y de las briquetas de concreto desde el diseño patrón a los diseños experimentales, los cuales con sustitución de agregado grueso reciclado deben ser registradas porque nos permite elaborar sistemas de clasificación y organización de la información de los diversos ensayos, para así poder elegir la proporción de agregados naturales y reciclados a utilizar en la elaboración de un concreto nuevo.

Instrumentos para los ensayos de los materiales naturales y reciclado

- ✓ Toma de muestra representativa de los agregados naturales y reciclado.
- ✓ Peso unitario de los agregados MTC E-203.
- ✓ Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos MTC E-204.
- ✓ Gravedad específica y absorción de los agregados finos MTC E-205.
- ✓ Peso específico y absorción de los agregados gruesos MTC E-206.
- ✓ Contenido de humedad en los agregados NTP 339.127.
- ✓ Diseño de mezcla por método de ACI.
- ✓ Elaboración de briquetas de concreto.
- ✓ Cono de Abrams.
- ✓ Ensayo a la resistencia a la compresión del concreto MTC E-704.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Recolección De Datos

Para determinar la influencia de la resistencia del concreto patrón al sustituir 20%, 40% y 60% de agregado grueso reciclado consistió en determinar las propiedades físico-mecánicas del material en incorporar en el diseño de mezcla, diseñado por el método ACI 211. Una vez diseñada la muestra patrón y las muestras experimentales 20%, 40% y 60% de sustitución, se procedió a ensayar las probetas a la resistencia a compresión a las edades de 7, 14 y 28 días de curado de donde se registraron los datos, por lo cual se empezó con la toma de muestra representativa de los agregados de la cantera de Tacllas y nueva asociación Chachua para llevar al laboratorio y hacer los ensayos correspondientes.

Obtención del agregado grueso reciclado

Se tomó muestras de briquetas de concreto en desuso del laboratorio de concreto “MATHLAB” ingeniería sismorresistente, se procedió en hacer la trituración de manera manual empleando una comba mediana y usando los protectores de seguridad hasta obtener partículas de agregado grueso, asimismo luego de contar con una muestra representativa se realizara el tamizado por las mallas 1” para retirar las partículas superiores a 1” o volverlo a triturar y luego pasarlo por la tamiz N° 4 para desechar los finos de la trituración, de esta manera hasta lograr una muestra representativa para un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ”, una vez teniendo la muestra representativa se realizó con los ensayos correspondientes.

Instrumentos

Para la obtención de la muestra representativa del agregado grueso reciclado se usó los siguientes instrumentos:

- Guantes de seguridad
- Lentes de seguridad
- Mascarilla
- Comba mediana
- Recipientes
- Balanza
- Fichas de laboratorio

Diseño de mezcla método comisión ACI 211

El comité 211 del ACI desarrollo un procedimiento sencillo para el diseño de mezclas basado en principios generales y tablas que nos permiten desarrollar para un metro cúbico de concreto las proporciones de los elementos que lo componen de la manera más práctica para lograr la resistencia a compresión deseada par diversos usos.

Cálculo de la resistencia promedio f'_{cr}

Caso 01: cuando se cuenta con información estadísticos de producción en obra, así como la rotura de probetas se emplea la tabla N°07.

Tabla N°07

Resistencia promedio a la compresión requerido cuando hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.

Resistencia Especificada a la Compresión, MPa	Resistencia Promedio Requerida a la compresión, MPa
$f'c \leq 35$	usar el mayor valor obtenido $f'cr = f'c + 1,34 S_s$ $f'cr = f'c + 2,33 S_s - 3,5$
$f'c > 35$	usar el mayor valor obtenido $f'cr = f'c + 1,34 S_s$ $f'cr = 0.90f'c + 2,33 S_s$

Fuente: Calidad del concreto, mezclado y colocación; (Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), 2021).

Donde:

$f'c =$ resistencia a la compresion especificada (kg/cm²)

$f'rc =$ resistencia a la compresion requerida (kg/cm²)

$S_s =$ Desviacion estandar de la obra (kg/cm²)

Caso 02: cuando contamos con datos estadísticos entre 15 a 30 datos, se debe de usar el factor de modificación según la tabla N°08 donde los valores del factor dependen de la cantidad de ensayos.

Tabla N°08

Factor de modificación para la desviación estándar de la muestra cuando se dispone de menos de 30 ensayos.

Numero de Ensayo	Factor de Modificación para la Desviación Estándar de la Muestra
Menos de 15	emplear la tabla N°09
15	1,160
20	1,080
25	1,030
30 o mas	1,000

FUENTE: Calidad de concreto, mezclado y colocación, (RNE), 2021).

$$Ss = \sqrt{\sum \frac{(Xi - x)^2}{n - 1}}$$

Donde:

Ss: desviación estándar en kg/cm².

Xi: resistencia de la muestra de ensayo de concreto, kg/cm².

X: resistencia media de n probetas en kg/cm².

N: cantidad de ensayos consecutivos de resistencia.

$$Ss = \sqrt{\frac{(n1 - 1)(S1)^2 + (n2 - 1)(S2)^2}{n1 + n2 - 2}}$$

Donde:

Ss: Desviación estándar promedio en kg/cm².

S1, S2: Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente en kg/cm².

N1, n2: número de ensayos en cada grupo respectivamente.

Caso 03: cuando no se tenga registros de ensayos de resistencia en obra para el cálculo de la desviación estándar S_s , se emplea la tabla N°09 para obtener una resistencia promedio requerida.

Tabla N°09

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra.

Resistencia Especificada a la Compresión, MPa	Resistencia Promedio Requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8,5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5,0$

FUENTE: Calidad de concreto, mezclado y colocación; (RNE), 2021).

Determinación del tamaño máximo nominal del agregado grueso (TMN)

Selección del asentamiento (slump)

Cuando las especificaciones de obra no muestran el asentamiento para cualquier elemento estructural con la cual debe de ser diseñada, se emplea la tabla N°10 para optar un valor adecuando para poder emplear,(Abanto, 2017, pág. 63).

Tabla N°10

Asentamientos recomendados para elementos estructurales

Tipo de Construcción (pulg)	Max. a	Min a
Zapatas, Muros de Cimentación Armados	3"	1"
Cimentaciones simples, Calzadura y Subestructura de Muros	3"	1"
Viga y Muros Armados	4"	1"
Columnas de Edificios	4"	1"
Losas y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	3"	1"

Fuente: (Abanto, 2017).

Se debe de tener en cuenta antes de emplear la tabla N°10:

- Los valores de asentamiento según la tabla N°10, se emplearán cuando el método de consolidación sea por vibración.
- Al utilizar el método de consolidación del concreto, diferentes al método de vibración los valores de la tabla se pueden incrementar en 1" para poder estar dentro de los márgenes.
- Los concretos bombeables deben de tener un asentamiento mínimo de 5" en los diferentes casos.

Tabla N°11

Asentamiento por el tipo de consistencia del concreto

Consistencia	Asentamiento
seca	0" a 2"
plástica	3" a 4"
Fluida	$\geq 5"$

Fuente: (Abanto, 2017).

Determinación del volumen unitario de agua de diseño y aire incorporado por temas de congelamiento

La tabla N°12 permite determinar el volumen unitario de agua para agregados en condición seco, para concretos elaborados con o sin aire incorporado, teniendo en cuenta como factores la consistencia y el tamaño máximo nominal del agregado; esta cantidad de agua requerida será corregida según las propiedades de los agregados como se detalla en los pasos siguientes.

Tabla N°12*Requerimiento del contenido de agua*

SLUMP	CANTIDAD DE AGUA EN lt/m ³ DE CONCRETO PATA TMN Y CONSISTENCIA							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Porcentaje (%) de Aire Atrapado								
% aire	3.0	2.5	2.0	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	297	184	174	166	154	---
Porcentaje (%) de Aire Incorporado Según el Grado de Exposición								
Exposición leve	4.5	4	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición Moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición Severa	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

FUENTE: Comité 211 del ACI

Selección de la relación agua/cemento por resistencia y durabilidad

Para poder determinar la relación de agua/cemento se tiene dos casos prácticos según la condición necesaria, puede ser por resistencia o durabilidad del concreto. En ambos casos esta elección de agua/cemento es un valor inicial para el diseño de mezcla según las propiedades de los agregados se tendrá una relación final.

Caso 01: Por resistencia

Se tiene en consideración la resistencia promedio requerida de diseño y la condición de aire incorporado. En casos de no estar dentro de la tabla los valores se hace una interpolación o extrapolación.

Tabla N°13*Relación agua/cemento por resistencia*

f'cr a los 28 días (kg/cm²)	C° S/Aire Incorporado	C° C/Aire Incorporado
140	0.820	0.740
150	0.800	0.710
200	0.700	0.610
210	0.680	0.590
250	0.620	0.530
280	0.570	0.480
300	0.550	0.460
350	0.480	0.400
400	0.430	0.340
420	0.410	0.330
450	0.380	0.310

Fuente: Comité 211 del ACI

Caso 02: Por durabilidad

Tabla N°14*Requisitos para condiciones especiales de exposición*

Condición De Exposición	Relación Máxima Agua-Material Cementante (en peso)	f'c Min. (Mpa) Para Concretos de Peso Normal
Concreto que se estima que tenga baja permeabilidad en exposición al agua	0,50	28
Concretos expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos des congelantes	0,45	31
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero en cuanto el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos des congelantes	0,40	35

FUENTE: Requisitos de durabilidad, (RNE, 2021).

Tabla N°15

Contenido total de aire para concreto resistente al congelamiento

TMN Del Agregado	Contenido de aire (%)	
	Exposición severa	Exposición moderada
9.5 mm	7,5	6,0
12.5 mm	7,0	5,5
19.0 mm	6,0	5,0
25.0 mm	6,0	4,5
37.5 mm	5,5	4,5
50.0 mm	5,0	4,0
75.0 mm	4,5	3,5

FUENTE: Requisitos de durabilidad, (RNE, 2021).

Determinación del factor de cemento (bols/m3)

Para determinar la cantidad de bolsas de cemento por unidad de volumen de concreto se determina con la siguiente expresión.

$$cemento = \frac{\text{Agua de mezclado}}{\text{relacion } \frac{a}{c} \text{ (para } f'cr)}$$

Determinación del contenido del agregado grueso

En la tabla N°16, se encuentran los valores cercanos para determinar volúmenes de agregado grueso, los valores son para trabajabilidad similar, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto depende de su tamaño máximo nominal y asimismo del módulo de fineza del agregado fino para posterior determinar el volumen del agregado fino, (Abanto, 2017, pág. 68).

Tabla N°16*Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para distintos módulos de fineza del agregado fino (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
	3/8"	0.50	0.48	0.46
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

FUENTE: Comité 211 del ACI

Nota:

b/bo = es la relación del peso seco del agregado grueso requerido por la unidad cubica de concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso.

$$\text{Peso del agregado grueso} = (b/bo) \times \text{Pesoseco compactado}$$

Determinación de la suma de los volúmenes absolutos del cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.

$$\text{Volumen absoluto} = \sum \frac{\text{Materiales}}{\text{Pe} * 1000}$$

Determinación del volumen absoluto del agregado fino

$$\text{Vol. Abs. Del AF.} = 1.00 - \text{Vol. Absoluto}$$

Determinación del peso seco del agregado fino

$$\text{Peso seco del AF.} = \text{Vol. Abs. AF.} * \text{Pe.} * 1000$$

Determinación de los valores de diseño del cemento, agua de diseño, aire, agregado grueso y agregado fino (kg/m³).

Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.

- ✓ Pesos húmedos:

P. humedo de A. F.

$$= P. seco AF. (1.00 + cont. humedad AF.)(kg/m^3)$$

P. humedo de A. G.

$$= P. seco AG. (1.00 + cont. humedad AG.)(kg/m^3)$$

- ✓ Humedad superficial:

Humedad sup. AF

$$= \%contenido de humedad - \%absorción(\%)$$

Humedad sup. AG

$$= \%contenido de humedad - \%absorción(\%)$$

- ✓ Aporte de humedad de los agregados:

Aporte humedad AF

$$= Peso seco AF x humedad sup. AF (lts/m^3)$$

Aporte humedad AG

$$= Peso seco AG x humedad sup. AG (lts/m^3)$$

- ✓ Agua efectiva:

Agua ef. = Agua de diseño

$$+/- (\sum \text{Aporte de humedad AG} + \text{AF})$$

- ✓ Pesos corregidos de los materiales por humedad (kg/cm³).

Cálculo de proporciones en peso

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{P. AF humedo}{\text{Peso cemento}} : \frac{P. AG humedo}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

Cálculo de materiales por tanda

Cemento: 1*42.5 (kg) = 1 bolsa

AF. Húmedo: Proporción de AF*42.5 = ...kg/blsa.

AG. Húmedo: Proporción de AG*42.5 = ...kg/blsa.

Agua efectiva: proporción de agua*42.5...lts/blsa.

Análisis de los agregados

Los procesos del muestreo para el agregado grueso, fino, y agregado grueso reciclado son muestras que denoten la naturaleza y condiciones del material al cual representan. Los agregados son transportados en costales u otros contenedores construidos como para evitar algunas pérdidas o contaminación de la muestra; o daños al contenido por el manipuleo durante el transporte, la toma de muestra de los agregados en estudio será de acuerdo a la tabla N°17 para realizar los ensayos correspondientes (MTC, 2016).

Tabla N°17

Medida de la muestra

Tamaño máximo nominal del agregado	Masa mínima aproximada para la muestra de campo kg
Agregado fino	
2,36 mm	10
4,76 mm	10
Agregado grueso	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25
25,0 mm	50
37,0 mm	75
50,0 mm	100
63,0 mm	125
75,0 mm	150
90,0 mm	175

Fuente: Elaboración propio, 2023.

Contenido de humedad de los agregados MTC E-215

El contenido de humedad es la cantidad de agua presente en la muestra del agregado, expresado en porcentaje.

MTC (2016), se necesitará más tiempo de secado para las piezas más grandes, especialmente aquellas que tienen más de 50 mm, para que la humedad pueda moverse desde el interior del componente hacia la superficie, como objetivo es establecer procedimientos para calcular el porcentaje de humedad total evaporable en una muestra de agregado grueso o fino.

Los equipos a usar para desarrollar el ensayo fueron una balanza, horno de capacidad de temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, recipientes, espátula, cucharón, entre otros. La muestra representativa a usar será de acuerdo al tamaño máximo del agregado a usar según la tabla N°18.

Tabla N°18

Tamaño de la muestra del agregado

TMN Del Agregado (pulg)	Cantidad Min. De muestra en kg.
N°4	0,5
3/8"	1,5
1/2"	2,0
3/4"	3,0
1"	4,0
1 1/2"	6,0
2"	8,0
2 1/2"	10,0
3"	13,0
3 1/2"	16,0
4"	25,0
6"	50,0

FUENTE: Contenido de humedad, (MTC, 2016),

El procedimiento que se tomó sigue la secuencia de:

- Tomar una muestra representativa por cuarteo.
- Identificar y pesar el recipiente (tara).
- Pesar la muestra húmeda más el peso del recipiente que lo contiene.
- Se coloca la muestra al horno por un tiempo de 24 horas a temperatura constante a 110°C .

- Pesar la muestra seca, después de retirar del horno.

Una vez realizado el ensayo y contando con los datos de los agregados se procede a realizar los cálculos de la siguiente manera:

$$P(\%) = \frac{(W - D)}{D} * 100$$

Donde:

P: Porcentaje de contenido de humedad

W: Peso de la muestra húmeda

D: peso de la muestra seca

Análisis granulométrico de agregados grueso y finos MTC E-204

NTP 400.12 (2018), el agregado es el conjunto de partes inorgánicas artificiales o naturales cuyas dimensiones están dentro de los límites establecidos por la NTP 400.011; son la fase discontinua del concreto y están embebidas por la pasta ocupando el 75% de volumen del concreto, El tamaño máximo es el tamiz por donde pasa toda la muestra del agregado, mientras que el tamaño máximo nominal es el tamiz que le sigue en abertura o aquel cuyo porcentaje acumulado retenido es del 15 % a más.

MTC (2016), se desarrolla para encontrar la gradación de los agregados. Estos serán usados para el control de la distribución del tamaño de partículas con las condiciones previstas, cuyo objetivo es determinar a través de los tamices de abertura cuadrada de mayor a menor abertura la distribución de partículas de los agregados grueso y fino en una muestra seca de peso conocido.

Los equipos que se emplearán una balanza, series de tamices de orden para los agregados gruesos serán desde 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8, N°16 y fondo. Asimismo, para agregados finos el juego de tamices será en la orden de N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo para finos, recipientes, brocha, entre otras. La muestra para el agregado fino después de secado, debe ser de 300 gr mínimo, para el agregado grueso después de secado deberá estar según la tabla N°19.

Tabla N°19

Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para granulometría

TMN Del Agregado (pulg)	Cantidad Min. De muestra en kg.
3/8"	1
1/2"	2
3/4"	5
1"	10
1 1/2"	15
2"	20
2 1/2"	35
3"	60
3 1/2"	100
4"	150
5"	300

Fuente: cantidad mínimo después del secado de agregado grueso, (MTC,2016).

El procedimiento que se tomara sigue la secuencia de:

- Seleccionamos una muestra representativa de acuerdo a la tabla N°18, luego se procede a llevar al horno durante 24 horas.
- Al día siguiente se retira del horno la muestra.
- Seleccionamos la serie de tamices de tamaños necesarios para cumplir con los requisitos del material a ensayar. Ordenar los tamices de mayor a menor, por tamaño de abertura y tipo de agregado, y poner la muestra sobre el tamiz superior.
- Evitar el desbordamiento de material en tamiz individuales colocando un tamiz adicional con una abertura intermedia.
- La cantidad de muestra retenida en cada tamiz se cuantifico en la balanza obteniendo así el peso retenido, el peso total del material una vez tamizado, se comparó con el peso original de la muestra ensayada. El resultado no debe utilizarse con fines de aceptación si la cantidad varía en más del 0,3 % del peso seco de la muestra original.

El procedimiento para el cálculo de los resultados sigue la secuencia de:

- Se determino el porcentaje que pasa, porcentaje total retenido, o porcentaje sobre cada tamiz sobre la base del peso total, de la muestra inicial seca.
- Se determino el módulo de fineza, sumando los porcentajes retenidos acumulados de cada una de los siguientes tamices y dividiendo la suma entre 100.
- Se realizo la curva granulometría para cada tipo de agregado naturales y reciclado.

Pesos unitarios seco suelto y compactado de los agregados gruesos y finos MTC E-203.

NTP-400.017 (2011), El peso unitario de un agregado es determinado por la relación entre el peso y el volumen que ocupa una determinada cantidad de agregado, teniendo en cuenta el volumen que ocupan las partes que lo constituyen y sus correspondientes espacios intergranulares.

De acuerdo al sistema de acomodamiento que se les haya dado, tenemos dos denominaciones uno de ellos será el peso unitario seco suelto (PVSS) y el peso unitario seco compactado (PVSC). Además, estos ensayos nos ayudan encontrar el porcentaje de vacíos que existen entre las fracciones de los agregados, tiene como objetivo determinar el peso unitario seco suelto y compactado, y el porcentaje de los vacíos de los agregados finos y gruesos (MTC, 2016).

Los equipos y herramientas que se emplearon son los moldes cilíndricos, balanza, varilla de acero de 5/8” de diámetro y 24” de longitud con uno de los extremos semiesféricos, pala, charolas, recipientes, entre otros. La muestra de prueba es aproximadamente del 125 al 200 % de la cantidad requerida para llenar el recipiente del recipiente de medición y manipularse sin segregación. Secar el agregado a peso constante a través de en un horno a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ (MTC, 2016, pág. 298).

El procedimiento para el cálculo de los resultados sigue la secuencia de:

- Se selecciono una muestra representativa de uno de los agregados.
- Pesamos el recipiente adecuado, de acuerdo al tamaño del agregado.

- Determinamos el peso de cada recipiente.

Determinación del peso unitario seco suelto (PVSS):

- Proceso sin compactación: el recipiente de medida se llenó con un cucharón, que dejamos caer el agregado desde una altura no mayor de 5cm hasta que rebose el recipiente.
- Eliminamos el agregado que sobra con un enrasador.
- Determinamos el peso del recipiente más el contenido y el peso del recipiente, registramos los pesos en kg.
- Repetimos el procedimiento tres veces.

Determinación del peso unitario seco compactado (PVSC):

- El procedimiento fue varillado:
- Se lleno la tercera parte del recipiente con el agregado, y luego emparejamos la superficie con los dedos luego apisonando la capa de agregado con 25 golpes con la varilla distribuyendo uniformemente, luego llenamos las 2/3 del recipiente, y volviendo a emparejar la superficie y apisonamos con la barra unos 25 golpes. Para concluir se llenó el recipiente hasta colmarlo y apisonamos otra vez de la manera antes realizado, (MTC, 2016, pág. 299).
- Cuando apisonamos la primera capa evitamos que la varilla golpee el fondo del recipiente al apisonar las capas superiores, aplicamos la fuerza necesaria para que la varilla atravesase solamente la respectiva capa mas no al fondo.
- Se llevo a determinar el peso del recipiente lleno y peso del recipiente solo, y se registró los pesos en kg.
- Repetimos este procedimiento tres veces.

El procedimiento para el cálculo de los resultados sigue la secuencia de:

- Cálculo del peso unitario compactado o suelto.

$$M = \frac{(G - T)}{V} \text{ kg/m}^3 \dots \dots \dots (1)$$

$$M = (G - T) * F \text{ kg/m}^3 \dots \dots (2)$$

Donde:

M = peso unitario suelto o compactado (kg/m³)

G = peso de recipiente más el peso del agregado (kg).

T = peso del recipiente (kg).

V = volumen del recipiente (m³).

F = factor del recipiente de medida (m⁻³).

- Contenido de vacíos en los agregados.

$$\% \text{ vacios} = \frac{(AxW) - B}{AxW}$$

Donde:

A = peso específico aparente

B = pesos unitarios de los agregados.

W = densidad del agua.

Gravedad específica y absorción de los agregados finos MTC E-205

NTP 400.022 (2013), el peso específico relativo o gravedad específica viene hacer relación en peso de agregado seco y el peso de un volumen igual al agua; tomando como volumen de los agregados a la suma de los volúmenes de la parte solida o poros.

El objetivo es encontrar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la cantidad de absorción después de 24 horas de inmersión en agua.

Característica típicamente utilizada para calcular el volumen ocupado por un agregado en varias mezclas que contienen agregados, incluido el concreto, que se suministran y examinan en función del volumen es el peso específico del agregado en cuestión. También es empleado para el cálculo de vacíos en el agregado (MTC, 2016, pág. 309).

Si se cree que el agregado ha estado en contacto con el agua durante el tiempo suficiente para que alcance su máxima capacidad de absorción, los coeficientes de absorción se utilizan para calcular los cambios en la masa de un agregado causados

Usando estos valores tanto para el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como para controlar la uniformidad de las características físicas, aplicamos para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente (MTC, 2016).

La cantidad de muestra se determinó de acuerdo a la Tabla N°17, se mezcló uniformemente y se dividió en cuatro para obtener un peso equivalente para análisis de aproximadamente 1 kg, para el agregado fino la muestra seca obtenido por cuarteo y secado a una temperatura de 110 5 °C lo colocamos en un recipiente, lo cubrimos con agua y lo dejamos en reposo durante 24 horas. Se retira el agua evitando la pérdida de sólidos, esparcir el agregado sobre una superficie plana expuesta a un flujo de aire cambiante y removerlo frecuentemente hasta que se haya secado uniformemente son todos los pasos necesarios para asegurar que las partes constituyentes del agregado no se adhieran notablemente el uno al otro. Nos colocamos en el molde cilíndrico y se golpea suavemente la superficie con la varilla 25 veces antes de apisonar, luego de lo cual se retira el molde el cono de agregado fino mantiene su forma si no hay humedad presente se continúa girando, revolviendo constantemente y probando hasta que el cono colapse cuando retire el molde, lo que indica que el agregado fino ha logrado una condición de superficie seca (MTC, 2016, pág. 310).

El procedimiento para desarrollar el ensayo tuvo la secuencia de:

- Introducimos el agregado en el frasco de 500 gr, luego llenamos parcialmente con agua hasta alcanzar la marca de 500 cm³ finalmente agitamos el frasco para así eliminar burbujas de aire de forma manual.
- Para la eliminación manual de burbujas de aire son entre 15 y 20 minutos.
- También se puede eliminar de forma mecánica las burbujas de aire mediante una vibración externa que no degrade la muestra.
- Una vez eliminado las burbujas de aire llenamos el frasco hasta la capacidad calibrada, luego se determina el peso total del frasco, espécimen y agua.

- Removemos el agregado fino del frasco, secamos en el horno hasta peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C, enfriar a temperatura ambiente por $\frac{1}{2}$ a $1 \frac{1}{2}$ hora y determinar el peso.

El procedimiento para el cálculo de los resultados sigue la secuencia de:

- Peso específico de masa (Pe m):

$$pe_m = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

Donde:

Pem = peso específico de la masa

Wo = peso en el aire de la muestra secada en el horno, g.

V = volumen del frasco en cm³

Va = peso en gramos o volumen cm³ de agua añadida al frasco.

- Peso específico de masa saturado con superficie seca (pess)

$$pe_{ss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

- Peso específico aparente (pea)

$$pe_a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100$$

- Absorción (Ab)

$$A_b = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$$

Se encontrará el resultado del peso específico con aproximación a 0,01 e indicar el tipo de peso específico, ya sea de masa, saturado superficialmente seco o aparente.

Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos MTC E-206

NTP 400.021 (2013), es el grado de relación en peso entre una determinada del agregado seco y el peso de un volumen igual al agua; siendo como volumen de los agregados a la suma de los volúmenes de la parte sólida o poros.

Se sumerge una muestra del agregado en el agua durante un tiempo aproximado 24 horas para llenar completamente los poros. Después de eso, se elimina el agua, se limpia la superficie de las partículas y se agrega el peso. Después de sumergirse en el agua, la exhibición comienza a pesar más.

La exhibición finalmente se coloca en el horno y luego se pesa por tercera vez. Es posible calcular tres tipos diferentes de peso específico y absorbido utilizando los pesos obtenidos y las fórmulas operativas (MTC, 2016, pág. 312).

Los equipos y herramientas que se utilizaron fue una balanza, cesta de malla con alambre, depósito de agua, tamices, horno, peso mínimo de la muestra de ensayo que será usado se presenta en la Tabla N°20.

Tabla N°20

Peso mínimo de ensayo para gravedad específica de agregado grueso

TMN Del Agregado (pulg)	Cantidad Min. De muestra en kg.
1/2" o menos	2
3/4"	3
1"	4
1 1/2"	5
2"	8
2 1/2"	12
3"	18
3 1/2"	25
4"	40
4 1/2"	50
5"	75
6"	125

FUENTE: Muestra representativa, (MTC, 2016)

El procedimiento para desarrollar el ensayo tuvo la secuencia de:

- La muestra se seca a un peso y se ventila a una temperatura ambiente durante 1 a 3 horas para muestras de prueba con tamaños nominales máximos de 37,5 mm (1 1/2 pulg) o más para muestras más grandes hasta que se agrega el material ha llegado una temperatura de unos 50 °C, luego se sumerge el agregado dentro del agua a una temperatura ambiente por un tiempo de 24 h \pm 4 h.
- El requerimiento inicial puede ser eliminada cuando los valores de peso específico y la absorción van a ser usados en proporcionamiento de mezclas de concreto en los cuales los agregados van a ser usados en su condición natural de humedad, si las superficies de las partículas de la muestra van a ser mantenidas continuamente húmedas antes de ensayo, el remojo de 24 h puede ser eliminado.
- Se quita la muestra del agua y se reubica sobre una superficie absorbente considerable para que desaparezcan todas las gotas de agua visibles, incluso cuando la superficie de las partículas parece estar húmeda. Separar por separado en partes más grandes, durante la operación de limpieza de superficies, se debe tener cuidado para evitar la evaporación. El peso de la muestra se determina en condiciones de superficie seca y saturada, este y todos los demás pesos se determinan usando el peso aproximado peso de la muestra la que sea mayor.
- Después del pesaje, la muestra con la superficie seca se coloca inmediatamente en el horno y luego calculamos su peso en agua a una temperatura de entre 23 y 1,7 grados centígrados. Liberar todo el aire atrapado antes de que el peso deje caer el contenedor mientras sumergiéndolo.
- La muestra se seca hasta un peso constante a una temperatura de entre 100 °C y 5 °C, luego se deja enfriar a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas o hasta que el material agregado haya alcanzado una temperatura agradable al tacto y se pesa.

