

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Influencia del concreto reciclado como agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 175 kg/ cm² en la ciudad de Abancay, 2023

Presentado por:

Rene Inostroza Palomino

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Abancay, Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Influencia del concreto reciclado como agregado grueso en la resistencia a compresión
del concreto $f'c$ 175 kg/cm² en la ciudad de Abancay, 2023**

Presentado por **Rene Inostroza Palomino**, para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil

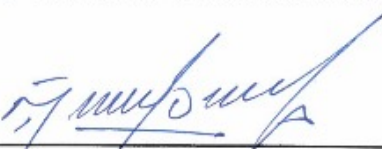
Sustentado y aprobado el 10 de enero de 2025 ante jurado evaluador:

Presidente:




Dr. Edwar Nasaca-Cahuata

Primer Miembro:



Mag. Jinmer Bravo Apaza

Segundo Miembro:



Ing. Edison Ponce Torres

Asesor:



Ing. Darwin D. Loayza Encalada

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD
N° 002-2025

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería declara que, la Tesis intitulada: **Influencia del Concreto Reciclado como Agregado Grueso en la Resistencia a Compresión del Concreto f'c 175 kg/ cm² en la Ciudad de Abancay, 2023**, presentado por el Bach: **René Inostroza Palomino**, Para optar el Título de **Ingeniero Civil**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software Turnitin, siendo el índice de similitud **ACEPTABLE de (15%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

Abancay, 06 de enero del 2025


UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS
DE APURIMAC
Dr. Lintol Contreras Salas
DIRECTOR(E) DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

C. c.
Archivo
REG. N° 888

Agradecimiento

A Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, a mi familia y a mis docentes quienes de alguna forma me brindaron el apoyo y su colaboración.

A mi Escuela profesional, por brindarme una educación de calidad y apoyarme en el desarrollo de mi carrera. Gracias a mis docentes, por compartir conmigo su conocimiento, experiencias y su dedicación a la enseñanza. Agradezco también a mi asesor de tesis, por su guía, consejos y orientación en el desarrollo de este trabajo.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi asesor: Ing. Darwin Duhamel Loayza Encalada quien fue mi guía durante todo este proceso de trabajo de investigación.



Dedicatoria

A mis padres, quienes incondicionalmente siempre me han dado todo su apoyo para cada uno de mis proyectos y metas, gracias por ser mi apoyo, por guiarme y enseñarme el valor del trabajo duro y la perseverancia. Todo lo que soy y logrado ser es gracias a su amor y dedicación.

Esta tesis es el resultado de mi esfuerzo y dedicación, pero también es una muestra de gratitud hacia aquellos que me han apoyado en cada paso del camino.

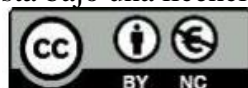
Rene Inostroza Palomino



Influencia del concreto reciclado como agregado grueso en la resistencia a compresión del
concreto f_c 175 kg/ cm² en la ciudad de Abancay, 2023

Línea de investigación: Ingeniería de materiales

Esta publicación está bajo una licencia creative commons



ÍNDICE

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del problema	6
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.3 Justificación de la investigación	6
CAPÍTULO II	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	8
2.1 Objetivos de la investigación	8
2.1.1 Objetivo general	8
2.1.2 Objetivos específicos	8
2.2 Hipótesis de la investigación	8
2.2.1 Hipótesis general	8
2.2.2 Hipótesis específicas	9
2.3 Operacionalización de variables	10
CAPÍTULO III	11
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	11
3.1 Antecedentes.	11
3.1.1 Internacionales	11
3.1.2 Nacionales	14
3.1.3 Locales	17
3.2 Marco teórico	18
3.2.1 El concreto reciclado como agregado grueso	18
3.2.2 Influencia del agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión	24



3.2.3	Influencia del concreto reciclado en el asentamiento en estado fresco	28
3.2.4	Influencia del concreto reciclado en la densidad del concreto	30
3.2.5	Diseño de mezcla	31
3.3	Marco conceptual	32
3.3.1	Concreto	32
3.3.2	Concreto reciclado (CR)	32
3.3.3	Agregados	33
3.3.4	Agregado grueso reciclado de concreto (AGR-C)	33
3.3.5	Agua	33
3.3.6	Influencia	34
3.3.7	Mecánicas	34
3.3.8	Propiedades	34
3.3.9	Propiedades físicas	34
3.3.10	Propiedades mecánicas	34
CAPÍTULO IV		35
METODOLOGÍA		35
4.1	Tipo y nivel de investigación	35
4.1.1	Tipo de investigación	35
4.1.2	Nivel de investigación	35
4.2	Diseño de investigación	35
4.3	Población y muestra	36
4.3.1	Población	36
4.3.2	Muestra	36
4.4.	Procedimientos	37
4.4.1	Ubicación de la cantera de agregados	38
4.4.2	Extracción de la muestra de los agregados de la cantera y reciclado	38
4.4.3	Caracterización de materiales áridos para el concreto	39
4.4.4	Diseño de mezcla del concreto	50
4.4.5	Procedencia del agregado grueso de concreto reciclado	53
4.4.6	Elaboración de mezcla	54
4.4.7	Ensayos en concreto fresco	56
4.4.8	Ensayos del concreto en estado endurecido	56
4.5	Técnicas e instrumentos	59
4.5.1	Técnicas	59



4.5.2	Instrumentos	59
4.6	Análisis estadístico	60
CAPÍTULO V		61
RESULTADOS Y DISCUSIONES		61
5.1	Análisis de resultados	61
5.1.1	Caracterización de los materiales áridos para diseño de concreto	61
5.1.2	Abrasión de los ángeles al desgaste de los agregados grueso de ($\frac{1}{2}$)	75
5.1.3	Abrasión de los ángeles al desgaste de los agregados reciclado de ($\frac{1}{2}$)	77
5.1.4	Diseño de mezcla método ACI 211.1	78
5.1.5	Elaboración de la mezcla	83
5.1.6	Prácticas normalizadas para la elaboración de muestras de concreto	83
5.1.7	Ensayo en estado endurecido	88
5.2	Prueba de hipótesis (resultados del análisis estadístico)	96
5.2.1	Estadística descriptiva	97
5.2.2	prueba de normalidad	98
5.2.3	Análisis inferencial (Prueba de Hipótesis)	100
5.2.4	Pruebas post hoc	104
5.3	Discusión	105
CAPÍTULO VI		107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		107
6.1	Conclusiones	107
6.2	Recomendaciones	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		110
NEXOS		114



INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operacionalización de variables	10
Tabla 2 — Cantidad de las muestras para obtener datos más confiables	39
Tabla 3 — Partículas para el ensayo de contenido de humedad	40
Tabla 4 — Masa mínima de la muestra para un ensayo de agregado grueso	41
Tabla 5 — Parámetros para la clasificación del agregado grueso	43
Tabla 6 — Límites de la clasificación del agregado fino	44
Tabla 7 — Resistencia requerida (F_{cr}) del concreto cuando no hay datos	51
Tabla 8 — Parámetros básicos para determinar la consistencia del concreto fresco	51
Tabla 9 — Determinación de agua, en Ltrs/m ³ , para los tamaños nominales	51
Tabla 10 — Determinar la relación agua cemento	52
Tabla 11 — Para determinar el volumen del de agregado grueso	52
Tabla 12 — Para determinar contenido de aire atrapado en el concreto	52
Tabla 13 — Ecuaciones para los diferentes cálculos de diseño de mezcla	53
Tabla 14 — Edades de ensayo y tolerancia permisible	58
Tabla 15 — Determinación de humedad natural de agregado fino	61
Tabla 16 — Determinación de humedad natural de agregado grueso	62
Tabla 17 — Determinación de humedad natural de agregado grueso reciclado	62
Tabla 18 — Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino	64
Tabla 19 — Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso	66
Tabla 20 — Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso reciclado	68
Tabla 21 — Peso unitario suelto del agregado fino de la cantera murillo	70
Tabla 22 — Peso unitario de agregado grueso suelto y compactado de la cantera	71
Tabla 23 — Peso unitario de agregado reciclado suelto y compactado	72
Tabla 24 — Gravedad específica y absorción del agregado fino	73
Tabla 25 — Gravedad específica y absorción del agregado grueso	74
Tabla 26 — Gravedad específica y absorción del agregado reciclado	75
Tabla 27 — Tipo de método de ensayo para abrasión al desgaste por el método B	76
Tabla 28 — Tipo de método de ensayo para abrasión al desgaste por el método B	77



Tabla 29 — Abrasión los ángeles del agregado grueso reciclado	77
Tabla 30 — Características de los agregados para el diseño de mezcla	79
Tabla 31 — Peso de los materiales de agregado corregidos	82
Tabla 32 — Agregados con adición de agregado grueso reciclado	82
Tabla 33 — Proporción de agregados para diseño de mezclas	82
Tabla 34 — Temperatura con la adición de agregado grueso reciclado.	84
Tabla 35 — Resultados del ensayo del asentamiento de concreto	85
Tabla 36 — Resultados del porcentaje del aire atrapado en concreto	86
Tabla 37 — Resistencia con 0 % de AGR a la Edad de 7, 14 y 28 días	88
Tabla 38 — Resistencia a compresión con 10 % de AGR a la edad de 7, 14 y 28 días	89
Tabla 39 — Resistencia a compresión con 20 % de AGR a la edad de 7, 14 y 28 días	90
Tabla 40 — Resultado de resistencia con 30 % de AGR a la edad de 7, 14 y 28 días	91
Tabla 41 — Resultado de resistencia con 40 % de AGR a la edad de 7, 14 y 28 días	92
Tabla 42 — Resultado del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad	96
Tabla 43 — Estadística descriptiva para resistencia promedio alcanzada (kg/cm^2)	97
Tabla 44 — Estadística descriptiva para asentamiento promedio (cm)	97
Tabla 45 — Estadística descriptiva para asentamiento promedio (cm)	98
Tabla 46 — ANOVA para resistencia (kg/cm^2) vs. Adición de AGR (%)	100
Tabla 47 — ANOVA para asentamiento (cm) vs. Adición de AGR (%)	101
Tabla 48 — ANOVA para densidad (kg/cm^3) vs. Adición de AGR	102
Tabla 49 — Prueba de Tukey a 95% de nivel de confianza para resistencia	104
Tabla 50 — Prueba de Tukey a 95% de nivel de confianza para el asentamiento	104
Tabla 51 — Prueba de Tukey a 95% de nivel de confianza para la densidad	105



INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Demolición de colegios	20
Figura 2 — Desastres naturales (terremotos)	21
Figura 3 — Restos de briquetas	21
Figura 4 — Procedimiento de los ensayos realizados en laboratorio	38
Figura 5 — Concreto reciclado de la av. Abancay	54
Figura 6 — Tipos de falla de especímenes	57
Figura 7 — Tamizado del agregado fino y la cuantificación por cada malla	64
Figura 8 — Curva granulométrica de agregado fino de la cantera	65
Figura 9 — Cuarteo de agregado grueso para respectivo ensayo granulométrico	66
Figura 10 — Curva granulométrica de agregado grueso de cantera	67
Figura 11 — Cuarteo de AGR para su respectivo ensayo granulométrico	68
Figura 12 — Curva granulométrica de agregado grueso Reciclado	69
Figura 13 — Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino	70
Figura 14 — Ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso	71
Figura 15 — Ensayo de peso unitario suelto del agregado reciclado	72
Figura 16 — Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino	73
Figura 17 — Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso	74
Figura 18 — Ensayo de gravedad específica y absorción del AGR	75
Figura 19 — Ensayo de abrasión de los ángeles	76
Figura 20 — Tamizado del agregado luego del ensayo de abrasión	77
Figura 21 — Ensayo de abrasión de los ángeles del AGR	78
Figura 22 — Tamizado del AGR luego del ensayo de abrasión en la malla N° 12	78
Figura 23 — Dosificación de los materiales para la elaboración del concreto	83
Figura 24 — Control de temperatura en estado fresco	84
Figura 25 — Control de temperatura en estado fresco del concreto	84
Figura 26 — Asentamiento con adición de agregado grueso reciclado	85
Figura 27 — Control del asentamiento del concreto fresco	86
Figura 28 — Aire atrapado con 0% de adición de AGR	87



Figura 29 — Ensayo del aire atrapado en el concreto fresco	87
Figura 30 — Resistencia con 0% de AGR a la edad de 7, 14 y 28 días	88
Figura 31 — Resistencia con 10% de AGR a la edad de 7, 14 y 28 días	89
Figura 32 — Resistencia con 20% de AGR a la edad de 7, 14 y 28 días	90
Figura 33 — Resistencia con 30% de AGR a la edad de 7, 14 y 28 días	91
Figura 34 — Resistencia con 40% de AGR en la edad de 7, 14 y 28 días	92
Figura 35 — Curva de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días	93
Figura 36 — Comportamiento de la curva de resistencia a los 7, 14 y 28 días	93
Figura 37 — Resistencia a compresión con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de AGR	94
Figura 38 — Resistencia a la compresión con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de AGR	94
Figura 39 — Comportamiento de la barra de la resistencia a compresión	95
Figura 40 — Comportamiento de la barra de la resistencia a compresión en (%)	95
Figura 41 — Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) para resistencia (kg/cm^2)	98
Figura 42 — Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) para asentamiento (cm)	99
Figura 43 — Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) para densidad (kg/cm^3)	99
Figura 44 — Promedio de la resistencia a compresión del concreto por tratamientos	101
Figura 45 — Promedio del asentamiento del concreto por tratamientos	102
Figura 46 — Promedio de densidad del concreto por tratamientos	103
Figura 47 — Materiales para el ensayo	115
Figura 48 — cuarteo de materiales para realizar estudio granulométrico	115
Figura 49 — diseño de mezclas	116
Figura 50 — Ensayo de slump en estado fresco	116
Figura 51 — elaboración de testigos cilíndricos	117
Figura 52 — curado de los testigos	117
Figura 53 — Testigos para las respectivas roturas a compresión con AGR-C	118
Figura 54 — Ensayo a compresión de los testigos cilíndricos con AGR-C a 7 días	118
Figura 55 — daños físicos de las briquetas después de la compresión a los 7 días	118
Figura 56 — Testigos para las respectivas roturas a compresión con AGR-C a 14 días	119
Figura 57 — Ensayo a compresión de los testigos cilíndricos con AGR-C a 14 días	119
Figura 58 — daños físicos de las briquetas después de la compresión a los 14 días	119
Figura 59 — Ensayo a compresión de los testigos cilíndricos con AGR-C a 28 días	120
Figura 60 — daños físicos de las briquetas después de la compresión a los 28 día	120
Figura 61 — Certificados de calibración de balanza hidráulica	121
Figura 62 — Certificados de calibración de balanza hidráulica	122



Figura 63 — Certificados de calibración para ensayo de excentricidad	123
Figura 64 — Certificados de calibración de balanza electrónica	124
Figura 65 — Certificados de calibración para ensayos de temperatura	125
Figura 66 — Certificados de calibración para ensayos de repetibilidad	126
Figura 67 — Certificados de calibración de máquina para ensayos uniaxiales	127
Figura 68 — Certificados de calibración de maquina uniaxiales	128
Figura 69 — Resultados de humedad de agregado grueso	129
Figura 70 — Resultados de contenido de humedad de agregado fino	130
Figura 71 — Resultados de análisis granulométrico de agregado fino	131
Figura 72 — Resultados de análisis granulométrico de agregado grueso	132
Figura 73 — Resultados de gravedad especifica	133
Figura 74 — Resultados de gravedad especifica	134
Figura 75 — Resultados de peso unitario de agregado fino	135
Figura 76 — Resultados de peso unitario de agregado grueso	136
Figura 77 — Resultados de abrasión de los ángeles para agregado grueso	137
Figura 78 — Resultados de abrasión de los ángeles para agregado grueso reciclado	138
Figura 79 — Resultados de análisis granulométrico para agregado grueso reciclado	139
Figura 80— Resultados de gravedad específica para agregado grueso reciclado	140
Figura 81— Resultados de peso unitario para agregado grueso reciclado	141
Figura 82 — Resultados de abrasión de los ángeles para agregado grueso reciclado	142
Figura 83 — Diseño de mezclas	143
Figura 84— Resultados de diseño de mezclas	144
Figura 85 — Resultados de resistencia a compresión concreto patrón	145
Figura 86 — Resultados de resistencia a compresión concreto con 10 % de AGR	146
Figura 87 — Resultados de resistencia a compresión concreto con 20 % de AGR	147
Figura 88 — Resultados de resistencia a compresión concreto con 30 % de AGR	148
Figura 89 — Resultados de resistencia a compresión concreto con 40 % de AGR	149



INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto de tesis titulado “Influencia del Concreto Reciclado como Agregado Grueso en la Resistencia a Compresión del Concreto $f'c$ 175 kg/cm² en la ciudad de Abancay, 2023”. Nace como consecuencia de la preocupación de reducir problemas de contaminación ambiental generados por desechos de construcción, remodelación y demolición de obras civiles que son arrojados en botaderos informales en la ciudad de Abancay. Dicha ciudad en mención se encuentra en constante crecimiento territorial en consecuencia la demanda de construir infraestructuras civiles se acrecienta, del mismo modo las demoliciones de obras civiles existentes también se aumentan, por lo tanto, los restos de construcción y demolición también están en incremento significativo que son trasladados a botaderos y terrenos abiertos generando un problema grave que es la contaminación, en ese criterio se ha considerado lo señalado por BAZALAR, y otros (2019) donde sostiene que “el crecimiento constante de las actividades de construcción, remodelación y demolición en las ciudades genera grandes volúmenes de residuos de concreto, que en la actualidad se han convertido en un problema grave de contaminación ambiental” (p. 5).

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado bajo el esquema propuesto por la unidad de investigación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por ello, se organizó mediante capítulos conformados de la siguiente forma:

En el capítulo I, planteamiento del problema, comprende descripción, enunciado y justificación del problema.

En el capítulo II, objetivos e hipótesis, comprende objetivo general, objetivos específicos, hipótesis general, hipótesis específicas como la operacionalización de variables.

En el capítulo III, marco teórico referencial, donde se ha desarrollado los antecedentes de la investigación, se ha desarrollado el fundamento teórico y el marco conceptual.

En el capítulo IV, metodología, donde se ha desarrollado la metodología que se utilizó para elaborar el trabajo de tesis que incluye tipo, nivel, método y diseño de la investigación;



población y muestra, procedimiento de la investigación, técnicas e instrumentos de la investigación y finalmente el análisis estadístico.

En el capítulo V. Resultados y discusiones, donde se desarrollan análisis de resultados, caracterización de materiales áridos para el diseño del concreto, practicas realizadas para la elaboración de muestras de concreto, ensayos en estado fresco, ensayos en estado endurecido.

En el capítulo VI, conclusiones y recomendaciones, donde se desarrollan las discusiones de nuestros resultados obtenidos para cada objetivo planteado contrastando con los antecedentes propuestos.

En el capítulo VII, referencias bibliográficas donde se detalla todas las fuentes utilizadas durante el desarrollo de la investigación.

Finalmente, en el capítulo VIII anexos, donde se detalla todas las evidencias mediante fotografías en las diferentes etapas realizada durante el proceso de ejecución del proyecto de tesis, evidencias mediante fotografías de documentos de calibración de los equipos de laboratorio para tener un eficiente resultado



RESUMEN

En la ciudad de Abancay, la industria de la construcción ha venido en constante crecimiento en los últimos años debido al aumento de la población. Sin embargo, este crecimiento viene acompañado de un aumento de los residuos de construcción y demolición, por lo que es necesario encontrar alternativas sostenibles para el manejo de estos residuos. Por lo que se hace necesario estudiar la reutilización del hormigón reciclado como agregado grueso producido por las demoliciones de pavimentos rígidos de la Av. Abancay en la producción de hormigón $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$. Con el fin de dar un nuevo valor al hormigón reciclado como agregado grueso y contribuir a la reducción de la cantidad de estos materiales destinados a vertederos. En particular, este estudio se centra en la evaluación de la influencia de diferentes porcentajes de sustitución de agregado grueso de origen natural por agregado grueso de origen hormigón reciclado, específicamente al 0%, 10%, 20%, 30% y 40%, para lograr nuevos diseños que alcancen las resistencias especificadas para su uso. En conclusión, la adición de concreto reciclado como agregado grueso influye significativamente en la resistencia a la compresión de forma desfavorable, donde porcentajes menores al 30% de adición de concreto reciclado cumplen con la resistencia según la NTP y porcentajes mayores al 30% disminuyen significativamente la resistencia. Así mismo, para el asentamiento influye desfavorablemente ya que con porcentajes mayores al 30% de adición el concreto queda muy seco, poco trabajable, incumpliendo con los parámetros de la NTP. También, en la densidad con adiciones a porcentajes mayores al 30% tiene mucho contenido de aire, lo que hace que la densidad del concreto disminuya. Por lo que se recomienda el uso de concreto reciclado para resistencia $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en porcentajes menores o iguales al 30%.

Palabras clave: *Concreto reciclado, agregado, resistencia a la compresión, asentamiento y densidad del concreto.*



ABSTRACT

In the city of Abancay, the construction industry has been constantly growing in recent years due to the increase in population. However, this growth is accompanied by an increase in construction and demolition waste, so it is necessary to find sustainable alternatives for the management of this waste. Therefore, it is necessary to study the reuse of recycled concrete as coarse aggregate produced by demolitions of rigid pavements on Av. Abancay in the production of concrete $f'c = 175\text{kg/cm}^2$. In order to give a new value to recycled concrete as coarse aggregate and contribute to the reduction of the amount of these materials destined for landfills. In particular, this study focuses on the evaluation of the influence of different percentages of substitution of coarse aggregate of natural origin by coarse aggregate of recycled concrete origin, specifically at 0%, 10%, 20%, 30% and 40%, to achieve new designs that reach the resistances specified for their use. In conclusion, the addition of recycled concrete as coarse aggregate significantly influences the compressive strength in an unfavorable way, where percentages of less than 30% of recycled concrete addition meet the strength according to the NTP and percentages greater than 30% significantly decrease the strength. Likewise, for the settlement it influences unfavorably since with percentages greater than 30% of addition the concrete is very dry, not workable, failing to comply with the NTP parameters. Also, in the density with additions at percentages greater than 30% it has a lot of air content, which causes the density of the concrete to decrease. Therefore, the use of recycled concrete is recommended for strength $f'c=175\text{kg/cm}^2$ in percentages less than or equal to 30%.

Keywords: *Recycled concrete, aggregate, compressive strength, concrete settlement and density.*



CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Hoy en día, la industria de la construcción es una de las bases del crecimiento de una ciudad, ya que es responsable de la provisión de infraestructuras que facilitan el desarrollo de una nación. Asimismo, estas actividades de construcción, remodelación y demolición generan gran cantidad de residuos: “Cada año se producen un billón de toneladas de residuos de construcción y demolición en todo el mundo. En promedio, solo la octava parte de estos residuos se reciclan” JIMENEZ, y otros (2017).

En países como Chile, la iniciativa del Acuerdo de Producción Limpia (APL) que se aplica a varios sectores manufactureros de todo el país, se inició en 1998 con el objetivo principal de mejorar las condiciones medioambientales de salud y de seguridad. “La cámara chilena de la construcción está impulsando al APL en el sector de la construcción urbana, logrando el control de 230 m³ de residuos de construcción y demolición, equivalente a un total de 15% generados, que sería de 15,539,000 m³/año según la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile” RONA (2019).

El Ministerio del Ambiente (MINAM), indica que en el Perú en 2014: “La proporción de residuos, generados por el sector de la construcción fue de 3.58% del total de residuos sólidos, por lo que es el segundo tipo de residuo de mayor importancia” MINAM (2020).

“En la ciudad de Lima se generan diariamente 30,000 m³ de residuos de construcción y demolición, o unas 19,000 toneladas, el 70% de los residuos acaba en los mares y ríos, y solo el 30% restante se lleva a sitios autorizados” LEON (2017).

Asimismo, MINAM (2020) donde señala que como consecuencia directa de la falta de rellenos sanitarios y de seguros, los residuos se colocan en lugares inadecuados, a menudo denominados vertederos, existe actualmente 64 rellenos sanitarios y 7 celdas



de seguridad en el Perú, en comparación con la cantidad de basura que se crea en el país, no son insuficientes.

En la ciudad de Abancay, los residuos de construcción y demoliciones son vertidos en lugares no autorizados, sin darle ninguna valorización, incumplimiento el reglamento de gestión y manejo de residuos sólidos de la construcción y demolición, esto viene generando mucha contaminación alrededor de nuestra ciudad, por esta razón se quiere buscar soluciones para la disminución de dichos residuos en lugares no autorizados.

1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo influirá la adición del agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión, asentamiento (slump) y densidad del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/ cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023?

1.2.2 Problemas específicos

- **PE1:** ¿Cómo influirá la adición del agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/ cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023?
- **PE2:** ¿Cómo influirá la adición del agregado grueso reciclado en el comportamiento del asentamiento (slump) en estado fresco del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/ cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023?
- **PE3:** ¿Cómo influirá la adición del agregado grueso reciclado en el comportamiento de la densidad del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/ cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023?

1.3 Justificación de la investigación

Esta investigación tiene como objetivo “Cuantificar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado como agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto $f'_c=175 \text{ kg/ cm}^2$ en la ciudad de Abancay, así sabremos si el agregado grueso reciclado cumplirá con las normas establecidas. Todos estos resultados obtenidos serán

de beneficio para que entidades públicas, usuarios particulares y constructores puedan o no utilizar el agregado grueso reciclado con mayor confianza.