El procedimiento para el cálculo de los resultados tuvo la secuencia de:

- Peso específico de masa (pem)

$$p_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Donde:

A = peso de la muestra seca con el aire, gr.

B = peso de la muestra saturada superficialmente seca con el aire, gr.

C = peso en el agua de la muestra saturada.

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss)

$$p_{ess} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

- Peso específico aparente (Pea)

$$p_{ea} = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

- Absorción (Ab)

$$Ab(\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

Abrasión los ángeles al desgaste a los agregados MTC E-207

Como objetivo se tiene los procedimientos para el ensayo al desgaste de los agregados gruesos de tamaños menores de 1 ½” utilizando la máquina de los ángeles, este ensayo se usa para determinar la degradación de los agregados y encontrar la resistencia al desgaste de los agregados naturales como reciclados empleando impacto y trituración, (MTC, 2016).

Los equipos y herramientas que se usan son la balanza, horno eléctrico, tamices, la máquina de los ángeles, una carga que son a través de las esferas de acero con diámetro de 46,8 mm aproximadamente y con una masa entre 390g y 445g, la aplicación de la carga se somete de acuerdo a la degradación de la muestra de ensayo como se muestra en la tabla N°21.

Tabla N°21*Carga de abrasión según el tipo de granulometría del agregado*

Gradación	Numero de Esferas	Masa de la Carga (gr)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

FUENTE: (MTC, 2016)

A la muestra lavamos y secamos al horno a una temperatura constante a 110 +/- 5 °C, separada cada fracción individual y recombinar de la tabla N°22 la granulometría más cercano posible, luego registramos la cantidad de material requerido para el ensayo con una aproximación de 1 gr.

Tabla N°22*Granulometría de la muestra de agregado para ensayo de abrasión*

Medida de Tamices		Masa de Tamaño Indicado en gr			
Pasante	Retenido	Gradación			
		A	B	C	D
1 1/2"	1"	1 250 ± 25	---	---	---
1"	3/4"	1 250 ± 25	---	---	---
3/4"	1/2"	1 250 ± 10	2 500 ± 10	---	---
1/2"	3/8"	1 250 ± 10	2 500 ± 10	---	---
3/8"	1/4"	---	---	2 500 ± 10	---
1/4"	N°4	---	---	2 500 ± 10	---
N°4	N°8	---	---	---	5 000 ± 10
Total		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Fuente: (MTC, 2016)

Asentamiento del concreto "slump"

El objetivo del ensayo para determinar el asentamiento del concreto será encontrar la propiedad de consistencia del concreto en estado fresco que indica su capacidad para ser colocado y consolidado (MTC, 2016).

Es importante tener cuidado al interpretar estos resultados ya que los asentamientos menores de 1/2" pueden no ser lo suficientemente plásticos y los asentamientos mayores de 9" pueden no ser lo suficientemente cohesivos. tener cuidado al interpretar estos resultados (MTC, 2016).

Los equipos y herramientas usados serán un cono de Abrams, una varilla compactadora, para apisonar el concreto de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud, una regla en pulgadas para medir el asentamiento o un flexómetro, y la muestra requerida para este ensayo es una muestra representativa de concreto fresco (MTC, 2016).

El procedimiento para desarrollar el ensayo seguirá la secuencia de:

- Humedecemos el molde y colocamos sobre el piso plana, rígida, húmeda y que no absorbente. Sujetamos el molde y llenamos la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un 1/3 del volumen del molde, aproximadamente.
- Cada una de las capas golpeamos 25 golpes con la varilla, distribuyendo uniformemente sobre su área, para la capa del fondo golpeamos suavemente la varilla creando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro, a capa del fondo se debe compactar en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo.
- Después de eso llenamos la capa superior de concreto sobre el molde antes de compactar, si se asienta por debajo del borde superior, se adiciona concreto para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Una vez la última capa sea compactada arrasamos el molde, inmediatamente el molde es retirado, alzándolo cuidadosamente en sentido vertical.
- Todo el proceso, desde que se empieza a llenar el molde hasta que se termina, no toma más de dos minutos y treinta segundos.
- El ensayo de asentamiento se comienza a más tardar 5 minutos una vez tomada la muestra.

- Se mide el ascenso para determinar la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Elaboración y curado de probetas MTC E-702

Establecemos el procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto, con un caso práctico, las probetas no serán curadas en una posa de curación, con relación a la construcción las estructuras son curadas temporalmente con agua potable a cada cierto tiempo por lo que se emplea la curación cada 3 a 4 horas roseando el agua sobre las briquetas de concreto.

Los equipos y herramientas que serán usados son moldes de probetas, varilla compactadora, recipientes, agua, agregados naturales y reciclado, cemento, balanza, se usara una muestra de concreto.

El procedimiento para desarrollar el ensayo seguirá la secuencia de:

- Se realizo la mezcla del concreto según diseño de mezcla patrón y experimental.
- El concreto se coloca en los moldes utilizando en tres capas y cada uno de ellas apisonar con una varilla lisa de 16 mm de diámetro, la varilla se hunde 25 veces por cada capa en diferentes puntos de la sección.
- Cuando las capas son llenados se dan unos golpes con un martillo de jebe.
- Los cilindros deben quedar en sitios cubiertos y protegidos de cualquier obstrucción.
- Después de retirar del molde, las probetas cilíndricas son sometidos a un proceso de curado en un espacio adecuado de manera manual constantemente para ser un caso más real.

Resistencia a la compresión de probetas MTC E-704

Este ensayo se basó en aplicar una carga axial de compresión a las probetas de concreto, a una velocidad de carga, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión de la probeta se calcula dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por

la sección transversal de éste (MTC, 2016). Como objetivo tiene determinar la resistencia a la compresión de una probeta cilíndrica.

Los equipos y herramientas que se usan son la máquina del ensayo, indicador de carga, balín de acero, placas de acero; las muestras serán el número de cilindros tomados para la determinación de la resistencia a la compresión es concorde al tamaño de la muestra y se realizaron a las edades de 7, 14 y 28 días de curado.

El procedimiento para desarrollar el ensayo seguirá la secuencia de:

- El ensayo de compresión de muestras curadas con agua potable es ensayado después de que éstas han sido removidas del lugar de curado, a las edades de 7, 14 y 28 días.
- No es necesario humedecer a las muestras utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando son ensayadas.
- Colocamos de la Muestra y se coloca el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior.
- Velocidad de Carga – Se aplica la carga continuamente sin golpes bruscos.
- Se aplica la carga hasta que el indicador indique que ella comienza a decrecer de manera continua y la probeta muestre una falla bien definida.

Para el cálculo de los resultados se aplicará la siguiente formula:

$$f'c = \frac{W}{A}$$

Donde:

F'c= resistencia a la compresión del concreto en kg/cm².

W = carga total de falla en kilogramos.

A = área de la superficie de la probeta en cm².

III. RESULTADOS

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos las propiedades físico- mecánicas de los agregados y del concreto.

OBJETIVO 01: DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS NATURALES Y AGREGADO GRUESO RECICLADO

Análisis granulométrico del agregado fino

El procedimiento de este ensayo fue acorde a la NTP 400.012, la norma ASTM C 136 y MTC E-204 que corresponde al análisis granulométrico por tamizado, teniendo como resultado en la tabla N°23 porcentajes retenidos en cada tamiz.

Tabla N°23

Análisis granulométrico del agregado fino natural.

CANTERA : CHALLHUA					
AGREGADO : ARENA GRUESA					
PESO INICIAL SECO:	1000.00	grs	% QUE PASA MALLA N°200:	3.51	
PESO LAVADO SECO:	975.82	grs	% RETENIDO MALLA 3/8":	0.00	
Tamiz N°	Abert. (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa
3/8"	9.525	0.00	0.00	0	100
N°4	4.760	0.00	0.00	0	100
N°8	2.380	138.13	13.81	13.81	86.19
N°10	2.000	90.15	9.02	22.83	77.17
N°16	1.900	182.90	18.29	41.12	58.88
N°20	0.840	133.82	13.38	54.50	45.50
N°30	0.590	118.16	11.82	66.32	33.68
N°40	0.425	111.47	11.15	77.46	22.54
N°50	0.297	81.08	8.11	85.57	14.43
N°60	0.260	36.29	3.63	89.20	10.80
N°100	0.149	48.64	4.86	94.06	5.94
N°140	0.106	15.67	1.57	95.63	4.37
N°200	0.074	8.58	0.86	96.49	3.51
>N°200	0.000	10.93	1.09	97.58	
TOTAL		975.82	97.58	MF:	3.01

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

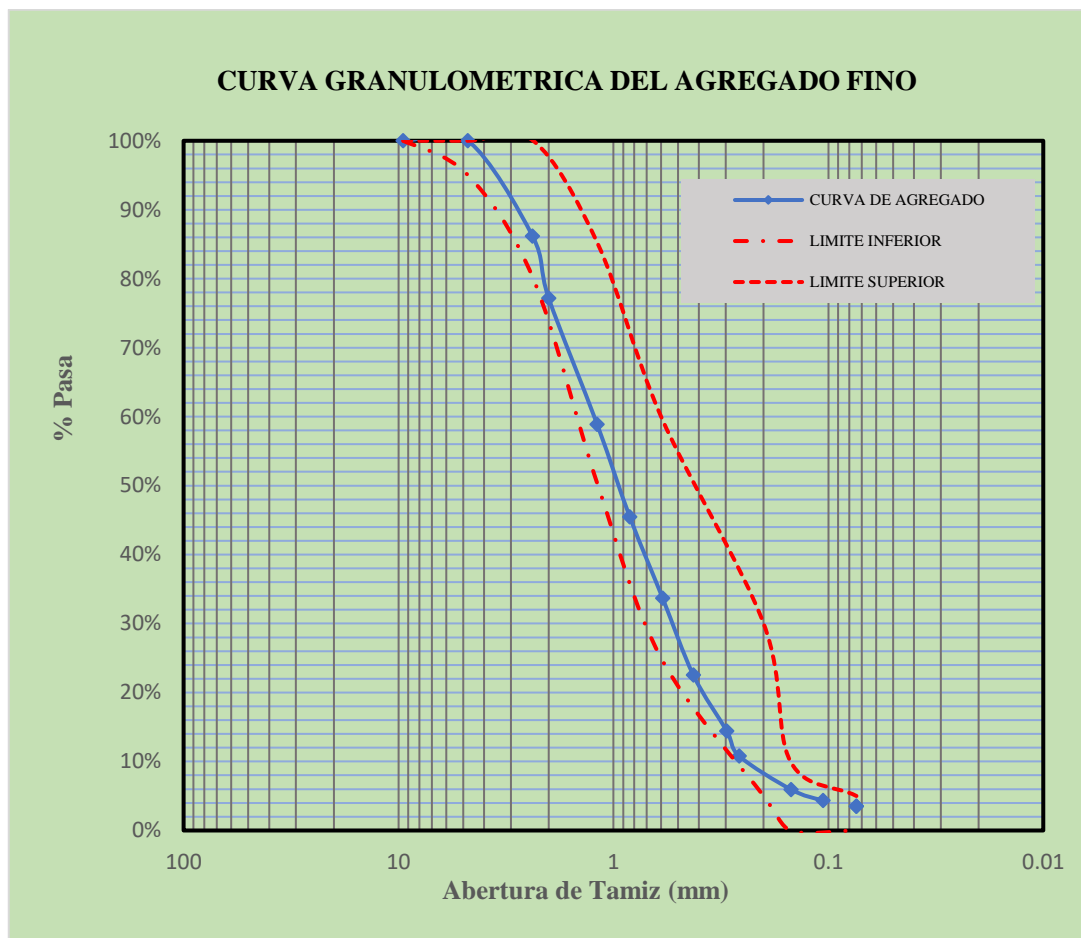


Figura 02: Curva granulométrica del agregado fino, laboratorio sismorresistente, MATHLAB, 2023.

La figura 02 muestra la curva granulométrica del agregado fino, como se observa el agregado fino natural es un agregado fino que es apto para utilizar en el diseño de mezcla dado que la curva granulométrica está dentro de los límites permisibles que indican la norma ASTM C 136 y NTP 400.012, y teniendo un módulo de fineza de 3.10 que según los límites para un agregado bueno es de 2.3 a 3.10 está dentro del parámetro, los finos pasantes a la malla N°200 no superaran el 5%.

Análisis granulométrico del agregado grueso

La muestra representativa que se tomó de la cantera de tacllan para el ensayo del agregado grueso fue según la tabla N°17 de un tamaño máximo nominal 3/4" luego mediante el cuarteo se tomó una muestra representativa para el ensayo de análisis granulométrico, en la tabla 24 se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio del

análisis granulométrico y en la figura 03 se observa la curva granulométrica del agregado con respecto a los límites permisibles.

Tabla N°24

Análisis granulométrico del agregado grueso natural

CANTERA : TACLLAN					
AGREGADO : PIEDRA CHANCADA					
PESO INICIAL SECO:	3000	grs	% QUE PASA MALLA N°200:	0.00	
PESO LAVADO SECO:	2948.57	grs	% RETENIDO MALLA 3":	0.00	
Tamiz N°	Abert. (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	2202.00	73.40	73.40	26.60
1/2"	12.700	566.00	18.87	92.27	7.73
3/8"	9.525	180.57	6.02	98.29	1.71
N°4	4.760	0.00	0.00	98.29	1.71
N°8	2.380	0.00	0.00		
N°16	1.190	0.00	0.00		
N°30	0.590	0.00	0.00		
N°50	0.297	0.00	0.00		
N°100	0.149	0.00	0.00		
N°200	0.074	0.00	0.00		
>N°200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		2948.57	98.29	MF:	7.70

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

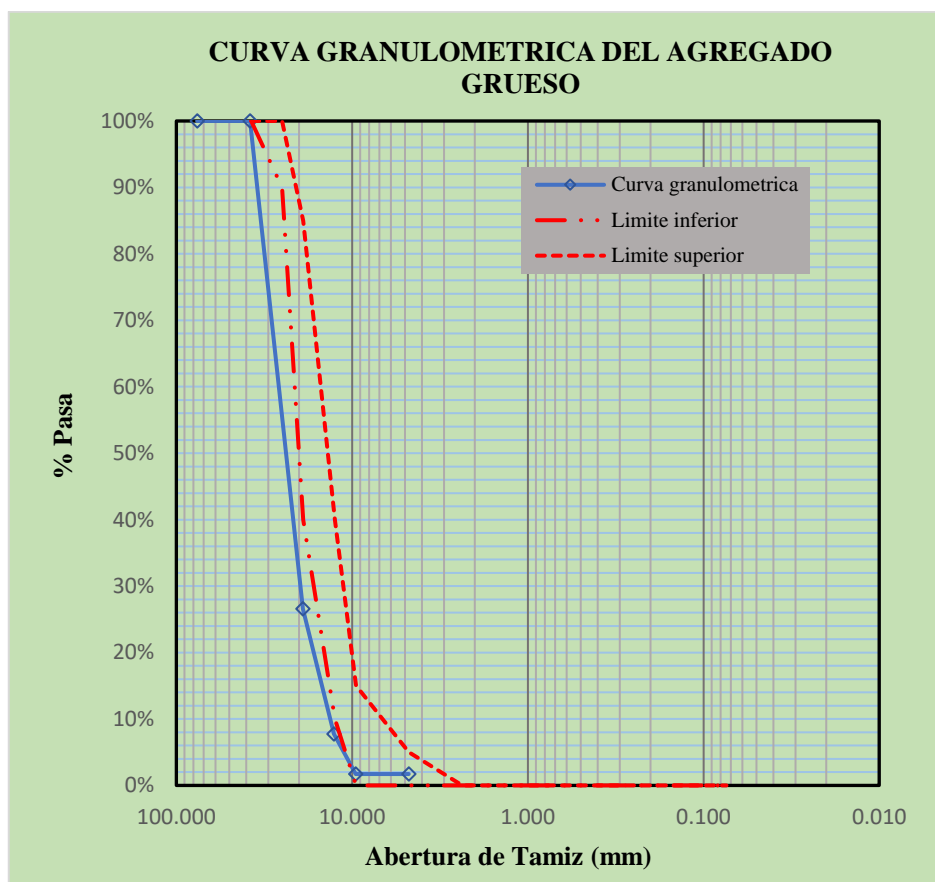


Figura 03: Curva granulométrica del agregado grueso, laboratorio sismorresistente, MATHLAB, 2023.

La granulometría del agregado grueso natural resulto fuera de los límites permisibles que recomienda la norma ASTM C136 lo cual es una granulometría discontinua pero esto no indica que no se puede emplear, es un agregado que se puede usar en el diseño de mezcla afectando la proporción de agregado fino en mayor cantidad para compensar la distribución de las partículas, que en su defecto requerirá mayor cantidad de agregado fino, algunas investigaciones señalan que los concretos elaborados con agregados de granulometría discontinua tienden a tener mayor resistencia a la compresión a lo convencional pero resultan concretos ásperos y puedan segregarse fácilmente si es que no se hace las correcciones granulométricas, y este aspecto tiene su incidencia en la durabilidad ya que presenta en su acabado coqueras, fisuras y segregación que es el proceso de degradación del concreto a mediano y largo plazo. Una granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas

de los agregados, así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción.

Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado

La muestra representativa de las probetas de concreto del laboratorio sismorresistente MATHLAB que se tomó para el ensayo del agregado grueso reciclado fue según la tabla N°17 de un tamaño máximo nominal ¾" mediante la trituración manual luego mediante el cuarteo se tomó una muestra representativa para el ensayo de análisis granulométrico, en la tabla 25 se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio del análisis granulométrico y en la figura 04 se observa la curva granulométrica del agregado grueso reciclado.

Tabla N°25

Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado

CANTERA : MATHLAB					
AGREGADO : CONCRETO					
RECICLADO					
PESO INICIAL SECO:	3000.00	grs	% QUE PASA MALLA N°200:	0.00	
PESO LAVADO SECO:	2987.00	grs	% RETENIDO MALLA 3":	0.00	
Tamiz N°	Abert. (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	19.00	0.63	0.63	99.37
3/4"	19.050	1030.00	34.33	34.97	65.03
1/2"	12.700	1330.00	44.33	79.30	20.70
3/8"	9.525	293.00	9.77	89.07	10.93
N°4	4.760	315.00	10.50	99.57	0.43
N°8	2.380	0.00	0.00		
N°16	1.190	0.00	0.00		
N°30	0.590	0.00	0.00		
N°50	0.297	0.00	0.00		
N°100	0.149	0.00	0.00		
N°200	0.074	0.00	0.00		
>N°200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		2987.00	99.57	MF:	7.24

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

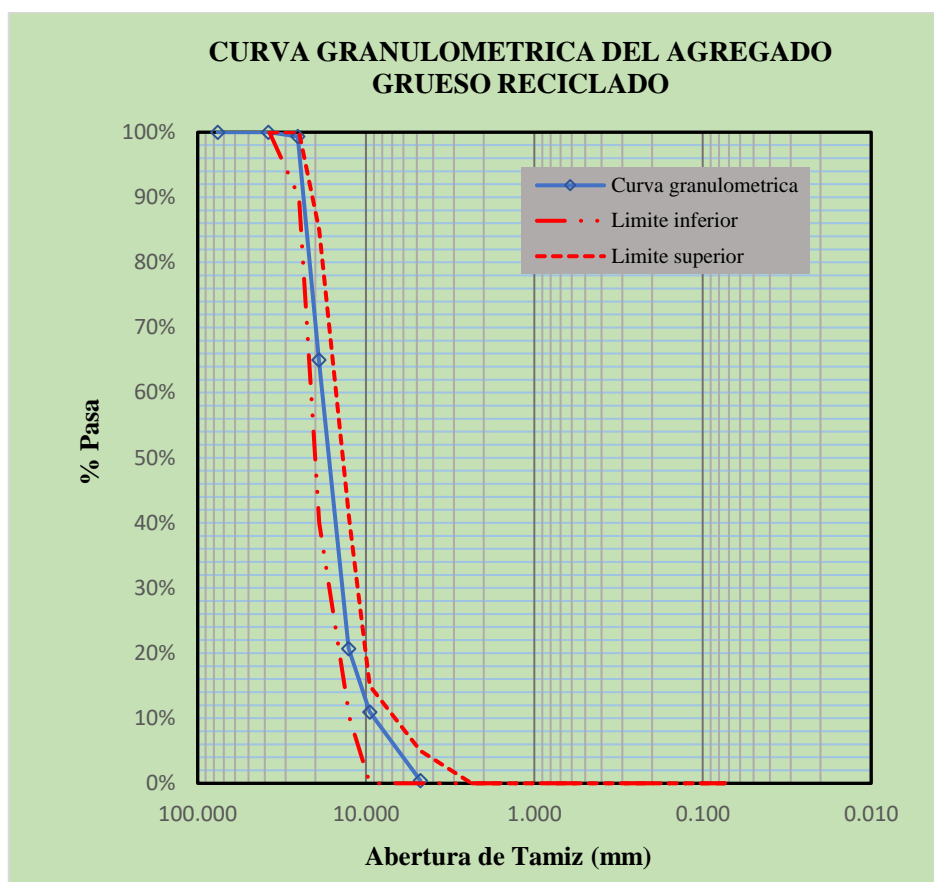


Figura 04: Curva granulométrica del agregado grueso reciclado, laboratorio sismorresistente, MATHLAB, 2023.

En la figura anterior se observa que el agregado grueso reciclado de tamaño máximo nominal de 3/4” es apto para utilizar ya que está dentro de los límites que establece la norma ASTM C136, esto ayudara una mejor distribución de los agregados en el diseño de mezcla, la cantidad de finos desintegrados durante el proceso del tamizado de los morteros no supero el 5%.

Contenido de humedad de los agregados

Los resultados obtenidos en el laboratorio del ensayo de contenido de humedad para el agregado fino se muestran en la tabla N°26, los procedimientos se realizaron según las normas ASTM C-566, NTP 339.195, para obtener el porcentaje de agua presente en la muestra.

Tabla N°26*Contenido de humedad en el agregado fino natural*

CANTERA	: CHALLUHA	
AGREGADO	: AGREGADO FINO	
MUESTRA	MA-01 (A. FINO)	
FRASCO N°	1.00	2.00
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	792.90	793.26
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	763.40	762.15
(3) Peso de agua (gr) (1)-(2)	29.50	31.11
(4) Peso de frasco (gr)	107.28	102.26
(5) P.S.S. (gr) (2)-(4)	656.12	659.89
(6) Contenido de Humedad (%) (3)/(5)	4.50	4.71
Contenido de Humedad Promedio	4.61	

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

El resultado de contenido de humedad en el agregado fino fue de 4.61%, la presencia de agua en el agregado fino es regular por lo que sus partículas finas tienden a retener mayor humedad que los agregados gruesos y pose menor cantidad de vacíos; en el diseño de mezcla esto aportara en agua.

Los resultados obtenidos en el laboratorio del ensayo de contenido de humedad para el agregado grueso natural de la cantera de Tacllan se muestran en la tabla N°27, los procedimientos se realizaron según las normas ASTM C-566, NTP 339.195, para obtener el porcentaje de agua presente en la muestra.

Tabla N°27*Contenido de humedad en el agregado grueso natural*

CANTERA	: TACLLAN	
AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	
MUESTRA	MA-01 (A. GRUESO)	
FRASCO N°	1.00	2.00
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	3163.80	3085.00
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	3134.20	3060.00
(3) Peso de agua (gr) (1)-(2)	29.60	25.00
(4) Peso de frasco (gr)	136.20	213.00
(5) P.S.S. (gr) (2)-(4)	2998.00	2847.00
(6) Contenido de Humedad (%) (3)/(5)	0.99	0.88
Contenido de Humedad Promedio	0.93	

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

El contenido de humedad que se obtuvo del agregado grueso natural de un TMN de ¾” fue de 0.93%, se observa que el agregado presenta en menor cantidad que el agregado fino, porque tiene mayor tamaño de sus partículas y mayores espacios vacíos donde no se retiene mucha agua.

Los resultados obtenidos en el laboratorio del ensayo de contenido de humedad para el agregado grueso reciclado provenientes de la trituración de probetas del laboratorio sismorresistente MATHLAB para una TMN de ¾” se muestran en la tabla N°28, los procedimientos se realizaron según las normas ASTM C-566, NTP 339.195, para obtener el porcentaje de agua presente en la muestra.

Tabla N°28

Contenido de humedad en el agregado grueso reciclado

CANTERA	: MATHLAB	
AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	
MUESTRA	MA-01 (A.G. RECICLADO)	
FRASCO N°	1.00	2.00
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	2896.90	2941.00
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	2788.40	2832.00
(3) Peso de agua (gr) (1)-(2)	108.50	109.00
(4) Peso de frasco (gr)	137.30	138.45
(5) P.S.S. (gr) (2)-(4)	2651.10	2693.55
(6) Contenido de Humedad (%) (3)/(5)	4.09	4.05
Contenido de Humedad Promedio	4.07	

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

El resultado de contenido de humedad para el agregado grueso reciclado fue de 4.07%, observando que fue mayor con respecto al agregado grueso natural esto se debe a dos factores uno que es a la cantidad y calidad del mortero adherido lo cual tiene a retener mayor cantidad de agua, el otro a las micro fisuras generadas durante el proceso de trituración creando mayor espacio de retención de agua, y alto grado en absorción.

Peso unitario suelto y compactado de los agregados

Teniendo la muestra se realizó el ensayo de los pesos unitarios suelto y compactado del agregado fino cuyos resultados se muestran en la tabla N°29, el procedimiento para cada ensayo fue de acuerdo a las normas ASTM C29 y NTP 400.017.

Tabla N°29*Peso unitario suelto y compactado del agregado fino*

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
(1) PESO MATERIAL + MOLDE (gr)	6575.000	6561.000	6582.000	6911.000	7029.000	7033.000
(2) PESO DEL MOLDE (gr)	2252.000	2252.000	2252.000	2252.000	2252.000	2252.000
(3) PESO DEL MATERIAL (gr) (1)-(2)	4323.000	4309.000	4330.000	4659.000	4777.000	4781.000
(4) VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2835.000	2835.000	2835.000	2835.000	2835.000	2835.000
(5) PESO UNITARIO (gr/cm3) (3)/(4)	1.525	1.520	1.527	1.643	1.685	1.686
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.524			1.672		

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Los resultados obtenidos de los pesos unitarios sueltos y compactado del agregado fino fue de 1.524 gr/cm³ y 1.672 gr/cm³ respectivamente, se observa que los pesos unitarios compactados son mayores a los pesos unitarios sueltos debido a que ingresa mayor cantidad de agregado por ser compactado en un determinado volumen, y cumpliendo con la norma NTP 400.017.

Teniendo la muestra representativa se realizó el ensayo de los pesos unitarios suelto y compactado del agregado grueso de TMN ¾” cuyos resultados se muestran en la tabla N°30, el procedimiento para cada ensayo fue de acuerdo a las normas ASTM C29 y NTP 400.017, cumpliendo con los procedimientos establecidos.

Tabla N°30*Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso*

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
(1) PESO MATERIAL + MOLDE (gr)	17240.000	17293.000	17265.000	18391.000	18400.000	18355.000
(2) PESO DEL MOLDE (gr)	4030.000	4030.000	4030.000	4030.000	4030.000	4030.000
(3) PESO DEL MATERIAL (gr) (1)-(2)	13210.000	13263.000	13235.000	14361.000	14370.000	14325.000
(4) VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	9390.000	9390.000	9390.000	9390.000	9390.000	9390.000
(5) PESO UNITARIO (gr/cm3) (3)/(4)	1.407	1.412	1.409	1.529	1.530	1.526
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.410			1.528		

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Los resultados obtenidos de los pesos unitarios sueltos y compactado del agregado fino fue de 1.410 gr/cm³ y 1.528 gr/cm³ respectivamente, se observa que los pesos unitarios compactados son mayores a los pesos unitarios sueltos debido a que ingresa mayor cantidad de agregado por ser compactado en un determinado volumen, y cumpliendo con la norma NTP 400.017.

Teniendo la muestra representativa se realizó el ensayo de los pesos unitarios suelto y compactado del agregado grueso reciclado de TMN ¾” cuyos resultados se muestran en la tabla N°31, el procedimiento para cada ensayo fue de acuerdo a las normas ASTM C29 y NTP 400.017, cumpliendo con los procedimientos establecidos.

Tabla N°31

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso reciclado

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
(1) PESO MATERIAL + MOLDE (gr)	15124.000	14941.000	15075.000	16041.000	16087.000	16225.000
(2) PESO DEL MOLDE (gr)	4030.000	4030.000	4030.000	4030.000	4030.000	4030.000
(3) PESO DEL MATERIAL (gr) (1)-(2)	11094.000	10911.000	11045.000	12011.000	12057.000	12195.000
(4) VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	9390.000	9390.000	9390.000	9390.000	9390.000	9390.000
(5) PESO UNITARIO (gr/cm ³) (3)/(4)	1.181	1.162	1.176	1.279	1.284	1.299
PESO UNITARIO PROMEDIO		1.173			1.287	

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023

Los resultados obtenidos de los pesos unitarios sueltos y compactado del agregado fino fue de 1.173 gr/cm³ y 1.287 gr/cm³ respectivamente, se observa que los pesos unitarios compactados son mayores a los pesos unitarios sueltos debido a que ingresa mayor cantidad de agregado por ser compactado en un determinado volumen, y cumpliendo con la norma NTP 400.017. Los valores del agregado grueso reciclado son menores que el agregado grueso natural esto debido a la adherencia del mortero en las partículas trituradas, el cual es menos denso que la roca subyacente.

Peso específico y gravedad específica de los agregados

Los resultados del ensayo del peso específico y absorción del agregado fino se muestran en la tabla N°32 y 33 respectivamente; siguiendo los procedimientos de las normas NTP 400.022, ASTM C 128 Y MTC E-205 de la muestra representativa.

Tabla N°32*Peso específico del agregado fino*

CANTERA	: CHALLHUA		
AGREGADO	: ARENA GRUESA		
	AF-1	AF-2	AF-3
(A) Peso del agregado fino	492.00	495.00	490.95
(B) Peso de la fiola + agua (gr)	678.20	678.20	678.20
(C) Peso de la muestra en estado SSS (gr)	500.00	500.00	500.00
(D) peso de la fiola + agua + agregado fino (gr)	986.40	984.26	986.26
(E) Peso específico relativo de Solidos (A/(B+C-D))	2.57	2.55	2.56
Gravedad específica promedio (F)		2.56	
(G) Peso específico del agua a 24 C°(Tn/m3)		1.00	
(H) Peso específico del agregado fino (H=G*F)		2.56	

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023

Tabla N°33*Absorción del agregado fino*

CANTERA	: CHALLHUA	
AGREGADO	: ARENA GRUESA	
N° de Tarro		1
Peso del Tarro + Mat. en Aire	(A)	607.01
Peso del Tarro + Mat. secado en estufa	(B)	599.62
Peso del Agua (a-b)	(C)	7.39
Peso del Tarro	(D)	106.89
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	(E)	492.73
Porcentaje de Absorción	(C)*100/E	1.50

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023

De los resultados se puede observar que el peso específico del agregado fino natural es de 2.56 gr/cm³ considerándose con agregado de peso normal ya que esta dentro de los límites 2.50 gr/cm³- - 2.75 gr/cm³ que establece la norma ASTM C128 y que que son óptimos agregados para el diseño de mezcla. Asimismo, también se un porcentaje de absorción de 1.50% esto debido a que el agregado fino presenta menor tamaño de partículas en su conjunto.

Los resultados del ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso de TMN $\frac{3}{4}$ " se muestran en la tabla N°34 y 35 respectivamente; siguiendo los procedimientos de las normas NTP 400.021, ASTM C 127 y MTC E-206 de la muestra representativa.

Tabla N°34

Peso específico del agregado grueso

CANTERA	: TACLLAN		
AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA		
	AG-1	AG-2	AG-3
(A) Peso del agregado grueso	465.00	460.00	464.00
(B) Volumen Inicial en Probeta (cm ³)	420.00	450.00	430.00
(C) Volumen Final en Probeta (cm ³)	598.00	625.00	605.00
(D) Volumen Desplazado (cm ³)	178.00	175.00	175.00
(E) Peso específico (A/D) (gr/cm ³)	2.61	2.63	2.65
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	2.63		

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°35

Absorción del agregado grueso

CANTERA	: TACLLAN	
AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA	
N° de Tarro		1
Peso del Tarro + Mat. en Aire	(A)	2592
Peso del Tarro + Mat. secado en estufa	(B)	2577
Peso del Agua (a-b)	(C)	15
Peso del Tarro	(D)	134
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	(E)	2443
Porcentaje de Absorción	(C)*100/E	0.61

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

De los resultados del ensayo se observa que el peso específico del agregado grueso es de 2.63 gr/cm³ por lo que es un agregado de peso normal de acuerdo a la norma ASTM C127 y con un porcentaje de absorción de 0.61% esto es menor con respecto al agregado fino debido a que no cuenta con mucha porosidad de las partículas y retiene

en menor cantidad el agua para suturarse esto no afectará mucho el agua efectiva en los diseños de mezcla.

Los resultados del ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso reciclado de TMN ¾” se muestran en las tablas N°36 y 37 respectivamente; siguiendo los procedimientos de las normas NTP 400.021, ASTM C 127 y MTC E-206 de la muestra representativa.

Tabla N°36

Peso específico del agregado grueso reciclado

CANTERA	: MATHLAB		
AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO		
	AGR-1	AGR-2	AGR-3
(A) Peso del agregado grueso	432.00	438.00	436.00
(B) Volumen Inicial en Probeta (cm3)	500.00	500.00	500.00
(C) Volumen Final en Probeta (cm3)	682.00	684.00	683.00
(D) Volumen Desplazado (cm3)	182.00	184.00	183.00
(E) Peso específico (A/D) (gr/cm3)	2.37	2.38	2.38
PESO ESPECIFICO PROMEDIO		2.38	

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°37

Absorción agregado grueso reciclado

CANTERA	: MATHLAB	
AGREGADO	: AGREGADO GRUESO RECICLADO	
N° de Tarro		1
Peso del Tarro + Mat. en Aire	(A)	2658.00
Peso del Tarro + Mat. secado en estufa	(B)	2514.00
Peso del Agua (a-b)	(C)	144.00
Peso del Tarro	(D)	138.00
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	(E)	2376.00
Porcentaje de Absorción	(C)*100/E	6.06

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

De los resultados del ensayo se observa que el peso específico del agregado grueso reciclado es de 2.38 gr/cm³ por lo que es un agregado de peso liviano de acuerdo a la norma ASTM C127 debido a la presencia de los morteros adheridos a las partículas y con un porcentaje de absorción de 6.06% esto es mayor con respecto al agregado grueso natural debido a que cuenta con mucha porosidad de las partículas por los morteros adheridos y retiene mayor cantidad el agua para suturarse.

Propiedades físicas de los agregados para diseño de mezcla experimental

Se presenta en resumen las propiedades físicas de los agregados en estudio, tanto para muestras experimentales para un diseño de mezcla, para los valores de muestras experimentales se utilizó la media ponderada según el porcentaje de sustitución en base a los resultados de los agregados en estado natural.

Tabla N°38:

Resultados de los ensayos del agregado fino. “Arena gruesa”-Cantera Challhua.

Agregado Fino (Arena Gruesa)	
Módulo de Fineza	3.01
Peso Unitario Suelto	1524 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1672 kg/m ³
Absorción	1.50%
Contenido de Humedad	4.61%
Peso Especifico	2.56 gr/m ³

FUENTE: Elaboración propia 2023.

Tabla N°39:

Resultados de los ensayos del agregado grueso: “Piedra Chancada”-Cantera Tacllan

Agregado Grueso (Piedra Chancada)	
Tamaño máximo nominal	3/4"
Peso Unitario Suelto	1410 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1528 kg/m ³
Absorción	0.61%
Contenido de Humedad	0.93%
Peso Especifico	2.63 gr/m ³

FUENTE: Elaboración propia 2023.

Tabla N°40:

*Resultados de los ensayos del agregado grueso: “Agregado Grueso reciclado”-
Cantera MATHLAB*

Agregado Grueso (Piedra Chancada)	
Tamaño máximo nominal	3/4"
Peso Unitario Suelto	1173 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1287 kg/m ³
Absorción	6.06%
Contenido de Humedad	4.07%
Peso Especifico	2.38 gr/m ³

FUENTE: Elaboración propia 2023.

Tabla N°41:

Resultados de los ensayos del agregado grueso: “80% AGN + 20% AGR”

Agregado Grueso (80% AGRN + 20% AGR)	
Tamaño máximo nominal	3/4"
Peso Unitario Suelto	1362.60 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1479.80 kg/m ³
Absorción	1.70%
Contenido de Humedad	1.56%
Peso Especifico	2.58 gr/m ³

FUENTE: Elaboración propia 2023.

Tabla N°42:

Resultados de los ensayos del agregado grueso: “60% AGN + 40% AGR”

Agregado Grueso (60% AGN + 40% AGR)	
Tamaño máximo nominal	3/4"
Peso Unitario Suelto	1315.20 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1431.60 kg/m ³
Absorción	2.79%
Contenido de Humedad	2.19%
Peso Especifico	2.53 gr/m ³

FUENTE: Elaboración propia 2023.

Tabla N°43:

Resultados de los ensayos del agregado grueso: “40% AGN + 60% AGR”

Agregado Grueso (40%AGN + 60%AGR)	
Tamaño máximo nominal	3/4"
Peso Unitario Suelto	1267.80 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1383.40 kg/m ³
Absorción	3.88%
Contenido de Humedad	2.81%
Peso Especifico	2.48 gr/m ³

FUENTE: Elaboración propia 2023.

Descripción

En las tablas anteriores se presentan los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio sismorresistente “MATHLAB”, tanto a los agregados naturales como el agregado grueso reciclado, donde se muestra las propiedades físicas que cuentan cada tipo de agregado en su estado natural y cuando hayan sido sustituidos en proporciones de 20%, 40% y 60% de agregado grueso reciclado, con los cuales se desarrolló el diseño de mezcla por el método de ACI 211.

OBJETIVO 02: EVALUAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL AGREGADO GRUESO NATURAL Y AGREGADO GRUESO RECICLADO**Desgaste por Abrasión de los Ángeles del agregado grueso**

Los resultados del ensayo de desgaste del agregado grueso natural y del agregado grueso reciclado se muestran en las tabla N°44 y 45 respectivamente, los procedimientos que se tomó en cuenta fue según las normas ASTM C131, y MTC E-207 Y NTP 400.019.

Tabla N°44

Desgaste del agregado grueso natural

CANTERA	: TACLLAN
AGREGADO	: PIEDRA CHANCADA
Gradación empleada	B (11)
Numero de revoluciones	500
Peso inicial N°11 (gr)	5008
Peso final N°11 (gr)	4102
Porcentaje desgaste (%)	18.09

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°45

Desgaste del agregado grueso reciclado

CANTERA	: MATHLAB
AGREGADO	: AG. G. RECICLADO
Gradación empleada	B (11)
Numero de revoluciones	500
Peso inicial N°11 (gr)	5005
Peso final N°11 (gr)	3112
Porcentaje desgaste (%)	37.82

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

De los resultados se puede observar que para el agregado grueso natural es desgaste fue de 18.09% y con respecto al agregado grueso reciclado un desgaste de 37.82% esta diferencia que marca se debe a la presencia del mortero adherido que durante las revoluciones se degradan en finos y el desgaste es mayor. La norma ASTM C131 señala para los agregados de TMN de ¾” la perdida tiende en un rango de 10% a 45%, asimismo el Código Británicos 882,1201 precisa que la pérdida de acuerdo con el ensayo de abrasión los Ángeles no debe exceder del 45%; Según EHE-98 (Instrucción Española del Hormigón Estructural), la resistencia del agregado al ensayo de abrasión de los Ángeles debe ser debajo del 40%. Según los resultados el porcentaje de desgaste para el agregado reciclado cumple con las normas internacionales precisados.

OBJETIVO 03: DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DEL AGREGADO

GRUESO POR CONCRETO RECICLADO AL 20%, 40% Y 60%, A LAS EDADES DE 7, 14 Y 28 DIAS.

Cuantificación de la proporción de los materiales en los diseños de mezcla

Tabla N°46

Cantidad de materiales para mezcla patrón con 0.00 % AGR.

DISEÑO DE MEZCLA F'C=210 KG/CM2 CON AGR = 0.00 %				
MATERIALES	Proporción en peso (kg); Sin desperdicio			
	Por 1 m3	1 bolsa cemento	Para 1 probeta	Para 9 probetas
Cemento	366.07	42.50	1.94	17.46
Agregado Fino Húmedo	830.18	96.48	4.40	39.60
Agregado Grueso Húmedo	925.33	107.53	4.91	44.19
Agua Efectiva	177.39	20.40	0.94	8.46

FUENTE: Elaboración propia 2023.

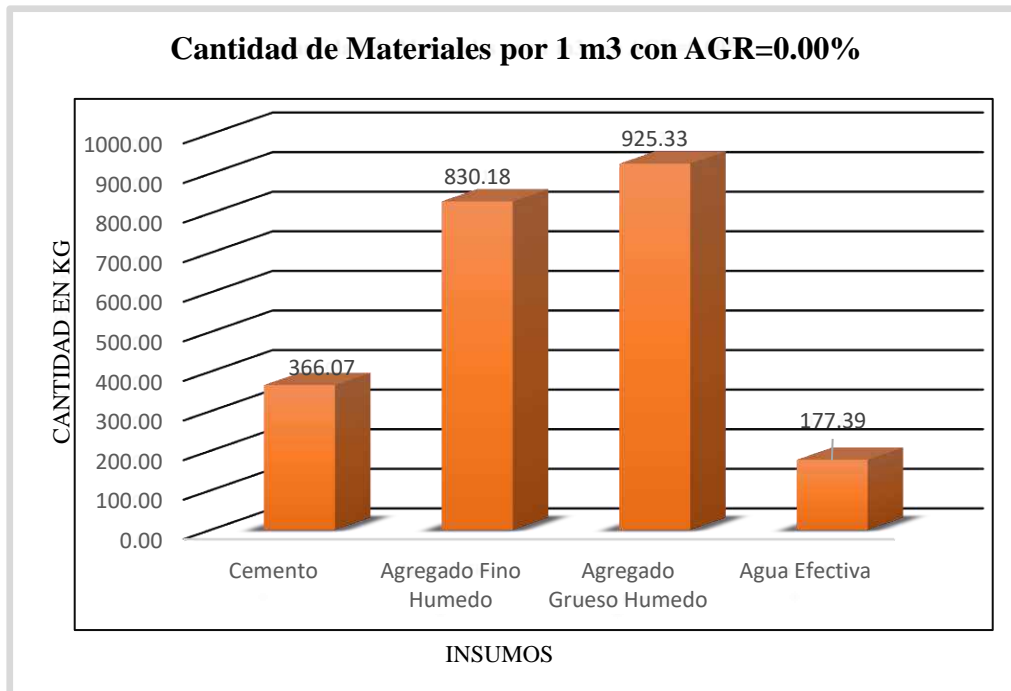


Figura 05. Cantidad de materiales por 1 m3 de concreto con AGR = 0.00%, muestra patrón.

Fuente: Elaboración propia

Descripción

En la tabla N°46 se tiene las proporciones de los materiales del diseño patrón los cuales nos sirvió para hacer el análisis en la variación de proporciones de materiales cuando el diseño es sustituido por agregado grueso reciclado y asimismo nos ayuda para la confección de briquetas de concreto para luego ser sometido al ensayo a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días, a la vez en la figura N°05 se muestra estadísticamente la gráfica de la proporción de materiales del diseño patrón los cuales son variados cuando se hace la sustitución del agregado grueso reciclado los cuales influyen en la resistencia final del concreto. En el diseño patrón el volumen absoluto de los agregados representa 69.20% del volumen total, 32.50% de agregado fino y 36.20% de agregado grueso.

Tabla N°47

Cantidad de materiales para mezcla experimental con 20.00 % AGR.

DISEÑO DE MEZCLA F'C=210 KG/CM2 CON AGR = 20.00 %				
MATERIALES	Proporción en peso (kg); Sin desperdicio			
	Por 1 m3	1 bolsa cemento	Para 1 probeta	Para 9 probetas
Cemento	366.07	42.50	1.94	17.46
Agregado Fino Húmedo	843.58	97.75	4.40	39.60
Agregado Grueso Húmedo Natural	721.38	83.64	3.93	35.37
Agregado Grueso Húmedo Reciclado	180.35	20.91	0.98	8.82
Agua Efectiva	181.16	20.83	0.96	8.64

FUENTE: Elaboración propia 2023.

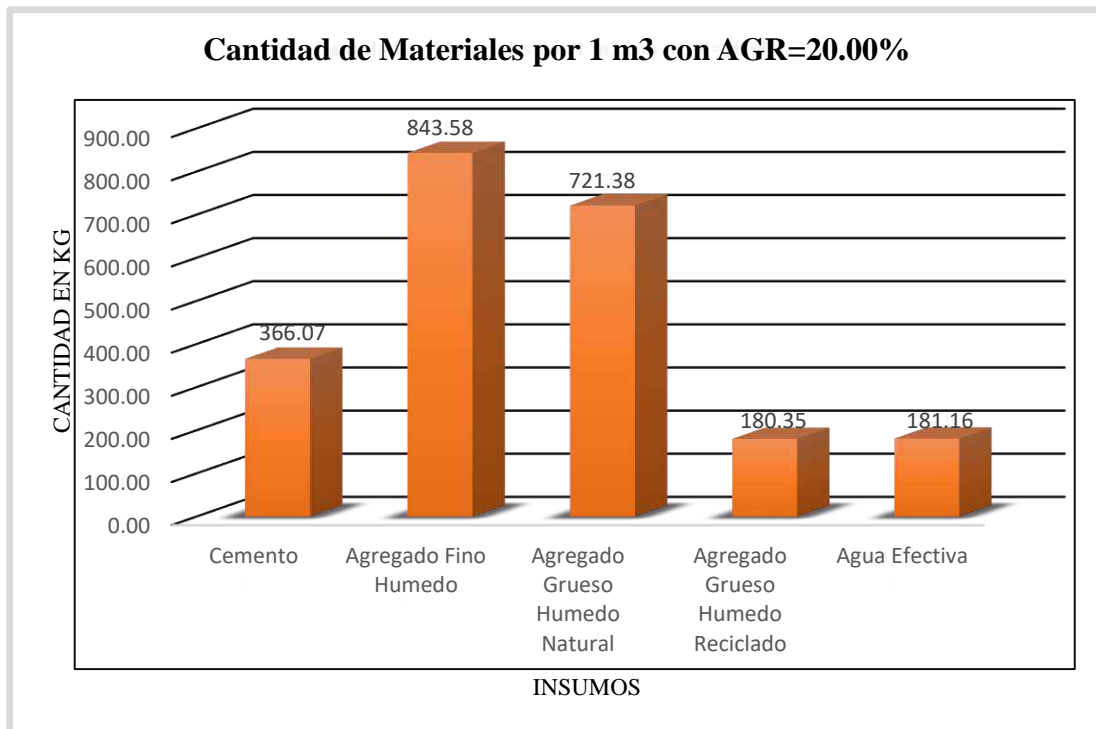


Figura 06. Cantidad de materiales por 1 m³ de concreto con AGR = 20.00%, muestra experimental.

Fuente: Elaboración propia

Descripción

En la tabla N°47 se resume las proporciones de materiales que requieren en un diseño de mezcla con sustitución de 20% de agregado grueso reciclado para 1m³ de concreto y la cantidad de materiales para emplear en la confección de probetas de concreto los cuales son considerados sin desperdicio por lo que en la confección de probetas se aplica el factor de desperdicio de un 5%. Con respecto a la proporción patrón la cantidad de los materiales ha variado con respecto al agregado grueso natural donde difiere en un -22.04% y agregado grueso reciclado no varía puesto que recién esta proporción de sustitución es incorporada, lo cual si varia es el agregado fino en un + 1.59% teniéndose mayor volumen de AF lo cual mejora la trabajabilidad y lubricar mejor al AG y el agua efectiva en un +2.08% esto por presencia de agregados grueso reciclado los cuales requieren mayor agua para ser saturados y con alto porcentaje de absorción.

Tabla N°48*Cantidad de materiales para mezcla experimental con 40.00 % AGR.*

DISEÑO DE MEZCLA F'C=210 KG/CM2 CON AGR = 40.00 %				
MATERIALES	Proporción en peso (kg); Sin desperdicio			
	Por 1 m3	1 bolsa cemento	Para 1 probeta	Para 9 probetas
Cemento	366.07	42.50	1.94	17.46
Agregado Fino Húmedo	854.29	99.03	4.53	40.77
Agregado Grueso Húmedo Natural	526.66	61.20	2.79	25.11
Agregado Grueso Húmedo Reciclado	351.11	40.80	1.86	16.74
Agua Efectiva	184.76	21.25	0.98	8.82

FUENTE: Elaboración propia 2023.**Descripción**

En la tabla N°48 se tiene las proporciones de materiales para un diseño de mezcla con una sustitución de 40% de agregado grueso reciclado para 1 m³ de concreto como para la fabricación de briquetas de concretos lo cual no se ha incluido el factor de desperdicio, estos datos nos ayudan a interpretar la variación de los materiales y como influyen en la resistencia del concreto a los 28 días, como se ha visto el agregado grueso tiene a disminuir en volumen con respecto al diseño patrón esto porque el agregado grueso reciclado es un agregado liviano con una granulometría óptimo, a la vez se incrementa el volumen del agregado fino en un 2.82% entonces podemos decir que en conjunto el volumen de los agregados para un 1m³ de concreto no varía mucho por lo que el agua efectiva varia moderadamente por las propiedades del agregado grueso reciclado como absorción.

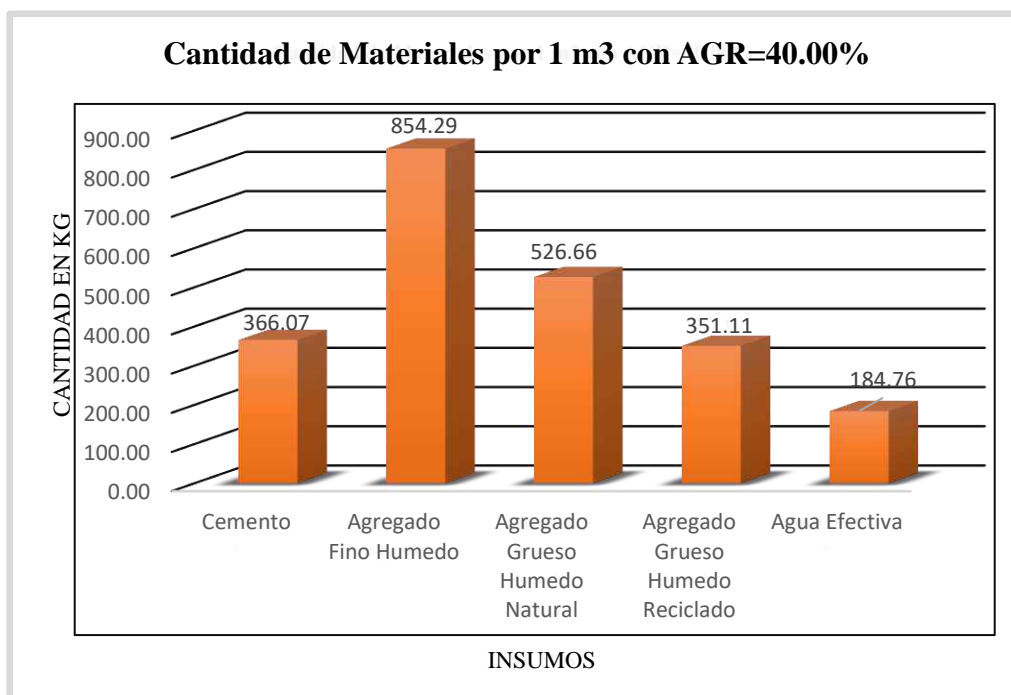


Figura 07. Cantidad de materiales por 1 m3 de concreto con AGR = 40.00%, muestra experimental.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°49

Cantidad de materiales para mezcla experimental con 60.00 % AGR.

DISEÑO DE MEZCLA F'C=210 KG/CM2 CON AGR = 60.00 %				
MATERIALES	Proporción en peso (kg); Sin desperdicio			
	Por 1 m3	1 bolsa cemento	Para 1 probeta	Para 9 probetas
Cemento	366.07	42.50	1.94	17.46
Agregado Fino Húmedo	867.68	100.73	4.60	41.40
Agregado Grueso Húmedo Natural	341.34	39.61	1.81	16.29
Agregado Grueso Húmedo Reciclado	512.02	59.42	2.71	24.39
Agua Efectiva	188.09	21.84	1.00	8.97

FUENTE: Elaboración propia 2023.

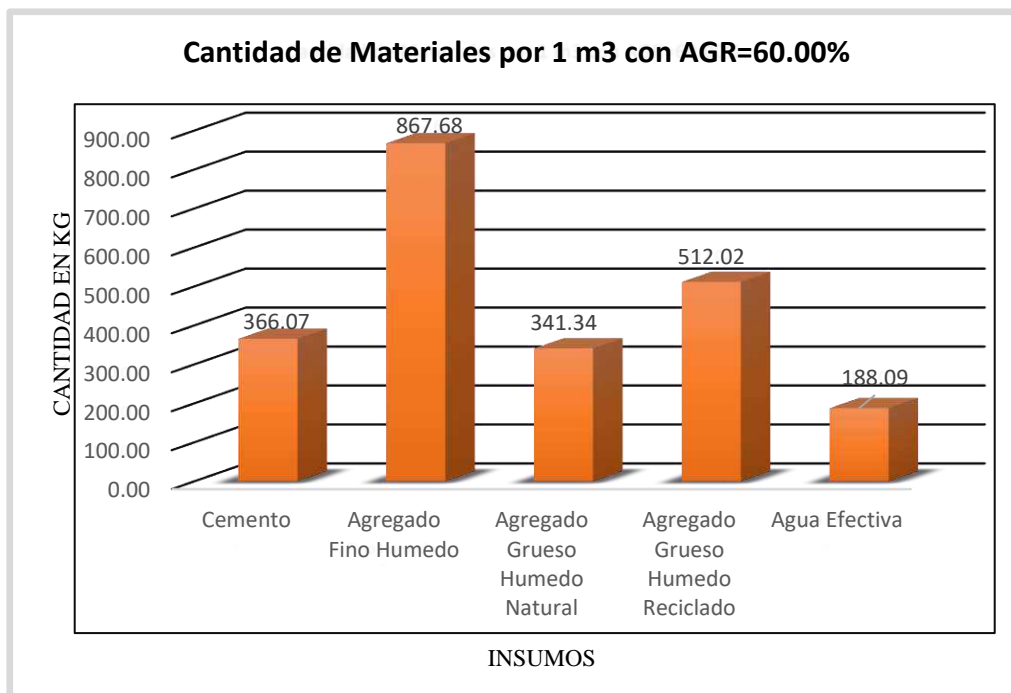


Figura 08. Cantidad de materiales por 1 m3 de concreto con AGR = 60.00%, muestra experimental.