El incremento de remanentes de construcción y demolición en Abancay es numeroso esto conlleva al aumento de concreto arrojados en lugares no autorizados, porque actualmente no existen zonas de almacenamiento designados por el Gobierno Local, por lo que merece ser estudiado para incrementar el uso del agregado grueso reciclado. En la ciudad de Abancay no se aplica el uso del agregado grueso reciclado por desconocimiento, por ello es esencial empezar el desarrollo de rutinas orientadas al manejo de agregado reciclado de residuos de construcción y demolición para elaborar un nuevo concreto.

Se observa que en nuestra localidad solo existe una investigación sobre el concreto reciclado, este no es suficiente para que la población pueda entender lo eficiente que sería la reutilización de este concreto, y así crear un nuevo conocimiento de reciclaje de concreto. La razón por la que se desarrolló la presente investigación es con el objetivo de proponer el uso de este material y si este cumple con la normativa vigente.

El aporte práctico de la investigación consiste en proporcionar resultados técnicamente cuantitativos obtenidos de los procedimientos realizados en laboratorio, este aporte es importante para que en un futuro se tomen diferentes criterios de decisión respecto al uso del agregado grueso reciclado, dependiendo del uso que se le dará a la estructura.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

OG: Determinar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión, asentamiento (slump) y densidad del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023.

2.1.2 Objetivos específicos

- **OE1:** Determinar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023.
- **OE2:** Determinar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en el comportamiento del asentamiento (slump) en estado fresco del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023.
- **OE3:** Determinar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en el comportamiento de la densidad del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

HG: La adición de agregado grueso reciclado influye significativamente en la resistencia a compresión, asentamiento (slump) y densidad del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023.



2.2.2 Hipótesis específicas

- **HE1:** La adición de agregado grueso reciclado influye significativamente en la resistencia a compresión del del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023.
- **HE2:** La adición de agregado grueso reciclado influye significativamente en el comportamiento del asentamiento (slump) en estado fresco del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023.
- **HE3:** La adición de agregado grueso reciclado influye significativamente en el comportamiento de la densidad del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Abancay, 2023.



2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1 — Operacionalización de variables

influencia del concreto reciclado como agregado grueso en la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 175 kg/ cm ² en la ciudad de Abancay, 2023							
	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ISTRUMENTO
INDEPENDIENTE	Agregado grueso reciclado	El agregado grueso reciclado: Es un elemento granulado y se le da la definición como un material de segundo plano provenientes de demoliciones de construcciones, para después poder triturarles y obtener partículas de tamaños parecidos a los agregados naturales NTP (2014).	Para realizar la incorporación del agregado grueso reciclado previamente se debe hacer una selección del grano a través del tamizaje, para luego agregar los porcentajes de peso que se va a emplear en este producto.	Adición de agregado grueso reciclado	0	%	Fichas técnicas del laboratorio
					10	%	Fichas técnicas del laboratorio
					20	%	Fichas técnicas del laboratorio
					30	%	Fichas técnicas del laboratorio
					40	%	Fichas técnicas del laboratorio
DEPENDIENTES	Resistencia a compresión del concreto $f'c = 175$ kg/cm ²	La resistencia a la compresión es calculada a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en mega pascales (MPa) en unidades SI. Se mide rompiendo briquetas, que son probetas cilíndricas de concreto, en una máquina de ensayos de compresión COTTIER (1995).	Para determinar la resistencia a la compresión es necesario conocer las características del agregado reciclado, propiedades mecánicas del mismo, para luego con la adición de diferentes porcentajes de agregado reciclado, obtener una dosificación con mejores resultados.	Comportamiento mecánico	Resistencia a compresión	kg/ cm ²	Ensayos de resistencia a compresión
				Comportamiento físico	Slump	cm	Ensayos de slump
					Densidad	kg/ cm ³	Ensayo de densidad

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes.

3.1.1 Internacionales

Según CARRASCO (2018) cuya tesis “Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Rio Bamba análisis de costo e impacto ambiental”, trabajo de investigación presentado para obtener el grado de maestro en arquitectura y sostenibilidad de la universidad católica del ecuador, donde su principal objetivo fue utilizar residuos de construcción y demolición (RCD) de la ciudad de Riobamba para la elaboración de un nuevo bloque de hormigón, como una alternativa viable y sustentable para el desarrollo de la ciudad.

El trabajo de investigación ha utilizado su metodología bajo el enfoque cuantitativo, el diseño que han planteado es experimental, se considera que tenga elementos de concreto y diferentes actividades relacionadas a la construcción, entre ellas, obra nueva, renovaciones o modificaciones estructurales, arquitectónicas, demoliciones, ampliaciones y todas aquellas que contemplen la demolición de concreto, la técnica aplicada Se considera análisis documental y observación de campo con su respectivo instrumento que se realizará dentro del marco del reglamento nacional de construcción, mediante las cuales se hará uso del agregado grueso reciclado para mejorar la resistencia. y concluye: Que las pruebas de laboratorio demuestran que los ladrillos fabricados por RCD cumplen con los estándares ecuatorianos en cuanto a propiedades físicas, químicas y mecánicas. Las placas con contenido 100% reciclado resisten 4.04 MPa, superando el requisito estándar de 4.0 MPa, y absorben 23.53 kg/m³, superando el límite estándar de 208 kg/m³. Como resultado, se concluyó que los nuevos bloques creados por colecciones de largo plazo son óptimos y cumplen con los estándares.



Según DIAZ (2019) en su tesis, “Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la elaboración de concretos en colima villa

en arquitectura sostenible y gestión urbana del instituto tecnológico de colina, donde su principal objetivo fue analizar los RCD principalmente concretos considerados desperdicios en el proceso de construcción y demolición por medio de la trituración, aprovechando sus componentes básicos como arena y grava para elaborar nuevos concretos con el propósito de reducir costos e impacto ambiental al sustituir el material pétreo de banco por los agregados reciclados.

El trabajo de investigación ha utilizado su metodología bajo el enfoque cuantitativo, el diseño que han planteado es experimental, se considera que tenga elementos de concreto y diferentes actividades relacionadas a la construcción, entre ellas, obra nueva, renovaciones o modificaciones estructurales, arquitectónicas, demoliciones, ampliaciones y todas aquellas que contemplen la demolición de concreto, la técnica aplicada Se considera análisis documental y observación de campo con su respectivo instrumento que se realizará dentro del marco del reglamento nacional de construcción, mediante las cuales se hará uso del concreto reciclado para mejorar la resistencia.

Concluye: Las principales y posibles aplicaciones para el concreto derivadas de los análisis y comparación de los resultados son la de cualquier elemento de baja resistencia, como banquetas, firmes, machuelos, cerramientos, rampas de acceso peatonal y vehículos ligeros.

Para DURAN (2018) en la investigación “Determinación de parámetros físico - mecánicos y de durabilidad en concreto reciclado con residuos de construcción y demolición (RCD)”, el objetivo de la investigación es determinar aspectos de comportamiento físico - mecánico y de durabilidad en mezclas de concreto con diferentes porcentajes de RCD como reemplazo de agregado grueso que permitan establecer la viabilidad para uso en vías de pavimento rígido de bajo tránsito u otras aplicaciones, donde concluyo: Los hallazgos muestran una relación confiable entre el cambio porcentual en el tiempo agregado y el tiempo de curado y la resistencia a la compresión. Esto muestra que la resistencia se puede estimar cuando el proceso de diseño de

materiales se resuelve utilizando el modelo matemático propuesto. Sin embargo, no se encontró una relación fuerte entre las variables estudiadas y el módulo de tracción del concreto. De acuerdo con los resultados del módulo de ruptura, se puede concluir que el hormigón con áridos reciclados se puede utilizar en materiales no estructurales como fachadas y mobiliario urbano en ciudades con poco tráfico.

Para VERA, y otros (2020) en la investigación “Diagnóstico para la elaboración de concreto a partir de la utilización de concreto reciclado”, el objetivo de la investigación es diagnosticar la elaboración de concreto a partir de la utilización de escombros de concreto, donde concluye:

Se puede considerar que el uso de agregados reciclados produce concreto nuevo modificado con propiedades físicas mínimas previstas, como dureza, resistencia y trabajabilidad. El hormigón reciclado es una alternativa útil a los áridos naturales, especialmente cuando se transporta a largas distancias y donde los residuos de hormigón son difíciles de eliminar. La resistencia a la compresión del hormigón fresco que utiliza árido 100% reciclado se reduce entre un 10% y un 15% en comparación con el hormigón con áridos naturales.

Para MARTINES (2020) en la investigación “El concreto con agregado reciclado como proyecto de sostenibilidad urbana”, el objetivo es establecer los beneficios de los residuos de construcción y demolición generados en Colombia, con el fin de plantear opciones para de los (RCD), en proyectos de sostenibilidad urbana, donde concluyo:

Los resultados muestran que las propiedades del concreto con agregado reciclado son similares a los agregados naturales y pueden ser utilizados en diferentes obras como mezclas de concreto, cimentaciones y cimientos, pisos duros y blandos, estructuras, bloques de concreto y muros de concreto. Contención de acuerdo con las normas y reglamentos colombianos. Además, esta práctica tiene un impacto positivo en el medioambiente, Decreto No. 472 de 2017, Artículos 79-80 de la Constitución Política de Colombia. Cumple con las regulaciones y normas como los artículos y la norma ISO 14001:2015. Porque evita construcciones y demoliciones innecesarias, reduce el uso de piedras y mejora la calidad del suelo, el aire, el agua, los animales y las plantas de las ciudades.



3.1.2 Nacionales

Según MAMANI, y otros (2019) en su tesis titulada “Uso del concreto reciclado como agregado y su comportamiento en la resistencia, en adoquines de uso peatonal, Lima 2019”, trabajo de investigación presentado para obtener el título profesional de ingeniero civil de la Universidad Cesar Vallejo, donde su principal objetivo fue determinar el porcentaje del concreto reciclado como agregado fino y su comportamiento en la resistencia de adoquines de uso peatonal.

El trabajo de investigación ha utilizado su metodología bajo el enfoque cuantitativo, el diseño que han planteado es experimental y también de tipo correlacional, aplicando 6 muestras de cada combinación con distintos porcentajes de 0 %, 10 %, 20 %, 30 % y 40 %, la técnica aplicada se considera análisis documental y observación de campo con su respectivo instrumento que se realizará dentro del marco del reglamento nacional de construcción, mediante las cuales se hará uso del concreto reciclado para mejorar la resistencia, registrando los valores en las fichas de registro de información, así como las pruebas que se realicen se registrarán a través de los equipos con los cuales se realizan los ensayos para luego analizar los resultados registrados en las fichas y comparar con la información inicial.

Y concluye: El uso de concreto reciclado como agregado fino no presenta un índice de cumplimiento de resistencia a la compresión en su totalidad, ya que según los ensayos realizados solo con los porcentajes de 10 % 20 % y 30 % alcanzaron las exigencias permitidas por la norma mas no al 40 %, estableciendo que, a mayor uso de concreto reciclado, menor es su resistencia a la compresión.

Según BAZALAR, y otros (2019) en su tesis titulada “Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras a porticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental”. trabajo de investigación presentado para obtener el título profesional de ingeniero civil de la Universidad peruana de ciencias aplicadas, donde su principal objetivo fue analizar el comportamiento del concreto con agregado grueso reciclado de las construcciones de concreto y el impacto



ambiental que este genera con el fin de realizar comparaciones frente a concretos convencionales.

El trabajo de investigación ha utilizado su metodología bajo el enfoque cuantitativo, el diseño que han planteado es experimental en donde se someterá a los agregados naturales y agregados de concreto reciclado (variables independientes) a ensayos, aplicando como muestra solo el distrito de Jesús María para el estudio y comportamiento del concreto estructural con agregados de concreto reciclado, la técnica guías de laboratorio, guías de observación, notas de campo, programas computacionales con su respectivo instrumento que se realizará dentro del marco del reglamento nacional de construcción.

y concluye: En la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con ACR analizados, se pudo observar que los agregados de concreto reciclado presentan una menor densidad, ya que el mortero adherido es menos denso que la roca subyacente. Además, se observó que los ACR presentan una mayor absorción y porosidad con respecto a los agregados naturales debido al mortero adherido y el agrietamiento causado por los procesos de trituración durante su reciclaje, lo cual les permiten mantener una mayor capacidad de agua en sus poros con respecto a los agregados naturales (AN). Sin embargo, se hace énfasis en que, para porcentajes de reemplazo bajos de ACR en el concreto, la afectación de la durabilidad no es tan significativa.

Según CUBAS, y otros (2019) en su tesis intitulada “Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional” trabajo de investigación presentado para obtener el título profesional de ingeniero civil de la Universidad peruana unión, donde su principal objetivo fue Determinar la influencia del agregado grueso reciclado (AGR) en la resistencia a compresión para un concreto convencional.

El trabajo de investigación es de nivel explicativo, debido a que existe una relación cuasi experimental de causa - efecto, aplicando como muestra las probetas elaboradas con la adición de agregado grueso reciclado (AGR) y las probetas del grupo control, elaborados con agregado grueso natural, la técnica aplicada se considera análisis documental y observación de campo con su respectivo instrumento que se realizará dentro del marco del reglamento nacional de construcción.



Y concluye: Se establece que para un concreto elaborado con AGR-C y curado hasta los 28 días, el 10 % de adición ejerce una influencia buena en la resistencia a compresión. Los valores disminuyen en 4.53% a 11.75% en función al concreto patrón para todas las resistencias de diseño. A su vez el mejor comportamiento lo obtuvo el $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ superando en 0.643% a la resistencia de diseño. Además, a mayor adición de agregado grueso reciclado, menor será la resistencia a compresión.

Para VEGA (2018) en la investigación “Agregado de concreto reciclado, su influencia en las propiedades mecánicas de concreto 210, 280 y 350 kg/cm^2 , Lima-2018”, su objetivo es determinar la influencia de concreto reciclado en las propiedades mecánicas de concreto 210, 280 y 350 kg/cm^2 , donde concluyo: Los resultados muestran que el uso de mezclas de concreto reciclado tiene un efecto positivo en las propiedades mecánicas de los edificios, dependiendo de la resistencia a la compresión requerida para los diferentes diseños de mezcla. Además, este tipo de árido tiene menor densidad y mayor módulo de elasticidad que los áridos convencionales. En términos de esfuerzo de compresión, se determinó que la resistencia del agregado de concreto reciclado aumentó un 22% en el diseño de 210 kg/cm^2 , un 7% en el diseño de 280 kg/cm^2 y un 5% en el diseño de 350 kg/cm^2 . Basado en el peso real, el peso del material reciclado es de 130 kg/m^3 para concreto de 210 kg/cm^2 , 86 kg/m^3 para concreto de 280 kg/cm^2 y 66 kg/m^3 para concreto de 350 kg/cm^2 . En cuanto al módulo de elasticidad, el composite reciclado también tiene buena durabilidad y da un valor alto: 8,053.93 kg/cm^3 para un diseño de 210 kg/cm^2 , 1,085.59 kg/cm^3 para un diseño de 350 kg/cm^2 y 480.06 kg/cm^3 para 280 kg/cm^2 .

Para TARAZONA (2018) en su tesis “Aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los residuos de demolición de pavimentos rígido en la producción de concreto nuevo en la ciudad de Huánuco - 2018”, el objetivo es realizar un estudio del comportamiento del agregado grueso proveniente de los residuos de demolición del pavimento rígido para que se pueda utilizar en la producción de concreto nuevo, donde se concluyó:

Las pruebas muestran que una cantidad significativa de áridos residuales tiene las mismas propiedades físicas y mecánicas que los áridos naturales. El análisis granulométrico muestra que en los áridos naturales y reciclados predominan



las partículas de piedra. Sin embargo, existen diferencias significativas en el contenido de humedad, que es mucho mayor en las porciones regeneradas (0.32 frente a 0.08 en las porciones naturales). Esto se debe a que los áridos reciclados son porosos y contienen mucha agua. Existen ligeras diferencias en el peso unitario entre los agregados naturales y procesados en diferentes tamaños ($\frac{1}{2}$ " y 1"). También se afirma que el peso del material reciclado mantiene una forma constante, mientras que en los áridos naturales es igual en tamaño (PU 1.77 y comprimido 1.90 para árido natural de $\frac{1}{2}$ "; PU 1.55 libre y 1.70 PU comprimido por 1)." En general, el análisis concluye que los agregados importantes provenientes de desechos son similares a los agregados naturales en propiedades físicas y mecánicas, lo que demuestra su capacidad para usarse en la producción de concreto nuevo.

3.1.3 Locales

Para ANAMPA, y otros (2019) en su investigación "Influencia del material reciclado proveniente del pavimento deteriorado en el jr. Puno y av. Abancay de la ciudad de Abancay para la elaboración de concreto nuevo a ser reutilizados en pavimentos", su objetivo es determinar la influencia del material reciclado proveniente del pavimento deteriorado en el jr. Puno y av. Abancay de la ciudad de Abancay para la elaboración de concreto nuevo a ser reutilizados en pavimentos, donde se concluyó:

El agregado grueso, crucial en mezclas de concreto, presenta un desgaste del 31.29% en los agregados reciclados y 23.05% en los de cantera. Aun así, el valor no supera los límites establecidos por el MTC E 207, lo que indica que el agregado reciclado es adecuado para pavimentos rígidos. El diseño de mezcla con agregado reciclado difiere del convencional en la cantidad de agregado y agua necesaria debido a la porosidad del agregado reciclado. La utilización del material reciclado al 100% en la elaboración de concreto resulta en un 75.62% de la resistencia a la compresión en comparación con el concreto elaborado con agregado natural. Para mejorar la resistencia del concreto con agregado grueso reciclado, se hicieron combinaciones de proporciones (25%, 50% y 75%), logrando resistencias del 86.54%, 87.75% y 80.20%, respectivamente, en comparación con el concreto con 100% de agregado natural. La reutilización de pavimentos deteriorados contribuye significativamente a reducir la



contaminación generada por la gestión inadecuada de los residuos de construcción y demolición.

Para MEDINA (2021) en su investigación “Influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades y flexión de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – Abancay 2021”, su objetivo es cuantificar la influencia de la incorporación de agregado grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecánicas a compresión y flexión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – Abancay 2021 donde concluyo: Los resultados muestran que la incorporación de árido de hormigón reciclado afecta sus propiedades mecánicas de compresión y flexión en dos porcentajes de reposición: 50% y 75%, pero viceversa cuando el porcentaje de reposición es del 25%. Este último no afectó las propiedades de compresión y flexión; Por otro lado, se concluyó que a medida que aumentó la cantidad de agregado de concreto reciclado agregado, la resistencia a compresión y flexión aumentó a la edad de 28 días en comparación con cada reemplazo en 25%, 50% y 75%. muestra estándar. Cabe señalar que, a pesar de este comportamiento, la muestra aún cumplió con la resistencia especificada $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.

3.2 Marco teórico

3.2.1 El concreto reciclado como agregado grueso

3.2.1.1 Definición y características del concreto reciclado

- **Definición general del concreto reciclado**

Según CARIZAILE, y otros (2015) “se llama concreto reciclado al fabricado con agregados reciclados, que son tratados con anterioridad para su uso, mezclándose con cemento, agregados, agua e incluso con aditivos, con el objetivo de poder sustituir a los agregados convencionales sin afectar notoriamente las propiedades de un concreto convencional” (p. 37).

También ANAMPA, y otros (2019) “el agregado grueso reciclado es un material producido a partir de la reutilización de residuos de concreto provenientes de demoliciones y construcciones. Estos desechos se trituran para obtener agregados que pueden ser usados



nuevamente en la producción de nuevo concreto. Su uso contribuye a la sostenibilidad en la construcción al reducir la demanda de recursos naturales y disminuir el volumen de residuos en vertederos” (p. 125).

- **Propiedades físico-mecánicas del agregado grueso reciclado**

Según CUBAS, y otros (2019) “dentro de las principales diferencias entre agregados naturales y agregados de concreto reciclado, se destacan para los agregados reciclados un menor peso específico, mayor absorción de agua y principalmente la cantidad de mortero adherido a la superficie de los agregados” (p. 54).

Densidad (gr/cm³): Según CUBAS, y otros (2019) “es un parámetro que mide la relación existente entre la masa y el volumen de un material y se expresa gr/cm³. Para muchos autores la densidad del agregado grueso reciclado de concreto (AGR -C) es generalmente menor, en comparación con la del agregado grueso natural (AGN). Esto ocurre gracias al mortero adherido en el agregado cuando se termina el proceso de trituración de un concreto reciclado” (p. 54).

Absorción de Agua (%): Según CUBAS, y otros (2019) “la propiedad que tiene los agregados de incorporar agua en su estructura interna debido a la porosidad. A su vez la porosidad es el causante de una mayor absorción en los agregados reciclados” (p. 55).

Granulometría: Según CONTRERAS, y otros (2015) “la granulometría del AGR depende directamente del tipo de trituración al que es sometido, de ahí se deduce que la composición granulométrica de los mismos resulta independiente del nivel resistente del hormigón a partir del cual son obtenidos” (p. 38).

- **Método de obtención del agregado grueso reciclado**

Según QUIROZ, y otros (2006) “el concepto de utilizar hormigón viejo de aceras, edificios y otras estructuras como fuente de agregado



se ha demostrado en muchos proyectos para ayudar a conservar materiales y energía. El proceso implica romper y quitar el hormigón viejo” (p. 23).

Aumente la potencia del acero o los materiales integrados en la trituradora principal y secundaria. Elevar el nivel y lavar. Por favor, mantenga un conjunto grueso y bueno.

También afirma que “las actividades de construcción generan desechos durante el proceso constructivo, demoliciones, reparaciones o reforzamiento de alguna construcción en general” ACENCIO (2014).

a) Demolición

Según MARROQUIN (2012) “la demolición es producida mayormente por las edificaciones, proyectos de carreteras y puentes. Normalmente los residuos están constituidos mayormente por concreto, asfalto, ladrillos, bloques y suciedad, otro porcentaje por madera y productos relacionados y un pequeño porcentaje de residuos misceláneos” (p. 17).



FUENTE: Marroquin, 2012

Figura 1 — Demolición de colegios

b) Desastres Naturales

Según MARROQUIN (2012) “los desastres naturales son causados por la naturaleza y pueden ser de carácter inesperado o recurrente. Por



su naturaleza, los desastres naturales se pueden clasificar en un rango que va desde los desastres climatológicos (huracanes, tornados, inundaciones, sequías) hasta los geológicos (terremotos deslizamientos, erupciones volcánicas), generando desechos cuando las construcciones civiles colapsan por cualquiera de estos fenómenos naturales” (p. 18).



FUENTE: Marroquin, 2012.

Figura 2 — Desastres naturales (terremotos)

c) Otros

Según MARROQUIN (2012) sostiene que “existen residuos no clasificados anteriormente que se ve en las vías públicas, generando desorden, obstrucciones hacia los peatones, y sobre todo contaminación paisajística hacia el medio ambiente” (p. 19). Un ejemplo claro puede ser las probetas extraídas de laboratorios destinados a ensayos de resistencias.



FUENTE: Marroquin, 2012.

Figura 3 — Restos de briquetas

- **Procesamiento del concreto reciclado**

Según CUBAS, y otros (2019) la “recolección y reutilización del material reciclado debe realizarse en grandes volúmenes para la mayor producción de agregado, además es necesario tener en cuenta que los materiales reciclados de la actividad de construcción sean de características idénticas al material de origen. Esto se logra a través de un desmontaje selectivo y de la clasificación y separación de los materiales” (p. 37).

a) Obtención de materiales: Según CUBAS, y otros (2019) “los materiales se deben clasificar y separar según criterios técnicos conforme a las normas vigentes para procurar una característica similar al material de origen. Los residuos de construcción y demolición (C&D) deben ser agrupados en gran cantidad para poder obtener un mayor aprovechamiento de los materiales” (p. 19).

b) Acondicionamiento y almacenamiento: Según CUBAS, y otros (2019) “los residuos de (C&D) deben ser almacenados por un determinado tiempo dentro de la misma obra bajo parámetros de accesibilidad, salubridad, seguridad y criterios ambientales. Para obras menores domiciliarias o de infraestructura el almacenamiento se acondicionará en sacos de material resistente o recipientes adecuados según la cantidad generada” (p. 37).

c) Recolección: Según CUBAS, y otros (2019) “donde sostiene que Para realizar esta tarea se debe ejecutar con la ayuda de trabajadores para poder recoger y seleccionar los residuos generados durante los procesos constructivos y luego será trasladado a un destino para ser uso de ello” (p. 38).

d) Transporte: Para CUBAS, y otros (2019) “el proceso de transporte de residuos de (C&D) debe realizarse con equipos y horarios establecidos. De modo que la municipalidad se encarga de fijar rutas exclusivas para el traslado de residuos. Mientras que el responsable de la evacuación de los residuos de C&D hasta que

lleguen a su disposición final son las Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS)” (p. 38).

e) Disposición Final: Según CUBAS, y otros (2019) donde sostiene que las municipalidades provinciales y distritales establecen parámetros para poder localizar dicha infraestructura (escombrera) únicamente para la disposición de residuos. Esta escombrera debe estar ubicada a no menos de un kilómetro de la zona urbana y fuera de lugares arqueológicos, zonas reservadas, áreas naturales y zonas de amortiguamiento.

3.2.1.2 Ventajas y limitaciones del uso de agregado grueso reciclado

- **Ventajas ambientales**

GUACANEME (2015) “este material reciclado puede ser utilizado dentro de la misma área de generación, esto puede conducir a una disminución en el consumo de energía a partir del transporte y la producción de agregados. Esto puede ayudar a mejorar la calidad del aire mediante la reducción de emisiones de las fuentes de transporte” (p. 34).

- **Ventajas económicas**

Los beneficios utilizar concreto reciclado también puede tener beneficios económicos, teniendo en cuenta la situación y las condiciones locales GUACANEME (2015).