Fuente: Elaboración propia

Descripción

En la tabla N°49 se tiene las proporciones de los insumos para un concreto con un diseño de mezcla con sustitución de 60% de agregado grueso reciclado, así también para la confección de briquetas de concreto, esto nos ayuda para interpretar los factores que influyen en la variación en cantidad de los insumos para cada situación de agregado grueso reciclado, lo cual también se puede ver en la figura N°05 para un concreto de 1m3. Se observa que el agregado grueso natural tiende a disminuir con respecto al diseño patrón en 36.88% esto por la sustitución en 60% de agregado reciclado y con respecto a la proporción general del agregado grueso tiende a disminuir la proporción del agregado grueso con respecto al diseño patrón en 7.78%, además la proporción del agregado fino tiende a incrementar en un 4.32%, como se observa hay mejor distribución de granos para el diseño. El incremento del agua efectiva en 5.69% con respecto al diseño patrón se debe a la presencia de mortero adherido en mayor cantidad y un alto porcentaje de absorción.

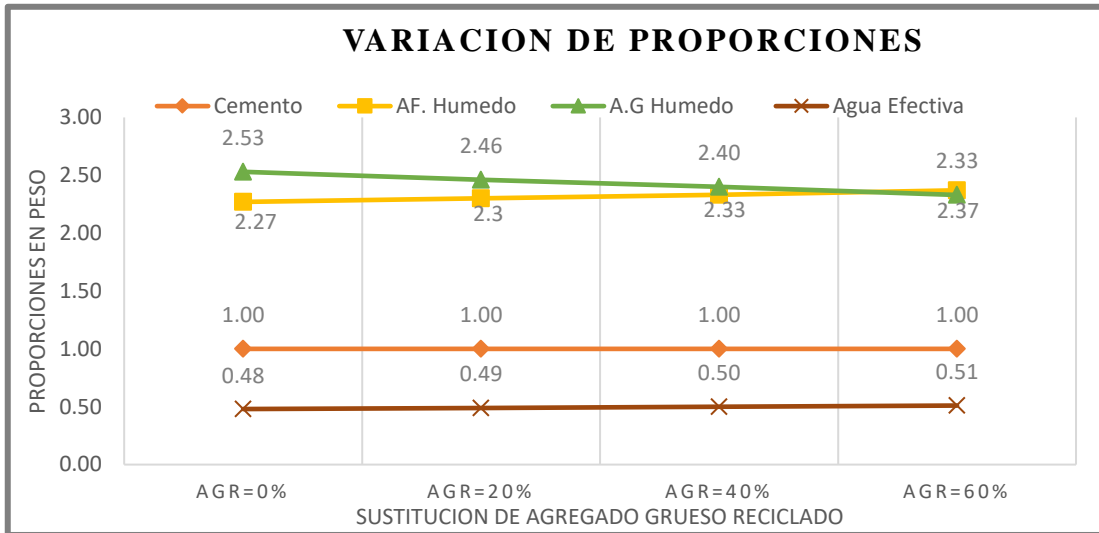


Figura 09. Variación de proporciones, según la proporción de sustitución de agregado grueso reciclado.

Fuente: Elaboración propia 2023.

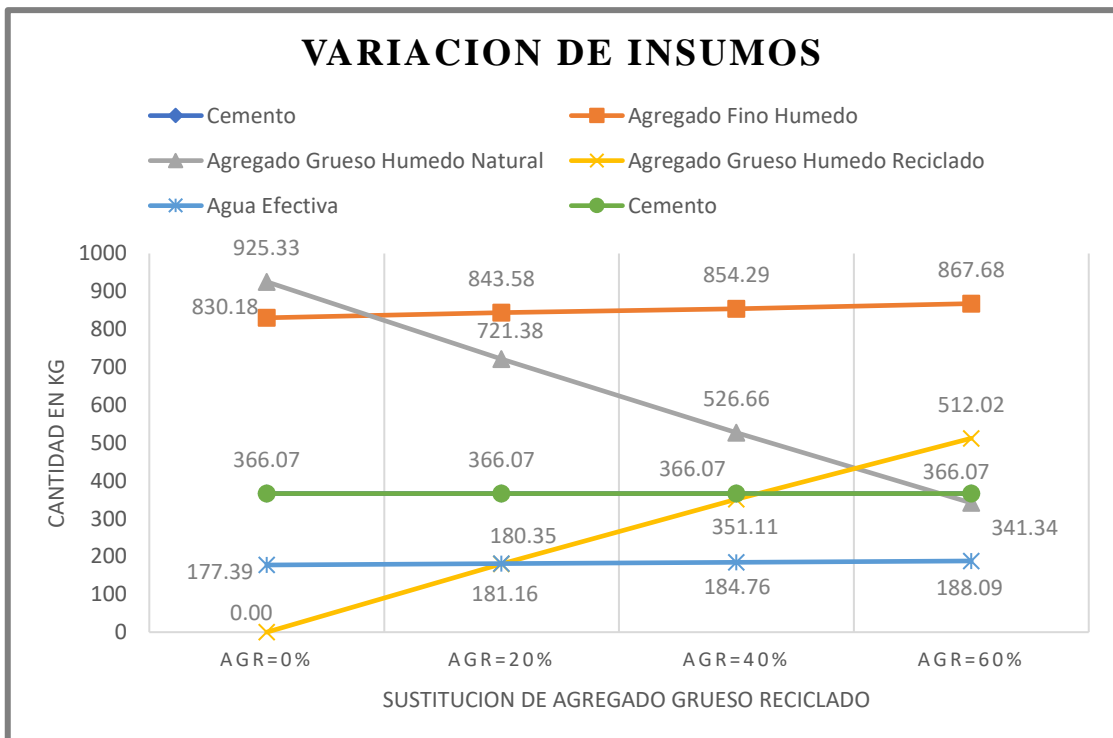


Figura 10. Variación de materiales en peso, según la proporción de sustitución de agregado grueso reciclado

Fuente: Elaboración propia

Descripción

En las figuras N°09 y 10 se ve la variación de las proporciones de diseño de los insumos como la variación de cantidad de materiales para un concreto de 1m³, de los cuales se tiene que a mayor sustitución de agregado grueso reciclado la cantidad y en volumen del agregado grueso tiende a disminuir esto debido que cada vez que se incorpora el agregado reciclado tiende a tener menor peso por ser agregado liviano y porque el agregado reciclado tiene mayor distribución de partículas de diferentes tamaños lo cual cumple con la curva granulométrica, simultáneamente las proporciones y las cantidades del agregado fino tienden a incrementar a mayor sustitución de agregado reciclado para poder tener el volumen necesario de agregados en un 1m³ de concreto, esto porque el agregado fino tiene un buen granulometría y los demás propiedades son los adecuados con las normas, por este motivo es que la variación de agua-cemento es moderado porque el volumen de agregados se mantienen casi uniformes, la variación principalmente es por la absorción de agregados reciclados los cuales requieren mayor cantidad de agua para ser saturados.

Resistencia a la compresión del concreto a una edad de 7 días

Los resultados de los ensayos a compresión del concreto patrón, concretos experimentales con sustitución de agregado grueso reciclado de 20%, 40% y 60% se muestran en las siguientes tablas. Los primeros ensayos a compresión se realizaron a una edad de 7 días después de la confección de probetas y al ser curadas con agua potable.

Tabla N°50

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 7 días, muestra patrón.

MUESTRA PATRON								
Relación a/c	f'c (kg/cm²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	27,791.90	157	75%
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	27,288.30	154	74%
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	27,794.50	157	75%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	27624.90	156	74%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°51

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 7 días, con sustitución de 20% de agregado grueso reciclado.

MUESTRA PATRON + 20% AGR								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	31,995.70	181	86%
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	32,109.10	182	87%
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	32,161.40	182	87%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	32088.73	182	86%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°52

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 7 días, con sustitución de 40% de agregado grueso reciclado.

MUESTRA PATRON + 40% AGR								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	36,272.30	205	98%
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	35,506.10	201	96%
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	36,425.90	206	98%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	36068.10	204	97%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°53

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 7 días, con sustitución de 60% de agregado grueso reciclado.

MUESTRA PATRON + 60% AGR								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	44,500.60	252	120%
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	44,578.20	252	120%
0.56	210.00	24/03/2023	31/03/2023	7	176.7	44,761.00	253	121%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	44613.27	252	120%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Descripción

De los resultados se observa que la resistencia a la compresión a los 7 días de la muestra experimental con sustitución de 60% de agregado reciclado fue el mayor en 252 kg/cm² superando al diseño patrón, las resistencias de las muestras experimentales lograron mayores resistencias en solo 7 días esto debido a que el tiempo de fraguado fue acelerado esto dado que el agregado reciclado tiene un alto grado de absorción y durante el curado los concretos atraen mayor cantidad de agua que les ayuda a desarrollar mayores resistencias en tiempos cortos.

Resistencia a la compresión del concreto a una edad de 14 días

Los resultados de los ensayos a compresión del concreto patrón, concretos experimentales con sustitución de agregado grueso reciclado de 20%, 40% y 60% para una resistencia $f'c=210$ kg/cm² se muestran en las siguientes tablas. Estos resultados son las resistencias a compresión que se obtuvieron a una edad de 14 días después de la confección de probetas y al ser curadas con agua potable, para cada diseño se realizó 3 ensayos de probetas para tomar un valor promedio.

Tabla N°54

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 14 días, muestra patrón.

MUESTRA PATRON								
Relación a/c	$f'c$ (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	$f'c$ Alcanzado	% $f'c$ a/ $f'c$
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	45,601.70	258	123%
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	45,162.60	256	122%
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	45,895.10	260	124%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	45,553.13	258	123%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°55

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 14 días, con sustitución de 20% de agregado grueso reciclado.

MUESTRA PATRON + 20% AGR								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	41,393.60	234	112%
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	41,631.40	236	112%
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	41,986.90	238	113%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	41670.63	236	112%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°56

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 14 días, con sustitución de 40% de agregado grueso reciclado.

MUESTRA PATRON + 40% AGR								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	46,801.30	265	126%
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	46,281.50	262	125%
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	46,978.40	266	127%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	46687.07	264	126%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°57

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 14 días, con sustitución de 60% de agregado grueso reciclado.

MUESTRA PATRON + 60% AGR								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	51,282.20	290	138%
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	50,354.80	285	136%
0.56	210.00	24/03/2023	07/04/2023	14	176.7	50,098.10	284	135%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	50578.37	286	136%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Descripción

De los resultados se observa que la resistencia a la compresión a los 14 días superó el 100% de la resistencia de diseño, la resistencia mayor obtenido fue de 286 kg/cm² correspondiente a la muestra experimental con sustitución de 60%; el agregado reciclado influye favorablemente en la mejora de la resistencia del concreto y un fraguado acelerado. Como se observa la relación inicial de agua/cemento para todo el diseño fue de 0.56, posteriormente se analizará la variación de la relación de agua/cemento final.

Resistencia a la compresión del concreto a una edad de 28 días

Tabla N°58

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 28 días, muestra patrón.

MUESTRA PATRON								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	51,368.60	291	138%
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	50,829.40	288	137%
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	51,032.60	289	138%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	51076.87	289	138%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°59

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 28 días, con sustitución de 20% de agregado grueso reciclado.

MUESTRA PATRON + 20% AGR								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	43,784.10	248	118%
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	43,201.70	244	116%
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	43,071.40	244	116%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	43352.40	245	117%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°60

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 28 días, con sustitución de 40% de agregado grueso reciclado.

MUESTRA PATRON + 40% AGR								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	49,884.60	282	134%
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	50,218.50	284	135%
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	49,621.40	281	134%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	49908.17	282	134%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Tabla N°61

Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² a 28 días, con sustitución de 60% de agregado grueso reciclado.

MUESTRA PATRON + 60% AGR								
Relación a/c	f'c (kg/cm ²)	Fecha		Edad (días)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'c Alcanzado	% f'c a/f'c
		Confección	Rotura					
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	56,645.10	321	153%
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	55,867.40	316	151%
0.56	210.00	24/03/2023	21/04/2023	28	176.7	57,058.70	323	154%
RESISTENCIA PROMEDIO F'C (kg/cm²)					176.7	56523.73	320	152%

FUENTE: Laboratorio de Ingeniería sismorresistente, MATHLAB, 2023.

Descripción

A los 28 días se observa la resistencia resultante de cada diseño y como se observa todos los diseños lograron superar la resistencia de diseño, la muestra experimental con sustitución de 60% fue el que obtuvo mayor resistencia 320 kg/cm², se concluye que el agregado reciclado influye en la resistencia en mejorar. Los concretos con agregados reciclados tienen un tiempo de fraguado más acelerado que el convencional, esto porque en su composición el concreto tiene agregados gruesos reciclados que requieren mayor cantidad agua para fraguarse y saturarse, la presencia de agua es mayor que en los agregados reciclados, lo cual ayuda a desarrollarse el curado de manera acelerado.

Análisis de las propiedades mecánicas del concreto

Tabla N°62

Comparación de resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR = 0% y AGR=20% en las edades de 7,14 y 28 días.

Ensayo a la compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con AGR = 0% y AGR = 20%		
Edad	Concreto con AGR=0%	Concreto con AGR=20%
7 días	74.00%	86.00%
14 días	123.00%	112.00%
28 días	138.00%	117.00%

FUENTE: elaboración propia 2023.

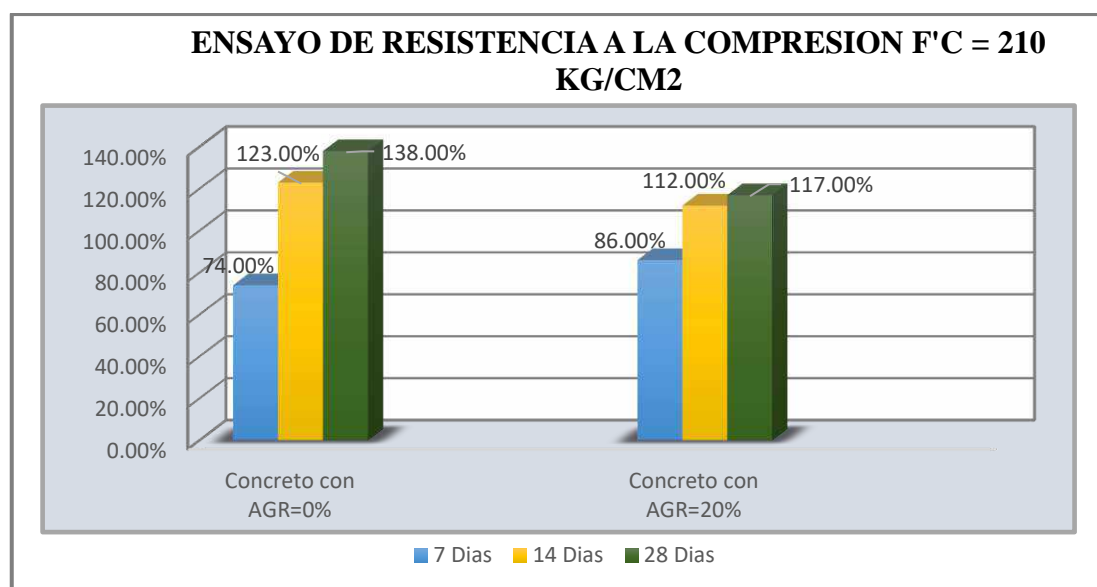


Figura 11. Resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR=20% en las edades 7,14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia

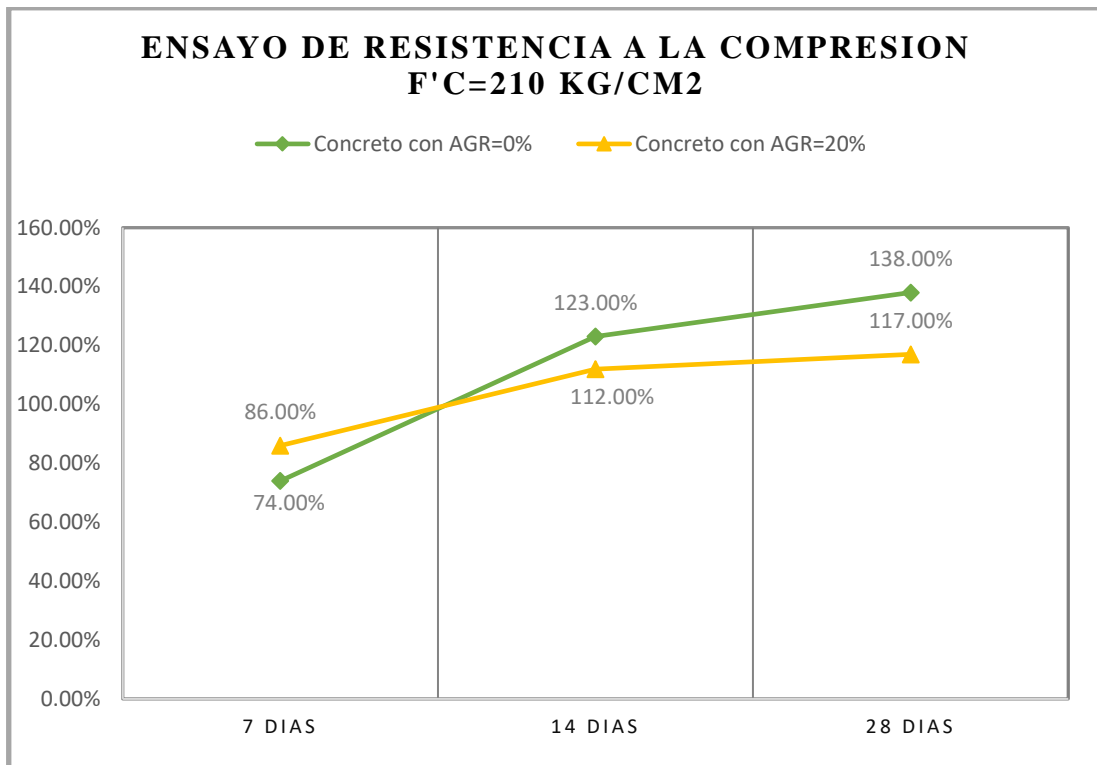


Figura 12. Tendencia de los resultados de resistencia a compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las edades de 7,14 y 28 días de AGR=0% con respecto AGR=20%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°63

Comparación de resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con AGR = 0% y AGR=40% en las edades de 7,14 y 28 días.

Ensayo a la compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con AGR = 0% y AGR = 40%		
Edad	Concreto con AGR=0%	Concreto con AGR=40%
7 días	74.00%	97.00%
14 días	123.00%	126.00%
28 días	138.00%	134.00%

FUENTE: elaboración propia 2023.

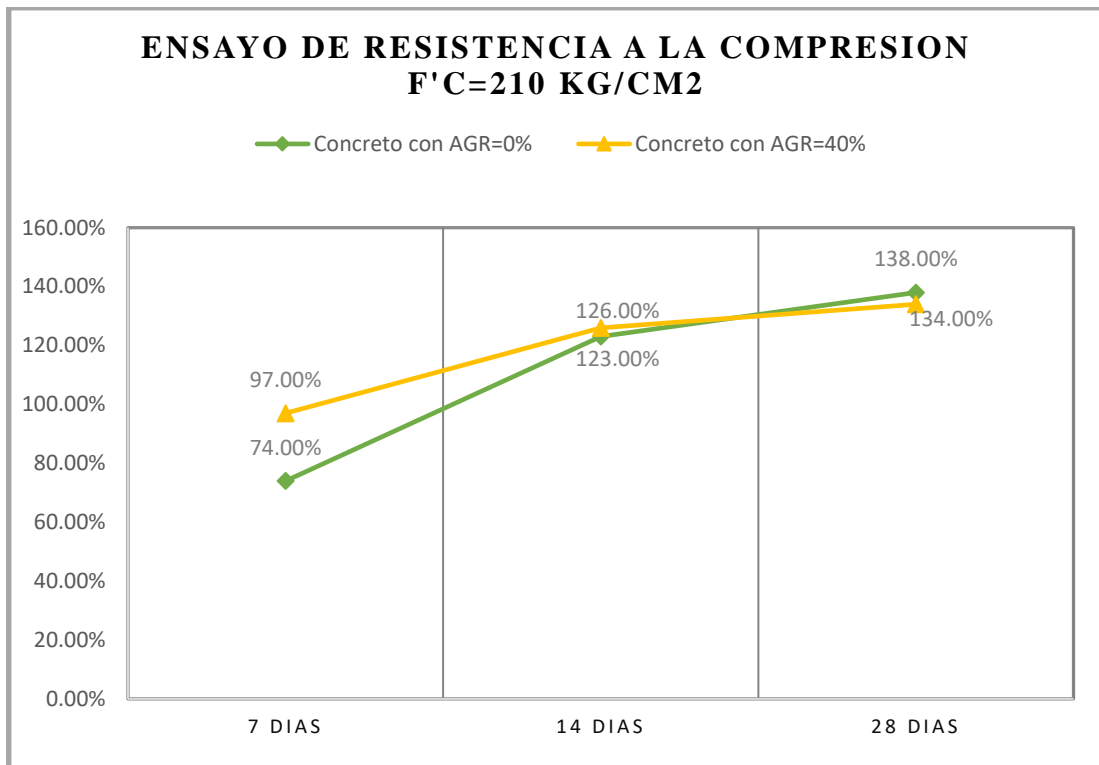


Figura 13. Resultados de la resistencia a la compresión $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR=40% en las edades 7,14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia

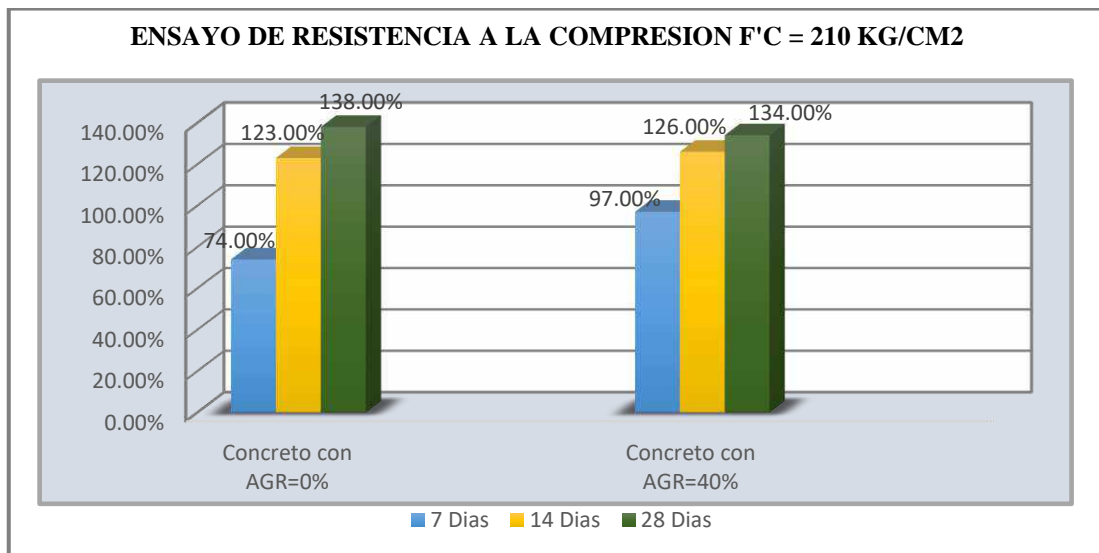


Figura 14. Resultados de la resistencia a la compresión $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR=40% en las edades 7,14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia

Descripción

En la tabla N°63 se puede ver como la resistencia se va desarrollando a las edades de 7, 14 y 28 días con un diseño de concreto de adición de 40% de AGR con respecto al diseño patrón, como se ve la resistencia del concreto patrón se va desarrollando adecuadamente a los 7 días donde se logró una resistencia que supera el 70% de la resistencia de diseño y a 14 días va ganando mayor resistencia, lo que no sucede con concreto de 40% de AGR la obtención de la resistencia es en un tiempo más corto, como se ve a los 7 días logra un 97% de la resistencia de diseño entonces el tiempo de fraguado es acelerado en concretos con AGR y a los 28 días la resistencia patrón supero en 2.90% al concreto con 40% de AGR, pero la resistencia para ambos superan la resistencia de diseño por lo que sí se puede emplear agregados gruesos reciclados para esta proporción.

Tabla N°64

Comparación de resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con AGR = 0% y AGR=60% en las edades de 7,14 y 28 días.

Ensayo a la compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con AGR = 0% y AGR = 60%		
Edad	Concreto con AGR=0%	Concreto con AGR=60%
7 días	74.00%	120.00%
14 días	123.00%	136.00%
28 días	138.00%	152.00%

FUENTE: elaboración propia 2023.

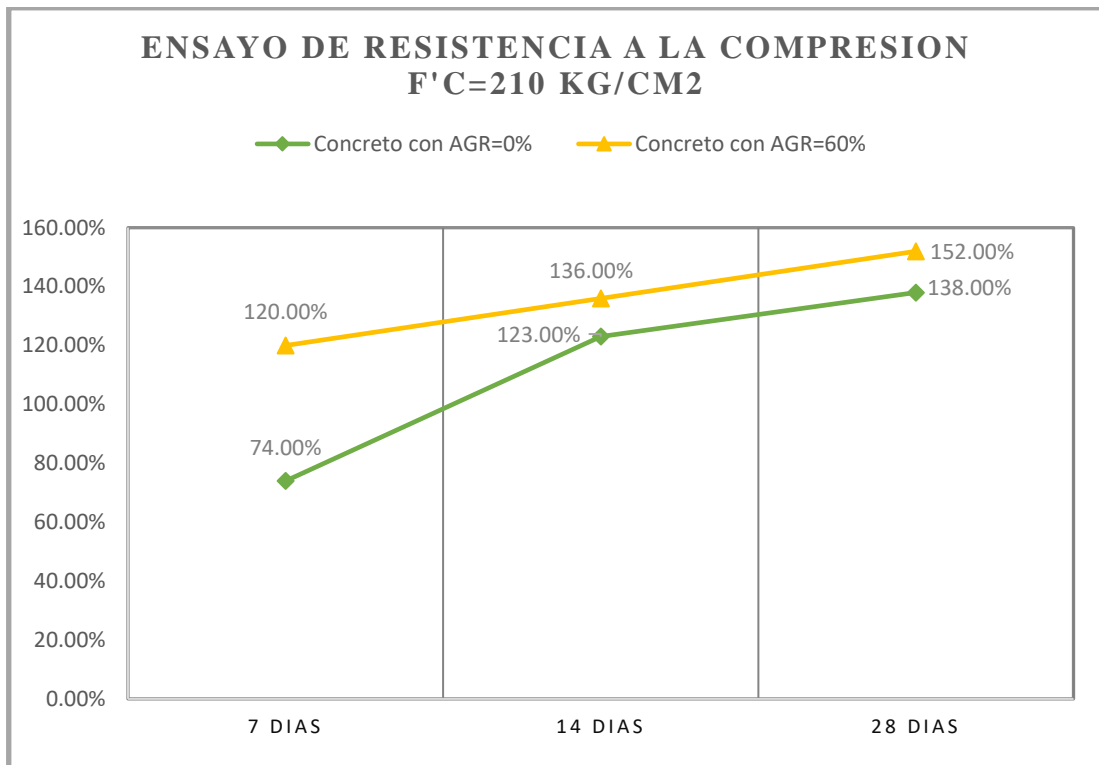


Figura 15. Resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con $\text{AGR}=60\%$ en las edades 7,14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia

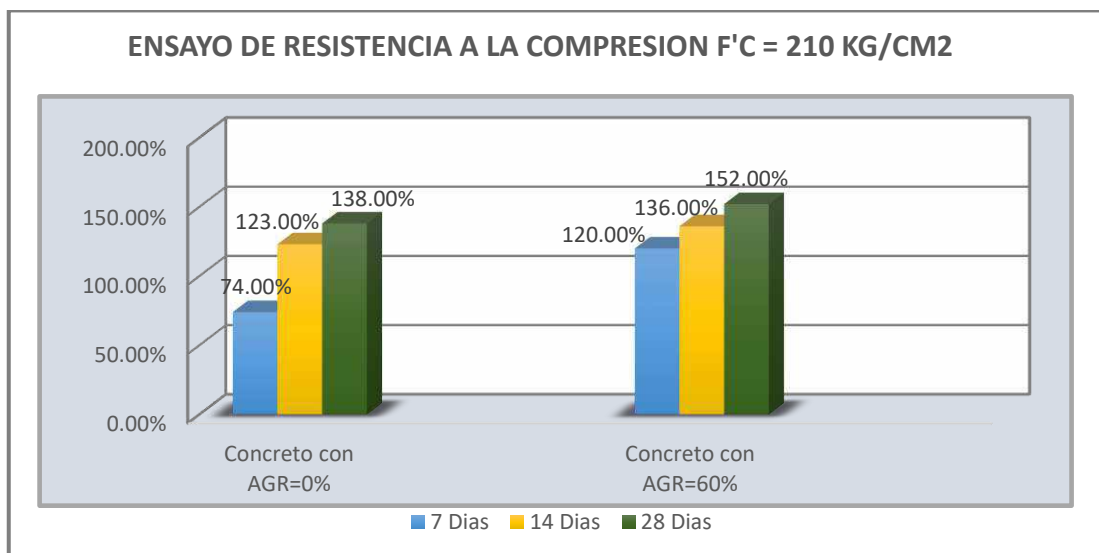


Figura 16. Resultados de la resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con $\text{AGR}=60\%$ en las edades 7,14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia

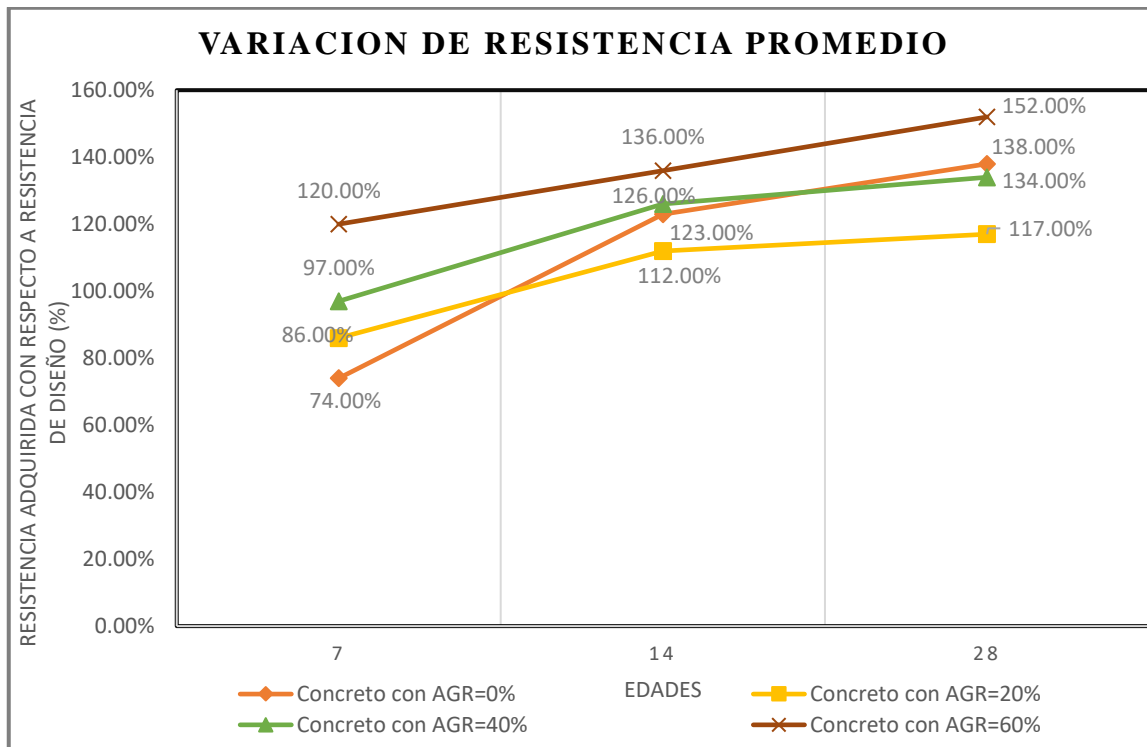


Figura 17. Variación de los resultados de resistencia a compresión $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ en las edades de 7, 14 y 28 días de AGR=0% con respecto AGR=20%, AGR=40% y AGR=60%

Fuente: Elaboración propia

Descripción

En la figura N°17 tenemos la variación de la resistencia para cada diseño de concreto en proporciones de 0%, 20%, 40% y 60% con agregado reciclado ensayados en las edades de 7, 14 y 28 días, la resistencia final a los 28 días de mayor resistencia es de concreto con 60% de AGR, la resistencia patrón logro superar a los 28 días a los diseños de concreto con 20% y 40% de AGR, el tiempo de fraguado para concretos sustituidos con agregado grueso reciclado es mayor que el concreto convencional puesto que van desarrollando mayor resistencia a menor tiempo, para todo los casos la resistencia a compresión supero a la resistencia de diseño en ello lo más óptimo el diseño de concreto con sustitución de 60% de agregado grueso reciclado esto debido a la buena distribución de tamaños de partículas de los agregados y la conservación del volumen necesario de los agregados en 1m³ de concreto.

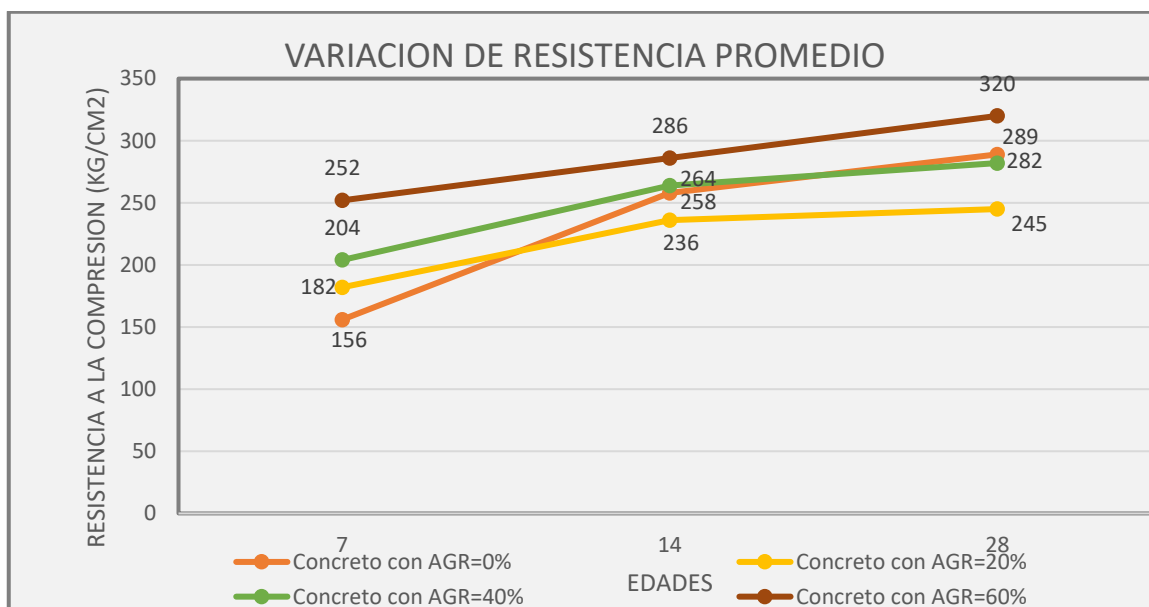


Figura 18. Tendencia de los resultados de resistencia a compresión $f'c=210$ kg/cm² en las edades de 7,14 y 28 días de AGR=0% con respecto AGR=20%, AGR=40% y AGR=60%

Fuente: Elaboración propia

Asentamiento de la mezcla

Se determino el asentamiento del concreto en estado fresco según la NTP 339.035 lo cual permite determinar el grado de trabajabilidad del concreto, el resultado para cada diseño de mezcla se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla N°65:

Asentamiento del concreto en estado fresco

Descripción	Resultado	Muestra
Asentamiento	3.2"	Muestra patrón
Asentamiento	3.4"	Muestra patrón + 20% de AGR
Asentamiento	3.6"	Muestra patrón + 40% de AGR
Asentamiento	3.9"	Muestra patrón + 60% de AGR

FUENTE: elaboración propia 2023.

De los resultados obtenidos se observa que para cada diseño de mezcla, el asentamiento está dentro de los límites que establece la norma ASTM C94 donde para asentamientos superiores a 4" la tolerancias es de 1 ½", la variación del asentamiento se da a mayor sustitución de agregado grueso reciclado debido a la presencia de

agregado reciclado en mayor cantidad con presencia de morteros adheridos y por contar con mayor grado de absorción, por esto la mezcla absorbe el agua efectiva rápidamente volviendo más consistente la mezcla a mayor sustitución.

Análisis de la varianza por método estadístico ANOVA

Es un método estadístico que permite determinar si los resultados de las pruebas son significativos, o si es necesario rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alternativa. Este contraste es fundamental en el análisis de resultados experimentales, en los que interesa comparar los resultados de K 'tratamientos' o 'factores' con respecto a la variable dependiente o de interés.

De acuerdo a los factores previamente establecidos, como el concreto patrón y experimental y las edades de rotura a los 7, 14 y 28 días se ha establecido la hipótesis para esta evaluación.

Hipótesis nula **H₀**: todas las medias de la resistencia a la compresión son iguales para los diferentes tipos de concreto.

Hipótesis alterna **H₁**: para los diferentes tipos de concreto las medias no son iguales para los diferentes tipos de concreto.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Se toma como referencia la tabla en la que resume las resistencias para cada diseño y cada edad de resistencia.

Tabla N°66

Análisis de varianza ANOVA

Fuente	suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Valor p
Entre las muestras	$SC_{f\text{ Trat}} = \sum \frac{c_i^2}{k_i} - \frac{(\sum x)^2}{n}$	c-1	$CM_{f\text{ Trat}} = \frac{sc_{f\text{ Trat}}}{c-1}$	$\frac{CM_{f\text{ Trat}}}{CM_{error}}$	p(F > Fo)
Dentro de las muestras	$SC_{error} = SCT - SC_{tra}$	n-c	$CM_{error} = \frac{SC_{error}}{n-c}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^k x^2_{ij} - \frac{x^2}{n}$	n-1			

FUENTE: elaboración propia 2023.

Datos:

Ci: suma de todos los datos de cada columna

Ki: número de datos en cada columna

X: datos originales

c: número de columnas

n: número total de datos

Tabla N°67

Análisis de varianza con un nivel de significancia de 0.05

Edad	T1-Patron	T2-Exp. 20%	T3-Exp. 40%	T4-Exp. 60%
7	156	182	204	252
14	258	236	264	286
28	289	245	282	320

FUENTE: elaboración propia 2023.

Tabla N°68

Resumen de operaciones

Ci	Ci ²	Ki	Ci ² /Ki	Suma total Ci ² /Ki
703	494209.00	3	164736.33	
663	439569.00	3	146523.00	
750	562500.00	3	187500.00	744147.33
858	736164.00	3	245388.00	

FUENTE: elaboración propia 2023.

De la tabla N°67 hallamos los valores para x y n para completar los datos de la tabla 68.

X: suma de todos los valores de Ci, 2974

X²: 8844676

n: 12

Por lo tanto: $\frac{x^2}{n} = 737056.33$

Tabla N°69

Resumen de operaciones para los valores de la tabla X²

T1 ²	T2 ²	T3 ²	T4 ²	Suma parcial
24336	33124	41616	63504	162580
66564	55696	69696	81796	273752
83521	60025	79524	102400	325470
Total, X²				761802

FUENTE: elaboración propia 2023.

Tabla N°70

Determinación del valor F

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Factor	7091.00	3	2363.67	1.071
Error	17654.67	8	2206.83	

FUENTE: elaboración propia 2023.

Analizando la tabla de Fisher

$$Y' = \frac{C - 1}{n - C}$$

De la tabla se tiene para $Y' = 4.066$

Hipótesis de la investigación

Para la presente investigación se planteó la hipótesis, cuando se sustituye un 20%, 40% y 60% de agregado grueso reciclado en agregado grueso natural, la resistencia a la compresión mejorara a mayor porcentaje de sustitución.

Hipótesis estadística

Hipótesis nula Ho: todas las medias de la resistencia a la compresión son iguales para los diferentes tipos de concreto.

Hipótesis alterna H1: para los diferentes tipos de concreto las medias no son iguales para los diferentes tipos de concreto.

Nivel de significancia

El nivel de significación teórica es $\alpha = 0.05$, que corresponde a un nivel de confiabilidad del 95%.

Función de Prueba

La función pivotal o estadígrafo es un F con 3 y 8 grados de libertad

Regla de decisión

Rechazar H0, si F_o es mayor que $F_c = 4.066$

Decisión

Como $F_o = 1.071 > F_c = 4.066$ (límite de región de aceptación o región de rechazo) se válida la hipótesis nula ya que el F_o resulta dentro del área de aceptación no existe diferencia significativa en la resistencia promedio a la comprensión del concreto en la ciudad de Huaraz.

Conclusión

Con una significancia del 5%, se cumple la mejor resistencia porcentual observada se encuentra a los 28 días de curado, lo cual indica que al menos una muestra empleada después de ser sustituida proporcionará resistencia aceptable en la comprensión del concreto en la ciudad de Huaraz. Existe que todas las medias son iguales para cada diseño de muestra.

Método de Tukey

$$T_{\alpha} = q_{\alpha} * (c, n - c) * \sqrt{CM_E/k_i}$$

Datos:

c:	4
n-c:	8
CM _E :	2206.83

ki: 3
qα: 4.53
Tα: 122.863

Tabla N°71

Pares de medias a fines de diferencia de resistencia a la compresión

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
T1-T2	13.33	significativa
T1-T3	15.67	significativa
T1-T4	51.67	significativa
T2-T3	29.00	significativa
T2-T4	65.00	significativa
T3-T4	36.00	significativa

FUENTE: elaboración propia 2023.

Como se observa todos los métodos son similares y la variación de resistencia es proporcionalmente al porcentaje de sustitución.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Propiedades físicas de los agregados naturales y agregado grueso reciclado

De las antecedentes, Rodríguez, (2018), determina que el agregado reciclado tiene las características similares al agregado natural donde las propiedades que marcaron la diferencia fueron el porcentaje de absorción y los pesos unitarios suelto y compactados, teniendo para el agregado natural una absorción de 1.29% y para el agregado reciclado de 6.47% superando en 80.06% al agregado natural, un PUS para el agregado grueso natural de 1443.78 kg/m³ que supera en 15.87% al agregado reciclado, y el PUC de 1512.99 kg/m³ superando al agregado reciclado en 7.54%; y los demás resultados difieren de acuerdo al estado natural de los agregados como para el agregado grueso el peso específico que obtuvo fue de 2.66 gr/cm³ lo que indica un agregado de peso normal y con un peso específico del agregado reciclado de 2.63 gr/cm³ habiendo una diferencia mínima de 1.13%; el agregado grueso natural tubo 0.44% de contenido de humedad mientras que para el agregado reciclado un porcentaje alto de 4.14% marcando una diferencia en 89.37%. Asimismo, para el agregado fino natural el peso específico es de 2.82 gr/cm³, presentando un contenido de humedad de 8.84%, un porcentaje de absorción de 3.68%. El peso unitario suelto fue de 1636.31 kg/m³ y un peso suelto compactado de 1753.49 kg/m³.

Con respecto al presente investigación las propiedades físicas de los agregados están dentro de los límites permisibles; para el agregado grueso natural el peso específico es de 2.63 gr/cm³ lo cual está dentro del límite de 2.5 gr/cm³ – 2.75 gr/cm³ lo cual concuerda con los datos del antecedente para un agregado de peso normal, el contenido de humedad para el agregado grueso natural es de 0.93% esto varía con el antecedente en 52.69% más, debido al estado natural en que se encuentre el agregado, una absorción de 0.61% con los resultados del antecedente es menor en 52.71% esto mejora el diseño de mezcla ya que esta propiedad es mejor que el resultado del antecedente, donde no afecta el agua efectiva por lo que requiere de menor cantidad de agua para ser saturados porque presenta menor cantidad de porosidad en sus partículas y presenta menor cantidad de agua. Con respecto al peso unitario suelto para el agregado grueso natural resultó menos en 2.33% y el peso unitario suelto

compactado mayor en 1.99% con respecto a los resultados del antecedente; esta diferencia es mínima debido a la propiedad física de cada agregado en su estado natural.

Para el agregado grueso reciclado, los resultados están dentro de los límites, aunque en algunos casos algunas propiedades son deficientes como el peso específico que es de 2.38 gr/cm³ lo cual no está dentro de los límites por lo que se llega a que el agregado reciclado es un agregado liviano esto por la presencia de morteros adheridos en las partículas habiendo así una diferencia menor en 9.05% con respecto al agregado natural de esta investigación, el contenido de humedad es de 4.07% esto debido a la porosidad de sus partículas por lo que el agua se retiene con mayor facilidad, con una absorción de 6.06% resultando mayor en 84.98% que el agregado natural esto requiere mayor cantidad de agua para poder saturarse con respecto al agregado grueso natural, con respecto al antecedente esto presenta menor cantidad de agua en su estado natural en 1.68% y menor en 27.16% en absorción por la cantidad de morteros fraguados presentes y la variación de distribución del tamaño de las partículas por lo que requiere en el diseño una moderada cantidad de agua por contar con la presencia del agua.

Para el agregado fino los resultados de los ensayos están dentro de los límites, tal como el peso específico de 2.56 gr/cm³, lo cual está dentro los parámetros, con un contenido de humedad de 4.61% lo cual aporta agua en el diseño de mezcla con una absorción que es de 1.50% menor al del antecedente, con un peso unitario suelto 1524 kg/m³ y peso unitario suelto compactado de 1672 kg/m³ por lo que son agregados distintos y de diferentes propiedades físicas en diferentes estados originarios.

Rodríguez (2018), indica con respecto al análisis granulométrico cumplen con los límites de la norma ACTM C33, el tamaño máximo nominal del agregado grueso natural con el que realizó su diseño fue de 1" con un módulo de fineza de 7.88; un módulo de fineza para el agregado grueso reciclado de 7.68 y un módulo de fineza para el agregado fino de 2.97. Según los resultados del análisis granulométrico para esta investigación se tuvo que el agregado grueso natural de TMN ¾" tuvo una granulometría discontinua esto por no contar con una buena distribución de sus partículas por lo que presenta menor diversidad de tamaños por lo que presenta mayor

porcentaje de vacíos y para mejorar la resistencia se requiere mayor cantidad de agregado fino en el diseño para la reducción de vacíos y mejorar la granulometría, con un módulo de fineza de 7.70 siendo menos en 2.28% con los resultados del antecedente, el agregado grueso reciclado si cumplió con los límites por la norma ASTM C33 por tener una buena distribución de sus partículas de diversos tamaños esto ayuda a mejorar la granulometría del agregado natural al ser sustituidas y a reducir los vacíos y más el aumento de volumen del agregado fino se mejora la resistencia, y con un módulo de fineza de 7.24 siendo inferior en 5.73% al agregado reciclado del antecedente, y con respecto al agregado fino si cumple con la granulometría óptima teniendo como módulo de fineza de 3.01. Como se observa la distribución de la granulometría de los agregados es más adecuado con respecto al antecedente.

Como se observa con los datos de las propiedades físicas del agregado natural y agregado reciclado Rodríguez (2018), determina que el diseño de concreto $f'_c=175$ kg/cm² en las muestras experimentales no superan al diseño patrón a los 28 días, pero si superan la resistencia promedio requerida de diseño menor a 3%, obtuvo a mayor porcentaje de sustitución la resistencia tiende a disminuir. Habiendo obtenido un agregado reciclado provenientes de un botadero de concretos de origen de pavimento rígido y empleando un cemento portland tipo MS (MH) (R), sustituyendo al agregado fino y grueso natural por agregado reciclado obtiene una resistencia superior a la resistencia de diseño, aunque no llega a superar la resistencia patrón. Para esta investigación se usó el cemento tipo I y como agregado reciclado provenientes de la trituración de las probetas de concreto en desuso.

Teniendo mejores resultados que el del antecedente, la resistencia mejora con respecto al diseño patrón y habiéndose solo sustituido al agregado grueso natural de tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ "', como se observa influye mucho el TMN del agregado grueso, el tipo de cemento utilizado, origen del agregado reciclado, las propiedades físicas de los agregados, porcentaje de sustitución del agregado reciclado ya sea al agregado fino, agregado grueso natural o a ambos.

Propiedades mecánicas del agregado grueso natural y agregado grueso reciclado

Para el análisis del desgaste a la abrasión de los ángeles Montoya & Aragón, (2022), determinaron un desgaste para el agregado grueso natural de 21.81% y 46.74% para el agregado grueso reciclado superando esto en 53.12%, quedando fuera del límite el agregado reciclado según la norma ASTM C131 que prevalece un rango de 10 a 45%, los resultados que se obtuvieron para la presente investigación fueron diferentes, teniendo un desgaste para el agregado grueso natural de 18.09% y así el agregado grueso reciclado un 37.82% lo cual para ambos agregados están dentro del límite establecido por la NTP. 400.019 que establece un rango de 10% a 45%; con respecto al antecedente para el agregado grueso reciclado difiere en un 19.09% menos, esta diferencia se debe al tipo de concreto obtenido para su trituración lo cual el autor emplea un concreto que ya haya sido expuesto a la intemperie y cumplido con su vida útil la estructura, mientras que en lo investigado se emplea con concreto de las briquetas los cuales no han sido expuestos a la intemperie y el desgaste es menor en ellos.

Con los resultados obtenidos los autores del antecedente citado líneas arriba obtuvieron una resistencia óptima con una sustitución de 15% de agregado reciclado, para nuestra investigación teniendo los resultados más favorables la resistencia a compresión mejora.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con sustitución del agregado grueso por concreto reciclado al 20%, 40% y 60%, a las edades de 7,14 y 28 días

Los resultados obtenidos por Chumpitaz, (2019), la resistencia a la compresión a los 28 días para una resistencia $f'_c=280$ kg/cm² obtuvo que las resistencias presentan una resistencia elevada con respecto a la edad, donde la resistencia más óptima que se logró fue para una sustitución de agregado reciclado de 30% habiendo una diferencia mínimo de 6.6% con respecto a la resistencia patrón; y para los diseños de 20% y 40% de sustitución la resistencia a los 28 días también supero a la resistencia de diseño.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación precisado en la figura N°18 las tendencias de la resistencia a compresión para los diseños experimentales 20%,

40% y 60% de sustitución de agregado grueso reciclado, se tiene que la resistencia a la compresión a la edad de 7 días son superiores a la resistencia patrón esto debido a que el tiempo de fraguado para concretos elaborado con agregados grueso reciclado es mucho mayor que el concreto convencional con respecto al antecedente esto varia porque las propiedades físicas y mecánicas de los agregados son distintos y la obtención del agregado grueso reciclado tiende a la variación de las resistencias como en sus composiciones y propiedades, asimismo también el diseño de mezcla de acuerdo a la proporción de sustitución; el diseño más optimo a los 7 días fue con sustitución AGR=60% superando en 38.10% a la resistencia patrón a edad de 7 días logrando una resistencia de 252 kg/cm² habiendo superado la resistencia de diseño.

A la edad de 14 días la resistencia patrón tiende a superar a las resistencias en el diseño de 20% AGR en un 8.53% ya que el desarrollo de la resistencia patrón es normal, reduciéndose la variación de resistencia del diseño 60% AGR a un 9.79% pero siendo esto aun superior a la resistencia patrón.

A los 28 días los resultados muestran una resistencia optima donde las resistencias para los diseños de 20% y 40% fueron de 245 kg/cm² y 282kg/cm² quedando debajo de la resistencia patrón de 289 kg/cm² en un 15.22% y 2.42% respectivamente, en todo los casos la resistencia a compresión supera a la resistencia requerida de diseño con una variación en el tiempo de fraguado, lo cual se relaciona al antecedente; para las dosificaciones en 20%, 40% y 60% las resistencias resultan progresivamente de menor sustitución a mayor sustitución en resistencias mayores, y logrando que todos superan la resistencia de diseño y la resistencia mayor a los 28 días es de 60% AGR mayor en 10.73% con respecto a la resistencia patrón.

El desarrollo de la resistencia en las edades de 7, 14 y 28 días se logran mayores resistencias a mayor sustitución de agregado reciclado, los diseños experimentales logran una resistencia de diseño en un menor tiempo en comparación de la muestra patrón ya que esto obtiene su resistencia en un tiempo normal esto debido al aumento del calor de hidratación por la presencia de agregados reciclados adheridos de morteros fraguados de alto porcentaje de absorción.

Con los datos del antecedente citado a líneas arriba se logra una resistencia óptima de sustitución de 30% para $f'_c=280$ kg/cm² donde el autor empleo un agregado reciclado proveniente de los residuos de demolición y concretos reciclados de un botadero logrando un tamaño máximo nominal de 1" y usando aditivos Plastiment y Sikament con el fin de mejorar la plasticidad y reducir el agua mientras que en esta investigación se logra una resistencia óptima para el diseño experimental de 60% de sustitución de agregado reciclado logrando una resistencia a compresión de 320 kg/cm², usando cemento portland tipo I.

Con respecto al antecedente Bermúdez, (2021) obtuvo una resistencia mayor con el diseño de 75% de sustitución de residuos de la construcción y demolición teniendo un incremento en 9.61% con respecto a la resistencia de diseño, pero no supero a la resistencia patrón quedando por debajo de 14.99%, obtuvo estos resultados con agregado de TMN de 1" proveniente de la trituración de un pavimento y como agregado grueso natural empleo el canto rodado. De los resultados obtenidos para la presente investigación el diseño que obtuvo mayor resistencia es con 60% de sustitución de agregado reciclado superando en 8.84% a la resistencia promedia requerida, como se observa la sustitución de agregado reciclado mejora la resistencia de a la compresión.

Con respecto al antecedente Chauveinc (2011), las tendencias de las resistencias a la compresión a los 28 días son diferentes donde el autor concluye que a mayor sustitución de agregado grueso reciclado la resistencia a la compresión disminuye, mientras que en esta investigación los resultados demuestran lo contrario donde la resistencia a mayor sustitución de agregado reciclado la resistencia se incrementa, pero en ambos casos la resistencia supera a la resistencia de diseño el autor para un diseño de $f'_c=4200$ kg/cm² logra una resistencia mayor de las muestras experimentales de 560.80 kg/cm² para una sustitución de 30% de agregado reciclado habiendo una diferencia menor en 3.5% con respecto a la resistencia patrón a los 28 días; mientras que en el presente investigación la resistencia mayor fue de 320 kg/cm² superando a la resistencia de muestra patrón en 10.73%. Esta diferencia se debe a que el autor emplea como material reciclado partículas de concreto provenientes de demoliciones

y un diseño con relación agua/cemento de 0.58, empleando un cemento tipo puzolánico de alta resistencia, para un TMN de agregado grueso de 1”.