El costo de enviar a los sitios de disposición final muchas veces puede ser superior al costo de separar y vender los residuos de concreto, de un sitio de construcción a un agente reciclador GUACANEME (2015).

- **Ventajas técnicas**

La durabilidad del concreto reciclado significa que su larga vida útil puede presentar ventajas en sostenibilidad frente a otros materiales de construcción GUACANEME (2015).



También la reutilización de los escombros de la demolición de concreto reduce cantidades antiestéticas de escombros de concreto, de los que se reduce los impactos al paisaje GUACANEME (2015).

- **Limitaciones del uso de agregado grueso reciclado**

Según GUACANEME (2015) donde sostiene que el uso de hormigón triturado dependiendo de la cantidad de adición disminuye la resistencia a compresión y la trabajabilidad del concreto, por lo tanto, es fundamental comprobar la calidad del hormigón reciclado antes de usarlo para garantizar la seguridad y la longevidad.

Según GUACANEME (2015) donde sostiene que el hormigón triturado reciclado suele considerarse menos atractivo que el hormigón nuevo o la piedra decorativa. Para proyectos que necesitan concreto de buena apariencia, el concreto reciclado como agregado grueso no es ideal. Sin embargo, es bueno para proyectos que necesitan materiales resistentes a bajo costo, así como en concretos no estructurales.

También GUACANEME (2015) sostiene que el hormigón puede estar contaminado con sustancias procedentes de las obras de construcción, como pegamento, barras de refuerzo metálicas y plásticos, dependiendo de su procedencia. Esta contaminación puede complicar su uso en proyectos específicos y reducir la durabilidad del material. Es importante trabajar con un proveedor que mantenga estrictos estándares de garantía de calidad y esté comprometido a suministrar material limpio y no contaminado.

3.2.2 Influencia del agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión

3.2.2.1 Principios básicos de la resistencia a compresión en concretos

- **Concepto de resistencia a compresión**

Para COTTIER (1995) Es calculada en base a la capacidad para soportar una carga con relación al área que resiste esa carga, se expresa generalmente en kilogramos por centímetro cúbico (Kg/cm^2)



en unidades del 3SI. Se mide exponiendo unas probetas de forma cilíndricas, en una máquina digital de ensayos de resistencia a la compresión.

Para determinar la resistencia a la compresión es necesario conocer las características del agregado reciclado, propiedades mecánicas del mismo, para luego con la adición de diferentes porcentajes de agregado reciclado, obtener una dosificación con mejores resultados COTTIER (1995).

Por último, la resistencia a la compresión para el presente proyecto fue de $f'c=175\text{kg/cm}^2$ la cual, será evaluada a los 7, 14 y 28 días, se logró determinar comparando la resistencia final entre el concreto convencional y el concreto propuesto utilizando concreto reciclado, teniendo en cuenta para ello, los ensayos a realizarse, los cuales nos brindarán las propiedades físicas y propiedades mecánicas.

3.2.2.2 Estudios previos relevantes

COLLANTES, y otros (2018) en su tesis titulada “influencia del agregado reciclado sobre la compresión, abrasión, asentamiento y permeabilidad en el concreto permeable no estructural” donde se evaluó la adición de concreto reciclado como agregado grueso, en donde se concluye que las medias de los tratamientos difieren, es decir, el porcentaje de agregado reciclado sobre el agregado grueso afecta de manera significativa la resistencia a la compresión media a 28 días.

Según FUENTES, y otros (2024) en su tesis titulada “Utilización de concreto reciclado como agregado grueso para la elaboración de nuevos diseños” donde se evaluó la adición de concreto reciclado en diferentes porcentajes y se concluyó que el concreto permeable con un porcentaje de reemplazo de entre un 60% a 100% nos da un resultado a la resistencia a la compresión reducida en un 20% a 40% en comparación con el concreto permeable con 100% de agregados naturales. Este estudio demuestra que, aunque es viable preparar

concreto permeable con Ra, las propiedades del concreto permeable pueden no ser las más satisfactorias por ello es necesario tener medidas para su buen desempeño.

3.2.2.3 Factores que influyen en los resultados

“Entre los innumerables factores que afectan la resistencia del concreto en estado endurecido, independientemente de la calidad y tipo de materiales que lo constituyen para unas propiedades dadas de sus componentes en una mezcla trabajable y bien colocada” SANCHEZ (1993) se destacan los siguientes:

- **Contenido de cemento:**

Según SANCHEZ (1993) “es lógico pensar que las características del cemento empleado tienen enorme influencia en la resistencia del concreto a cualquier edad, debido a que es el material más activo de la mezcla. Pero desde luego, importa aún más su contenido (proporción) dentro de la mezcla, debido a que, para un determinado tipo de cemento, a medida que la resistencia. Sin embargo, las mezclas con una relación agua-cemento muy baja y un contenido de cemento extremadamente alto (superior a 470 kg/m^3) exhiben un retroceso de resistencia, particularmente cuando se usa agregado de gran tamaño. Este comportamiento puede deberse a los esfuerzos inducidos por la contracción de la pasta de cemento al pasar del estado plástico al estado endurecido, que al ser obstruida por las partículas de agregado causa agrietamiento de la pasta o una pérdida de adherencia en la interfase matriz-agregado” (p. 131).

- **Relación agua-cemento y contenido de aire:**

Según SANCHEZ (1993) “la relación agua cemento es el factor más importante en la resistencia del concreto con un adecuado grado de compactación. pero debido a que diferentes agregados y cementos producen generalmente resistencias distintas con la misma relación a/c, es necesario desarrollar la correspondencia entre la resistencia y la relación a/c de los materiales que se usaran realmente en un proyecto específico. Adicionalmente, se debe tener en cuenta si el



concreto va a llevar aire incluido (naturalmente atrapado más incorporado), debido a que el contenido de aire reduce la resistencia del concreto, por lo cual, para una misma resistencia, el concreto con aire incluido debe tener una relación a/c más baja” (p. 131).

Entre los innumerables factores que afectan la resistencia del concreto en estado endurecido, independientemente de la calidad y tipo de materiales que lo constituyen para unas propiedades dadas de sus componentes en una mezcla trabajable y bien colocada SANCHEZ (1993) se destacan los siguientes:

- **Influencia de los agregados:**

Según SANCHEZ (1993), “dentro de las propiedades más importantes de los agregados que influyen en la resistencia del concreto se encuentran las siguientes: la granulometría, la forma y textura, la resistencia y rigidez de las partículas del agregado” (p. 132).

- **Tamaño máximo nominal:**

Según SANCHEZ (1993) “los agregados que tienen mucha relevancia en la resistencia del concreto es su tamaño máximo, debido a que la cantidad de cemento requerida para producir una resistencia a la compresión máxima, a una edad baja, con un determinado agregado varía según sea el tamaño máximo del agregado grueso de la mezcla” (p. 133).

- **Fraguado del concreto:**

Según SANCHEZ (1993) “otro factor que afecta la resistencia del concreto es la velocidad de endurecimiento, que presenta la pasar de estado plástico a estado endurecido bajo ciertas determinaciones, condiciones de tiempo y temperatura (proceso de fraguado)” (p. 134).

- **Edad del concreto:**

Según SANCHEZ (1993) “entre los factores externos que afecta la resistencia de un concreto se encuentra en primer lugar la edad, debido a que la relación que hay entre la relación a/c y la resistencia del

concreto se aplica únicamente a un tipo de cemento y a una sola edad” (p. 135).

- **Curado del concreto:**

Según SANCHEZ (1993) “la exposición de aire del concreto debido a la pérdida de humedad durante el proceso de fraguado posteriormente impide la hidratación completa del cemento y por lo tanto la resistencia final se disminuirá. La velocidad e intensidad del secamiento depende de la masa de concreto relativa al área de superficie expuesta, así como también la humedad del ambiente” (p. 137).

- **Temperatura:**

Según SANCHEZ (1993) “otro de los factores externos que afectan la resistencia del concreto es la temperatura durante los procesos de fraguado y de curado, debido a que una elevación en la temperatura de curado acelera las reacciones químicas de la hidratación y esto afecta benéficamente a la resistencia temprana del concreto sin efectos contrarios en la resistencia posterior” (p. 137).

3.2.3 Influencia del concreto reciclado en el asentamiento en estado fresco

3.2.3.1 Conceptos de trabajabilidad y asentamiento

Según ABANTO (2017) donde se menciona que la trabajabilidad es la propiedad que tiene el concreto fresco para manipularse en obra y/o adaptarse al molde o encofrado en donde se va a vaciar; esta propiedad es muy importante de considerar ya que una buena trabajabilidad y asentamiento reduce la probabilidad de formación de cangrejeras.

“El ensayo que se encarga de cuantificar esta propiedad es el, ensayo de asentamiento o slump, el cual se encuentra normado” según NTP (2014).

El ensayo de Asentamiento consiste en compactar una muestra de concreto fresco dentro de un cono trunco de dimensiones normadas



midiendo el asentamiento de la mezcla en pulgadas y/o centímetros luego de desmoldarlo.

3.2.3.2 Estudios previos relevantes

Según MONTES, y otros (2023) “donde el resultado de las pruebas de laboratorio determinó que a medida que se aumenta la cantidad de AGCR en el concreto, se produce un aumento en el ensayo de asentamiento o trabajabilidad. Esto indico que la consistencia del concreto se ve afectada positivamente a medida que se incrementa la cantidad de AGCR, pero solo hasta un porcentaje de máximo 30% ya que al superar ese porcentaje la mezcla tiende a perder consistencia” (p. 35).

3.2.3.3 Factores que influyen en los resultados

- El factor que tiene mayor influencia en el asentamiento del concreto con la adición de concreto reciclado son los porcentajes de adición de concreto reciclado en la mezcla del concreto convencional, a mayor porcentaje de adición el asentamiento del concreto es muy pequeño mientras que a menor proporción es similar al concreto sin adición de concreto reciclado.
- Según RUIZ (2021) “a pesar de su simplicidad, con el ensayo de asentamiento del concreto es posible establecer que la pérdida de este en la mezcla de concreto afecta en parte a la resistencia final, por lo tanto, el uso adecuado del mismo y la importancia de este son ideales para el manejo adecuado en obra del concreto garantizando resistencias finales ideales” (p. 21).
- Además RUIZ (2021) “señalan que factores externos como el sol, la lluvia, el viento y la variación climática del día en la cual fue realizada la mezcla conlleva como consecuencia a que la manejabilidad de esta se vea afectada, ya que a causa del sol o el viento la mezcla endurece con prontitud y por lo tanto la trabajabilidad de esta disminuye afectando de igual forma el asentamiento y contenido de aire de esta” (p. 21).



también RUIZ (2021) “también se presentó una pérdida del 47.7% respecto al asentamiento obtenido a la llegada de la mezcla a la obra 22 con relación al asentamiento obtenido una hora después. Dicha pérdida se debe a factores externos como cambios en la temperatura tanto de la mezcla y el ambiente” (p. 21).

3.2.4. Influencia del concreto reciclado en la densidad del concreto

3.2.4.1 Conceptos de densidad del concreto

Según MALPARTIDA 2019 donde sostiene que la densidad proviene del campo de la física y la química, en los que específicamente alude a la relación que existe entre la masa de una sustancia (o de un cuerpo) y su volumen. Se trata, pues, de una propiedad intrínseca, ya que no depende de la cantidad de sustancia que se considere.

“La densidad, propiedad que habitualmente se expresa en kilogramo por metro cúbico(kg/m³) o gramo por centímetro cúbico (g/cm³), varía en mayor o menor medida en función de la presión y la temperatura, y también con los cambios de estado” MALPARTIDA (2019).

3.2.4.2 Estudios previos

- Según RUIZ (2021) en su tesis “influencia del tiempo de mezclado en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco en la ciudad de Tarapoto” determino que los ensayos experimentales de asentamiento del concreto se realizaron bajo condiciones de laboratorio en el periodo comprendido desde el 08 hasta el 11 de enero de 2021; En el horario de la mañana (p. 92).

3.2.4.3 Relación entre densidad y concreto

Según KOSMATA, y otros (2004) “en su investigación sostienen que. El peso específico del concreto (densidad, peso volumétrico, peso unitario, masa unitaria) se define como el peso de concreto por unidad de volumen de los sólidos partículas, excluyéndose el aire entre las partículas. La masa específica se presenta en mega gramos por metro

cúbico o gramos por centímetro cúbico (el valor numérico es el mismo en las dos unidades)” (p. 67).

3.2.5 Diseño de Mezcla

Según CUBAS, y otros (2019) “el diseño de mezcla se realiza con la intención de obtener un producto que contenga propiedades adecuadas en su estado fresco (trabajabilidad, durabilidad, consistencia, exudación mínima, entre otros) y estado endurecido (resistencia a la compresión)” (p. 82).

Por otra parte, BATISTA (2001) “afirma que los diseños de mezcla tanto para concretos convencionales (agregados naturales) y concretos reciclados (agregados reciclados) se debe realizar del mismo modo, sin embargo, se debe tener en cuenta la cantidad de agua, sin en caso hay mucha agua en la mezcla, requerirá más uso de cemento” (p.59).

3.2.5.1 Método del ACI - Comité 211.1

TESTILLO (2004) “este método de diseño se basa en la optimización de los materiales, principalmente del cemento, por ser más costoso, de modo que la mezcla de concreto sea lo más económico posible y garantizando una trabajabilidad aceptable. Para obtener este resultado es importante la combinación de agregados juntamente con la relación agua/cemento, obteniendo una excelente resistencia a la compresión de un concreto en estado endurecido” (p. 34).

De la misma forma para ROMERO, y otros (2014) “el método A.C.I. es usado cuando los agregados cumplen con las recomendaciones granulométricas ASTM C33, y este consiste en hallar el volumen de agregado grueso por metro cúbico de concreto” (p. 58).

También para ROMERO, y otros (2014) “esta norma presenta un método para seleccionar diferentes proporciones para concretos hechos con o sin aditivos químicos u otros materiales cementicos. Además, el método proporciona tablas experimentales para sistematizar y optimizar el diseño y los cálculos requeridos” (p. 83).



En primer lugar, se deben tener las características físicas de los agregados. Luego se debe definir la resistencia a la compresión requerida f^c (kg/cm^2) y el f^{cr} dependiendo de los datos estadísticos de producción para poder obtener la relación agua/cemento.

En segundo lugar, se determina el tamaño máximo nominal (TMN) de agregado para poder obtener de las tablas los datos de contenido de aire incorporado y atrapado. Después de ello, se estima la cantidad de agua de la mezcla de acuerdo con el asentamiento y TMN de agregado.

En tercer lugar, una vez que se tiene la cantidad de agua se calcula la cantidad de cemento y se estima la cantidad de agregado grueso a partir del coeficiente b/b_0 el cual relaciona el volumen de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de fineza del agregado fino. Luego de ello, se calcula cuánto porcentaje de agregado grueso reciclado se necesita a partir del agregado grueso. Por último, se estima la cantidad de agregado fino que se requiere y se realizan los ajustes por humedad a los agregados.

3.3 Marco conceptual

3.3.1 Concreto

El concreto es básicamente compuesto por agregado fino, grueso, cemento y agua formando una pasta, que al ser endurecida por los componentes del cemento y el agua se forma el concreto.

En ese sentido lo mencionado por CUBAS, y otros (2019) sostiene que el “concreto es un material formado por la mezcla de cemento, agua y agregados finos y gruesos que al ser endurecido es similar a una roca” (p. 68).

3.3.2 Concreto Reciclado (CR)

Según CUBAS, y otros (2019) “se denomina concreto reciclado a la trituración de estructuras de construcción y demolición para obtener un agregado

secundario y posteriormente elaborar un nuevo concreto. Durante los últimos años se ha venido estudiando en el uso de pavimentos, edificios y otras estructuras generando ahorro en materias primas y costo de energía” (p. 76).

3.3.3 Agregados

Según FERREL, y otros (2018) “los agregados son derivados de una trituración natural o artificial de distintas piedras con diferentes tamaños, hasta pedazos casi invisibles. En su mayoría estos son extraídos de canteras donde pasan por un proceso de selección y separación, el cual lo derivan en sus diversos tamaños y usos” (p. 17).

También Para ABANTO (2017) “estos materiales forman las $\frac{3}{4}$ partes en la mezcla de volumen para un concreto convencional. La resistencia del concreto depende básicamente de la aglomeración de los agregados juntamente con la pasta de cemento. Además, los agregados están constituidos por partículas de minerales como granito, cuarzo, basalto y arenisca entre otros” (p. 23).

3.3.4 Agregado Grueso Reciclado de concreto (AGR-C)

Según CUBAS, y otros (2019) “los AGR-C son materiales que surgen de las actividades de construcción y demolición(C&D), los cuales se trituran o transforman hasta conseguir partículas de tamaño semejante a los agregados naturales (AN). El AGR-C no se considera un material homogéneo ya que su composición está en función del mortero” (p. 48).

3.3.5 Agua

Según CRUZ, y otros (2016) “el agua es un elemento esencial para que el cemento sea hidratado, debido a ello es recomendable que esté completamente limpia para que no afecte a la calidad y trabajabilidad del concreto y evitar perder propiedades de resistencia y fallas continuas en el mismo durante el ciclo de fraguado y endurecimiento” (p. 32).

Por otra parte, ABANTO (2017) “sostiene que el agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, deberá estar limpia y libre de



cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser nocivos al concreto o al acero” (p. 21).

3.3.6 INFLUENCIA

Según POLO, y otros (2018) “viene a ser el efecto, consecuencia o cambio que el concreto reciclado va a producir en el concreto para la elaboración de los ladrillos, siendo positivas o negativas estos cambios” (p.39).

3.3.7 Mecánicas

Según POLO, y otros (2018) “viene a ser el comportamiento de los materiales que son sometidos a diferentes esfuerzos” (p.39).

3.3.8 Propiedades

Según POLO, y otros (2018) “son las características inherentes de los materiales” (p.39).

3.3.9 Propiedades físicas

Según POLO, y otros (2018) “es la propiedad medible de un material determinado, que sufre cambios y se transforman o evolucionan en un periodo temporal, no depende del tamaño de la extensión de la materia” (p.39)

3.3.10 Propiedades mecánicas

Según POLO, y otros (2018) “las propiedades mecánicas de un material son características propias de su composición, que permiten diferenciar uno del otro. También hay que tener en cuenta el comportamiento que puede tener un material en los diferentes procesos de mecanización” (p.39)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

Para HERNANDEZ, y otros (2014) La investigación es de **tipo aplicada**, ya que tiene como finalidad resolver un problema práctico relacionado con el uso de la adición de agregado grueso reciclado como agregado grueso, evaluando su influencia en propiedades específicas del concreto como la resistencia a compresión, el asentamiento y la densidad. El estudio busca generar conocimientos útiles y aplicables en el campo de la ingeniería civil, promoviendo el uso sostenible de materiales reciclados en la construcción.

4.1.2 Nivel de investigación

El nivel de la investigación es **explicativo**, porque tiene como objetivo determinar la relación causal entre la adición de agregado grueso reciclado (variable independiente) y las propiedades físicas y mecánicas del concreto (variables dependientes). A través de la manipulación de proporciones de agregado grueso reciclado y la medición de sus efectos, se busca explicar cómo varía el comportamiento del concreto en función del agregado reciclado.

4.2 Diseño de investigación

“El diseño experimental tiene como requisito la manipulación intencional de una o más variables” HERNANDEZ, y otros (2014).

El diseño de investigación es **experimental** con un enfoque cuantitativo. Se evalúan los efectos de la variable independiente (adición de agregado grueso reciclado) en variables dependientes clave (resistencia a compresión, asentamiento y densidad del



concreto endurecido) a través de pruebas controladas en laboratorio, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

Para HERNANDEZ, y otros (2014) “toda investigación debe ser transparente, así como estar sujeta a crítica y réplica, y este ejercicio solamente es posible si el investigador delimita con claridad la población estudiada y hace explícito el proceso de selección de su muestra” (p. 170).

La población fue representada por todos los diseños de mezcla de concreto de resistencia $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con adición de agregado grueso reciclado en las proporciones de 10%, 20 %, 30 % y 40 % donde el porcentaje de adición de agregado grueso es respecto al peso total de agregado grueso.

4.3.2 Muestra

Según HERNANDEZ, y otros (2014) la muestra es un subconjunto de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (p. 173).

Para esta investigación, se realizó por aleatorio simple por conveniencia, 45 unidades de testigos cilíndricos de concreto (15x30cm), incluyen los testigos de concreto que son elaborados con adición de agregado grueso reciclado y patrón con una resistencia de diseños de $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$. La elaboración y curado de los especímenes de concreto, fue siguiendo la NTP (2013).

La muestra estará compuesta por 45 probetas cilíndricas de concreto, distribuidas equitativamente en 5 tratamientos (0%, 10%, 20%, 30%, y 40% de adición de agregado grueso reciclado), con 3 réplicas por tratamiento, lo cual garantiza la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.



4.4. Procedimientos

Para el siguiente procedimiento primero se seleccionará los materiales para la elaboración del concreto, como agregados grueso de cantera, agregado grueso reciclado, agregado fino de cantera, agua potable y cemento yura tipo I luego de obtener los materiales se realizará a proceder el mezclado del concreto y se extraerá los testigos de cada ensayo y su respectivo curado, en el proceso del fraguado se realizaran prueba en el laboratorio en las edades de 7 días, 14 días y 28 días seguidamente la valoración cuantitativa de los resultados en gabinete para su respectiva conclusión y recomendación de la investigación.

A continuación, se realizarán los siguientes procedimientos de la investigación y se componen en tres lineamientos importantes.

Primero los aspectos básicos como son el estudio de los agregados. Agregado grueso natural de cantera, agregado grueso reciclado y agregado fino de cantera, donde se realizaron el estudio granulométrico, peso unitario seco suelto, peso unitario seco varillado, gravedad específica, humedad, abrasión.

En segundo lineamiento se realizará el diseño de mezcla para un concreto patrón de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con adición de agregado grueso reciclado cuyos componentes de este concreto será agregado grueso de cantera murillo, agregado grueso reciclado producto de las demoliciones del pavimento rígido de la av. Abancay agregado fino de cantera murillo, cemento yura tipo I y agua potable.

Como tercer lineamiento tenemos la elaboración de los especímenes de concreto para su respectivo ensayo de la muestra en estado fresco del concreto tendremos la cuantificación del asentamiento del concreto, y en el estado endurecido se realizará los estudios a la resistencia a compresión y la densidad de los especímenes en la investigación.



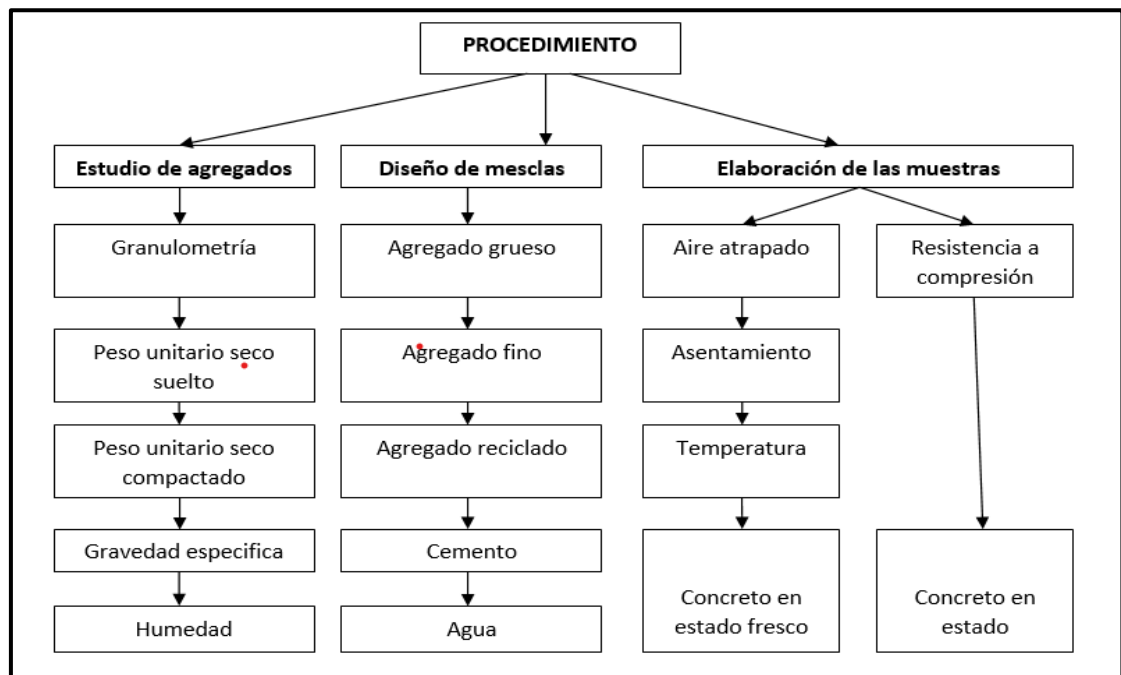


Figura 4 — Procedimiento de los ensayos realizados en laboratorio

4.4.1 Ubicación de la cantera de agregados

La selección de la cantera de los materiales áridos para la elaboración de las muestras fue recomendada por su alta tasa de comercialización en la industria de la construcción en la provincia de Abancay departamento de Apurímac que está ubicado en el sector pachachaca al margen derecho del río cuyas coordenadas geográficas en UTM es Norte: 8487001, Este:724840 y Altitud: 1776 m.s.n.m.

De la misma forma el concreto reciclado se obtuvo de la demolición de la av. Abancay que está ubicado en la ciudad de Abancay cuyas coordenadas geográficas en UTM es Norte: 8487211, Este:724950 y Altitud: 2372 m.s.n.m.

4.4.2 Extracción de la muestra de los agregados de la cantera y reciclado

La muestra se extraerá para el ensayo de las propiedades físicas y mecánicas y de esta manera tener una muestra confiable para realizar los estudios básicos de los agregados gruesos y finos que nos indica la norma NTP 400.010 y la norma ASTM D 75.