En los estudios realizados por Guerrero & Trujillo (2020), determinaron que la resistencia de un concreto $f'_c=210$ kg/cm² sustituido con agregado reciclado provenientes de demoliciones de pavimento rígido superaran la resistencia de diseño pero no a la resistencia patrón, la resistencia más favorable del diseño experimental fue con una sustitución de 25% logrando una resistencia a los 28 días de 345.50 kg/cm² habiendo una diferencia menor en 12.70% con respecto a la resistencia patrón que fue de 395.80 kg/cm² que supero a la resistencia de diseño y a la resistencia promedia requerida, como se observa en dicho estudio las resistencias en concretos sustituidas con concretos reciclados superan la resistencia de diseño pero la tendencia para este antecedente es que a mayor sustitución de concreto reciclado la resistencia tiende a disminuir, comparando con la presente investigación las tendencias de la resistencia a sustituciones mayores son diferentes como se observa para esta investigación a mayor sustitución de agregado grueso reciclado el concreto alcanza mayor resistencia, el diseño que logro mayor resistencia fue con una sustitución de 60% superando a la resistencia patrón, ante esta diferencia hay varios factores que influyen en la resistencia del concreto como las propiedades físico-mecánicas de los agregados, el tipo de cemento a utilizar, y un punto importante que se ha observado es la variación de las proporciones de los agregados en los diseños de mezcla, en la investigación de los autores citados en este análisis las proporciones de agregado fino en los diseños experimentales tienen a disminuir en menor cantidad con respecto al diseño de mezcla patrón y un incremento en la proporción del agregado grueso, eso indica que en un m³ de concreto a mayor sustitución la cantidad de agregado fino es cada vez menos y hay mayor agregado grueso y por tener una granulometría discontinua en el agregado grueso no mejora la distribución de partículas y por escasez de finos hay mayor porcentaje de vacíos, esto afecta a la resistencia que a mayor sustitución la resistencia baja, pero como se observó las resistencias quedaron inferior a la resistencia patrón pero todos pasaron a la resistencia de diseño, esto indica que hay un punto donde la resistencia queda debajo de la resistencia de diseño, con respecto a esta investigación la resistencia se incrementa a mayor sustitución por lo que las tendencias de las

proporciones son contrarias al del anteceden a mayor sustitución la proporción del agregado fino se incrementa y la proporción del agregado grueso baja, y por tener una granulometría discontinua del agregado grueso a mayor sustitución de agregado reciclado con el aumento de agregado fino se hace un balance en la distribución granulométrica y menor vacío, lo cual ayuda a mejorar la resistencia.

V. CONCLUSIONES

- Se concluye que el agregado proveniente de la trituración del concreto reciclado en reemplazo del agregado grueso en 20%, 40% y 60% mejora la resistencia, donde la resistencia más favorable a los 28 días fue para el diseño experimental con sustitución de 60% de 320 kg/cm², además a mayor porcentaje de sustitución la resistencia se incrementa quedando así todos los diseños superiores a la resistencia de diseño, siendo concretos aceptables en resistencia pero concretos menos durables por un alto grado de desgaste.
- Se logro determinar las propiedades físicas para los agregados son las siguientes: para el agregado fino su módulo de fineza es de 3.01, peso específico de 2.56 gr/cm³, absorción de 1.50%, un peso unitario suelto de 1524 kg/m³, peso unitario compactado de 1672 kg/m³ y un contenido de humedad de 4.61%; para el agregado grueso natural de TMN ¾” un peso unitario suelto de 1410 kg/m³, peso unitario compactado de 1528 kg/m³, absorción de 0.61%, porcentaje de humedad de 0.93% y un peso específico de 2.63 gr/cm³; y para el agregado grueso reciclado de TMN ¾” un peso unitario suelto de 1173 kg/m³, peso unitario compactado de 1287 kg/m³, absorción de 6.06%, porcentaje de humedad de 4.07% y un peso específico de 2.38 gr/cm³. La granulometría de los agregados fino y agregado grueso reciclado están dentro de los límites con una buena curva granulométrica y para el agregado grueso natural la granulometría es discontinua.
- Se determino en las propiedades mecánicas con respecto al desgaste por abrasión para el agregado grueso natural un desgaste de 18.09% y desgaste para el agregado grueso reciclado de 37.82% quedando dentro de los límites, y agregado reciclado presenta mayor porcentaje de desgaste lo que indica un concreto menos durable.
- La resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=210$ kg/cm² a una resistencia requerida de 294 kg/cm², con porcentajes de sustitución en 20%, 40% y 60% de agregado reciclado registraron los siguientes valores: para una edad de 28 días el diseño patrón logro 289 kg/cm², con 20% de sustitución se logró 245

kg/cm², con 40% de sustitución se logró 282 kg/cm² y con 60% de sustitución se logró una resistencia de 320 kg/cm².

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe de investigar el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto sustituido con agregado grueso reciclado con sustitución mayores a 60% para encontrar la proporción final que mejore la resistencia y que a partir de ello la resistencia tienda a disminuir, esto se debe de evaluar con agregados de diferentes canteras ya que las propiedades de cada agregado natural son distintas.
- Realizar diseños de mezclas por otros métodos como módulo de fineza y método de Walker, para ver el comportamiento de las proporciones de los insumos si son de la misma tendencia.
- Se ha visto que el agregado grueso reciclado tiene mayor desgaste a la abrasión y un agregado liviano, se plantea realizar diseños con tamaños máximo nominales menores a $\frac{3}{4}$ " para reducir la cantidad de mortero adherido.
- Para no alterar las propiedades de los agregados se debe de desechar la presencia de finos, y partículas superiores al TMN o volverlos a triturar, evitar cualquier contacto con sustancias que generen cambios en las propiedades y tener en cuenta el origen del concreto reciclado para poder lograr resistencias mayores ya que para esta investigación se tomó uso de las briquetas de concreto de laboratorios. Para facilitar el proceso de demolición se propone implementar en la ciudad de Huaraz una planta para procesamiento de agregados reciclados.
- Realizar ensayos a la compresión mayores a la edad de 28 días para ver la durabilidad del concreto.

VII. AGRADECIMIENTO

A dios por guiarme siempre por el buen camino, por darme la vida y salud, por darme una familia maravillosa y humilde con principios siempre derramando su bendición para salir adelante.

Doy gracias a mis padres quienes son mis fortalezas para seguir adelante e ir logrando mis metas, quienes confiaron en mí y darme la oportunidad de poder formarme como profesional, con sus buenos consejos.

A todo mis familiares y hermanos siempre dándome los ánimos, siempre con sus apoyos en momentos difíciles alegrando mis días, trayéndome mucha felicidad y motivaciones.

A todo mis amigos y amigas por los momentos compartidos en el proceso de formación, amistades que siempre están conmigo cuando más los necesito, gracias por las oportunidades brindadas y por haber confiado en mí.

Un especial agradecimiento a mi asesor Ing. Castañeda Gamboa Rogelio Fermin, por todo su tiempo y asesoramiento en este proyecto para que se concluya.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2017). *Tecnología Del Concreto Teoría Y Problemas* (tercera edición). San Marcos.
- ASTM c 33-03. (2018). *Especificación normalizada de agregados para concreto* .
- Bazalar La Puerta, L. R., & Cadenillas Calderón, M. A. J. (2019). Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628103>
- Bejar Guizado, M. C. (2018). Utilización de Concreto Reciclado como Agregado Grueso en Pavimentos Rígidos en la Ciudad de Cusco. In Universidad Alas Peruanas (Ed.), *Tesis, Universidad Alas Peruanas* .
- Bermúdez Hernández, R. D. (2021). FABRICACIÓN DE CONCRETO CON AGREGADO GRUESO DE RCD 1 Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto con la sustitución de residuos de construcción y demolición como agregado grueso. *Repositorio*. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/8174/Evaluaci%3%b3n%20de%20la%20resistencia%20a%20la%20compresi%3%b3n%20de%20un%20concreto%20con%20la%20sustituci%3%b3n%20de%20residuos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Campos Ochoa, E. N., & Saenz Zavala, J. E. (2020). Hormigón estructural con agregados reciclados para la construcción de viviendas. *Repositorio Institucional - Universidad Ricardo Palma*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3716>
- Chauveinc, J. A. (2011). *Estudio Experimental de Propiedades Mecánicas de Hormigones con Áridos Reciclados Mediante la Modificación del Método de la Elaboración del Hormigón*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104206>

- Chumpitaz Ochoa, G. N. (2019). Propiedades físicas y mecánicas de un concreto elaborado con agregado grueso proveniente del concreto reciclado. *Repositorio Académico USMP*. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6960>
- Comite 211 del ACI. (n.d.). *Diseño de mezclas concreto metodo aci*.
- Erazo Gonzales, N. E. (2018). Evaluación del diseño de concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales. *Universidad Nacional Federico Villarreal*. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2554>
- Girio Principe, J. J. (2015). *Fabricación de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 Kg/M², empleando como agregado grueso concreto desechado de obras, y sus Costos Unitarios vs Concreto con Agregado Natural, Barranca - 2015*.
- Guerrero Mata, E. A., & Trujillo Herrera, Y. L. (2020). Influencia del agregado de concreto reciclado en reemplazo del agregado grueso a la compresión y costo del concreto – Huaraz, 2020. In *Repositorio Institucional - UCV*. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57734>
- Guerrero Villalobos, G. (1994). *Manual de tecnología del concreto* (Mexico LIMUSA, Ed.; edicion seccion 2). Limusa.
- INGEOMINAS. (2009). *Concreto Reciclado* .
<http://concretoreciclado colombia.blogspot.com/p/pag-2.html>.
- Jordan Saldaña, J. C., & Viera Caballero, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra*.
- Laura Huacanca, S. (2006). *Diseño de mezclas de concreto* (Universidad nacional del altiplano, Ed.).
https://www.academia.edu/6006304/Universidad_Nacional_del_Altiplano_Dise%C3%B1o_de_Mezclas_de_Concreto

- López Gayarre, Fernando. (2008). *Influencia de la variación de los parámetros de dosificación y fabricación de hormigón reciclado estructural sobre sus propiedades físicas y mecánicas*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=18776&info=resumen&idioma=S>
PA
- Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). (2016). *MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES*.
- Montoya Maldonado, L. R., & Aragón Cáceres, S. A. (2022). Determinación de la resistencia a la compresión del concreto reciclado para construcciones ecoeficientes en la ciudad de Tacna, 2022. *Universidad Privada de Tacna*.
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2376>
- NTP 400.011. (2008). *agregados definición y clasificación* - .
- NTP 400.12. (2018). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global* (tercera).
- NTP 400.021. (2013). *Densidad y Absorción Agregado Grueso*.
- NTP 400.022. (2013). *AGREGADOS. Metodo Peso Especifico y Absorcion Del Agregado Fino*. https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf
- NTP 400.053. (1999). *Manejo de residuos de la Actividad de la construcción. reciclaje de concreto de demolición* .
- NTP-400.017. (2011). *Método de Ensayo Para Determinar El Peso Unitario Del Agregado*.
- Pasquel Carbajal, E. N. (1993). *Tópicos en tecnologías del concreto en el Perú*.
<https://www.pucp.edu.pe/profesor/enrique-pasquel-carbajal/resumen/>
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). (2021). *E.060 Concreto Armado*.

- Rivva Lopez, E. (2000, December). *Naturaleza y materiales del concreto-DOKUMEN.TIPS*. <https://dokumen.tips/documents/1-naturaleza-y-materiales-del-concreto-rivva-lopezpdf.html?page=2>
- Rivva Lopez, E. (2005). ▷ *Diseño de Mezclas - CivilArq.Com* (segunda edición). Instituto de la construcción y gerencia. <https://civilarq.com/libro/disenio-de-mezclas-enrique-rivva-lopez/>
- Rodríguez Cabanillas, G. (2018). Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=175$ kg/cm² con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado. *Universidad Privada Del Norte*.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13841>
- Ruelas Paredes, E. C. (2015). *Uso de pavimento rígido reciclado de la ciudad de Puno, como agregado grueso para la producción de Concreto*.
- Salas Valderrama, V. H. (2019). Sostenibilidad de los agregados reciclados de residuos de concreto para obras civiles en la elaboración de concretos. *Universidad Nacional Federico Villarreal*.
<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/3856>
- Salazar, R. A. R., Centeno, P. E. M., Urrego, Y. F. S., & Arjona, S. D. (2014). Comportamiento en estados fresco y endurecido de un concreto autocompactante, adicionado con escoria de carbón, y elaborado con agregado grueso de concreto reciclado. *Informador Técnico*, 78(2), 128–139.
<https://doi.org/10.23850/22565035.96>
- Vidaud, T., Castaño, & Vidaud, E. (2013). *CONCRETO SUSTENTABLE ¿Mito o realidad?*. Arquitecture.
<https://www.arquitecture.com/cgi-bin/v2arts.cgi?folio=227>

IX. ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se sustituye 20%, 40% y 60% el agregado grueso natural por agregado grueso reciclado?	Cuando se sustituye un 20%, 40% y 60% de agregado grueso reciclado en agregado grueso natural, la resistencia a la compresión mejorara a mayor porcentaje de sustitución.	Objetivo General:	Dependiente	.Resistencia a la compresion del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.Diseño de mezcla	Propiedades mecanicas del concreto, Diseño de mezcla	kg/cm2, Metodo ACI
		Evaluar la resistencia a la compresión de un concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo en porcentajes 20%, 40% y 60% de concreto reciclado como agregado grueso por el diseño de mezcla método ACI				
		Objetivos Especificos	Independiente	Agregado grueso reciclado	Dosificacion	Porcentaje de sustitucion de agregado grueso reciclado en 20%, 40% y 60%
		Determinar las propiedades físicas de los agregados naturales y agregado grueso reciclado.				
Evaluar las propiedades mecánicas del agregado grueso natural y agregado grueso reciclado						
		Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del agregado grueso por concreto reciclado al 20%, 40% y 60%, a las edades de 7, 14 y 28 días.				

Anexo 02. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable de Investigación		Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Dependiente	Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	Ruelas (2015) define como el máximo esfuerzo que puede ser soportado el concreto sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.	MTC (2016), precisa que la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos es una prueba que consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del testigo se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de este.	Propiedades mecánicas del concreto	Kg/cm ²	<p>Enfoque de investigación: Cuantitativo y cualitativo</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada y explicativa</p> <p>Diseño de investigación: Experimental</p> <p>Población: Conjunto de probetas de diseño de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ Muestra: 36 probetas</p> <p>Técnica: Recolección y observación</p> <p>Instrumentos de recolección de datos: Fichas de recolección de datos, Equipos y herramientas de laboratorio, guía de laboratorio</p>
	Diseño de Mezcla	Laura (2006), defino al diseño de mezcla como la selección de los componentes del concreto conveniente y determinación de sus cantidades relativas en proporciones para producir un concreto de calidad.	Rivva (2005), precisa que la confección de probetas mas usadas para elaboarar diseños de mezcla es el metodo de ACI, lo cual nos da un alcance para comenza a trabajar y encotrar proporciones aproximadamente en el diseño de un concreto nuevo.	Concreto convencional y concreto experimental	Guia comité 211 ACI	
Independiente	Agregado grueso reciclado	(Bazalar & Cadenillas, 2019), El agregado de concreto reciclado es un material que se obtiene como resultado de la trituración del concreto proveniente de la demolición de estructuras que se pueden sustituir en porcentajes para la evaluación de la resistencia del concreto.	Utilizar las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso reciclado provenientes de la trituración de concreto y sustituirlo un concreto patron en porcentajes 20%, 40% y 60% al agregado grueso para la elaboración de briquetas de contes $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.	Dosificación	Porcentaje de sustitución de agregado grueso reciclado en 20%, 40% y 60%	

Anexo 03. Certificado de calibración de los equipos de laboratorio



CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

INFORME DE VERIFICACION CA-IV-003-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0293
2. Solicitante	MATHLAB INGENIERIA SISMORESISTENTE E.I.R.L.
3. Dirección	JR. SIMON BOLIVAR N° 1430 HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
4. Instrumento de medición	CONO DE ABSORCION
Marca	METROTEST
Modelo	MS-55
Procedencia	Perú
Número de Serie	159
Código de identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-01-06

Fecha de Emisión

2023-01-10



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817546 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 10/01/2023 23:29:51-0500

Jefe de Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

6. Método de Verificación

La verificación se realizó tomando las medidas del cono y el apisonador, según las especificaciones de la norma NTP 400.022.

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Materiales

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	16,1 °C	16,1 °C
Humedad Relativa	47 %	47 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DEL CONO

Diámetro superior (mm)	Diámetro inferior (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)
40,48	89,57	72,09	250,77

DIMENSIONES DEL APISONADOR

Diámetro de la punta (mm)	Masa (g)
25,60	346,76

12. Criterio de Aceptación

- Molde cónico, metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3 mm de altura.
- Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de 340 ± 15 g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 ± 3 mm de diámetro.

Fin del Documento

Certificado de Calibración

TC - 00604 - 2023

Proforma : 16735A Fecha de emisión : 2023-01-06

Solicitante : **MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.**
Dirección : Jr. Simon Bolivar Nro. 1430 Barrio De Villon Alto-Áncash-Huaraz-Huaraz

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : SPX 622
N° de Serie : B912397966
Capacidad Máxima : 620 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,01 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 0,2 g
Procedencia : CHINA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2023-01-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración
Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II", Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado de Calibración
TC - 00604 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE22-C-0828 Junio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

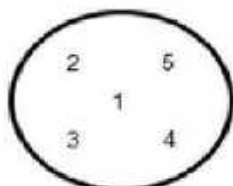
Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	14,9 °C	14,9 °C
Humedad Relativa	63 %	54 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	310,00	310,00	4	1
2		310,00	4	1
3		310,00	8	-3
4		310,00	4	1
5		310,00	3	2
6		310,00	6	-1
7		310,00	7	-2
8		310,00	6	-1
9		310,00	7	-2
10		310,00	5	0
Emáx - Emin (mg)			5	
error máximo permitido (±mg)			30	

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	620,00	620,01	8	7
2		620,00	4	1
3		620,00	4	1
4		620,01	8	7
5		620,00	4	1
6		620,01	8	7
7		620,01	8	7
8		620,01	8	7
9		620,01	8	7
10		620,00	3	2
Emáx - Emin (mg)			6	
error máximo permitido (±mg)			30	

Certificado de Calibración
TC - 00604 - 2023



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	14,9 °C	14,9 °C
Humedad Relativa	62 %	63 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,10	0,10	4	1	200,00	200,01	7	8	7	20
2		0,10	5	0		200,01	7	8	8	
3		0,10	4	1		200,01	4	11	10	
4		0,10	4	1		200,01	4	11	10	
5		0,10	4	1		200,01	7	8	7	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	14,9 °C	14,9 °C
Humedad Relativa	62 %	62 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	-1						
0,20	0,20	7	-2	-1	0,20	7	-2	-1	10
50,00	50,00	7	-2	-1	50,00	6	-1	0	10
100,00	100,00	6	-1	0	100,00	4	1	2	20
125,00	125,00	5	0	1	125,01	7	8	9	20
200,00	200,00	6	-1	0	200,01	7	8	9	20
300,00	300,01	7	8	9	300,01	8	7	8	30
400,00	400,01	6	9	10	400,01	7	8	9	30
500,00	500,01	8	7	8	500,02	9	16	17	30
550,00	550,01	8	7	8	550,01	7	8	9	30
620,00	620,00	4	1	2	620,00	4	1	2	30

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 1,45 \times 10^{-3} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{5,26 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 5,35 \times 10^{-10} \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 619,95 g para una carga de valor nominal 620 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

Certificado de Calibración

TC - 00605 - 2023

Proforma : 16735A Fecha de emisión : 2023-01-06

Solicitante : **MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.**
Dirección : Jr. Simon Bolivar Nro. 1430 Barrio De Villon Alto-Áncash-Huaraz-Huaraz

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : ELECTRONIC BALANCE
Modelo : WT600016T
N° de Serie : 200803055
Capacidad Máxima : 6000 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2023-01-05

TEST & CONTROL S.A.C es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración
Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PGC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado de Calibración
TC - 00605 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	FE22-C-0828 Junio 2022
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-210-2022 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	61 %	62 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 000,00	3 000,1	0,07	0,08	1	6 000,00	6 000,1	0,08	0,07
2		3 000,0	0,06	-0,01	2		6 000,0	0,04	0,01
3		3 000,0	0,04	0,01	3		6 000,1	0,08	0,07
4		3 000,0	0,04	0,01	4		6 000,1	0,08	0,07
5		3 000,1	0,07	0,08	5		6 000,1	0,07	0,08
6		3 000,0	0,04	0,01	6		6 000,0	0,05	0,00
7		3 000,1	0,08	0,07	7		6 000,0	0,04	0,01
8		3 000,1	0,07	0,08	8		6 000,0	0,03	0,02
9		3 000,0	0,04	0,01	9		6 000,0	0,04	0,01
10		3 000,1	0,08	0,07	10		6 000,1	0,08	0,07
Emáx - Emin (g)				0,09	Emáx - Emin (g)				0,08
error máximo permitido ($\pm g$)				0,30	error máximo permitido ($\pm g$)				0,30

Certificado de Calibración
TC - 00605 - 2023

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,1 °C
Humedad Relativa	61 %	62 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	1,00	1,0	0,07	-0,02	2 000,00	2 000,0	0,07	-0,02	0,00	0,20
2		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,08	-0,03	-0,02	
3		1,0	0,07	-0,02		2 000,0	0,02	0,03	0,05	
4		1,0	0,07	-0,02		2 000,0	0,07	-0,02	0,00	
5		1,0	0,07	-0,02		2 000,0	0,07	-0,02	0,00	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,1 °C
Humedad Relativa	61 %	60 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,06	-0,01						
5,00	5,0	0,06	-0,01	0,00	5,0	0,07	-0,02	-0,01	0,10
20,00	19,9	0,02	-0,07	-0,06	20,0	0,06	-0,01	0,00	0,10
500,00	500,0	0,08	-0,03	-0,02	500,0	0,07	-0,02	-0,01	0,10
1 200,00	1 199,9	0,09	-0,14	-0,13	1 200,0	0,07	-0,02	-0,01	0,20
2 000,00	2 000,0	0,07	-0,02	-0,01	2 000,0	0,07	-0,02	-0,01	0,20
2 500,00	2 500,0	0,07	-0,02	-0,01	2 500,0	0,08	-0,03	-0,02	0,30
3 000,00	3 000,0	0,08	-0,03	-0,02	3 000,0	0,08	-0,03	-0,02	0,30
4 000,00	4 000,0	0,07	-0,02	-0,01	4 000,0	0,06	-0,01	0,00	0,30
5 000,02	5 000,0	0,09	-0,06	-0,05	5 000,0	0,07	-0,04	-0,03	0,30
6 000,02	6 000,1	0,07	0,06	0,07	6 000,1	0,08	0,05	0,06	0,30

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R + 1,54 \times 10^{-6} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_R = 2 \times \sqrt{2,62 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,21 \times 10^{-9} \times R^2}$$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 6 000,3 g para una carga de valor nominal 6000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

Certificado de Calibración

TC - 00603 - 2023

Proforma : 16735A Fecha de emisión : 2023-01-06

Solicitante : **MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.**
Dirección : Jr. Simon Bolívar Nro. 1430 Barrio De Villon Alto-Áncash-Huaraz-Huaraz

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : R21PE30ZH
N° de Serie : B847537435
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 1 g
División de Verificación : 10 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 200 g
Procedencia : CHINA
Identificación : No indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 6 °C
Fecha de Calibración : 2023-01-05

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración
Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 00603 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-00555-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-06242-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-06245-2022 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	14,8 °C	14,8 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	15 000	0,8	-0,3	1	30000	30 000	0,8	-0,3
2		15 000	0,7	-0,2	2		30 000	0,7	-0,2
3		15 000	0,7	-0,2	3		30 000	0,7	-0,2
4		15 000	0,7	-0,2	4		30 000	0,7	-0,2
5		15 000	0,7	-0,2	5		30 000	0,8	-0,3
6		15 000	0,7	-0,2	6		30 000	0,7	-0,2
7		15 000	0,7	-0,2	7		30 000	0,8	-0,3
8		15 000	0,7	-0,2	8		30 000	0,7	-0,2
9		15 000	0,8	-0,3	9		30 000	0,8	-0,3
10		15 000	0,7	-0,2	10		30 000	0,7	-0,2
Emax - Emin (g)				0,1	Emax - Emin (g)				0,1
e.m.p. ± (g)				20	e.m.p. ± (g)				30

**Certificado de Calibración
TC - 00603 - 2023**

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	14,8 °C	14,8 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10	10	0,7	-0,2	10000	10 000	0,7	-0,2	0,0	20
2		10	0,8	-0,3		9 999	0,4	-0,9	-0,6	
3		10	0,7	-0,2		10 000	0,7	-0,2	0,0	
4		10	0,7	-0,2		10 000	0,7	-0,2	0,0	
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,7	-0,2	0,0	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	14,8 °C	14,9 °C
Humedad Relativa	64 %	63 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,7	-0,2						
200,0	200	0,8	-0,3	-0,1	200	0,7	-0,2	0,0	10
500,0	500	0,8	-0,3	-0,1	500	0,8	-0,3	-0,1	10
2 000,0	2 000	0,8	-0,3	-0,1	2 000	0,7	-0,2	0,0	10
6 000,0	6 000	0,8	-0,3	-0,1	6 000	0,8	-0,3	-0,1	20
8 000,0	8 000	0,7	-0,2	0,0	8 000	0,8	-0,3	-0,1	20
10 000,1	10 000	0,8	-0,4	-0,2	10 000	0,8	-0,4	-0,2	20
15 000,2	15 000	0,7	-0,4	-0,2	15 000	0,7	-0,4	-0,2	20
20 000,7	20 000	0,8	-1,0	-0,8	20 000	0,8	-1,0	-0,8	20
25 000,7	25 000	0,6	-0,8	-0,6	25 000	0,7	-0,9	-0,7	30
30 000,8	30 000	0,7	-1,0	-0,8	30 000	0,8	-1,1	-0,9	30

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado

Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R + 2,07 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{7,63 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 3,55 \times 10^{-6} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 30 003 g para una carga de valor nominal 30000 g

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-003-2023

Página 1 de 4

1. Expediente	0293
2. Solicitante	MATHLAB INGENIERIA SISMORESISTENTE E.I.R.L.
3. Dirección	JR. SIMON BOLIVAR N° 1430 HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)
Marca	METROTEST
Modelo	MC-160
N° de serie	250
Identificación	No indica
Procedencia	Perú
Intervalo de indicación	No indica
Resolución	0,1 kN
Clase de exactitud	No indica
Modo de fuerza	Compresión
5. Fecha de calibración	2023-01-06

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

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

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-01-11



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817546 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 11/01/2023 05:38:10-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC S.A.C.

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-003-2023

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Materiales

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	17,5 °C	17, °C
Humedad relativa	44 %	43 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 241 kg	INF-LE N° 042-22 (B)

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-003-2023

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kN	Ascenso kN	Ascenso kN	Descenso kN	Ascenso kN		
%	kN					kN	kN	
10	100	99,6	99,5	99,5	--	--	99,5	0,5
20	200	201,2	201,3	201,4	--	--	201,3	-1,3
30	300	303,0	302,9	302,9	--	--	302,9	-2,9
40	400	403,0	402,9	403,0	--	--	403,0	-3,0
50	500	502,4	502,3	502,4	--	--	502,4	-2,4
60	600	603,2	603,3	603,3	--	--	603,3	-3,3
70	700	703,5	703,6	703,5	--	--	703,5	-3,5
80	800	804,1	805,1	805,1	--	--	804,8	-4,8
90	900	904,8	904,6	904,6	--	--	904,7	-4,7

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kN					%	
10	100	0,48	0,10	--	0,10	--	0,61
20	200	-0,63	0,10	--	0,05	--	0,38
30	300	-0,96	0,03	--	0,03	--	0,31
40	400	-0,73	0,02	--	0,03	--	0,29
50	500	-0,48	0,02	--	0,02	--	0,27
60	600	-0,55	0,02	--	0,02	--	0,27
70	700	-0,50	0,01	--	0,01	--	0,26
80	800	-0,59	0,12	--	0,01	--	0,27
90	900	-0,52	0,02	--	0,01	--	0,26

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f0
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0,00 %

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-003-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-001-2023

Página 1 de 7

1. Expediente: 0293
2. Solicitante: MATHLAB INGENIERIA SISMORESISTENTE E.I.R.L
3. Dirección: JR. SIMON BOLIVAR N° 1430 HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
4. Equipo: HORNO ELECTRICO
Marca: PERUTEST
Modelo: PT-H225
N° de serie: 121
Procedencia: Perú
Identificación: N.I
Ubicación: LABORATORIO DE MATHLAB

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

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

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	No indica	No indica
Resolución	0,1	0,1
Tipo	Digital	Digital

5. Fecha de calibración 2023-01-06

Fecha de Emisión

2023-01-12



Firmado digitalmente por:
BARTOLO CHUQUIBALA JUAN
CARLOS FIR 42443885 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 12/01/2023 17:00:55-0500

Jefe del Laboratorio



Revisión 00

RTC3-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-001-2023

Página 2 de 7

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

MATHLAB INGENIERIA SISMORESISTENTE E.I.R.L

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	16,1 °C	17,0 °C
Humedad relativa	57 %	58 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,16 °C a 0,18	LT-1111-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**
- La periodicidad de la calibración deénde del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizo algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de recipientes metálicos y una bandeja de metal sin muestras.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-001-2023

Página 3 de 7

11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 16,6 °C
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
 El controlador se seteo en 110 °C

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo min	Tem. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{máx} - T _{mín} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	109,9	106,3	110,6	110,2	108,0	109,6	109,1	112,5	112,4	113,1	112,7	110,4	6,8
02	110,0	106,1	110,6	110,3	108,1	109,9	109,0	112,5	112,1	113,0	112,7	110,4	6,9
04	110,2	106,4	110,6	110,0	108,2	109,6	109,1	112,6	113,0	113,8	112,8	110,6	7,4
06	110,1	106,4	110,9	110,6	108,4	110,1	109,1	112,3	112,4	113,2	113,1	110,6	6,8
08	110,0	106,6	111,0	110,5	108,5	110,0	109,4	112,6	112,7	113,5	113,3	110,8	6,9
10	110,0	106,4	110,6	110,2	108,2	109,9	109,3	112,7	112,4	113,1	113,1	110,6	6,7
12	109,9	106,2	109,7	110,1	108,1	109,7	109,2	112,4	112,7	113,0	112,7	110,4	6,8
14	109,9	106,2	110,5	110,2	108,1	109,6	109,1	112,6	112,6	112,9	112,9	110,5	6,7
16	110,0	106,2	110,5	110,2	108,2	109,5	109,0	112,6	112,6	113,4	113,0	110,5	7,2
18	110,0	106,4	110,7	110,2	108,1	109,8	109,4	112,8	113,4	113,6	113,2	110,7	7,2
20	110,1	106,4	110,8	110,6	108,5	109,9	109,4	112,8	113,0	113,3	113,3	110,8	6,9
22	110,1	106,2	110,7	110,4	108,5	109,8	109,2	112,7	112,5	113,5	113,0	110,6	7,3
24	109,9	106,2	110,6	109,9	107,9	109,6	109,1	112,5	112,1	113,4	112,7	110,4	7,2
26	109,8	106,2	110,5	109,7	107,9	109,5	109,0	112,4	112,5	113,2	112,6	110,3	7,0
28	110,0	106,3	110,7	110,1	108,2	109,8	109,2	112,7	113,1	113,8	113,1	110,7	7,5
30	110,1	106,7	110,7	110,6	108,6	110,0	109,6	113,1	113,2	114,0	113,5	111,0	7,2
32	110,4	106,7	110,9	110,5	108,6	110,1	109,7	113,2	113,5	114,3	113,5	111,1	7,5
34	110,2	106,4	110,9	110,5	108,5	109,9	109,7	112,9	113,2	113,3	113,4	110,9	7,0
36	109,9	106,4	110,5	110,0	108,2	109,7	109,0	112,5	112,1	112,9	112,8	110,4	6,5
38	109,8	106,3	110,5	109,8	108,0	109,5	108,9	112,3	112,0	112,8	112,6	110,3	6,5
40	109,7	105,9	110,3	110,0	108,0	109,3	108,8	112,2	111,8	112,1	112,3	110,1	6,4
42	109,6	106,1	110,6	110,2	108,1	109,4	107,9	112,5	112,7	113,3	112,6	110,3	7,2
44	110,0	106,2	111,0	110,6	108,5	110,0	109,3	112,5	113,2	113,3	113,2	110,8	7,1
46	110,5	106,5	111,1	110,9	108,8	110,0	109,8	113,2	114,0	113,5	113,7	111,1	7,5
48	110,4	106,6	110,7	110,4	108,5	109,9	109,6	113,0	111,7	113,9	113,4	110,8	7,3
50	109,9	106,2	110,6	110,1	108,0	109,6	109,1	112,5	111,9	112,8	112,8	110,3	6,6
52	109,6	106,2	110,4	109,6	107,7	109,4	108,8	112,1	111,7	112,8	112,5	110,1	6,6
54	109,7	106,1	110,3	110,0	108,1	109,4	109,0	112,1	112,7	113,2	112,7	110,3	7,1
56	110,1	106,1	110,6	110,8	108,5	109,9	109,3	112,7	113,2	113,9	113,2	110,8	7,8
58	110,5	106,5	111,0	110,0	108,8	110,1	109,7	112,7	113,1	113,8	113,5	110,9	7,3
60	110,2	106,5	110,7	110,4	108,3	109,9	109,4	112,4	112,5	113,1	113,1	110,6	6,6
T. PROM		106,3	110,6	110,2	108,3	109,7	109,2	112,6	112,6	113,3	113,0	110,6	
Temp. máxima		106,7	111,1	110,9	108,8	110,1	109,8	113,2	114,0	114,3	113,7		
Temp. mínima		105,9	109,7	109,6	107,7	109,3	107,9	112,1	111,7	112,1	112,3		
DTT		0,9	1,4	1,3	1,1	0,8	1,9	1,1	2,3	2,2	1,4		

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
 ☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@calibratec@gmail.com
 🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-001-2023

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	114.3	0.4
Mínima Temperatura medida	105.9	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7	0.2
Estabilidad medida	1,15	0,05
Uniformidad medida	7,8	0.2

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T_{MAX} : Temperatura máxima.
T_{MIN} : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,1 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

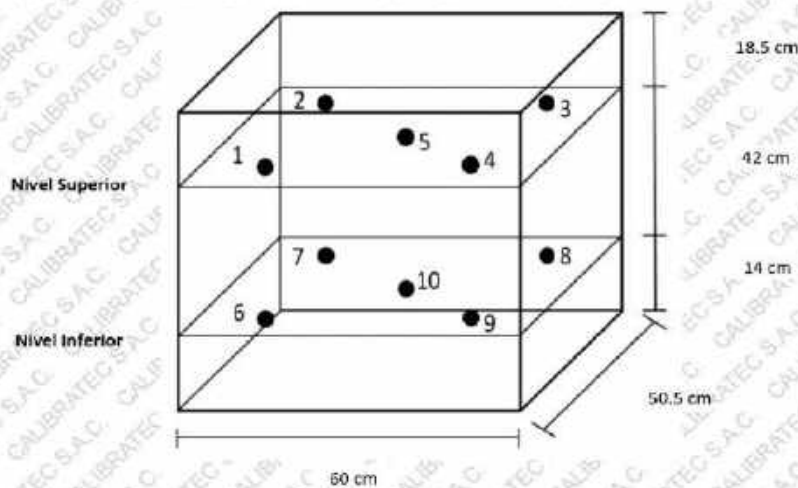
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo CUMPLE con los límites especificados de temperatura

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-001-2023

Página 5 de 7

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-001-2023

Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-001-2023

Página 7 de 7

FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-002-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

1. Expediente: 0293
2. Solicitante: MATHLAB INGENIERIA SISMORESISTENTE E.I.R.L
3. Dirección: JR. SIMÓN BOLIVAR N° 1430 HUARAZ - HUARAZ - ANCASH
4. Equipo: HORNO ELECTRICO
Marca: METROTEST
Modelo: MS-H3
N° de serie: 565
Procedencia: Perú
Identificación: No indica
Ubicación: LABORATORIO DE MATHLAB

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

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

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	No indica	No indica
Resolución	1	1
Tipo	Digital	Digital

5. Fecha de calibración: 2023-01-06

Fecha de Emisión

2023-01-12



Firmado digitalmente por:
BARTOLO CHUQUIBALAJUAN
CARLOS FIR 42443888 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 12/01/2023 17:06:02-0500

Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-002-2023

Página 2 de 7

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

MATHLAB INGENIERIA SISMORESISTENTE E.I.R.L

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	16.5 °C	15.9 °C
Humedad relativa	60 %	61 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0.16 °C a 0.18	LT-1111-2022

10 Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de recipientes metálicos con muestras.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-002-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 16,2 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110 °C

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom °C	T _{max} - T _{min} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	115,2	114,5	116,3	114,9	115,0	101,1	111,7	115,6	106,9	113,8	112,5	15,1
02	110	115,1	114,3	116,1	114,8	114,8	101,1	111,8	115,6	107,1	113,6	112,4	14,9
04	110	115,1	114,4	116,3	114,8	114,8	101,2	111,6	115,5	106,3	113,6	112,3	15,0
06	109	115,0	114,4	116,2	114,7	114,7	101,1	111,7	115,4	105,5	113,6	112,2	15,0
08	109	115,0	114,2	116,1	114,7	114,7	101,2	111,6	115,5	107,0	113,6	112,3	14,8
10	109	115,0	114,2	116,0	114,7	114,7	101,3	111,7	115,6	107,0	113,6	112,4	14,6
12	109	114,9	114,3	116,1	114,6	114,7	101,1	111,9	115,6	107,5	113,7	112,4	14,9
14	109	115,1	114,4	116,2	114,7	114,9	101,3	112,3	115,9	106,9	113,8	112,5	14,8
16	110	115,1	114,4	116,2	114,6	114,8	102,1	112,9	116,0	108,2	114,1	112,8	14,0
18	110	115,2	114,5	116,6	114,8	115,0	102,0	112,6	116,2	108,1	114,3	112,9	14,5
20	110	115,4	114,7	116,7	114,9	115,2	102,3	112,9	116,1	107,6	114,6	113,0	14,3
22	110	115,4	114,7	116,8	114,9	115,2	102,4	112,9	116,6	107,6	114,7	113,1	14,3
24	110	115,5	114,9	117,0	115,0	115,4	102,5	113,0	116,7	107,8	114,8	113,2	14,4
26	110	115,6	115,0	117,1	115,1	115,5	102,6	113,1	116,9	108,1	114,9	113,4	14,4
28	109	115,6	114,9	117,2	115,2	115,5	102,6	113,2	117,0	108,0	115,0	113,4	14,5
30	110	115,7	115,0	117,2	115,2	115,5	102,5	113,2	117,0	107,8	115,1	113,4	14,6
32	110	115,8	115,1	117,1	115,6	115,6	102,8	113,3	117,1	108,6	115,1	113,6	14,3
34	110	116,0	115,2	117,3	115,4	115,7	102,8	113,4	117,2	108,0	115,3	113,6	14,4
36	110	116,0	115,3	117,4	115,5	115,8	102,9	113,6	117,3	108,1	115,3	113,7	14,4
38	110	116,0	115,3	117,4	115,5	115,8	103,0	113,6	117,3	108,4	115,3	113,7	14,3
40	110	116,1	115,5	117,5	115,6	115,9	103,2	113,7	117,3	108,2	115,4	113,8	14,3
42	110	116,1	115,4	117,4	115,6	115,9	103,1	113,7	117,2	108,6	115,4	113,8	14,2
44	110	116,2	115,6	117,6	115,7	116,0	103,0	113,8	117,3	108,6	115,6	113,9	14,6
46	110	116,1	115,6	117,6	115,7	116,1	103,4	113,7	117,4	108,2	115,6	113,9	14,2
48	110	116,2	115,6	117,7	115,7	116,1	103,5	113,6	117,4	108,0	115,7	113,9	14,2
50	110	116,3	115,7	117,7	115,8	116,1	103,0	113,4	117,4	108,4	115,5	113,9	14,7
52	110	116,3	115,7	117,8	115,9	116,5	103,4	113,7	117,4	109,1	115,6	114,1	14,4
54	110	116,3	115,6	117,7	115,8	116,1	103,4	113,6	117,4	108,2	115,5	114,0	14,3
56	110	116,3	115,6	117,6	115,9	116,1	103,5	113,8	117,4	108,4	115,6	114,0	14,1
58	110	116,3	115,7	117,8	115,9	116,5	103,3	113,6	117,3	108,4	115,6	114,0	14,5
60	110	116,3	115,7	117,8	115,9	116,1	103,6	113,9	117,3	108,4	115,7	114,1	14,2
62	110	116,4	115,7	117,7	116,0	116,2	103,4	113,6	117,4	108,4	115,7	114,0	14,3
64	110	116,4	115,7	117,7	116,0	116,2	103,5	113,6	117,4	108,4	115,8	114,1	14,2
66	110	116,4	115,7	117,7	116,0	116,3	103,6	113,7	117,4	108,3	115,7	114,1	14,1
68	110	116,3	115,8	117,9	116,0	116,2	103,3	113,8	117,5	108,7	115,7	114,1	14,6
70	110	116,4	115,8	117,9	116,0	116,3	103,5	114,0	117,5	108,2	115,7	114,1	14,4
72	110	116,5	115,8	117,6	116,1	116,3	103,6	113,9	117,6	108,8	115,8	114,2	13,8
74	110	116,4	115,9	117,8	116,1	116,4	103,6	114,0	117,5	108,3	115,7	114,2	14,2
76	110	116,5	115,9	117,9	116,2	116,4	103,6	114,2	117,7	108,7	115,9	114,3	14,1
78	110	116,5	115,9	117,8	116,2	116,4	103,8	114,1	117,6	108,2	115,9	114,2	14,0
80	110	116,5	115,9	117,9	116,2	116,4	103,9	114,0	117,6	109,0	115,9	114,3	14,0
T. PROM		115,8	115,2	117,2	115,5	115,7	102,8	113,2	116,9	108,0	115,0	113,5	
Temp. máxima		116,5	115,9	117,9	116,2	116,5	103,9	114,2	117,7	109,1	115,9		
Temp. mínima		114,9	114,2	116,0	114,6	114,7	101,1	111,6	115,4	105,5	113,6		
DTT		1,6	1,7	2,0	1,6	1,8	2,8	2,6	2,4	3,6	2,3		

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-002-2023

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	117,9	0,4
Mínima Temperatura medida	101,1	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3,6	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	14,4	0,2
Estabilidad medida	1,8	0,05
Uniformidad medida	15,1	0,1

- T_{PROM} : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T_{prom} : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
- T_{MAX} : Temperatura máxima.
- T_{MIN} : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo 0,6 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

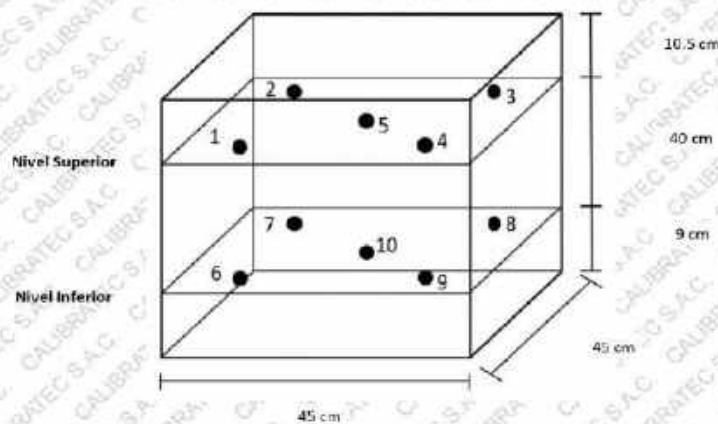
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo NO CUMPLE con los límites especificados de temperatura

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-002-2023

Página 5 de 7

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta.
Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.
Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo del equipo.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

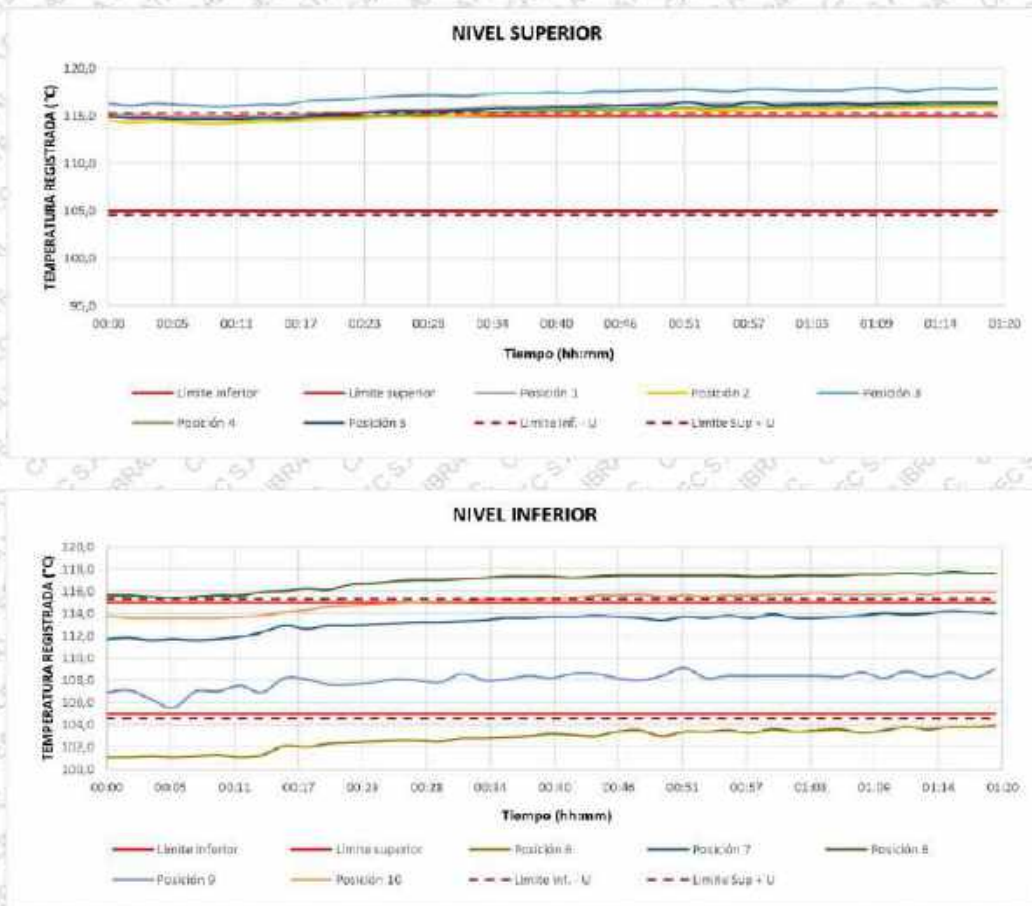
📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-002-2023

Página 6 de 7

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C



Revision 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACION CA-LT-002-2023

Página 7 de 7

FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 04. Resultados de laboratorio



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C596-19 - MTC E 108

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESTIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'c= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE
COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

CANTERA : TAGLLAN	FECHA : 17/03/2023
AGREGADO : CHALLHUA	LUGAR : HUARAZ

CANTERA	C-01		C-02	
	MA-01 (A. Fino)	MA-01 (A. Grueso)	MA-01 (A. Fino)	MA-01 (A. Grueso)
FRASCO N°	1	2	3	4
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	792.80	793.28	3163.80	3085.00
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	763.40	762.15	3134.20	3060.00
(3) Fagua (gr) (1) - (2)	29.50	31.11	29.60	25.00
(4) Pfr (gr)	107.28	102.20	136.20	213.00
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	656.12	659.89	2998.00	2847.00
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	4.50	4.71	0.99	0.80
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	4.51%		0.93%	

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo húmedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Fagua = Peso del agua

Nota:

El agregado fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Eusto Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Título CIP N° 162520
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra-Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 795 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133039

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 - MTC E 204

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAINE OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO PC= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE
COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

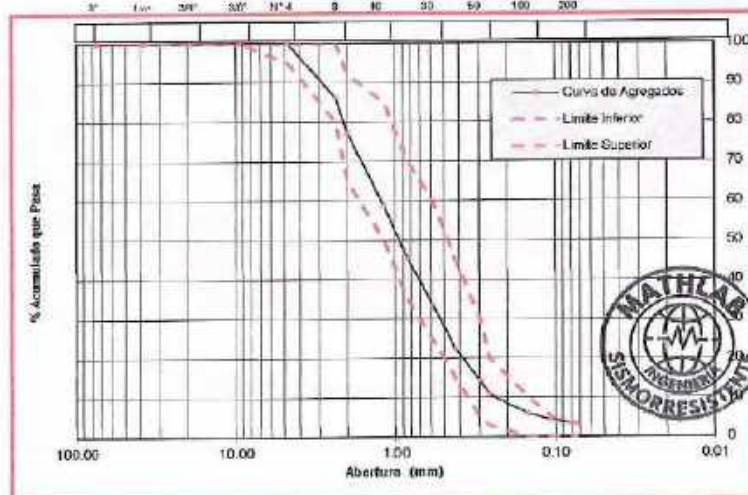
CANTERA : CHALLHUA	FECHA : 17/03/2023
AGREGADO : ARENA GRUESA	LUGAR : HUARAZ

PESO INICIAL SECO :	1000.00	grs	% QUE PASA MALLA No 200 :	3.51
PESO LAVADO SECO :	975.82	grs	% RETENIDO MALLA 3" :	0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Porcent	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
No 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
No 8	2.380	138.13	13.81	13.81	86.19
No 10	2.000	90.15	9.02	22.83	77.17
No 16	1.190	182.90	18.29	41.12	58.88
No 20	0.840	133.82	13.38	54.50	45.50
No 30	0.600	118.16	11.82	66.32	33.68
No 40	0.425	111.47	11.15	77.46	22.54
No 50	0.297	81.08	8.11	85.57	14.43
No 60	0.260	36.29	3.63	89.20	10.80
No 100	0.149	48.64	4.86	94.06	5.94
No 140	0.106	15.67	1.57	95.63	4.37
No 200	0.074	8.58	0.86	96.49	3.51
> No 200	0.000	10.33	1.03	97.52	
TOTAL		975.82	97.58		

Nota: Límite máximo de finos = 5%

GRAVA	ARENA	FINOS
3" 100 300 300 N°4 8 40 30 50 100 200		



GRAVA (%) = 0.00	ARENA (%) = 96.49	FINOS (%) = 3.51
------------------	-------------------	------------------

Nota: El agregado fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Rubén Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 162899
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chaera Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 798 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 y ISO 45001

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 - MTC E 204

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO FC= 210 KG/CM² POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

CANTERA : TACLLAN	FECHA : 17/03/2023
AGREGADO : PIEDRA CHANCADA	LUGAR : HUARAZ

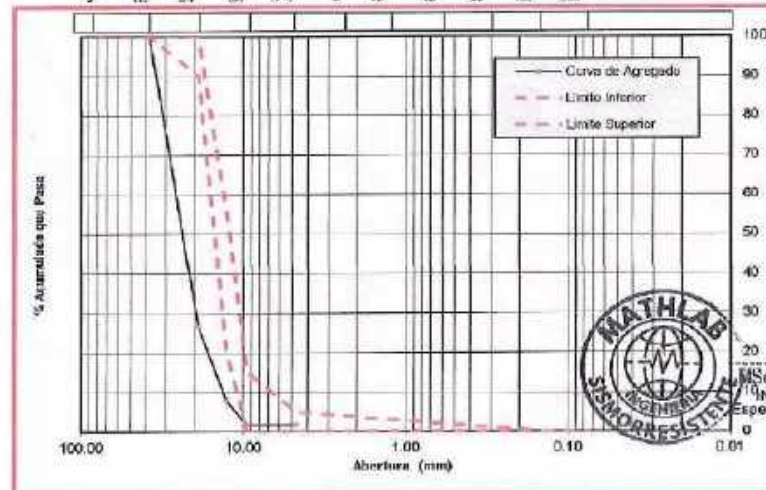
PESO INICIAL SECO :	3000.00	gs	% QUE PASA MALLA No 200 :	0.00
PESO LAVADO SECO :	2948.57	gs	% RETENIDO MALLA 3" :	0.00

Tamizaje ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1.18"	30.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	2202.00	73.40	73.40	26.60
1/2"	12.700	566.00	18.87	92.27	7.73
3/8"	9.525	180.57	6.02	98.29	1.71
No 4	4.750	0.00	0.00	98.29	1.71
No 8	2.380	0.00	0.00		
No 16	1.190	0.00	0.00		
No 30	0.590	0.00	0.00		
No 50	0.297	0.00	0.00		
No 100	0.149	0.00	0.00		
No 200	0.074	0.00	0.00		
> No 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		2948.57	98.29		

Nota: Límite máximo de finos = 5%

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------

3" 1.18" 3/4" 3/8" 1/2" 1/4" 1/8" 1/16" 3/32" 1/32" 1/64" 1/128" 1/256" 1/512" 1/1024"



GRAVA (%) = 98.29	ARENA (%) = 1.71	FINOS (%) = 0.00
-------------------	------------------	------------------

Nota: El agregado fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.