Tabla 2 — Cantidad de las muestras para obtener datos más confiables

Tamaño de muestra de agregado	Masa de la muestra en el campo, mínimo kg(lbs)	Muestra de campo volumen, mínimo L(gal).
Agregado fino		
2.36mm (Nº. 8)	10(22)	8(2)
4.75mm (Nº. 4)	10(22)	8(2)
Agregado grueso		
9.5mm (3/8")	10(22)	8(2)
12.5mm (1/2")	15(35)	12(3)
19.0mm (3/4")	25(55)	20(5)
25.0mm (1")	50(110)	40(10)
37.5mm (1 1/2")	75(165)	60(15)
50.0mm (2")	100(220)	80(21)
63.0mm (2 1/2")	125(275)	100(26)
75.0mm (3")	150(330)	120(32)
90.0mm (3 1/2")	175(385)	140(37)
FUENTE: NTP 400.010 (2016)		

4.4.3 Caracterización de materiales áridos para el concreto

4.4.3.1 Contenido de humedad

Se determina el peso de agua eliminada, secando el agregado húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 °C más menos 5 °C. El peso del agregado que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua NTP 339.127, también generalmente el tiempo de secado es de 24 horas según la norma ASTM D 2216.

Según la NTP 400.010 (2016) las cantidades mínimas recomendados de especímenes de material húmedo nos indica en la siguiente:



Tabla 3—Partículas para el ensayo de contenido de humedad

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen ensayo húmedo para contenido de humedad reportados a $\pm 0.1\%$	Masa mínima recomendada de espécimen ensayo húmedo para contenido de humedad reportados a $\pm 1\%$
2mm. O menos	ITINTEC 2.0mm (N°10)	20g	20 g
4.75mm	ITINTEC 4.75mm (N°4)	10g	20 g
9.50mm	ITINTEC 9.5mm (N°3/8")	500g	50 g
19.0mm	ITINTEC 19.0mm (3/4")	2.5 g	250 g
37.50mm	ITINTEC 38.10mm (1/2")	10 kg	1 kg
75.0mm	ITINTEC 76.1mm (3")	50 kg	5 kg

FUENTE: Norma Técnica Peruana NTP339.127

Para el contenido de humedad nos recomienda la Norma Técnica Peruana 339.127 ha utilizar para los cálculos de la muestra, mediante la siguiente formula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

En donde se considera:

W = Es el contenido de humedad, en porcentaje

M_{cws} = Es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

M_{cs} = Es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

M_c = Es el peso del contenedor, en gramos

M_s = Es el peso de las partículas sólidas, en gramos

4.4.3.2 Estudio Granulométrico

a) Equipos y Materiales: Para el estudio granulométrico del agregado fino se utilizará los siguientes equipos y materiales, una balanza electrónica con 0.1gr de sensibilidad a 0.1 % del peso y para agregado grueso con aproximación 0.5 gr y exactitud 0.1 % del peso de la muestra, y una estufa que soporte una temperatura de $110 \pm 5^\circ$ C, un juego de tamices de acuerdo con las normas para el ensayo del agregado fino. la muestra para el ensayo granulométrico debe tener una masa de 300 gr como mínimo, después del lavado y secado, y la muestra para el agregado grueso, para el ensayo debe ser conforme a la norma ASTM C 136 y la norma NTP 400.012

Tabla 4 — Masa mínima de la muestra para un ensayo de agregado grueso

Tamaño nominal máximo aberturas cuadradas		Masa mínima de la muestra de ensayo
mm	plg	kg
9.5	3/8"	1
12.5	1/2"	2
19	3/4"	5
25	1"	10
37.5	1 1/2"	15
50	2"	20
63	2 1/2"	35
75	3"	60
90	3 1/2"	100
100	4"	150
125	5"	300

FUENTE: ASTM C 136

b) Procedimiento: Para el ensayo del control de la gradación del material del agregado grueso y fino se deben secar si lo amerita ser secadas a una temperatura altas utilizado planchas calientes sin afectar los resultados, que estas temperaturas que no sea mayores que pueda causar rompimiento o fractura de la partícula.

Para este ensayo se debe utilizar los tamices de manera que la abertura mayor tiene que estar en la parte superior y prevenir una sobrecarga



de material sobre un tamiz, separar las muestras en dos o más porciones o su respectivo cuarteo de la muestra y seleccionar de manera diagonal y tener la muestra representativa para un buen ensayo y pesar la muestra total y luego realizar su respectivo tamizado, y su respectivo pesado de los materiales retenidos en cada tamiz, y la cantidad del porcentaje retenido será de acuerdo a las siguientes tablas, para seleccionar como un agregado bueno.



Tabla 5 — Parámetros para la clasificación del agregado grueso

Numero de tamaño	Tamaño nominal (tamiz con apertura cuadrada)	Cantidades más finas que cada tamiz en el laboratorio (apertura cuadrada), porcentaje de masa												
		100mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 1/2 pulg)	25 mm (1 pulg)	19 mm (3/4" pulg)	12.5 mm (1/2" pulg)	9.5 mm (3/8" pulg)	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	1.186 mm (N°16)
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
2	63 a 37.5 mm	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 a 25 mm	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
3.57	50 a 4.75 mm	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37.5 a 19 mm	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...
4.67	37.5 a 4.75 mm	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25 a 12.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
50	25 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19 a 9.5 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...
67	19 a 4.75 mm	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12.5 a 4.745 mm	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9.5 a 2.36 mm	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 5	0 a 5

FUENTE: ASTM C33-03

Tabla 6 — Límites de la clasificación del agregado fino

Tamiz (Especificación E.11)	Porcentaje pasado (%)
9.5 mm (3/8 plg)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 um (N° 30)	25 a 60
300 um (N° 50)	5 a 30
150 um (N° 100)	0 a 10
FUENTE: ASTM C 33-03	

c) Referencias normativas

- MTC E 204 análisis granulométrico de agregado gruesos y finos
- NTP 400.012 análisis granulométrico del agregado fino, grueso global
- ASTM C-136 análisis granulométrico de los agregados

4.4.3.3 Peso unitario y vacíos de los agregados

a) Equipos y materiales: Para este ensayo se utilizarán una balanza de 0.1 % de exactitud y un recipiente de medida metálico y cilíndrico donde deberá tener una altura aproximadamente igual al diámetro, y en ningún caso la altura será menor del 80 % ni mayor 150 % del diámetro, y una plancha de vidrio de por lo menos 6 mm de espesor y mayor a 25 mm del diámetro del recipiente y seguidamente se requerirá una varilla compactadora de diámetro 5/8" cuyo extremo debe ser semiesférico por último tener una pala de mano o cucharón para llenar el recipiente.

Las muestras para este trabajo se extraerán de acuerdo con la norma MTC E 201 y reducir la muestra a través del ensayo de cuarteo y la muestra debe ser aproximadamente 125 % y 200 % de la cantidad requerida donde sea manipulable en caso del material tenga humedad se debe secar el agregado de manera uniforme en una estufa a 110 ± 5 °C.

b) Procedimientos:

Determinar el peso unitario suelto: Para determinar el peso unitario suelto el recipiente de medida se llena con una pala o cuchara, que descarga el agregado, desde una altura no mayor de 50 mm (2”) hasta que rebose el recipiente y seguidamente eliminar el agregado sobrante con una regla y determinar el peso del recipiente de medida más el contenido y el peso del recipiente, registrar los pesos con aproximación de 0,05 kg.

Determinación del peso unitario compactado: para la determinación del Peso Unitario Compactado, Llenar la tercera parte del recipiente con el agregado, y emparejar la superficie con los dedos y seguidamente apisonar la capa de agregado con 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente, utilizando el extremo semiesférico de la varilla y seguidamente llenar las 2/3 partes del recipiente, volviendo a emparejar la superficie y apisonar como anteriormente se describe y Finalmente llenar el recipiente hasta colmarlo y apisonar otra vez una vez colmado el recipiente, enrasar la superficie con la varilla, usándola como regla, determinar el peso del recipiente lleno y peso del recipiente solo, y registrar pesos con aproximación de 0,05 kg.

Calcular el peso unitario compactado o suelto.

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

$$M = (G - T) \times F$$

M= Peso unitario del agregado en kg/m³

G= Peso del recipiente de medida más el agregado en kg

T= Peso del recipiente de medida en kg

V= Volumen del recipiente de medida en m³

F= Factor del recipiente de medida en m³

Para calcular el peso unitario en condición saturado con superficie seca (M_{sss})

$$M_{sss} = M[1 + (G - T) \times F]$$



M_{sss} = Peso unitario en la condición saturada

A = Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con la norma MTC E 205 o MTC E 206

Calcular el contenido de vacíos en los agregados

$$\% \text{ Vacios} = \frac{(A \times W) - B}{A \times W}$$

Donde:

A = Peso específico aparente según los procedimientos de MTC E205

B = Peso unitario de los agregados en kg/m^3

W = Densidad del agua, 1000 kg/m^3

c) Referencias normativas

- NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.
- ASTM C29/C 29M-97 Método de ensayo normalizado para determinar la densidad aparente (‘‘peso unitario’’) e índice de huecos en los áridos.
- MTC E 203 ensayo de peso unitario y vacíos de los agregados.

4.4.3.4 Gravedad específica y absorción de agregados finos

a) **Equipos y materiales:** Para este ensayo se requerirá una balanza de sensibilidad de 0.1 gr y una estufa capaz de mantener una temperatura $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ seguidamente un frasco volumétrico de 500 cm^3 de capacidad y un molde cónico metálico de diámetro interior menor de $40 \pm 3 \text{ mm}$ y de diámetro interior de la base mayor $90 \pm 3 \text{ mm}$ y una altura de $75 \pm 3 \text{ mm}$ de altura y para finalizar un apisonador metálico con un peso de $340 \pm 15 \text{ gr}$ y con superficie circular de diámetro $25 \pm 3 \text{ mm}$.



b) Procedimiento: Introducir en el frasco una muestra de 500 gr de material preparado, llenar parcialmente con agua a una temperatura de 23 ± 2 °C hasta alcanzar la marca de 500 cm³ seguidamente agitar el frasco para eliminar burbujas de aire de manera manual y rodar, invertir y agitar el frasco para eliminar todas las burbujas de aire.

Nota 1. Normalmente se requiere de 15 a 20 minutos para eliminar las burbujas de forma manual después de haber eliminado las burbujas llenar el frasco hasta la capacidad calibrada y determinar el peso total del frasco y espécimen y agua de tal manera remover el agregado fino del frasco y secar en la estufa hasta una temperatura constante y dejar enfriar en temperatura ambiente por ½ a 1½ hora y determinar el peso.

Calcular el peso específico de masa (P_{em})

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

Donde:

P_{em} = Peso específico de masa

W_o = Peso al aire de la muestra secada en el horno, gr

V = Volumen del frasco en cm³

V_a = Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

Calcular el peso específico de masa saturado (P_{ems})

$$P_{ems} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

Calcular el peso específico aparente (P_{ea})

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

Calcular la absorción (Ab)

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



c) Referencia normativa

- NTP 400.022: Peso específico y absorción del agregado fino
- MTC E 205: Gravedad específica y absorción de agregados finos
- ASTM C 127 y ASTM C 128 gravedad específica

4.4.3.5 Gravedad específica y absorción de agregados grueso

a) Equipos: Para este ensayo se requerirá una balanza de sensibilidad a 0.5 gr esta estará equipada con una malla de alambre en un recipiente con agua desde el centro de la plataforma o balanza y cuya cesta con la malla de alambre con abertura al tamiz N°6 o menor la cesta deberá ser construido de tal forma de prevenir el aire atrapado cuando este sumergido y el depósito de agua para sumergir la cesta de alambre en el agua, también se utilizarán tamices normalizados de 4.75 mm (N° 4) y otros tamaños y una estufa capaz de producir una temperatura de 110 ± 5 °C.

b) Procedimiento: Para este ensayo secar la muestra a peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C seguidamente ventilar estas muestras hasta que haya enfriado a 50 °C y estos ensayos se llevan para agregados de tamaños máximo nominales, seguidamente sumergir el agregados en el agua durante 24 horas y de esta manera los valores de peso específico y la absorción van a ser usados, y seguidamente luego del remojo del agregado secar el agregado de manera superficial con un paño y se debe tener cuidado en evitar la evaporación dentro de la operación y se pesó en condición saturada con superficie seca. Seguidamente se pesó la muestra con superficie seca en la cesta y determinar el peso en agua de igual manera, secar la muestra hasta peso constante a una temperatura entre 100 ± 5 °C y se deja enfriar a temperatura ambiente aproximadamente 50 °C y se pesa.

Calcular el peso específico de masa (P_{em})

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



Donde:

A= Peso de la muestra seca en el aire, gramos

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

C= Peso en el agua de la muestra saturada

Calcular el peso específico de masa satura con superficie seca

($P_{e_{sss}}$)

$$P_{e_{sss}} = \frac{B}{(A - C)} \times 100$$

Calcular el Peso específico aparente (P_{ea})

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

Calcular la Absorción (Ab)

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

c) Referencia

- NTP 400.021 Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado.
- MTC E 206 Gravedad específica y absorción del agregado grueso
- ASTM C 127 Gravedad específica y absorción del agregado grueso.

4.4.3.6 Abrasión los ángeles

a) **Equipos y materiales:** Para este ensayo se utilizara grava triturada en lo referente al desgaste y de esta manera utilizarse para determinar los límites de abrasión indicado en la norma NTP 400.019 donde se utilizaran 11 esferas y aplicando el método B donde diámetro es de 46.8 mm y tiene una masa entre 390 g y 445 g donde los materiales pétreos comprenden para tamaño máximo nominales de 1.9 cm a 2.5 cm, también se utilizara una balanza con precisión de 0.1 %, una charola grande y juegos de tamices para tamizar la muestra y cumpla con las gradaciones pertinentes conforme con la NTP



350.001, indicar también cribar para la separación de las fracciones de distintos tamaños y lavar para eliminar finos y partículas ajenas finalmente secar la muestra a peso constante en el horno.

b) Procedimiento: Preparamos y pesamos de manera proporcional de acuerdo al método B la muestra gradada debe ser lavada para evitar residuos y posteriormente introducir al horno e introducir en el tambor de la maquina los ángeles la carga abrasiva y la muestra y se cierra y se hace girar con una velocidad uniforme de 30 a 35 r.p.m. hasta alcanzar 500 revoluciones luego debe vaciar a la bandeja la muestra, y el material extraído se tamiza en la malla N° 12, por último pesar el material retenido para obtener el porcentaje de desgaste.

Cálculo del porcentaje de desgaste

$$\text{Desgaste(\%)} = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

P1: Peso muestra seca antes del ensayo

P2: Peso muestra seca después del ensayo, previo lavado antes sobre tamiz de 1.70 mm (malla N° 12).

c) Referencias normativas

- MTC E 207 Abrasión de los ángeles, al desgaste de los agregados
- ASTM C 131/C 131M-14 Método de prueba estándar para la resistencia a la degradación del agregado grueso de pequeño por abrasión e impacto en la máquina.
- NTP 400.019 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles.

4.4.4 Diseño de mezcla del concreto

La dosificación de la mezcla de concreto se puede llevar a cabo eficientemente con base a los resultados de las pruebas de laboratorio que determinan las



propiedades físicas de los materiales que se van a emplear, estable la relación agua cemento, el contenido de aire, la cantidad de cemento y la resistencia que, a su vez, proporcionan información sobre las características de trabajabilidad de las diversas combinaciones de los materiales y componentes. La aplicación de la investigación deseable para el estudio.(ACI -211.1, 2019). Para el cálculo del diseño de mezcla se utilizará las siguientes tablas de acuerdo con el método ACI-211.1.

Tabla 7 — Resistencia requerida (f'_{cr}) del concreto cuando no hay datos disponibles

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210 kg/cm ²	$f'_c + 70$
210 kg/cm ² a 350 kg/cm ²	$f'_c + 84$
Sobre 350 kg/cm ²	$f'_c + 98$

FUENTE: Laura, 2006, p. 7

Tabla 8 — Parámetros básicos para determinar la consistencia del concreto fresco

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligero chuseado
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

FUENTE: Laura, 2006, p. 7.

Tabla 9 — Determinación de agua, en Ltrs/m³, para los tamaños nominales

Asentamiento	Agua en Ltrs/m ³ para los tamaños de agregados gruesos y consistencia indicados							
	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	...
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	197	184	174	166	154	...

FUENTE: Laura, 2026, p. 7.

Tabla 10 — Determinar la relación agua cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (kg/cm2)	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450.00	0.38	...
400.00	0.43	...
350.00	0.48	0.40
300.00	0.55	0.46
250.00	0.62	0.53
200.00	0.70	0.61
150.00	0.80	0.71

FUENTE: Laura, 2026, p. 7.

Determinación de la cantidad de cemento

$$R_{a/c} = \frac{A}{C} \quad C = \frac{A}{R_{a/c}}$$

Tabla 11 — Para determinar el volumen del de agregado grueso

Tamaño máximo del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
Módulo de fineza del agregado fino				
	2.40	2.40	2.40	3.00
3/8"	0.50	0.50	0.50	0.44
1/2"	0.59	0.59	0.59	0.53
3/4"	0.66	0.66	0.66	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: Relación agua cemento, Laura, 2026.

Tabla 12 — Para determinar contenido de aire atrapado en el concreto

Tamaño máximo	Aire atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.50%
3/4"	2%
1"	1.50%
1 1/2"	1%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

FUENTE: Laura, 2016.

Tabla 13 — Ecuaciones para los diferentes cálculos de diseño de mezcla

Cálculo de volumen absoluto del concreto de los materiales por m ³	Corrección por humedad
Volumen absoluto = $\frac{\text{Peso seco}}{P} \cdot E \cdot 1000$	$\text{Peso} \cdot (\% \text{ humedad} / 100 + 1)$
Corrección de absorción	Agua efectiva
$\text{Peso seco} \cdot ((\% \text{ absorción} - \% \text{ humedad}) / 100)$	Agua de diseño + agua libre
FUENTE: Relación agua cemento, Laura, 2016.	

4.4.5 Procedencia del agregado grueso de concreto reciclado

Para poder elaborar las probetas de concreto se utilizó el agregado grueso reciclado producto de las demoliciones de pavimento rígido de la av. Abancay los cuales fueron llevados a la chancadora para su respectivo procedimiento.

La av. Abancay consta de 500m de largo y un ancho de 10m, donde las losas de concreto tienen un espesor de 0.2m, entonces dicho lo anterior se puede calcular el volumen de concreto que se desechara al demoler este pavimento existente.

En la siguiente expresión calcularemos el volumen de concreto desechado.

$$V_{cd} = (L_{ce}) \times (A_p) \times (E_p)$$

$$V_{cd} = 500 \times 10 \times 0.20$$

$$V_{cd} = 1,000 \text{ m}^3$$

Donde:

L_{ce} : Longitud de las calles existentes(metros)

A_p : Ancho promedio(metros)

E_p : Espesor del pavimento(metros)

V_{cd} : Volumen de concreto desechado(metros cúbicos)

Se sabe que la densidad del concreto es 2400 kg/m³, entonces:

$$\text{Peso de concreto desechado} = (V_{cd}) \times 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de concreto desechado} = (1,000 \text{ m}^3) \times 2400 \text{ kg/m}^3$$



Peso de concreto desechado = $(1,000 \text{ m}^3) \times 2400 \text{ kg/m}^3$

Peso de concreto desechado = 2,400,000 kg

Peso de concreto desechado = 2,400 ton.

Por lo tanto, es una buena cantidad de concreto reciclado que es de 2,400 ton.

Los cuales podrían ser reutilizados en concretos de baja resistencia como agregado grueso reciclado en porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30% y 40%.



Figura 5 — Concreto reciclado de la av. Abancay

4.4.5.1 Agregado grueso reciclado

a) **Dimensiones:** Se utilizará agregado reciclado de 3/4”

4.4.6 Elaboración de mezcla

Todo concreto se debe mezclar completamente hasta que tenga una apariencia uniforme, con todo su ingrediente igual distribuidos. Las mezcladoras no se deben cargar más de su capacidad y se deben operar en la velocidad de su mezclado recomendada por el fabricante. Se puede aumentar la producción con el uso de mezcladoras mayores o mezcladoras adicionales, pero no atreves del aumento de la velocidad de la mezcladora o de la sobre carga del equipo. (KOSMATA, y otros (2004).

4.4.6.1 Práctica normalizada para la elaboración de muestra de concreto

a) Equipos y materiales

Moldes cilíndricos: Los moldes cilíndricos para elaborar especímenes verticales deberán cumplir con los requisitos de la especificación ASTM C470/C470M. los moldes horizontales para cilindros de ensayos de fluencia lenta deberían ajustarse a los requisitos del apartado y los requisitos para simetría y tolerancia dimensional en el apartado de requisitos generales salvo para los requisitos de verticalidad de la especificación ASTM C470/C470M.

Dispositivo para medición de temperatura: Deberá cumplir con los requerimientos de la NTP 339.184; los materiales deben encontrarse en una temperatura ambiente, preferentemente en el rango de 20 °C a 30 °C, a menos que se especifique de otra manera. cuando se estipule una temperatura determinada para el concreto.

4.4.6.2 Elaboración de especímenes

a) Especímenes cilíndricos: Los cilindros para ensayo de dimensiones deberán ser los establecidos en el método de la especificación, método de ensayo, o la práctica para los estudios de laboratorios que se realizan y deben cumplir los requisitos. Si las dimensiones no están estipuladas en la especificación, el método de ensayo, o en práctica, la muestra seleccionada deberá tener una longitud que es dos veces el diámetro y cumplir con los requisitos de acuerdo con la norma.

b) Numero de especímenes: Normalmente el método de ensayo brinda las pautas para el numero de especímenes. Usualmente tres o más especímenes deberán ser moldeados para cada edad y condiciones de prueba a menos que especifique lo contrario, las edades de ensayo generalmente son 7 días y 28 días para la resistencia a la compresión.



4.4.7 Ensayos en concreto fresco

4.4.7.1 Temperatura (NTP 339.184)

Según la NTP 339.184 indica que se aplica para medir la temperatura de mezclas de hormigón (concreto fresco) y puede ser usado para verificar la conformidad con un requerimiento especificado para la temperatura del hormigón fresco en obra.

4.4.7.2 Asentamiento (NTP 339.045)

El método de determinación empleado es el ensayo del "cono de abrams" o "slump" (ASTM C - 143) que define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o centímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica. Por consiguiente, se puede definir el asentamiento, como la medida de la diferencia de altura entre el molde metálico estándar y la masa de concreto después que ha sido retirado el molde que la recubría. Es una prueba sencilla que se usa tanto en el campo como en el laboratorio.

4.4.7.3 Aire atrapado en el concreto fresco

Este ensayo se realizó a través de la norma del MTC E 706 y ASTM C 231 donde se utiliza como equipo la olla de Washington, cuando el concreto está en estado fresco.

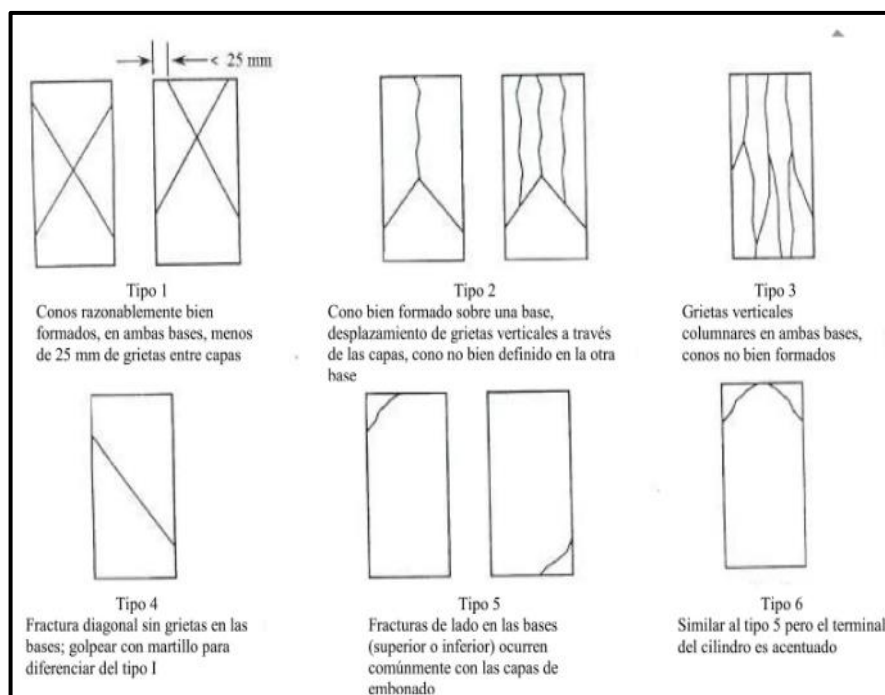
4.4.8 Ensayos del concreto en estado endurecido

4.4.8.1 Determinación de la resistencia a la compresión según NTP 339.034

El método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto. La presente norma establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, moldeadas con hormigón o de testigos diamantinos extraídos de concreto endurecido. Se limita a concretos que tienen un peso unitario mayor de 800 kg/cm². Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por



el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.



FUENTE: Norma Técnica Peruana

Figura 6 — Tipos de falla de especímenes

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula con la siguiente fórmula

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

Donde:

R_c = Es la resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos por centímetros cuadrados.

G = La carga máxima de rotura en kilogramos

D = Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

a) Aparatos y materiales: Una máquina de ensayo, será capaz de proveer una velocidad de carga suficiente y esta debe estar calibrada para realizar los ensayos conforme a la norma ASTM E 4 esta calibración debe de realizarse anualmente y no debe exceder los 13 meses sobre una instalación original o reubicada también, la calibración se debe realizar cuando haya dudas en las cargas indicadas,

esta máquina deberá ser operada por energía (no manual) y aplicar una carga continua sin interrupciones y la exactitud de la maquina será en el porcentaje de error para las cargas dentro del rango de uso propuesto por la máquina de ensayo no excederá $\pm 1\%$ de la carga indicada.

Cálculos

$$E = A - B \Rightarrow Ep = 100 \times \frac{(A - B)}{B}$$

Donde:

E = Error para cada punto

Ep = Porcentaje de error para cada punto

A = Carga, KN indicada por la máquina que está siendo verificada.

B = Carga aplicada, KN como lo determinado por el dispositivo de calibración.

b) Procedimiento: Los ensayos a compresión de los especímenes serán hechos tan pronto sea retirado del almacenaje húmedo los cilindros serán protegidos de la perdida de la humedad y estos serán ensayadas en condición húmedas para una determinada edad el ensayo serán fracturado dentro del tiempo permisible de tolerancia prescritas.

Tabla 14 — Edades de ensayo y tolerancia permisible

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	+ - 0.5 h o 2.1 %
3 d	+ - 2 h o 2.8 %
7 d	+ - 6 h o 3.6 %
28 d	+ - 20 h o 3 %
90 d	+ - 48 h o 2.2 %

Para este ensayo de la colocación de espécimen se colocara con la cara endurecida hacia arriba sobre la plantilla de la maquina estos especímenes deben estar limpios las caras de contactos tanto la parte superior e inferior, en caso de usar almohadillas estas también deben estar limpias como también al realizar los ensayos cuidadosamente alinear los ejes del espécimen con el centro de empuje de la rotura y

aplicar una velocidad de carga continuamente y sin impacto y al aplicar la carga a compresión la carga debe disminuir constantemente hasta lograr una fractura bien definido de la muestra a ensayar e identificar los tipos de fallas.

Si el patrón de fractura no es ninguno de los patrones típicos mostrados, en este caso de debe describir brevemente la factura de la muestra, si la resistencia medida es menor a lo esperado se debe examinar la fractura del concreto y anotar las evidencias de segregación y la presencia de los vacíos de aire.

4.5 Técnicas e instrumentos

4.5.1 Técnicas

Esta investigación es de análisis descriptivo, por qué se empleó los procesamientos estadísticos para acopiar, procesar, examinar la conducta de A.G.R. y presentar las conclusiones del estudio. Para esto se usaron los formatos para la recolección de datos y las tablas de comparación, esto permitió evaluar el comportamiento de la incorporación de A.G.R. en la mezcla de concreto.

4.5.2 Instrumentos

Dado que se trata de un procedimiento experimental, la recolección de datos de laboratorio es necesaria para esta investigación. Para la recolección de datos, se utilizó la hoja de observación y se preparó adecuadamente los procedimientos de pruebas sobre la base de los indicadores, que se utilizó para mostrar los resultados de las pruebas. Para el protocolo, se utilizó los siguientes formularios de recogida de datos:

Protocolos de ensayos de materiales en laboratorio

- Ficha para el ensayo de granulometría.
- Ficha para ensayo de contenido de humedad.
- Ficha ensayo de peso específico para agregado grueso.
- Ficha para ensayo de peso específico para agregado fino.
- Ficha para ensayo de peso unitario suelto y compactado.



- Ficha de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación
- Ficha de ensayo en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.
- Ficha para el ensayo de resistencia a la compresión.
- Ficha para el diseño de mezcla.

4.6 Análisis estadístico

El análisis de datos estadísticos en esta investigación del concreto con adición de agregado grueso reciclado como agregado grueso se realizó a través de los programas como Microsoft Excel donde los datos cuantitativos adquiridos de los ensayos en laboratorio se procesa en cuadros estadísticos, de esta manera el análisis estadístico descriptivo se utilizó todas las herramientas que nos brinda el programa de Microsoft Excel y Minitab versión 21 para la determinación de la estadística inferencial, como la distribución de frecuencias, porcentajes simples y acumuladas de esta manera se realizan los análisis estadísticos a través de gráficos, histogramas y gráficos de líneas para la descripción de los resultados y su interpretación.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

Es la cuantificación de los ensayos realizados en campo y laboratorio para luego procesar los resultados en gabinete como son: estudio de agregados, diseño de mezcla y los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido para conocer los respectivos resultados.

5.1.1 Caracterización de los materiales áridos para diseño de concreto

5.1.1.1 Resultados contenido húmedo

- **Agregado fino**

Este ensayo se realizó para determinar el contenido de humedad natural del agregado fino se realizó en dos ensayos como lo indica la tabla 20 según las normas técnicas del ministerio de transportes y comunicaciones MTC E 108. como resultado del primer ensayo nos da 3% de humedad natural y del segundo ensayo también se obtuvo 3% de tal manera el porcentaje promedio de humedad natural del agregado fino de la cantera murillo es de 3 % tal como lo indica en la tabla 15.

Tabla 15 — Determinación de humedad natural de agregado fino

N° de ensayos	1	2
N° de tara	T-01	T-03
Peso tara + suelo húmedo gr.	525.3	527.0
Peso tara + suelo seco gr.	513.0	480.5
Peso de la tara gr.	106.7	101.5
peso del agua gr.	12.3	12.3
Peso de suelo seco gr.	406.3	402.5
Humedad %	3.0	3.0
Humedad natural promedio %	3.0	



- **Agregado grueso de cantera**

Para este ensayo también se realizó dos ensayos para determinar la humedad natural del agregado grueso de tal manera la tabla 21 nos indica del primer ensayo el porcentaje de humedad es de 0.71 % y del segundo ensayo nos indica 0.70 % dándonos un resultado promedio en el contenido de humedad natural del agregado grueso de cantera murillo es de 0.71 %.

Tabla 16 — Determinación de humedad natural de agregado grueso

N° de ensayos	1	2
N° de tara	T-01	T-03
Peso tara + suelo húmedo gr.	821.5	820.5
Peso tara + suelo seco gr.	816.5	799.5
Peso de la tara gr.	115.1	101.5
peso del agua gr.	5.0	4.9
Peso de suelo seco gr.	701.4	699.5
Humedad %	0.71	0.70
Humedad natural promedio %	0.71	

- **Agregado grueso reciclado**

Para este agregado también se realizó dos ensayos para determinar la humedad natural del agregado grueso reciclado, de tal manera la tabla 22 nos indica del primer ensayo que, el porcentaje de humedad es de 0.33 % y del segundo ensayo nos indica que es 0.26 % dándonos un resultado promedio de contenido de humedad natural del agregado grueso reciclado es de 0.30 %.

Tabla 17 — Determinación de humedad natural de agregado grueso reciclado

N° de ensayos	1	2
N° de tara	T-01	T-02
Peso tara + suelo húmedo gr.	1241.0	1310.4
Peso tara + suelo seco gr.	1237.3	1307.3
Peso de la tara gr.	119.4	112.5
peso del agua gr.	3.7	3.1
Peso de suelo seco gr.	1117.9	1194.8
Humedad %	0.33	0.26
Humedad natural promedio %	0.30	

5.1.1.2 Resultados del estudio granulométrico

- **Agregado fino**

El análisis granulométrico se realizó de acuerdo con las normas técnicas peruanas y asociadas NTP 400.012, MTC E 204 y ASTM C 136 en la siguiente tabla 21 nos indica los resultados del estudio granulométrico del agregado fino para los fines del estudio de diseño de mezcla para el trabajo de investigación donde se obtiene que el módulo de fineza está dentro de los límites admisibles que estipula las normas de análisis granulométrico de agregados

Tabla 18 — Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino de la cantera murillo

Tamiz N° (A.S.T.M)	Abertura en mm	Peso retenido	% Retenido	% Acumulado	% Que pasa	% L. máximo	% L. mínimo	Descripción de la muestra
3/8	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	
N° 4	4.76	56.8	4.0	4.0	96.0	95	100	Tamaño máximo de 3/8"
N° 8	2.38	218.9	15.3	19.2	80.8	80	100	
N° 16	1.19	378.9	26.4	45.7	54.3	50	85	
N° 30	0.59	287.0	20.0	65.7	34.3	25	60	Peso total (gr) 1433.7
N° 50	0.3	256.4	17.9	83.6	16.4	10	30	
N° 100	0.15	120.0	8.4	91.9	8.1	2	10	Módulo de fineza 3.100
N° 200	0.07							



Figura 7 — Tamizado del agregado fino y la cuantificación por cada malla retenida a partir del N.º 4

La curva granulométrica del agregado fino nos brinda los resultados de la distribución de los agregados para identificar la variación o diferencia entre las partículas gruesos y finos, también cabe indicar que la curva granulométrica se encuentra dentro de los parámetros máximos y mínimos indicado por la norma ASTM C 33-03 en la tabla 10 para tal evaluación se llega a conclusión que la curva del estudio granulométrico es un material recomendable para emplear como material construcción, también indicar que los estándares máximos mínimos del módulo de fineza nos indica que tiene que estar entre 2.2 y 3.1 según la norma NTP400.012.

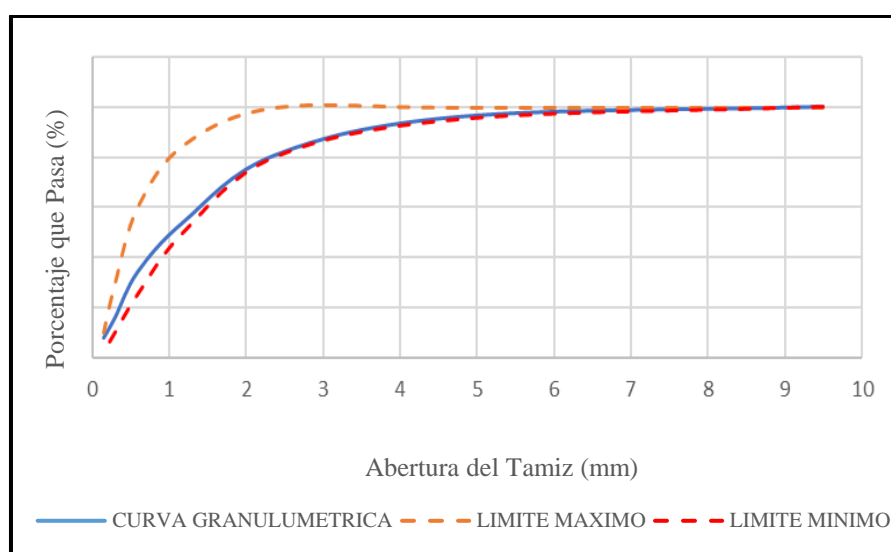


Figura 8 — Curva granulométrica de agregado fino de la cantera

- **Agregado grueso de cantera**

El estudio granulométrico del agregado grueso de la cantera murillo nos brinda los siguientes resultados en la tabla 24 donde se determina el tamaño máximo es 3/4” y tamaño máximo nominal 1/2” y su distribución granulométrica para los diferentes tamices para el diseño de mezcla, y tal estudio tiene que estar de acuerdo a las normas NTP 400.012 y las normas del ministerio de transportes y comunicaciones MTC E 204.



Tabla 19 — Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso de cantera murillo

Tamiz N° (A.S.T.M)	Abertura en mm	Peso retenido	% Retenido	% Acumulado	% Que pasa	% L. máximo	% L. mínimo	Descripción de la muestra
2 1/2	63.500							Tamaño máximo de 3/4"
2	50.800							
1 1/2	38.100							
1	25.400					100	100	Tamaño máximo nominal 1/2
3/4	19.050	245.0	4.4	4.4	95.6	95.0	100.0	
1/2	12.700	1835.0	33.2	37.6	62.4	60.0	80.0	Peso total 5527.0 gr
3/8	9.525	1292.0	23.4	61.0	39.0	20.0	55.0	
N° 4	4.760	1729.0	31.3	92.3	7.7	0.0	10.0	
N° 8	2.360	198.6	3.6	95.9	4.1	0.0	5.0	
<N° 8	Fondo	227.4	4.1	100.0				

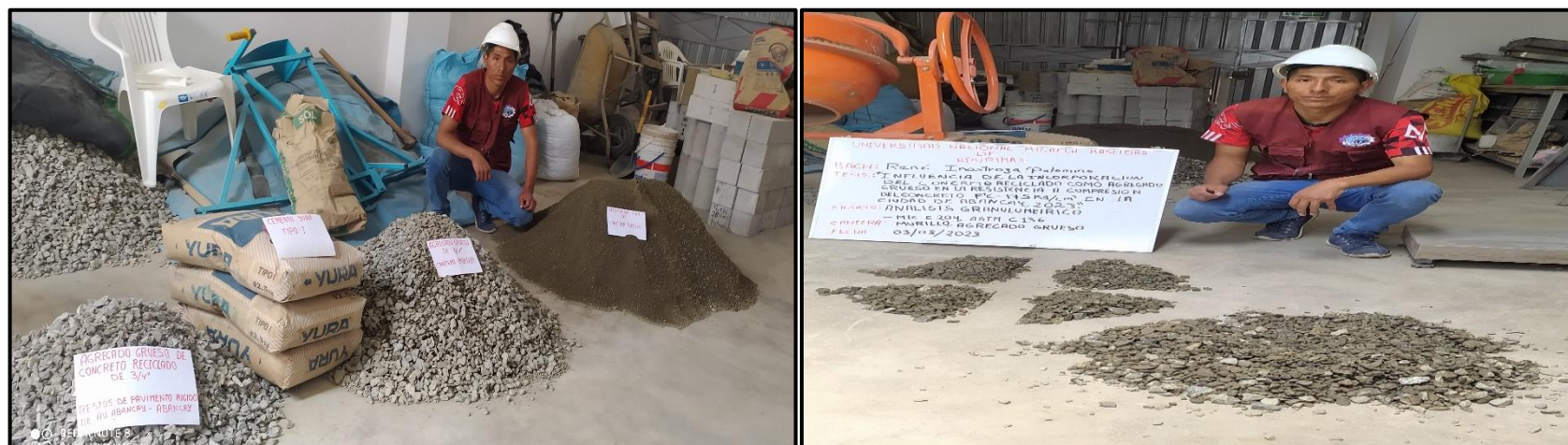


Figura 9 — Cuarteo de agregado grueso de cantera murillo para su respectivo ensayo granulométrico

De acuerdo con la figura 24 se define que la curva granulométrica tiene una distribución adecuada para el empleo en el concreto de acuerdo con las normas ASTM C 33-03 donde nos indica los límites máximos y mínimos en la tabla 24 para su evaluación según el tamaño nominal de donde podemos deducir que se encuentra dentro de los parámetros que especifica la norma.

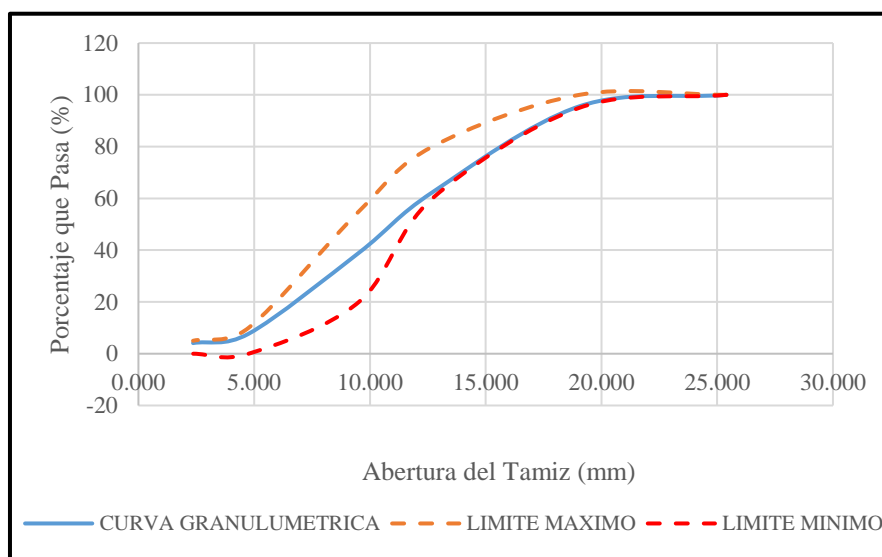


Figura 10 — Curva granulométrica de agregado grueso de cantera

- **Agregado grueso reciclado**

El estudio granulométrico del agregado grueso de la cantera murillo nos brinda los siguientes resultados en la tabla 25 donde se determina el tamaño máximo es $\frac{3}{4}$ " y tamaño máximo nominal $\frac{1}{2}$ " y su distribución granulométrica para los diferentes tamices para el diseño de mezcla, y tal estudio tiene que estar de acuerdo con las normas NTP 400.012 y las normas del ministerio de transportes y comunicaciones MTC E 204.



Tabla 20 — Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso reciclado

Tamiz N° (A.S.T.M)	Abertura en mm	Peso retenido	% Retenido	% Acumulado	% Que pasa	% L. máximo	% L. mínimo	Descripción de la muestra
2 1/2	63.500							Tamaño máximo de 3/4"
2	50.800							
1 1/2	38.100				100	100	100	Tamaño máximo nominal 1/2
1	25.400				100.0	95	100	
3/4	19.050	1421.0	31.5	31.5	68.5	60.0	70.0	Peso total 4508.0 gr
1/2	12.700	1494.0	33.1	64.7	35.3	30.0	45.0	
3/8	9.525	605.0	13.4	78.1	21.9	20.0	25.0	
N° 4	4.760	844.0	18.7	96.8	3.2	0.0	10.0	
N° 8	2.360	117.0	2.6	99.4	0.6	0.0	5.0	
<N° 8	Fondo	27.0	0.6	100.0				

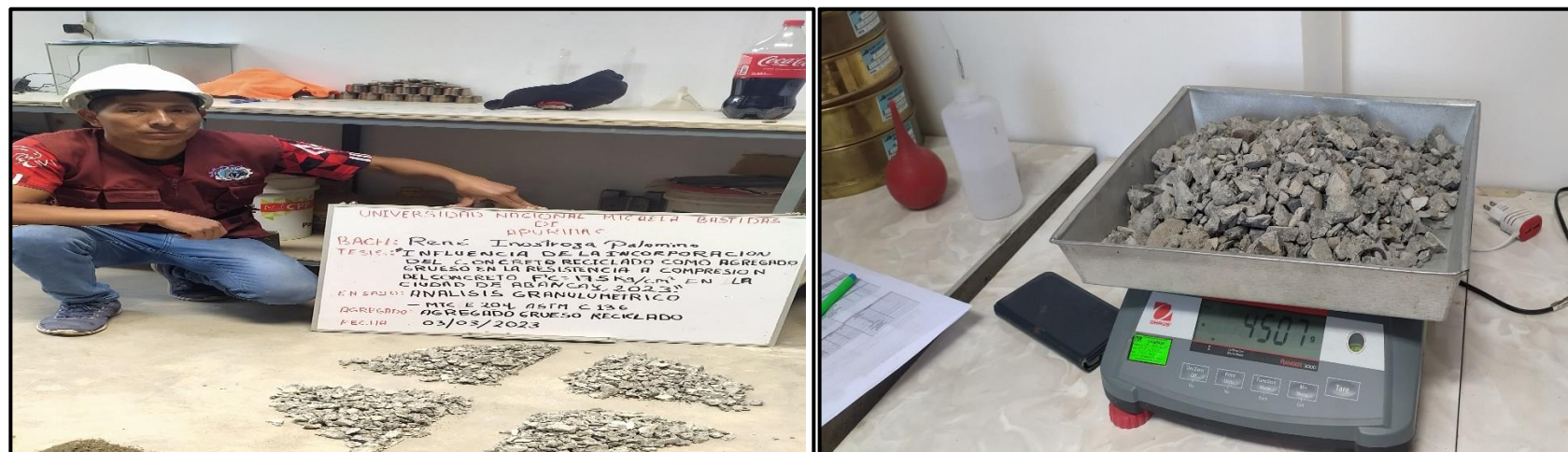


Figura 11 — Cuarteo de agregado grueso reciclado para su respectivo ensayo granulométrico

De acuerdo con la figura 12 se define que la curva granulométrica tiene una distribución adecuada para el empleo en el concreto de acuerdo con las normas ASTM C 33-03 donde nos indica los límites máximos y mínimos en la tabla 20 para su evaluación según el tamaño nominal.

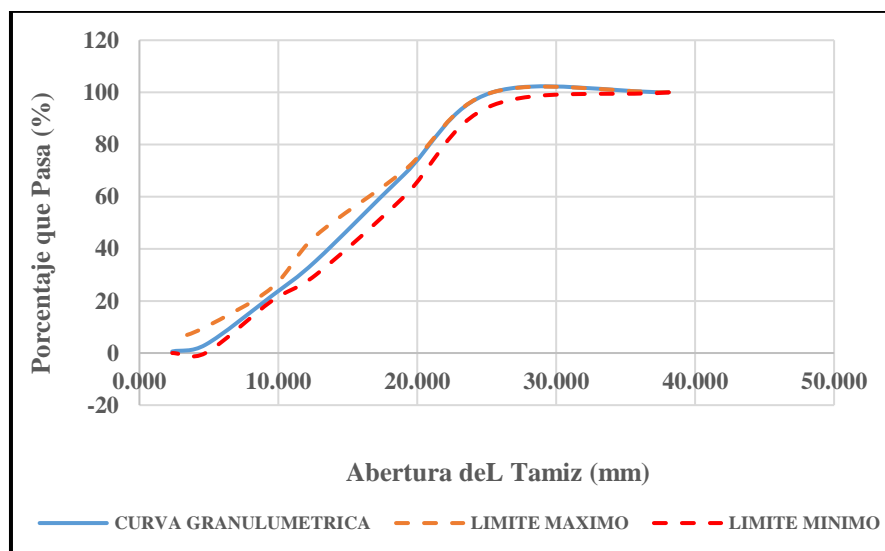


Figura 12 — Curva granulométrica de agregado grueso Reciclado

5.1.1.3 Peso unitario y porcentaje de vacíos de los agregados

- **Agregado fino**

El estudio de peso unitario suelto de la muestra del agregado fino de la cantera murillo para el diseño de mezcla de la investigación se llegó a través de tres ensayos cuyo promedio de peso unitario suelto resulta 1.561 gr/m^3 de acuerdo con la tabla 21 donde nos indica.

El peso unitario compactado del estudio realizado en base MTC E 2003, cumplir con los procedimientos para tal elaboración de tres ensayos, donde nos indica que el promedio de peso unitario compactado es 1.833 gr/m^3 .





Figura 13 — Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino

Tabla 21 — Peso unitario suelto del agregado fino de la cantera Murillo

Datos de la muestra				
Agregado fino		Peso unitario suelto		
N° de ensayo		1	2	3
Peso (material + molde)	(gr.)	16660	16596	15624
Peso del molde	(gr.)	8689	8689	8689
Peso neto del material	(gr.)	7971	7907	6935
Volumen del molde	(cm ³)	4871	4871	4871
Veso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.636	1.623	1.424
Promedio de peso unitario	(gr/cm ³)	1.561		
Agregado fino		Peso unitario Compactado		
N° de ensayo		1	2	3
Peso (material + molde)	(gr.)	17584	17642	17619
Peso del molde	(gr.)	8689	8686	8689
Peso neto del material	(gr.)	8895	8956	8930
Volumen del molde	(cm ³)	4871	4871	4871
Peso unitario compactado	(gr/cm ³)	1.826	1.839	1.833
Promedio de peso unitario	(gr/cm ³)	1.833		

- **Agregado grueso de cantera**

este estudio se realizó en apego a las normas vigentes de MTC E206 como ASTM C 29 donde indica los materiales a utilizar como los procedimientos para su correcta elaboración del ensayo peso unitario de agregado grueso de la cantera murillo, donde se obtuvo como resultado 1.414 gr/cm³. También la Norma Técnica Peruana NTP 400.017 da mención el procedimiento de la elaboración de tales

especímenes para la consolidación de los datos extraídos en los tres ensayos de laboratorio para determinar el peso unitario compactado 1.55 gr/cm^3 que nos indica en la tabla 22.

Tabla 22 — Peso unitario de agregado grueso suelto y compactado de la cantera

Datos de la muestra				
Agregado Grueso		Peso unitario suelto		
N° de ensayo		1	2	3
Peso (material + molde)	(gr.)	28078	28018	28043
Peso del molde	(gr.)	8146	8146	8146
Peso neto del material	(gr.)	19932	19872	19897
Volumen del molde	(cm^3)	14076	14076	14076
Peso unitario suelto	(gr/cm^3)	1.416	1.412	1.414
Promedio de peso unitario	(gr/cm^3)	1.414		
Agregado grueso		Peso unitario Compactado		
N° de ensayo		1	2	3
Peso (material + molde)	(gr.)	30106	29960	30037
Peso del molde	(gr.)	8146	8146	8146
Peso neto del material	(gr.)	21960	21814	21891
Volumen del molde	(cm^3)	14076	14076	14076
Peso unitario compactado	(gr/cm^3)	1.560	1.550	1.555
Promedio de peso unitario	(gr/cm^3)	1.55		



Figura 14 — Ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso

- **Agregado grueso reciclado**

De la misma manera nos basamos a las normas vigentes de MTC E206 como ASTM C 29 donde indica los materiales a utilizar como los

procedimientos para su correcta elaboración del ensayo peso unitario de agregado grueso reciclado donde se obtuvo como resultado 1.186 gr/cm³. También la Norma Técnica Peruana NTP 400.017 da mención el procedimiento de la elaboración de tales especímenes para la consolidación de los datos extraídos en los tres ensayos de laboratorio para determinar el peso unitario compactado 1.299 gr/cm³ que nos indica en la tabla 23.

Tabla 23 — Peso unitario de agregado reciclado suelto y compactado

Datos de la muestra				
Agregado grueso reciclado		Peso unitario suelto		
N° de ensayo		1	2	3
Peso (material + molde)	(gr.)	24878	24816	24848
Peso del molde	(gr.)	8148	8148	8148
Peso neto del material	(gr.)	16730	16668	16700
Volumen del molde	(cm ³)	14076	14076	14076
Peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.189	1.184	1.186
Promedio de peso unitario	(gr/cm ³)	1.186		
Agregado grueso reciclado		Peso unitario Compactado		
N° de ensayo		1	2	3
Peso (material + molde)	(gr.)	26492	26380	26438
Peso del molde	(gr.)	8148	8148	8148
Peso neto del material	(gr.)	18344	18232	18290
Volumen del molde	(cm ³)	14076	14076	14076
Peso unitario compactado	(gr/cm ³)	1.303	1.295	1.299
Promedio de peso unitario	(gr/cm ³)	1.299		



Figura 15 — Ensayo de peso unitario suelto del agregado reciclado

5.1.1.4 Gravedad específica y absorción de los agregados

- Gravedad específica y absorción del Agregado Fino

En el siguiente análisis se muestra los resultados de gravedad específica y el porcentaje de absorción del agregado fino según el procedimiento de la norma NTP 400.022 donde se concluye que el porcentaje de absorción es de 1.177 % como se observa en la tabla 24.

Tabla 24 — Gravedad específica y absorción del agregado fino

A	Peso del material saturado superficialmente seco (aire) gr.	500.0	500.0	
B	Peso de frasco + agua gr.	722.7	712.6	
C	Peso de frasco + agua + arena gr.	1222.7	1212.6	
D	Peso del material + agua en el frasco gr	1036.2	1026	
E	Volumen de masa + volumen de vacíos= C-D cm ³	186.5	186.6	
F	Peso de material seco en estufa 105°C gr.	494.2	494.2	
G	Volumen de masa = E- (A-F) cm ³	180.7	180.8	Promedio
	Pe bulk (base seca) = F/E	2.650	2.648	2.649
	Pe bulk (base saturada) = A/E	2.681	2.680	2.680
	Pe aparente (base seca) = F/G	2.735	2.733	2.734
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.180	1.174	1.177



Figura 16 — Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado fino

- **Gravedad específica y absorción de Agregado grueso de cantera**

Los resultados del laboratorio de acuerdo con el ensayo guiado con la norma MTC E206, ASTM C127 para la gravedad específica y absorción del agregado grueso se concluye que el resultado obtenido para el porcentaje de absorción es de 0.933% como muestra en la tabla 25.

Tabla 25 — Gravedad específica y absorción del agregado grueso

A	Peso del material saturado superficialmente seco (en aire) gr.	1974.4	2020.1	
B	Peso del material saturado superficialmente seco (en agua) gr.	1243.8	1273.2	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos= A-B cm ³	730.6	746.9	
D	Peso de material seco en estufa 105°C gr.	1954.8	2002.8	
E	Volumen de masa = C- (A-D) cm ³	711.0	729.6	Promedio
	Pe bulk (base seca) = D/C	2.676	2.681	2.679
	Pe bulk (base saturada) = A/C	2.702	2.705	2.704
	Pe aparente (base seca) = D/E	2.749	2.745	2.747
	% de absorción = ((A - D)/D)*100	1.003	0.864	0.933

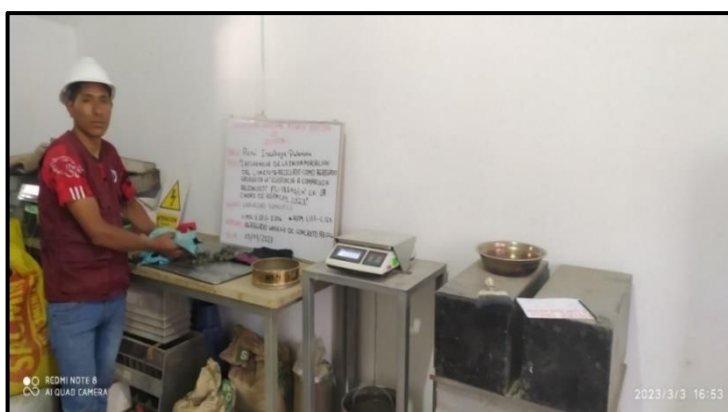


Figura 17 — Ensayo de gravedad específica y absorción del agregado grueso

- **Gravedad específica y absorción de Agregado grueso reciclado**

De la misma forma nos basamos en las normas vigentes para gravedad específica y absorción de los agregados, de donde se obtuvo los resultados del laboratorio de acuerdo con el ensayo guiado con la

norma MTC E206, ASTM C127 para la gravedad específica y absorción del agregado grueso se concluye que el resultado obtenido que el porcentaje de absorción es de 6.737% como muestra en la tabla 26.

Tabla 26 — Gravedad específica y absorción del agregado reciclado

A	Peso del material saturado superficialmente seco (en aire) gr.	1687.0	1519.7	
B	Peso del material saturado superficialmente seco (en agua) gr.	991.7	893.5	
C	Volumen de masa+ volumen de vacíos= A-B cm ³	695.3	626.2	
D	Peso de material seco en estufa 105°C gr.	1586.2	1418.7	
E	Volumen de masa = C- (A-D) cm ³	594.5	525.2	Promedio
	Pe bulk (base seca) = D/C	2.281	2.266	2.273
	Pe bulk (base saturada) = A/C	2.426	2.427	2.427
	Pe aparente (base seca) = D/E	2.668	2.701	2.685
	% de absorción = ((A - D)/D)*100	6.355	7.119	6.737



Figura 18 — Ensayo de gravedad específica y absorción del AGR

5.1.2 Abrasión de los ángeles al desgaste de los agregados grueso de ($\frac{1}{2}$)

Este ensayo de abrasión se realizó con el método B según la tabla 27, para ver una de sus propiedades del agregado grueso como es la dureza de un agregado y el desgaste en apego a la NTP 400.019 para ellos se llegó al porcentaje de desgaste del material 21.3 % donde se considera de acuerdo con la norma que es un buen material.

Tabla 27 — Tipo de método de ensayo para abrasión al desgaste por el método B

Método		A	B	C	D
Malla		Cantidad de material a usar gr.			
Que pasa	Retenido				
1 1/2	1	1250			
1	3/4	1250			
3/4	1/2	1250	2500		
1/2	3/8	1250	2500		
3/8	1/4			2500	
1/4	N° 4			2500	
N° 4	N° 8				5000
Peso total		5000	5000	5000	5000
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación (minutos)		15	15	15	15

Tabla 28 — Abrasión los ángeles del agregado grueso

Muestra	1
Gradación	"B"
N° de esferas	11
Tamiz N°	Peso retenido gr.
1	
3/4	
1/2	2501
3/8	2500
Peso total	2501
Material retenido tamiz N° 12	3934
Material retenido tamiz N° 12	1067
Porcentaje de desgaste %	21.3



Figura 19 — Ensayo de abrasión de los ángeles

5.1.3 Abrasión de los ángeles al desgaste de los agregados reciclado de (½")

Este ensayo de abrasión se realizó con el método B según la tabla 29, para ver una de sus propiedades del agregado grueso como es la dureza de un agregado y el desgaste en apego a la NTP 400.019 para ellos se llegó al porcentaje de desgaste del material 21.3 % donde se considera de acuerdo con la norma que es un buen material.

Tabla 28 — Tipo de método de ensayo para abrasión al desgaste por el método B

Método		A	B	C	D
Malla		Cantidad de material a usar gr.			
Que pasa	Retenido				
1 1/2	1	1250			
1	3/4	1250			
3/4	1/2	1250	2500		
1/2	3/8	1250	2500		
3/8	1/4			2500	
1/4	N° 4			2500	
N° 4	N° 8				5000
Peso total		5000	5000	5000	5000
N° de esferas			12	11	8
N° de revoluciones			500	500	500
Tiempo de rotación (minutos)			15	15	15



Figura 20 — Tamizado del agregado luego del ensayo de abrasión

Tabla 29 — Abrasión los ángeles del agregado grueso reciclado

Muestra	1
Gradación	"B"
N° de esferas	11

Tamiz N°	Peso retenido gr.
1	
3/4	
1/2	2501
3/8	2500
Peso total	2501
Material retenido tamiz N° 12	3934
Material retenido tamiz N° 12	1067
Porcentaje de desgaste %	34.28

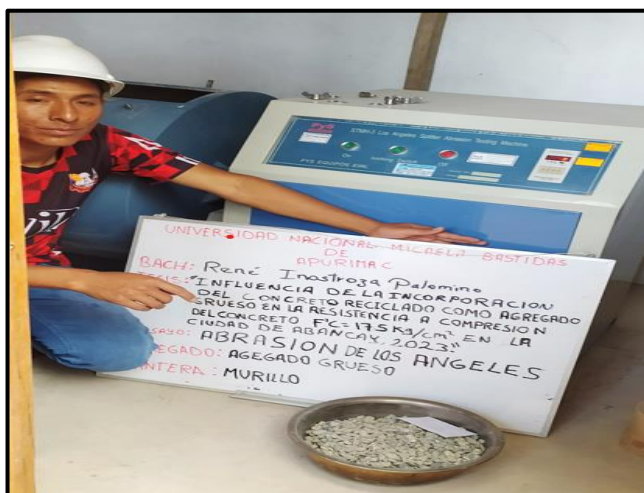


Figura 21 — Ensayo de abrasión de los ángeles del AGR



Figura 22 — Tamizado del AGR luego del ensayo de abrasión en la malla N° 12

5.1.4 Diseño de mezcla método ACI 211.1

Se desea diseñar una mezcla de concreto para ser utilizado en la construcción para proyectos de gran envergadura de concreto armado. Como dato de diseño se sabe que la resistencia promedio de diseño es el concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

El cemento Portland a emplearse es cemento yura Tipo I con un peso específico de 3.13 gr/cm³.

5.1.4.1 Características de los agregados

Tabla 30 — Características de los agregados para el diseño de mezcla

DESCRIPCION	UNIDAD	ARENA	PIEDRA	CEMENTO
PESO UNITARIO SUELTO	kg/m3	1561	1414	
PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m3	1866	1555	
PESO ESPECIFICO		2.649	2.679	3.13
ABSORCION	%	1.177	0.933	
HUMEDAD NATURAL	%	3	0.713	
MODULO DE FINEZA		3.1	6.636	
TAMAÑO NOMINAL MAXIMO	Pulg.	3/8"	1/2"	

- **Paso 1:** Determinar la resistencia promedio para el diseño $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a través de la tabla 12

$$F'cr = F'c + 70$$

$$F'cr = 175 + 70$$

$$F'cr = 245 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Paso 2:** Determinar el asentamiento recomendados para varios tipos de consistencia a través de la tabla 13, donde se considera como una mezcla plástica cuyo asentamiento adecuado es 3 a 4 Pulg.
- **Paso 3°:** La relación agua cemento y resistencia a la compresión del concreto con el $f'cr = 245 \text{ Kg/cm}^2$, buscamos en la tabla 15 su valor correspondiente:

$$F'cr \quad a/c$$

$$250 \quad 0.62$$

$$245 \quad X$$

$$200 \quad 0.70$$

Interpolando obtenemos:

$$\frac{(250 - 200)}{(245 - 200)} = \frac{(0.62 - 0.70)}{(x - 0.70)} \Rightarrow \frac{(50)}{(45)} = \frac{(-0.08)}{(x - 0.70)}$$

$$x - 0.70 = \frac{45 * (-0.08)}{(50)} \Rightarrow x = 0.072 - 0.70$$

$$x = 0.628 \Rightarrow x = 0.628 = Ra/c$$

- **Paso 4:** Cálculo de la cantidad de agua de mezclado y aire se considerará a través de la tabla 14, y se considera 205 Lt/m³ de agua de mezclado.

- **Paso 5:** Determinar el cemento a través de la relación agua cemento

$$Ra/c = \frac{a}{c} \Rightarrow c = \frac{a}{Ra/c} \Rightarrow c = \frac{205}{0.628} \Rightarrow c = 326 \text{ kg/m}^3$$

- **Paso 6:** Cálculo del aire atrapado a través de la tabla 16, también considerar como el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4'' se considera el aire atrapado de 2 %

- **Paso 7:** Determinar la cantidad de agregado grueso mediante la tabla 17, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

volumen del agregado grueso X = 0.590

peso unitario compactado seco = 0.590 * 1554

peso unitario compactado seco = 917 kg

- **Paso 7:** Cálculo del volumen absoluto de concreto para hallar el agregado fino de los materiales por m³

$$\text{Volumen absoluto} = \frac{\text{Volumen absoluto}}{P.E.* 1000}$$

$$\text{Cemento} = \frac{326}{3.13 * 1000} = 0.104 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. grueso} = \frac{917}{2.679 * 1000} = 0.343 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1000} = 0.205 \text{ m}^3$$



$$\text{Aire} = \frac{2}{100} = 0.020 \text{ m}^3$$

$$\Sigma(0.672 \text{ m}^3)$$

$$\text{volumen absoluto del ag. fino} = 1 - 0.672 = 0.328 \text{ m}^3$$

$$\text{peso seco agregado fino} = 870 \text{ kg}$$

$$\text{peso seco agregado grueso} = 917 \text{ kg}$$

$$\text{peso del cemento} = 326 \text{ kg}$$

$$\text{peso del agua} = 205 \text{ kg}$$

- **paso 9:** Corrección por humedad

$$\text{Peso} \left(\frac{\% \text{ Humedad}}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Ag. fino} = 870 \left(\frac{3}{100} + 1 \right) = 924 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. grueso} = 917 \left(\frac{0.71}{100} + 1 \right) = 896 \text{ kg}$$

- **paso 10:** Corrección por absorción

$$\text{Peso seco} \left(\frac{\% \text{ Absorción} - \% \text{ Humedad}}{100} \right)$$

$$\text{Ag. fino} = 870 \left(\frac{1.177 - 3}{100} \right) = 3.50$$

$$\text{Ag. grueso} = 917 \left(\frac{0.933 - 0.71}{100} \right) = 2.04$$

$$\Sigma = 5.54 \text{ agua libre}$$

- **paso 11:** Agua efectiva

$$\text{Agua de diseño} + \text{agua libre} = 201.022 + 0 = 201.022 \text{ Lt/m}^3 \text{ agua efectiva}$$

- **paso 12:** Diseño teórico húmedo

$$\frac{R_a}{c} = \left(\frac{a}{c} \right) \Rightarrow 0.584 = \frac{201.022}{c} \Rightarrow c = 344 \text{ kg/m}^3$$



- **paso 13:** Proporciones en peso

cemento	ag. Fino	ag. Grueso	Agua
<u>344</u>	<u>947</u>	<u>814</u>	<u>201</u>
344	344	344	344
1	2.753	2.368	0.58

Tabla 31 — Peso de los materiales de agregado corregidos

Cemento	343.949	kg/m ³	=	344	kg/m ³
Agua Efectiva	201.022	L/m ³	=	201	L/m ³
Agregado Fino Húmedo	946.779	kg/m ³	=	947	kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	814.365	kg/m ³	=	814	kg/m ³

Tabla 32 — Agregados con adición de agregado grueso reciclado

	10%	20%	30%	40%	
Cemento	343.95	343.95	343.95	343.95	kg/m ³
Agua Efectiva	201.02	201.02	201.02	201.02	L/m ³
Agregado Fino Húmedo	946.78	946.78	946.78	946.78	kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	732.93	651.49	570.06	488.62	kg/m ³
Agregado reciclado	81.44	162.87	244.31	325.75	kg/m ³
Total	1761.14	1761.14	1761.14	1761.14	kg/m³

Tabla 33 — Proporción de agregados para diseño de mezclas

Cemento	1
Agregado fino	2.753
Agregado Grueso	2.368
Agua	24.839
Dosificación	1 : 2.753 : 2.368 : 24.839 Litros/Bolsa

5.1.5 Elaboración de la mezcla

La elaboración del concreto se realiza de acuerdo con la información de los agregados grueso y finos donde se obtuvo de la caracterización de los materiales para el diseño de mezcla a través del método del comité ACI 211.



Figura 23 — Dosificación de los materiales para la elaboración del concreto

5.1.6 Prácticas normalizadas para la elaboración de muestras de concreto

5.1.6.1 Ensayos en estado fresco

- **Temperatura**

En la elaboración del concreto se obtuvieron los siguientes resultados de la temperatura promedio en el concreto fresco de resistencia $f' = 175$ kg/cm² sin adición de agregado grueso reciclado llegando a medir 25.9 °C y la mezcla con 10% de adición de agregado grueso reciclado llegó a 25.5 °C, con 20% de adición de agregado grueso reciclado llegó a 25.2 °C, con 30% de adición de agregado grueso reciclado llegó a 24.7 °C y con 40% de adición de agregado grueso reciclado llegó a 24.5 °C de esta manera este ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM C 1064 y NTP 339.184.

Tabla 34 — Temperatura con la adición de agregado grueso reciclado.

Concreto $f_c = 175 \text{ kg/m}^2$	Temperatura del Concreto Fresco (°C)
Con 0% de adición de agregado grueso reciclado	25.9
Con 10% de adición de agregado grueso reciclado	25.5
Con 20% de adición de agregado grueso reciclado	25.2
Con 30% de adición de agregado grueso reciclado	24.7
Con 40% de adición de agregado grueso reciclado	24.5

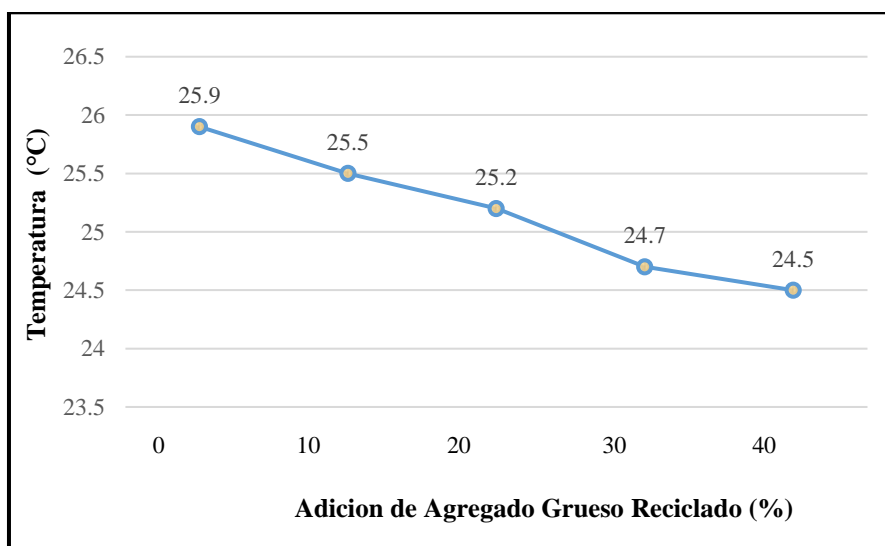


Figura 24 — Control de temperatura en estado fresco



Figura 25 — Control de temperatura en estado fresco del concreto

• **Asentamiento**

Este método de ensayo al concreto fresco se realiza de acuerdo con la NTP 339.045 para lo cual se realizó tres ensayos para cada lote de concreto sin la adición de agregado grueso reciclado y con adición de agregado grueso reciclado de lo cual nos brinda el primer ensayo de asentamiento sin agregado grueso reciclado 9.53 cm de (Slump) y para los ensayos siguientes con 10 %, 20 %, 30 % y 40 % de agregado grueso reciclado se tuvo los resultados 6.99 cm, 4.45 cm, 1.91 y 1.27 cm (Slump).

Tabla 35 — Resultados del ensayo del asentamiento de concreto

N° de ensayos	Primero	Segundo	Tercero	Promedio
Asentamiento con 0% de adición de agregado grueso reciclado	9.55	9.61	9.42	9.53
Asentamiento con 10% de adición de agregado grueso reciclado	6.97	6.98	7.00	6.99
Asentamiento con 20% de adición de agregado grueso reciclado	4.36	4.51	4.49	4.45
Asentamiento con 30% de adición de agregado grueso reciclado	1.87	1.91	1.94	1.91
Asentamiento con 40% de adición de agregado grueso reciclado	1.23	1.31	1.27	1.27

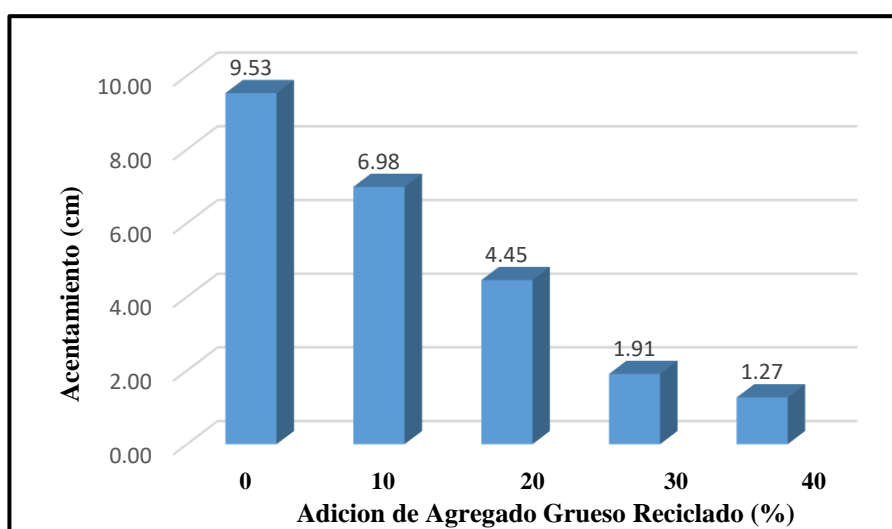


Figura 26 — Asentamiento con adición de agregado grueso reciclado





Figura 27 — Control del asentamiento del concreto fresco

- **Aire atrapado en concreto fresco**

En este ensayo se realizó en apego a normas del MTC E 706 y ASTM C 231 utilizando medidor tipo A de la olla Washington para medir el contenido de aire en los diferentes adiciones de agregado grueso reciclado y sin adición de agregado grueso reciclado donde la tabla 37 nos indica el porcentaje de aire atrapado.

En la figura 28 podemos observar el comportamiento del contenido de aire atrapado en el concreto fresco de resistencia 175 kg/cm^2 sin/con adición de agregado grueso reciclado, de tal forma se llegó a los resultados que difiere la gráfica en forma creciente a mayor adición de agregado grueso reciclado nos indica que el concreto tendrá mayor aire atrapado y será más poroso.

Tabla 36 — Resultados del porcentaje del aire atrapado en concreto

Muestra	% de aire atrapado
Diseño $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ patrón sin AGR	2.30
Diseño $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ con 10% de AGR	2.50
Diseño $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de AGR	2.70
Diseño $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ con 30% de AGR	2.90
Diseño $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ con 40% de AGR	3.10

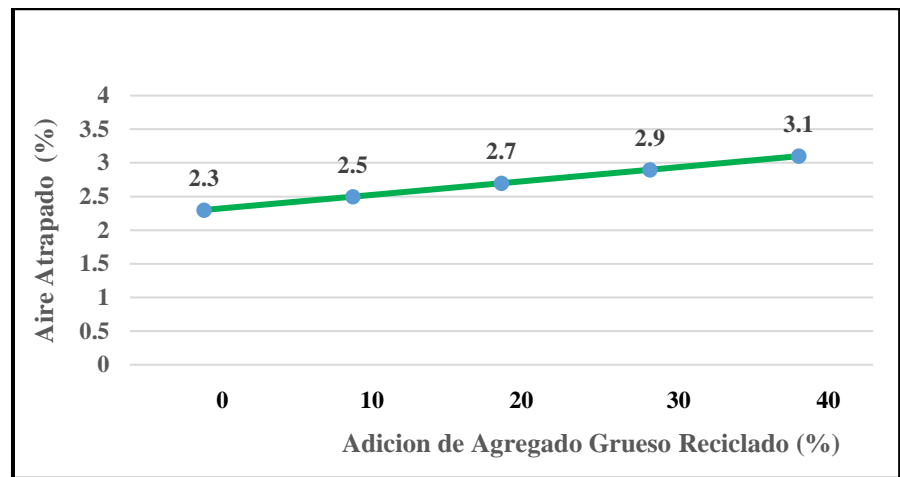


Figura 28 — Aire atrapado con 0% de adición de AGR



Figura 29 — Ensayo del aire atrapado en el concreto fresco

5.1.7 Ensayo en estado endurecido

5.1.7.1 Resistencia a la compresión

Tabla 37 — Resistencia a compresión con 0 % de agregado grueso reciclado a la edad de 7, 14 y 28 días

N° de Serie	N° de Testigo	Resistencia Especificada	Elementos	Incorporacion en %	Fecha de Ensayo		Edad	Slump	Area de Testigo	Carga Sometida		Resistencia Alcanzado			Peso de la Briqueta (kg)	
					Moldeo (dia)	Rotura (dia)				Lectura dia (1)	Lectura Corregida	Resistencia Alcanzada	Resistencia en Porcentaje	Resistencia Promedio		
																(dia)	(pulg.)	(cm2)	(KN)	(kg.)	(kg/cm2)	(%)	(%)
1	1	175 kg/cm2	Patron	0	04/03/2023	11/03/2023	7	3 3/4	185.10	305.40	31141.64	168.24	96.14	95.79	13.35	
	04/03/2023				11/03/2023	3 3/4				182.40	299.60	30550.21	167.49		95.71	13.35
	04/03/2023				11/03/2023	3 3/4				183.90	301.47	30740.90	167.16		95.52	13.42
2	4	175 kg/cm2	Patron	0	04/03/2023	18/03/2023	14	3 3/4	180.30	330.20	33670.49	186.75	106.71	106.11	13.19	
	04/03/2023				18/03/2023	3 3/4				185.10	332.26	33880.55	183.04		104.59	13.31
	04/03/2023				18/03/2023	3 3/4				179.60	329.90	33639.90	187.30		107.03	12.82
3	7	175 kg/cm2	Patron	0	04/03/2023	01/04/2023	28	3 3/4	182.20	442.30	45101.33	247.54	141.45	141.29	13.40	
	04/03/2023				01/04/2023	3 3/4				181.50	440.98	44966.73	247.75		141.57	13.22
	04/03/2023				01/04/2023	3 3/4				179.10	432.90	44142.81	246.47		140.84	13.19

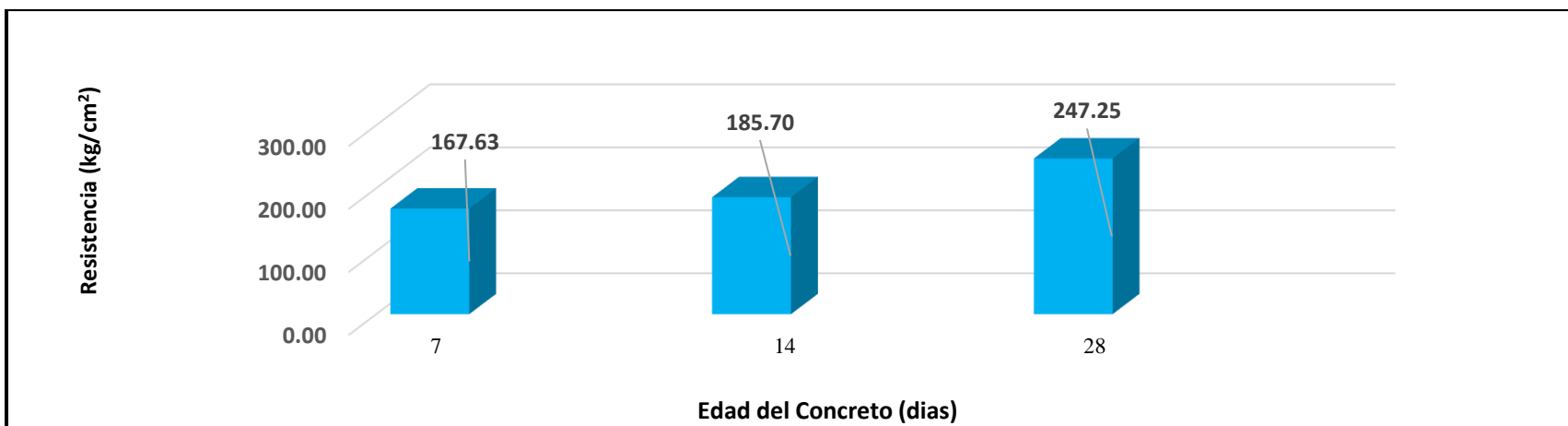


Figura 30 — Resistencia a compresión con 0% de agregado grueso reciclado a la edad de 7, 14 y 28 días

Tabla 38 — Resistencia a compresión con 10 % de agregado grueso reciclado a la edad de 7, 14 y 28 días

N° de Serie	N° de Testigo	Resistencia Especificada	Elementos	Incorporacion en %	Fecha de Ensayo		Edad (día)	Slump (pulg.)	Area de Testigo (cm ²)	Carga Sometida		Resistencia Alcanzado			Peso de la Briqueta (kg)
					Moldeo (día)	Rotura (día)				Lectura dia (1)	Lectura Corregida (kg.)	Resistencia Alcanzada (kg/cm ²)	Resistencia en Porcentaje (%)	Resistencia Promedio (%)	
1	1	175 kg/cm ²	Incorporacion de agregado	10	04/03/2023	11/03/2023	7	2 3/4	181.50	288.30	29397.95	161.97	92.56	92.28	13.06
	2				04/03/2023	11/03/2023		2 3/4	182.70	291.10	29683.47	162.47	92.84		13.23
	3				04/03/2023	11/03/2023		2 3/4	183.10	287.32	29298.02	160.01	91.43		13.02
2	4	175 kg/cm ²	Incorporacion de agregado	10	04/03/2023	18/03/2023	14	2 3/4	181.50	317.34	32359.16	178.29	101.88	102.11	13.11
	5				04/03/2023	18/03/2023		2 3/4	185.10	318.02	32428.50	175.19	100.11		13.40
	6				04/03/2023	18/03/2023		2 3/4	180.30	322.90	32926.11	182.62	104.35		13.10
3	7	175 kg/cm ²	Incorporacion de agregado	10	04/03/2023	01/04/2023	28	2 3/4	180.30	435.60	44418.13	246.36	140.78	138.76	13.06
	8				04/03/2023	01/04/2023		2 3/4	180.90	432.90	44142.81	244.02	139.44		13.14
	9				04/03/2023	01/04/2023		2 3/4	183.30	428.03	43646.22	238.11	136.06		13.40

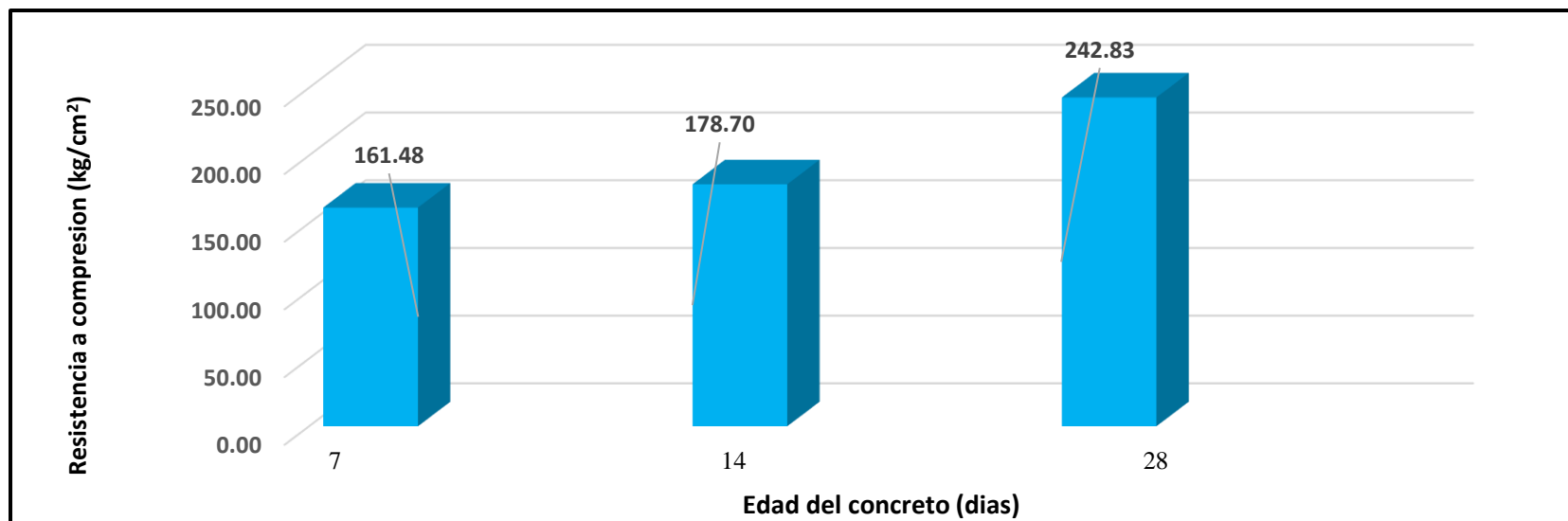


Figura 31 — Resistencia a compresión con 10% de agregado grueso reciclado a la edad de 7, 14 y 28 días

Tabla 39 — Resistencia a compresión con 20 % de agregado grueso reciclado a la edad de 7, 14 y 28 días

N° de Serie	N° de Testigo	Resistencia Especificada	Elementos	Incorporación en %	Fecha de Ensayo		Edad (día)	Slump (pulg.)	Área de Testigo (cm ²)	Carga Sometida		Resistencia Alcanzado			Peso de la Briqueta (kg)
					Moldeo (día)	Rotura (día)				Lectura día (1)	Lectura Corregida (kg.)	Resistencia Alcanzada (kg/cm ²)	Resistencia en Porcentaje (%)	Resistencia Promedio (%)	
1	1	175 kg/cm ²	Incorporación de agregado	20	04/03/2023	11/03/2023	7	1 3/4	179.80	279.76	28527.13	158.66	90.66	88.97	12.97
	2				04/03/2023	11/03/2023		1 3/4	183.40	276.09	28152.90	153.51	87.72		13.31
	3				04/03/2023	11/03/2023		1 3/4	184.30	280.01	28552.62	154.92	88.53		13.11
2	4	175 kg/cm ²	Incorporación de agregado	20	04/03/2023	18/03/2023	14	1 3/4	181.50	307.34	31339.46	172.67	98.67	99.01	13.00
	5				04/03/2023	18/03/2023		1 3/4	182.70	310.02	31612.74	173.03	98.87		13.10
	6				06/03/2023	20/03/2023		1 3/4	181.50	309.90	31600.50	174.11	99.49		12.99
3	7	175 kg/cm ²	Incorporación de agregado	20	06/03/2023	03/04/2023	28	1 3/4	181.50	425.60	43398.43	239.11	136.63	135.22	12.98
	8				06/03/2023	03/04/2023		1 3/4	181.50	422.90	43123.11	237.59	135.77		13.23
	9				06/03/2023	03/04/2023		1 3/4	182.80	418.03	42626.52	233.19	133.25		13.22

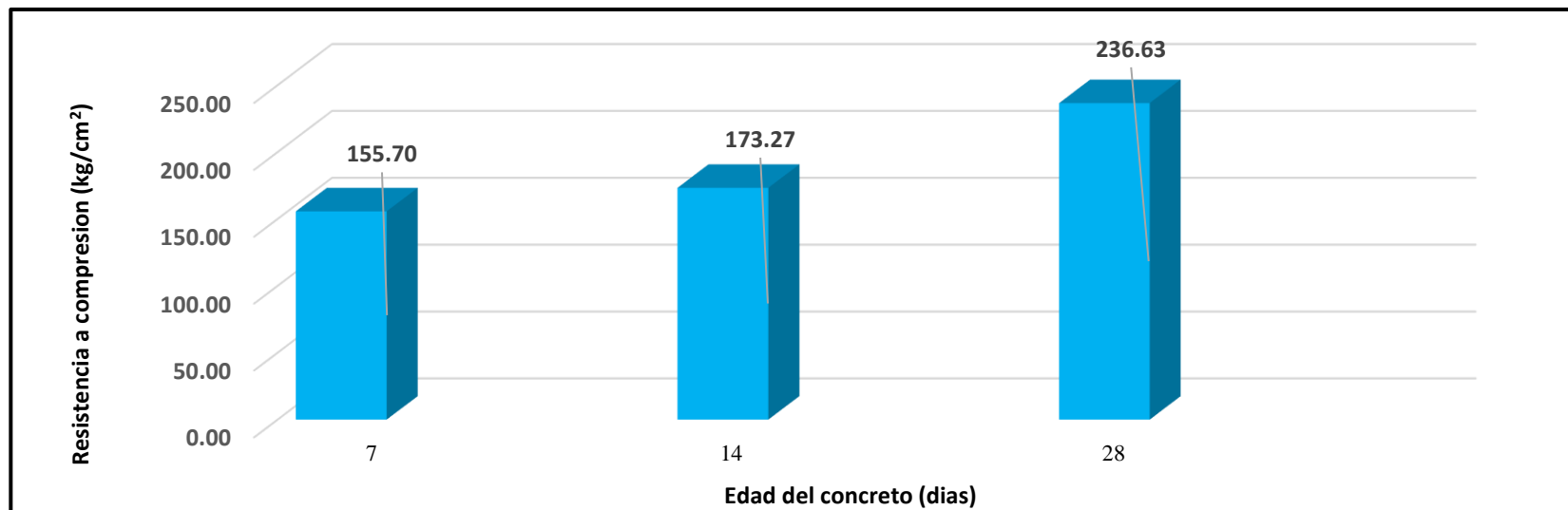


Figura 32 — Resistencia a compresión con 20% de agregado grueso reciclado a la edad de 7, 14 y 28 días

Tabla 40 — Resultado de resistencia a compresión con 30 % de agregado grueso reciclado a la edad de 7, 14 y 28 días

N° de Serie	N° de Testigo	Resistencia Especificada	Elementos	Incorporacion en %	Fecha de Ensayo		Edad	Slump	Area de Testigo	Carga Sometida		Resistencia Alcanzado			Peso de la Briqueta
					Moldeo (dia)	Rotura (dia)				Lectura dia (1)	Lectura Corregida	Resistencia Alcanzada	Resistencia en Porcentaje	Resistencia Promedio	
1	1	175 kg/cm2	Incorporacion de agregado	30	06/03/2023	13/03/2023	7	3/4	184.30	273.76	27915.31	151.47	86.55	85.87	13.19
	2				06/03/2023	13/03/2023		3/4	180.30	266.09	27133.20	150.49	85.99		12.78
	3				06/03/2023	13/03/2023		3/4	181.50	265.01	27023.07	148.89	85.08		12.81
2	4	175 kg/cm2	Incorporacion de agregado	30	06/03/2023	20/03/2023	14	3/4	185.10	301.34	30727.64	166.01	94.86	94.76	13.20
	5				06/03/2023	20/03/2023		3/4	183.90	298.02	30389.10	165.25	94.43		13.06
	6				06/03/2023	20/03/2023		3/4	181.50	295.90	30172.92	166.24	95.00		12.86
3	7	175 kg/cm2	Incorporacion de agregado	30	06/03/2023	03/04/2023	28	3/4	184.30	405.60	41359.03	224.41	128.24	128.74	13.14
	8				06/03/2023	03/04/2023		3/4	182.70	402.90	41083.71	224.87	128.50		12.97
	9				06/03/2023	03/04/2023		3/4	179.10	398.03	40587.12	226.62	129.50		13.00

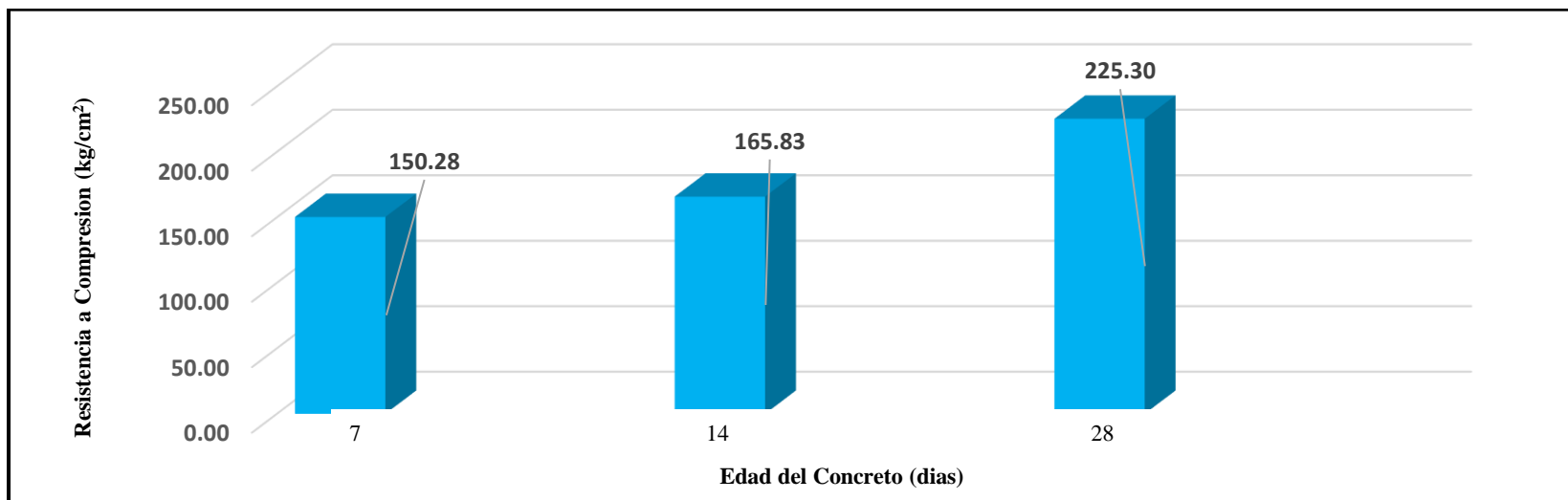


Figura 33 — Resistencia a compresión con 30% de agregado grueso reciclado a la edad de 7, 14 y 28 días

Tabla 41 — Resultado de resistencia a compresión con 40 % de agregado grueso reciclado a la edad de 7, 14 y 28 días

N° de Serie	N° de Testigo	Resistencia Especificada	Elementos	Incorporacion en %	Fecha de Ensayo		Edad (día)	Slump (pulg.)	Area de Testigo (cm ²)	Carga Sometida		Resistencia Alcanzado			Peso de la Briqueta (kg)						
					Moldeo (día)	Rotura (día)				Lectura dia (1)	Lectura Corregida (kg.)	Resistencia Alcanzada (kg/cm ²)	Resistencia en Porcentaje (%)	Resistencia Promedio (%)							
1	1	175 kg/cm ²	Incorporacion de agregado	40	06/03/2023	13/03/2023	7	1/2	181.00	264.76	26997.58	149.16	85.23	83.52	12.74						
	2				06/03/2023	13/03/2023				1/2	181.50	258.09	26317.44		145.00	82.86	12.69				
	3				06/03/2023	13/03/2023				1/2	185.10	262.01	26717.16		144.34	82.48	12.99				
2	4	175 kg/cm ²	Incorporacion de agregado	40	06/03/2023	20/03/2023	14	1/2	181.50	285.34	29096.12	160.31	91.61	90.76	12.81						
	5				06/03/2023	20/03/2023				1/2	182.70	281.02	28655.61		156.85	89.63	12.94				
	6				06/03/2023	20/03/2023				1/2	179.10	279.90	28541.40		159.36	91.06	12.70				
3	7	17 ⁷	agregado		14				28				52	125.03	12.75						
	8				06/03/2023	03/04/2023							1/2		182.20	388.03	39567.42	217.16	124.09	49	12.98
	9																			12.82	

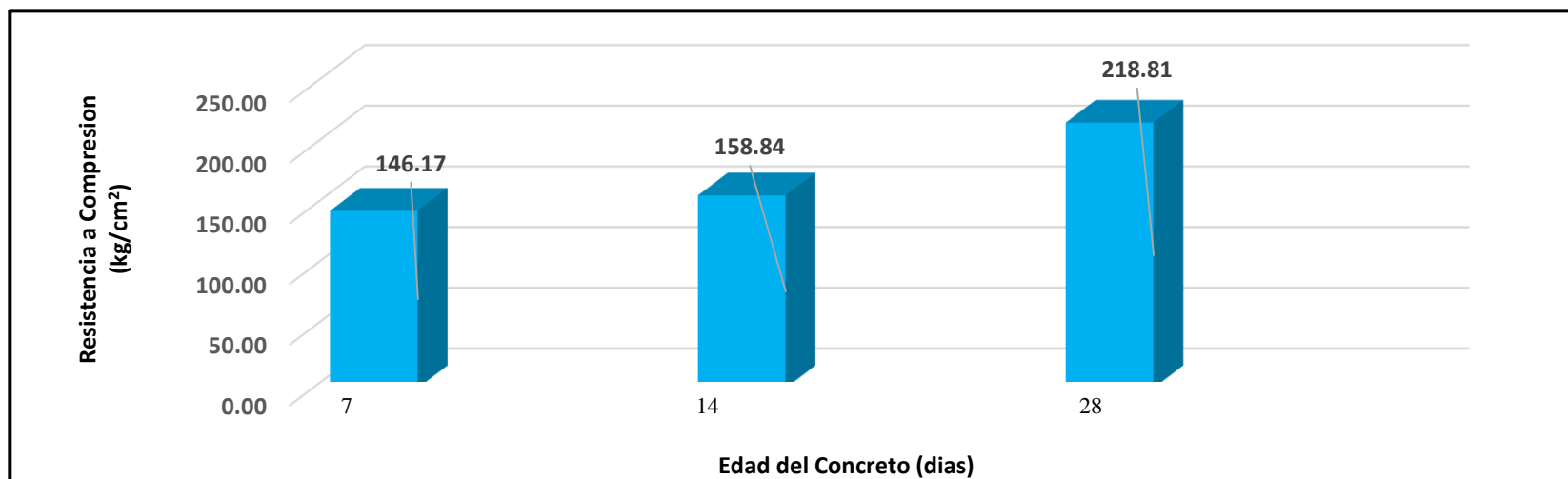


Figura 34 — Resistencia a compresión con 40% de agregado grueso reciclado en la edad de 7, 14 y 28 días



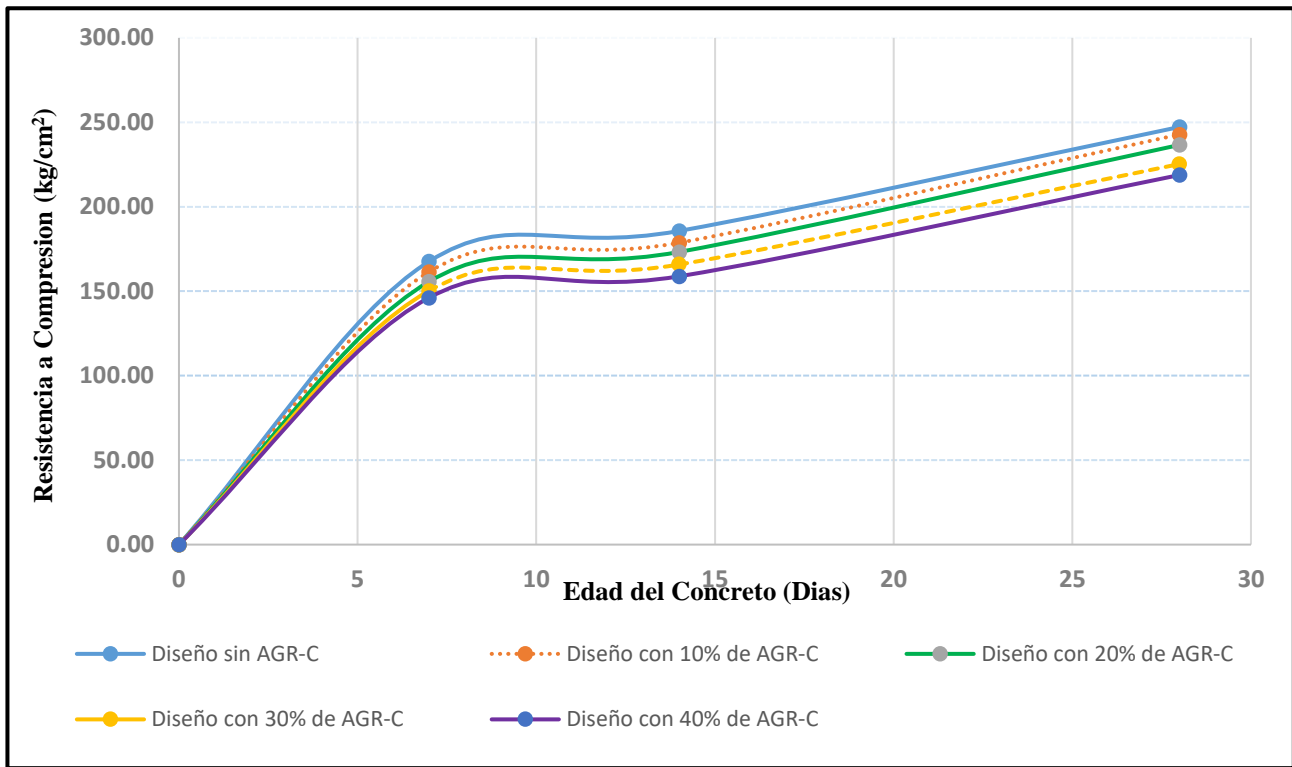


Figura 35 — Curva de la resistencia a compresión en (kg/cm²) a los 7, 14 y 28 días

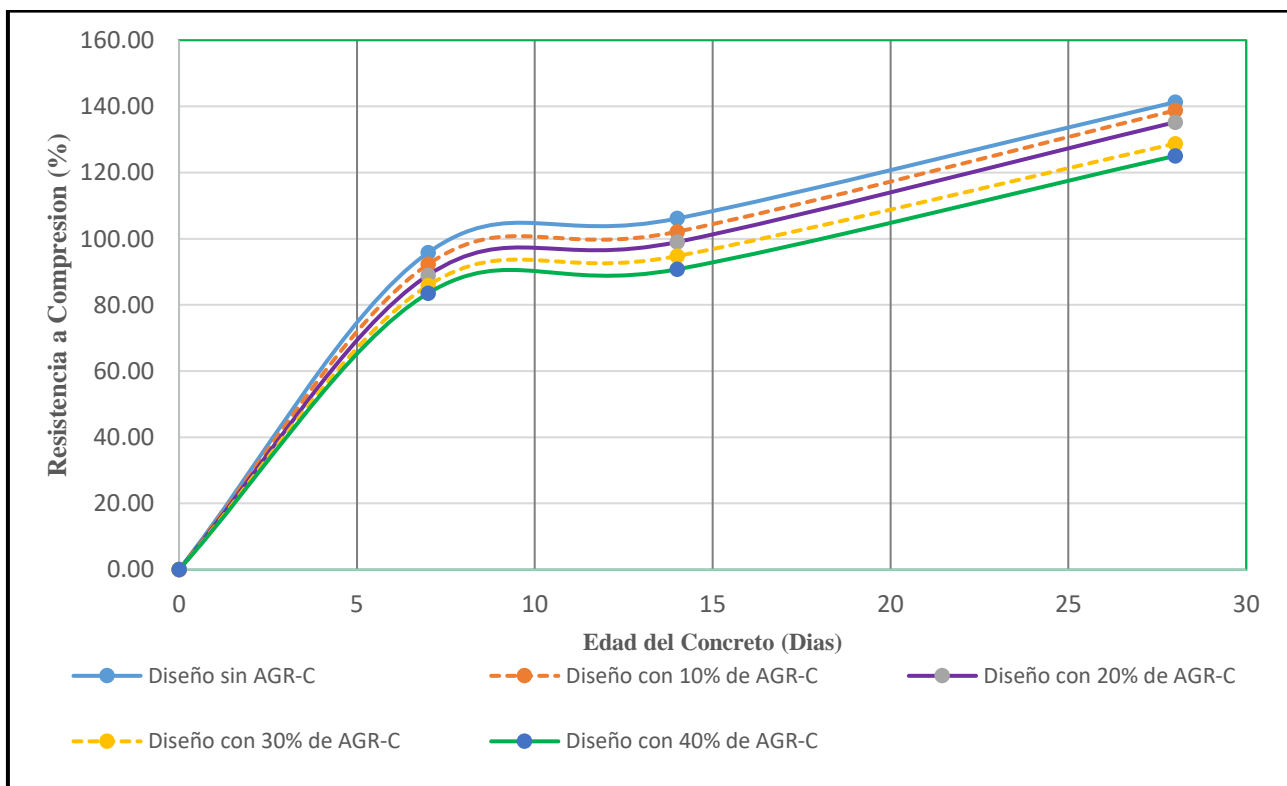


Figura 36 — Comportamiento de la curva de resistencia a compresión en (%) a los 7, 14 y 28 días



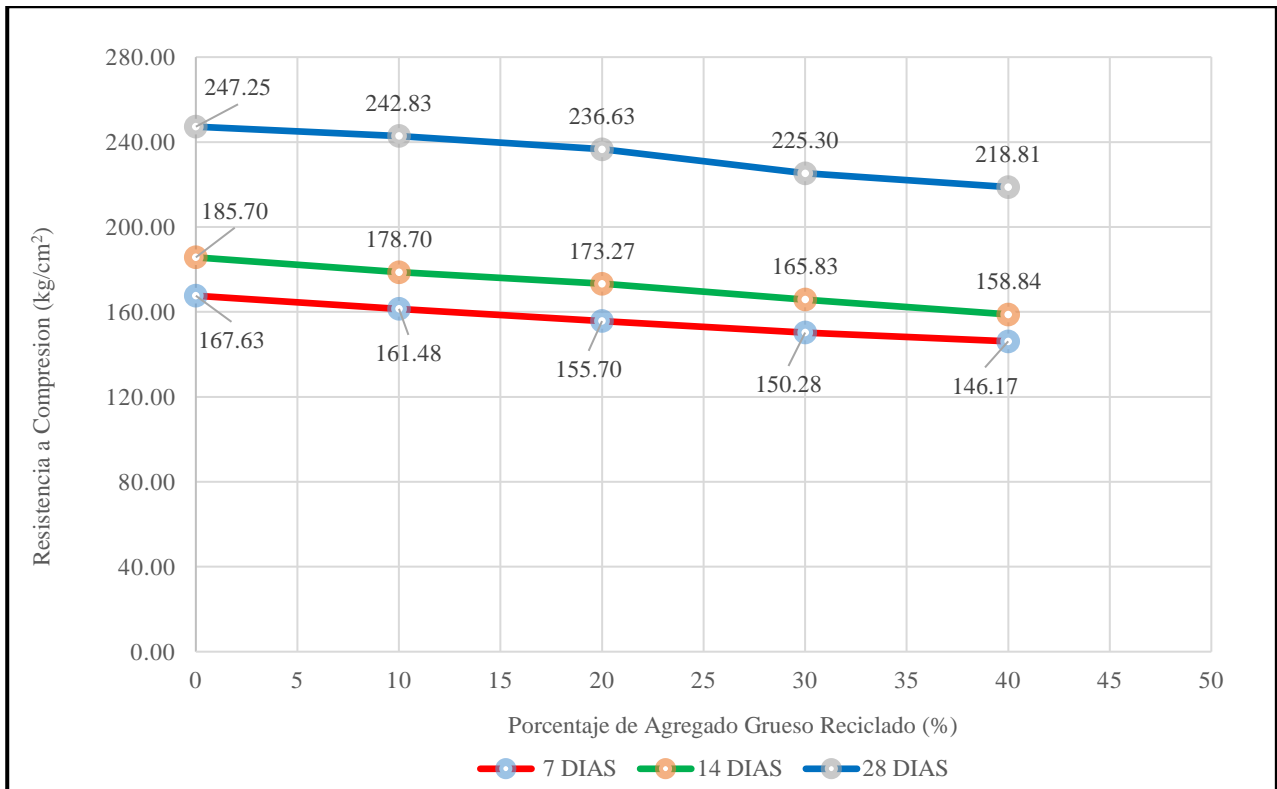


Figura 37 — Resistencia a compresión con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de AGR en (kg/cm²)

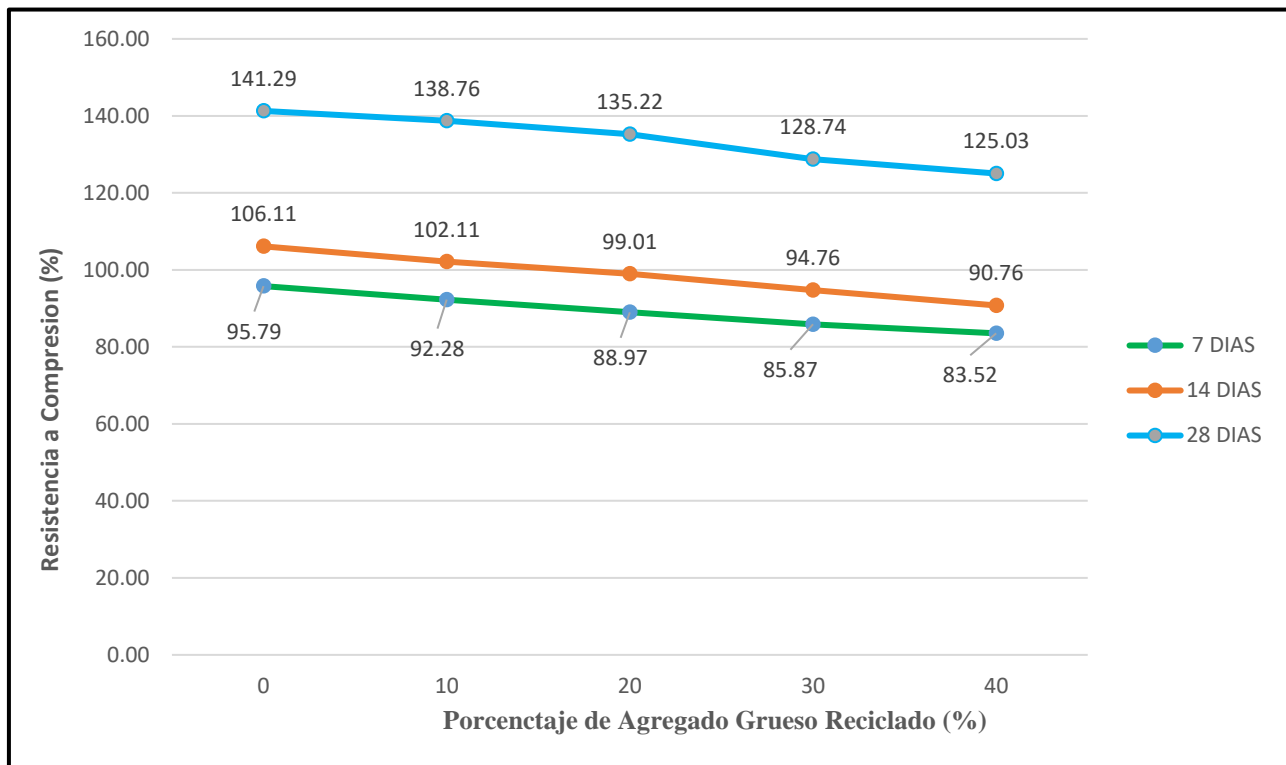


Figura 38 — Resistencia a la compresión con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de AGR en (%)

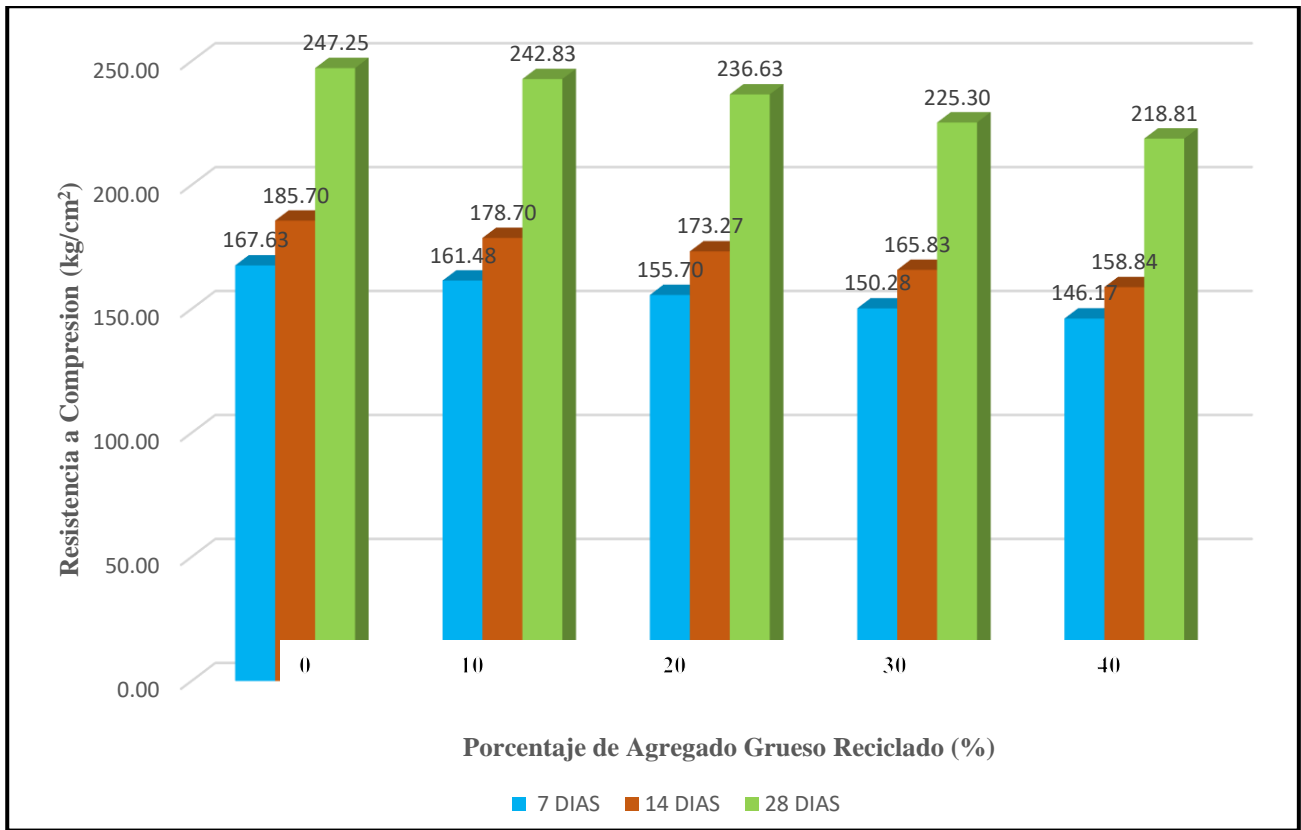


Figura 39 — Comportamiento de la barra de la resistencia a compresión en (kg/cm²)

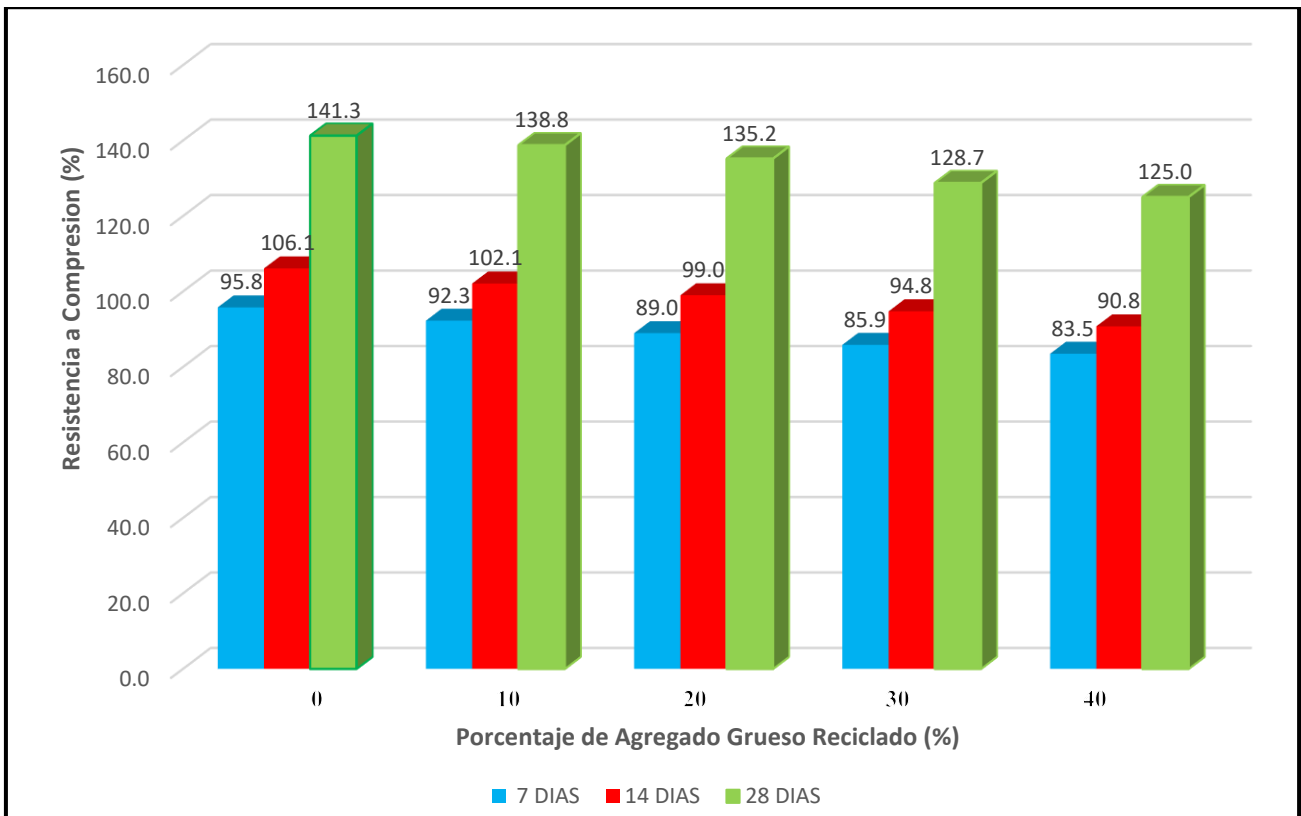


Figura 40 — Comportamiento de la barra de la resistencia a compresión en (%)

5.2 Prueba de hipótesis (resultados del análisis estadístico)

Se presentan los resultados para el análisis estadístico general en cuanto a la estadística descriptiva, la estadística inferencial y la evaluación post hoc sobre el efecto del uso de agregado grueso reciclado en las propiedades del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Se analizaron la resistencia a compresión, el asentamiento y la densidad del concreto endurecido a los 28 días de edad, con niveles de tratamiento del 0%, 20%, 30% y 40% de adición de agregado grueso reciclado.

Tabla 42 — Resultado del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad

Tratamiento	Adición Agregado Grueso Reciclado (%)	Resistencia a Compresión (kg/cm^2)	Asentamiento (cm)	Densidad (kg/cm^3)
T1	0	247.54	9.55	0.0025
T1	0	247.75	9.61	0.0024
T1	0	246.47	9.42	0.0025
T2	10	246.36	6.97	0.0024
T2	10	244.02	6.98	0.0024
T2	10	238.12	7.00	0.0024
T3	20	239.11	4.36	0.0024
T3	20	237.60	4.51	0.0024
T3	20	233.19	4.49	0.0024
T4	30	224.41	1.87	0.0024
T4	30	224.87	1.91	0.0024
T4	30	226.62	1.94	0.0024
T5	40	221.40	1.23	0.0023
T5	40	217.86	1.31	0.0024
T5	40	217.17	1.27	0.0023

Nota: Los datos se obtuvieron en laboratorio bajo condiciones controladas, analizando la resistencia a compresión, el asentamiento y la densidad del concreto con un diseño de $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Se elaboraron briquetas para las pruebas y se garantizó la validez de los resultados verificando la calibración de los equipos mediante certificados actualizados de tal manera también se evite el sesgo en la investigación.

5.2.1 Estadística descriptivo

El análisis estadístico descriptivo tuvo como objetivo resumir las mediciones de las variables dependientes para cada tratamiento, calculando como media, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación y rango. Además, de tal manera se pueda identificar diferencias iniciales entre los tratamientos y facilitar la interpretación de los datos.

Tabla 43 — Estadística descriptiva para resistencia promedio alcanzada (kg/cm²)

Variable	Conteo total	Media	Varianza	CoefVar	Mínimo	Máximo
Resistencia a compresión (kg/cm ²)	15	234.17	126.4	4.8	217.17	247.75

Nota: La resistencia a compresión del concreto tiene un promedio de 234.17 kg/cm² con una desviación estándar de 11.24, lo que indica una variación moderada en los datos. La varianza es de 126.40, con un coeficiente de variación del 4.80%, reflejando una baja dispersión relativa. Los valores oscilan entre un mínimo de 217.17 kg/cm² y un máximo de 247.75 kg/cm², mostrando una distribución estable y consistente.

Tabla 44 — Estadística descriptiva para asentamiento promedio (cm)

Variable	Conteo total	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Máximo
Asentamiento (cm)	15	4.83	3.21	66.47	1.27	9.53

Nota: El asentamiento promedio del concreto es de 4.830 cm, con una desviación estándar de 3.210, lo que refleja una variación considerable en los datos. La varianza es de 10.307, y el coeficiente de variación del 66.47% indica una alta dispersión relativa. Los valores varían entre un mínimo de 1.270 cm y un máximo de 9.530 cm, mostrando una distribución amplia en los resultados.

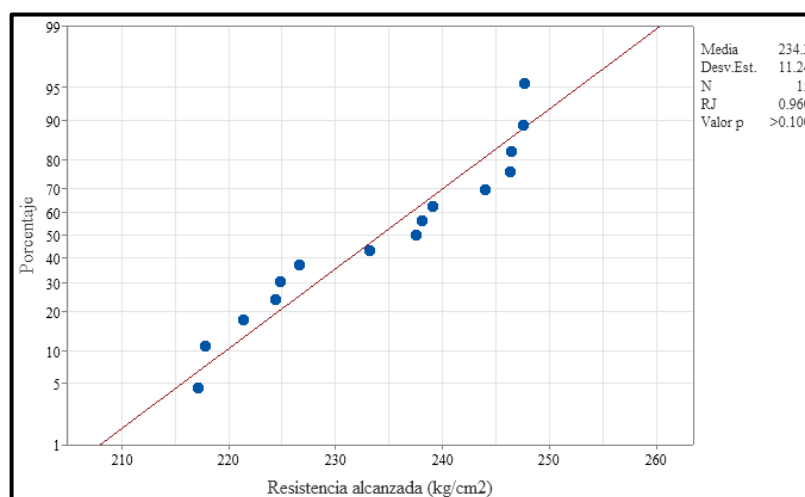
Tabla 45 — Estadística descriptiva para asentamiento promedio (cm)

Variable	Conteo total	Media	Desv.Est.	CoefVar	Mínimo	Máximo
Densidad (kg/cm ³)	15	0.0024	0.000053	2.23	0.0023	0.0025

Nota: La densidad promedio del concreto es de 0.002400 kg/cm³, con una desviación estándar muy baja de 0.000053, lo que indica una variación mínima en los datos. La varianza es prácticamente nula (0.000000) y el coeficiente de variación es de 2.23%, reflejando una alta consistencia en las mediciones. Los valores oscilan entre un mínimo de 0.002300 kg/cm³ y un máximo de 0.002500 kg/cm³, mostrando una distribución muy uniforme.

5.2.2 prueba de normalidad

Se desarrolló un análisis de normalidad aplicando las pruebas de Shapiro-Wilk, más adecuada para muestras pequeñas ($N < 50$). El criterio de decisión establecido fue que si $p > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula, indicando que los datos siguen una distribución normal, mientras que si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula, sugiriendo que los datos no presentan normalidad.

Figura 41 — Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) para resistencia (kg/cm²)

Nota: La prueba de normalidad Shapiro-Wilk muestra un coeficiente (RJ) de 0.960 y un valor p mayor a 0.100, indicando que los datos de resistencia a compresión tienen (media de 234.2 kg/cm²) no presentan evidencia

significativa de desviación respecto a una distribución normal. Esto sugiere que los datos son adecuados para análisis estadísticos que asumen normalidad.

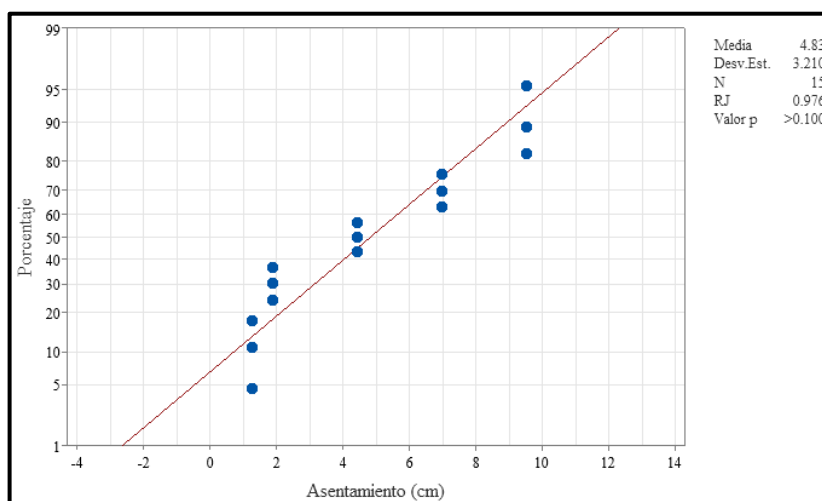


Figura 42 — Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) para asentamiento (cm)

Nota: La prueba de normalidad Shapiro-Wilk para el asentamiento muestra un coeficiente (RJ) de 0.976 y un valor p mayor a 0.100, indicando que los datos (media de 4.83 cm) no presentan desviación significativa de una distribución normal, siendo adecuados para análisis estadísticos que asumen normalidad.

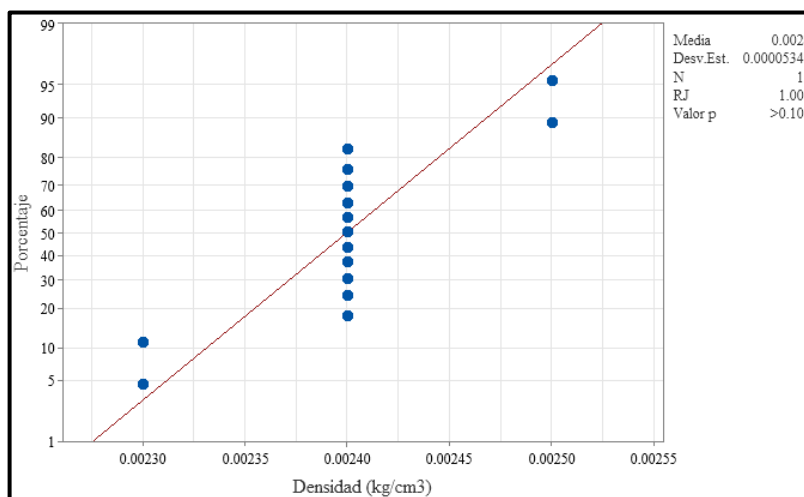


Figura 43 — Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) para densidad (kg/cm³)

Nota: La prueba de normalidad Shapiro-Wilk para la densidad muestra un coeficiente (RJ) de 1.000 y un valor p mayor a 0.100, indicando que los datos (media de 0.0024 kg/cm³) se ajustan perfectamente a una distribución normal,



lo que los hace adecuados para análisis estadísticos que requieren esta suposición.

5.2.3 Análisis inferencial (Prueba de Hipótesis)

El análisis inferencial tiene como objetivo identificar y evaluar relaciones significativas entre variables del estudio, determinar diferencias entre tratamientos, utilizando pruebas estadísticas ANOVA, puesto que en el resultado del análisis de normalidad demuestra que son paramétricas.

Tabla 46 — ANOVA para resistencia a compresión (kg/cm^2) vs. Adición de agregado grueso reciclado (%)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Adición de Agregado grueso Reciclado	4	1700.70	425.176	61.67	0.000
Error	10	68.95	6.895		
Total	14	1769.65			

Nota: La tabla de ANOVA muestra que el porcentaje de adición de agregado grueso reciclado tiene un efecto significativo entre los promedios de los 5 tratamientos de la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, ya que el valor ($p = 0.000$) es menor que el nivel de significancia típico ($\alpha = 0.05$) y el valor ($F = 0.000$).

Donde:

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia entre los promedios de los 5 tratamientos de la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Hipótesis alterna (H_1): Existe diferencia entre los promedios de los 5 tratamientos de la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

De la tabla de ANOVA, el valor ($p = 0.000$) es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo: Que el porcentaje de adición de agregado grueso reciclado tiene un efecto significativo disminuyendo la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