MSc. Ing. Rubén Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - RNP, CIP N° 162339
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20806746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOP N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. dispone de un Sistema de Gestión, ISO 9001 e ISO 45001

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

ASTM C29 - MTC E 203

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO P'c= 210 KG/CM2
 POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE
 COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

CANTERA : TACLLAN	FECHA : 17/03/2023
AGREGADO : PIEDRA CHANCADA	LUGAR : HUARAZ

PESO UNITARIO FINO - ARENA GRUESA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	8576.00	6561.00	6582.00	6911.00	7029.00	7035.00
PESO DEL MOLDE	2252.00	2252.00	2252.00	2252.00	2252.00	2252.00
PESO DEL MATERIAL	4323.00	4309.00	4330.00	4659.00	4777.00	4781.00
VOLUMEN DEL MOLDE	2835.00	2835.00	2835.00	2835.00	2835.00	2835.00
PESO UNITARIO	1.525	1.520	1.527	1.643	1.685	1.689
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.524			1.672		

PESO UNITARIO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	17240.00	17293.00	17265.00	18391.00	18400.00	18365.00
PESO DEL MOLDE	4030.00	4030.00	4030.00	4030.00	4030.00	4030.00
PESO DEL MATERIAL	13210.00	13263.00	13235.00	14361.00	14370.00	14325.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9390.00	9390.00	9390.00	9390.00	9390.00	9390.00
PESO UNITARIO	1.407	1.412	1.409	1.529	1.530	1.526
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.410			1.528		

Nota:

El agregado fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Diego Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - RUC: CIP N° 162809
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 806 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

PESO ESPECIFICO

MTC E 205 - ASTM C128

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'c= 210 KG/CM2
 POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE
 COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

CANTERA : TACLLAN	FECHA : 17/03/2023
AGREGADO : PIEDRA CHANCADA	LUGAR : HUARAZ

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADO FINO (S_f) - MTC E 205 - ASTM C128

CANTERA : CHALLHUA

	AF-1	AF-2	AF-3
(A) Peso del agregado fino	492.00	495.00	490.95
(B) Peso de la tala + agua (gr)	674.20	676.20	676.20
(C) Peso de la muestra en estado SSS (gr)	500.00	500.00	500.00
(D) Peso de la tala + agua + agregado fino (gr)	986.40	984.20	985.25
(E) Peso Especifico Relativo de Sólidos (A/B-C-D)	2.57	2.56	2.56
GRAVEDAD ESPECIFICA PROMEDIO (F)	2.56		
(G) Peso Especifico del agua a 20 °C (T/m³)	1.00		
(H) Peso Especifico del agregado fino (H-F/G)	2.56		

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (P_g) - MTC E 205 - ASTM C127

CANTERA : TACLLAN

	AG-1	AG-2	AG-3
(A) Peso del agregado grueso (gr)	465.00	460.00	464.00
(B) Volumen total en Probeta (cm³)	420.00	450.00	430.00
(C) Volumen Final en Probeta (cm³)	598.00	625.00	605.00
(D) Volumen Desplazado (cm³)	178.00	175.00	175.00
(E) Peso Especifico (A/D) (gr/cm³)	2.61	2.63	2.65
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	2.63		

PORCENTAJE DE ABSORCION MTC E 205 - ASTM C128

N° de Tarro	1	2	
Peso del Tarro + Mat. SSS en Aire	=(a)	007.01	2592.00
Peso del Tarro + Mat. Secado en Estufa	=(b)	599.62	2577.00
Peso del Agua (a-b)	=(c)	7.39	15.00
Peso del Tarro	=(d)	105.89	134.00
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	=(e)	493.73	2443.00
Porcentaje de Absorción	=(c)/100a	1.50	0.51

Nota:

El agregado fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



M.Sc. Ing. Rubén Pardo Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - C.O. CIP N° 182903
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simon Bolivar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antos de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133838

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 a ISO 45001

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C566-19 - MTC E 108

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO AGREGADO BRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

CANTERA : MATHLAB	FECHA : 17/03/2023
AGREGADO : MATHLAB	LUGAR : HUARAZ

CANTERA	G-01	
	O ^o Reciclado	
MUESTRA	1	2
FRASCO N°		
(1) Pfr + P.G.H. (gr)	2805.80	2041.00
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	2765.40	2632.00
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	100.50	109.00
(4) Pfr (gr)	137.50	138.45
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	2051.10	2593.55
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	4.09	4.05
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	4.07%	

Nota: Pfr = Peso del fresco
P.G.H. = Peso del suelo húmedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua

Nota:

El agregado fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Rubén Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - RNP CIP N° 162039
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1438 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chaora Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E. I. R. L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D136 - MTC E 204

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 POR METODO AGI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023"

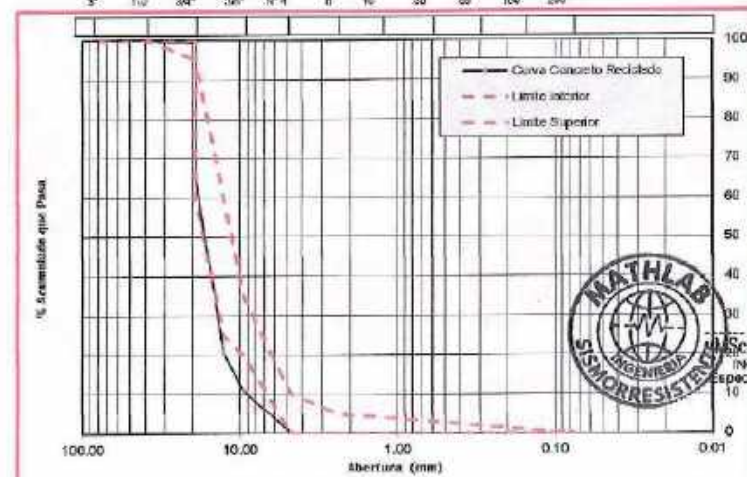
CANTERA : MATHLAB	FECHA : 17/03/2023
AGREGADO : CONCRETO RECICLADO	LUGAR : HUARAZ

PESO INICIAL SECO :	3000.00	gms	% QUE PASA MALLA No 200 :	0.00
PESO LAVADO SECO :	2987.00	gms	% RETENIDO MALLA 3" :	0.00

Tamizaje ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (gms)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	19.09	0.63	0.63	99.37
3/4"	19.050	1030.00	34.33	34.97	65.03
1/2"	12.500	1330.00	44.33	79.30	20.70
3/8"	9.525	293.00	9.77	89.07	10.93
No 4	4.750	315.00	10.50	99.57	0.43
No 8	2.380	0.00	0.00		
No 16	1.190	0.00	0.00		
No 30	0.590	0.00	0.00		
No 50	0.297	0.00	0.00		
No 100	0.149	0.00	0.00		
No 200	0.074	0.00	0.00		
> No 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		2987.00	99.37		

Nota: Límite máximo de finos = 5%

GRAVA	ARENA	FINOS
3" - 1/2"	1/2" - N°4	0 - 0.075



GRAVA (%) = 99.57	ARENA (%) = 0.43	FINOS (%) = 0.00
-------------------	------------------	------------------

Nota: El concreto fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Sc. Ing. Rubén Darío Aranda Deiva
INGENIERO CIVIL - RNP, CIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
Ref. Antas de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

ASTM C29 - MTC E 203

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'c= 210 KG/CM2
POR METODO ACL EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE
COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

CANTERA : MATHLAB	FECHA : 17/03/2023
AGREGADO : CONCRETO RECICLADO	LUGAR : HUARAZ

PESO UNITARIO CONCRETO RECICLADO

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARELLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	15124.00	14941.00	15075.00	16041.00	16087.00	16225.00
PESO DEL MOLDE	4030.00	4030.00	4030.00	4030.00	4030.00	4030.00
PESO DEL MATERIAL	11094.00	10911.00	11045.00	12011.00	12057.00	12195.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9390.00	9390.00	9390.00	9390.00	9390.00	9390.00
PESO UNITARIO	1.191	1.162	1.178	1.279	1.284	1.299
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.173			1.287		

Nota:

El agregado fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Lora
INGENIERO CIVIL - REG. C.O.C. 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra-Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 786 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050, Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

PESO ESPECIFICO

MTC E 205 - ASTM C128

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'c= 210 KG/CM2
 POR METODO ACL, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE
 COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

CANTERA : MATHLAB	FECHA : 17/03/2023
AGREGADO : CONCRETO RECICLADO	LUGAR : HUARAZ

PESO ESPECIFICO DE CONCRETO RECICLADO (Pe) - MTC E 206 - ASTM C127

CANTERA : MATHLAB			
	AG-1	AG-2	AG-3
(A) Peso del agregado grueso (g)	432.00	435.00	436.00
(B) Volumen inicial en Probeta (cm ³)	600.00	600.00	600.00
(C) Volumen Final en Probeta (cm ³)	682.00	684.00	683.00
(D) Volumen Desplazado (cm ³)	162.00	164.00	163.00
(E) Peso Especifico (AD) (gr/cm ³)	2.37	2.38	2.38
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	2.38		

PORCENTAJE DE ABSORCION

MTC E 205 - ASTM C128

N° de Tarro		1	
Peso del Tarro + Mat. SSS en Aire	=(a)	2658.00	
Peso del Tarro + Mat. Secado en Estufa	=(b)	2514.00	
Peso del Agua (a-b)	=(c)	144.00	
Peso del Tarro	=(d)	136.00	
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	=(e)	2378.00	
Porcentaje de Absorción	=(c)x100/e	6.06	

Notas:

El agregado fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - RUC. CIP# 162933
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20608746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingenieria Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION

ASTM C131/C131M-14 - MTC E 207

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO
 TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2
 POR MÉTODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
 AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023"

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA	FECHA : 17/03/2023
CANTERA : TACLLAN	LUGAR : HUARAZ

TAMAÑO MALLA		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS EN GRAMOS						
PASA EL TAMIZ	RETENIDO EN EL TAMIZ	GRADO "A" (12)	GRADO "B" (11)	GRADO "C" (8)	GRADO "D" (6)	GRADO "1" (12)	GRADO "2" (12)	GRADO "3" (12)
3"	2 1/2"					2 500 ± 50		
2 1/2"	2"					2 500 ± 50		
2"	1 1/2"					5 000 ± 50	5000 ± 50	
1 1/2"	1"	1 250 ± 25					5000 ± 25	5 000 ± 25
1"	3/4"	1 250 ± 25						5 000 ± 25
3/4"	1/2"	1 250 ± 10	2 500 ± 10					
1/2"	3/8"	1 250 ± 10	2 500 ± 10					
3/8"	1/4"			2 500 ± 10				
1/4"	N°4			2 500 ± 10				
N°4	N°8				5 000 ± 10			
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	10 000 ± 100	10 000 ± 75	10 000 ± 50

NOTA: Los numeros entre parentesis indican la cantidad de esferas.

NOMBRE DE LA CANTERA	: TACLLAN
Gradación empleada	B (11)
Número de revoluciones	500
Peso inicial N°11 (gr)	5008.00
Peso final N°11 (gr)	4102.00
Porcentaje Desgaste (%)	18.09%

NOTA: La muestra fue traído por el estudiante al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182900
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad

Dirección: Jr. Simón Bolívar 14430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION

ASTM C131/C131M-14 - MTC E 207

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO
 TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 POR MÉTODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023"

MATERIAL : AGREGADO GRUESO RECICLADO	FECHA : 17/03/2023
CANTERA : MATHLAB	LUGAR : HUARAZ

TAMAÑO MALLA		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS EN GRAMOS						
PASA EL TAMIZ	RETENIDO EN EL TAMIZ	GRADO "A" (12)	GRADO "B" (11)	GRADO "C" (8)	GRADO "D" (6)	GRADO "1" (12)	GRADO "2" (12)	GRADO "3" (12)
3"	2 1/2"					2 500 ± 50		
2 1/2"	2"					2 500 ± 50		
2"	1 1/2"					5 000 ± 50	5000 ± 50	
1 1/2"	1"	1 250 ± 25					5000 ± 25	5 000 ± 25
1"	3/4"	1 250 ± 25						5 000 ± 25
3/4"	1/2"	1 250 ± 10	2 500 ± 10					
1/2"	3/8"	1 250 ± 10	2 500 ± 10					
3/8"	1/4"			2 500 ± 10				
1/4"	N°4			2 500 ± 10				
N°4	N°8				5 000 ± 10			
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	10 000 ± 100	10 000 ± 75	10 000 ± 50

NOTA: Los numeros entre parentesis indican la cantidad de esferas.

NOMBRE DE LA CANTERA	: MATHLAB
Gradación empleada	B (11)
Número de revoluciones	500
Peso inicial N°11 (gr)	5005.00
Peso final N°11 (gr)	3112.00
Porcentaje Desgaste (%)	37.82%

NOTA: La muestra fue traído por el estudiante al laboratorio para sus pruebas respectivas.



M.Sc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CAP N° 162000
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Bolívar N° 1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20006746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-001-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

BRIQUETA DE CONCRETO		DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	AREA	F _c	F _c	%
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	EXTRACCION	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	Mpa	f'c/f'c
1	MUESTRA PATRON	210	24/03/2023	31/03/2023	7	27,791.9	176.7	157	15	75
2	MUESTRA PATRON	210	24/03/2023	31/03/2023	7	27,288.3	176.7	154	15	74
3	MUESTRA PATRON	210	24/03/2023	31/03/2023	7	27,794.5	176.7	157	15	75

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACION: CA-F-003-2023




 MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL (Edu. CIP N° 16200)
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz.
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chaeta Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPIN N° 00133638

Mathlab Ingenieria Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-011-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	f'c Mpa	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	MUESTRA PATRON + 20% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	31/03/2023	7	31,995.7	176.7	181	18	86
2	MUESTRA PATRON + 20% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	31/03/2023	7	32,109.1	176.7	182	18	87
3	MUESTRA PATRON + 20% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	31/03/2023	7	32,161.4	176.7	182	18	87

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CA-F-003-2023



MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - RNP - IP N° 160939
Especialista en Ensayos Control de Calidad



Dirección: Jr. Simon Bolivar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNA SAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmatlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - DSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 90133636
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-DII-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
Fc de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	AREA	Fc	Fc	%	
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	EXTRACCION	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	Mpa	Fc/fc
1	MUESTRA PATRON +40% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	31/03/2023	7	36,272.3	176.7	205	20	98
2	MUESTRA PATRON +40% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	31/03/2023	7	35,506.1	176.7	201	20	96
3	MUESTRA PATRON +40% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	31/03/2023	7	36,425.9	176.7	206	20	98

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La Interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-003-2023




Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162909
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20506746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-DII-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30,00 cm.	Diámetro: 15,00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	f'c Mpa	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	MUESTRA PATRON + 60% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	31/03/2023	7	44,500.6	176.7	252	25	120
2	MUESTRA PATRON + 60% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	31/03/2023	7	44,578.2	176.7	252	25	120
3	MUESTRA PATRON + 60% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	31/03/2023	7	44,761.0	176.7	253	25	121

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACION: CA-F-003-2023



Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. INPA N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-01-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'c= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural	Dimensiones de la Briqueta:
f'c de Diseño 210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	AREA	f'c	F'c	%		
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	EXTRACCION	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm2 (Kg/cm2)	Mpa	f'c/f'c	
1	MUESTRA PATRON	210	24/03/2023	07/04/2023	14	45,601.7	176.7	258	25	123
2	MUESTRA PATRON	210	24/03/2023	07/04/2023	14	45,162.6	176.7	256	25	122
3	MUESTRA PATRON	210	24/03/2023	07/04/2023	14	45,895.1	176.7	260	26	124

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPOS UTILIZADOS:

-MAQUINA PARA ENSAYO DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACION:CA-F-003-2023


Ing. Ruben Darío Aranda León
Ingeniero Civil - Exp. en el área de
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz.
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 890 736 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-011-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO
TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural	Dimensiones de la Briqueta:
f _c de Diseño 210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	f _c Mpa	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	MUESTRA PATRON + 20% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	07/04/2023	14	41,393.6	176.7	234	23	112
2	MUESTRA PATRON + 20% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	07/04/2023	14	41,631.4	176.7	236	23	112
3	MUESTRA PATRON + 20% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	07/04/2023	14	41,986.9	176.7	238	23	113

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPOS UTILIZADOS:

-MAQUINA PARA ENSAYO DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACION:CA-F-003-2023



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
Ref. Antos de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-01-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'c= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	f'c Mpa	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	MUESTRA PATRON + 40% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	07/04/2023	14	46,801,3	176.7	265	26	126
2	MUESTRA PATRON + 40% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	07/04/2023	14	46,281,5	176.7	262	26	125
3	MUESTRA PATRON + 40% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	07/04/2023	14	46,978,4	176.7	266	26	127

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPOS UTILIZADOS:

-MAQUINA PARA ENSAYO DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACION:CA-F-003-2023



[Firma]
 Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 102900
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 606 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPi N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-011-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural	Dimensiones de la Briqueta:
f'c de Diseño 210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	f'c Mpa	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	MUESTRA PATRON + 60% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	07/04/2023	14	51,282.2	176.7	290	29	138
2	MUESTRA PATRON + 60% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	07/04/2023	14	50,354.8	176.7	285	28	136
3	MUESTRA PATRON + 60% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	07/04/2023	14	50,098.1	176.7	284	28	135

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPOS UTILIZADOS:

-MAQUINA PARA ENSAYO DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACION:CA-F-003-2023


Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 103030
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chakra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 808 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Cíviles, Supervisión de Obras Cíviles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPÍ N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-DII-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO
TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	f'c Mpa	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	MUESTRA PATRON	210	24/03/2023	21/04/2023	28	51,368.6	176.7	291	29	138
2	MUESTRA PATRON	210	24/03/2023	21/04/2023	28	50,829.4	176.7	288	28	137
3	MUESTRA PATRON	210	24/03/2023	21/04/2023	28	51,032.6	176.7	289	28	138

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPOS UTILIZADOS:

- MAQUINA PARA ENSAYO DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACION:CA-F-003-2023



 Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP N° 162030
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 736 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-011-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO
 TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
 POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
 AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural	Dimensiones de la Briqueta:
Fc de Diseño 210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm2	f _c (Kg/cm2)	F _c Mpa	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	MUESTRA PATRON + 20% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	21/04/2023	28	43,784.1	176.7	248	24	118
2	MUESTRA PATRON + 20% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	21/04/2023	28	43,201.7	176.7	244	24	116
3	MUESTRA PATRON + 20% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	21/04/2023	28	43,071.4	176.7	244	24	116

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPOS UTILIZADOS:

- MAQUINA PARA ENSAYO DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACION:CA-F-003-2023



 Ing. Ruben Dario Ananda Loya
 INGENIERO CIVIL - RNP - OSCE
 Analista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simon Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 157D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPi N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-DII-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO
TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	f'c Mpa	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	MUESTRA PATRON + 40% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	21/04/2023	28	49,884.6	176.7	282	28	134
2	MUESTRA PATRON + 40% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	21/04/2023	28	50,218.5	176.7	284	28	135
3	MUESTRA PATRON + 40% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	21/04/2023	28	49,621.4	176.7	281	28	134

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de brquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPOS UTILIZADOS:

- MAQUINA PARA ENSAYO DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACION:CA-F-003-2023

 
 Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL – REG. COP. N° 162004
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 1370 - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 890 795 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-DII-MATHLAB-2023

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - AASHTO T-22

SOLICITA : CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO

TESIS : "EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C= 210 KG/CM2
POR METODO ACI, EMPLEANDO CONCRETO RECICLABLE COMO
AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Alta: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

BRIQUETA DE CONCRETO		DISEÑO	FECHA		EDAD	CARGA	AREA	f'c	f'c	%
N°	DESCRIPCION	Kg/cm ²	EXTRACCION	ROTURA	DIAS	(Kg)	cm ²	(Kg/cm ²)	Mpa	f'c/fc
1	MUESTRA PATRON + 60% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	21/04/2023	28	56,645.1	176.7	321	32	153
2	MUESTRA PATRON + 60% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	21/04/2023	28	55,867.4	176.7	316	31	151
3	MUESTRA PATRON + 60% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO	210	24/03/2023	21/04/2023	28	57,058.7	176.7	323	32	154

OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indicados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPOS UTILIZADOS:

-MAQUINA PARA ENSAYO DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACION:CA-F-003-2023



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 300 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : GAURURU OROPEZA JAIME OVALDO
TESIS : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 POR MÉTODO ACI, EMPLEANDO C
RECICLABLE COMO AGREGADO GRUESO EN LA CIUDAD DE HUARAZ, 2023
LUGAR : HUARAZ – ANCASH
FECHA : 14/11/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Sol"
- Peso específico 3.15

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : HUARAZ

- Peso específico de masa 2.56
- Peso unitario suelto 1524 kg/m³
- Peso unitario compactado 1672 kg/m³
- Contenido de humedad 4.61 %
- Absorción 1.50 %
- Módulo de fineza 3.01

D.- Agregado grueso

CANTERA : HUARAZ

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.63
- Peso unitario suelto 1410 kg/m³
- Peso unitario compactado 1528 kg/m³
- Contenido de humedad 0.93 %
- Absorción 0.61 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Chimbote
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.560

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.560 = 366.071 kg/m³ = 8.61 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	366.071	kg/m ³
Agua efectiva.....	177.369	lts/m ³
Agregado fino.....	830.721	kg/m ³
Agregado grueso.....	925.344	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{366.07}{366.07} : \frac{830.721}{366.07} : \frac{925.34}{366.07}$$

1 : 2.27 : 2.53 : 20.59 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.14 : 2.67 : 20.59 lts / bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 05: panel fotográfico

Fotografía N°01



Cantera Tacllan, toma de muestra de agregado grueso para los ensayos respectivos.

Fotografía N°02



Cantera Challhua, toma de muestra de agregado fino para los ensayos respectivos.

Fotografía N°03



Toma de muestra de probetas reciclados para obtención de agregado grueso reciclado.

Fotografía N°04



Proceso de trituración del concreto reciclado, hasta obtener una muestra representativa.

Fotografía N°05



Tamizado de la muestra triturada por la malla 1" y eliminación de finos, obtención de muestra de agregado grueso reciclado.

Fotografía N°06



Cuarteo de la muestra y pesado de muestra representativa para el ensayo de contenido de humedad del agregado fino.

Fotografía N°07



Cuarteo de la muestra y pesado de muestra representativa para el ensayo de contenido de humedad, del agregado grueso natural.

Fotografía N°08



Cuarteo de la muestra y pesado de muestra representativa para el ensayo de contenido de humedad, del agregado grueso reciclado.

Fotografía N°09



Análisis granulométrico del agregado fino.

Fotografía N°10



Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado.

Fotografía N°11



Análisis granulométrico del agregado grueso natural.

Fotografía N°12



Ensayo de peso unitario suelto y peso unitario compactado del agregado fino.

Fotografía N°13



Ensayo de peso unitario suelto y peso unitario compactado del agregado grueso natural.

Fotografía N°14



Ensayo de peso unitario suelto y peso unitario compactado del agregado grueso reciclado.

Fotografía N°15



Ensayo de absorción y peso específico del agregado grueso natural.

Fotografía N°16



Ensayo de absorción y peso específico del agregado grueso reciclado.

Fotografía N°17



Ensayo de absorción y peso específico del agregado fino.

Fotografía N°18



Ensayo de desgaste de abrasión de los ángeles.

Fotografía N°19



Cuantificación de los insumos para la confección de probetas.

Fotografía N°20



Ensayo de asentamiento del concreto fresco.

Fotografía N°21



Confección de probetas de concreto.

Fotografía N°22



Desencofrado y curado de probetas.

Fotografía N°23



Ensayo a la compresión del concreto $f^c=210$ kg/cm² a las edades de 7, 14 y 28 días, muestra patrón y muestras experimentales.

Fotografía N°24



Ensayo a la compresión del concreto $f^c=210$ kg/cm² a las edades de 7, 14 y 28 días, muestra patrón y muestras experimentales.

Anexo 06: Formulario de Repositorio



REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor				
CAURURU OROPEZA JAIME OVALDO		75434063	Caururuoropeza@gmail.com	
Apellidos y Nombres		DNÍ	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación				
<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>				Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional				
<input type="checkbox"/>	Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/>	Título Profesional	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/>
			Maestría	<input type="checkbox"/>
				Doctorado
4. Título del Documento de Investigación				
Evaluación de la resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por método ACI, empleando concreto reciclable como agregado grueso en la ciudad de Huaraz, 2023				
5. Programa Académico				
Ingeniería Civil				
6. Tipo de Acceso al Documento				
<input checked="" type="checkbox"/>	Abierta o Pública* (http://repositorio.usp.edu.pe/semantica/openAccess/)		<input type="checkbox"/>	
			Acceso restringido* (http://repositorio.usp.edu.pe/semantica/restrictedAccess/) (**)	
(**) En caso de restringido sustentar motivo				

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS*

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.®



Jaime Ovaldo
Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	22	11	23

Importante

1. Según Resolución de Consejo Directivo N° 004-2018-UNSPD-SG, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8 inciso 8.2.
2. Ley N° 28026.- Ley que regula el Repositorio Institucional Digital de la Universidad de San Pedro y el Sistema de Acceso Abierto y D.O. 1308-2015-PCM.
3. De acuerdo al artículo 12 de la Ley N° 28026, la Universidad de San Pedro es responsable de garantizar el acceso abierto a los documentos de investigación en el Repositorio Institucional Digital, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 28026.
4. En caso de que el autor o la autora no pueda acceder al sistema de publicación de trabajos de investigación en el Repositorio Institucional Digital, debe comunicarse al Departamento de Investigación de la Universidad de San Pedro.
5. Las licencias Creative Commons (CC) son un conjunto de licencias que permiten a los autores un conjunto de licencias flexibles y de transferencia tecnológica que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
6. Según el artículo 12.2 del artículo 12 de la Ley N° 28026, el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales (RNTI) de las universidades, instituciones y escuelas de educación superior, tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los materiales en sus repositorios institucionales prestando el acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENTI a través del Repositorio ARNTI.

NOTA: En caso de finalización en los datos de procedencia de acuerdo a la Ley N° 27444, art. 32, párr. 3º, 3º.

Anexo 07: Reporte Estadístico de TURNITIN

Evaluación de la resistencia de concreto $f_c=210$ kg/cm² por método ACI, empleando concreto reciclable como agregado grueso en la ciudad de Huaraz, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

5%

2

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

4

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

1%

5

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

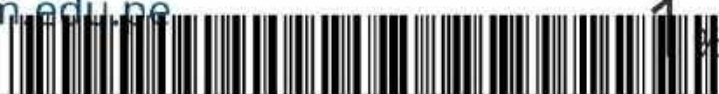
1%

8

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

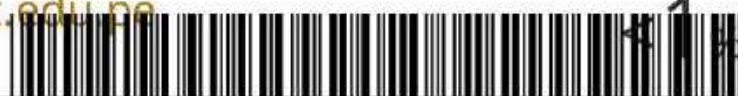
1%



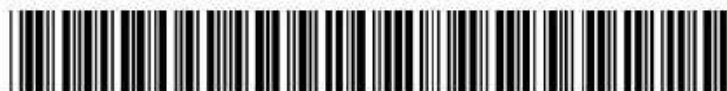
9	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	1 %
12	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	1library.co Fuente de Internet	1 %
15	vsip.info Fuente de Internet	1 %
16	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
17	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1 %
18	www.mincetur.gob.pe Fuente de Internet	1 %
19	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1 %
20	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1 %



21	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	inba.info Fuente de Internet	<1 %
24	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
27	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
29	Vivián Andrea Ulloa Mayorga. "Durabilidad de hormigones armados, con árido reciclado: Una evaluación de la corrosión en un ambiente marino", Universitat Politecnica de Valencia, 2012 Publicación	<1 %
30	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



31	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
33	Submitted to unasam Trabajo del estudiante	<1 %
34	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
35	Lopez-Gayarre, F.. "Influence of recycled aggregate quality and proportioning criteria on recycled concrete properties", Waste Management, 200912 Publicación	<1 %
36	G. Velázquez de la Cruz, M. O. Martín Polo, R. Martínez Peniche, M. Robles Cárdenas. "EFECTO DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y TIPO DE RECUBRIMIENTO SOBRE LA RESPIRACIÓN DE LA GUAYABA EFFECT OF TEMPERATURE, RELATIVE HUMIDITY AND COATING ON GUAYABA RESPIRATION EFECTO DA TEMPERATURA, HUMEDADE RELATIVA E RECUBRIMENTO SOBRE A RESPIRACIÓN DA GUAYABA", Ciencia y Tecnologia Alimentaria, 1998 Publicación	<1 %



37	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes	<1 %
	Trabajo del estudiante	
38	Diego Moreno, Carolina Fonseca, Carlos Eduardo Rodríguez-Molano, Néstor Julián Pulido-Suarez. "Calibración del plato forrajero en praderas de kikuyo (<i>Pennisetum Clandestinum</i> Hochst.ex Chiov) en el trópico alto colombiano", <i>Ciencia y Agricultura</i> , 2019	<1 %
	Publicación	
39	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1 %
	Trabajo del estudiante	
40	Khaled Marar, Özgür Eren, Tahir Çelik. "Relación entre la tenacidad a flexión y la energía de impacto en hormigones de alta resistencia reforzados con fibras (HSFRC)", <i>Materiales de Construcción</i> , 2010	<1 %
	Publicación	
41	GREEN ENVIRONMENT S.A.C.. "DAA de la Planta de Fabricación de Productos de Plástico-IGA0012405", R.D. 212-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020	<1 %
	Publicación	
42	KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "MEIA del Proyecto Desarrollo del Centro Negro"	<1 %



IGA0003154", R.D. N° 034-2008-MEM/AAM,
2020

Publicación

- 43 J De, La Iglesia, M Murillo, D Borrero Restrepo. <1 %
"Study of the importance of core cylinders in
the monitoring of the compressive strength of
the concrete", IOP Conference Series:
Materials Science and Engineering, 2021
Publicación

- 44 Camila Castro-Cardona, Sebastian Bastidas-
Vallejo, Sebastian Romero-Bustos, Juan Carlos
Moreno-Piraján et al. <1 %
"Evaluation of the
physical and mechanical properties of
modified concrete with recycled crushed
glass, using a proportion adjustment with the
method ACI 211.1", Construction and Building
Materials, 2021
Publicación

- 45 Johnny Alor, Juan Alfaro, José Rodríguez,
Carlos Eyzaguirre. <1 %
"Use of Metal-mechanics
Waste as an Addition in the Production of an
Ecological Concrete", MATEC Web of
Conferences, 2019
Publicación

- 46 Y A Pérez-Rojas, E Vera-López, R Ochoa-Díaz. <1 %
"Optimal performance of concrete produced
by electric arc furnace slag and recycled


ground glass in pavement construction",
Journal of Physics: Conference Series, 2021
Publicación



Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo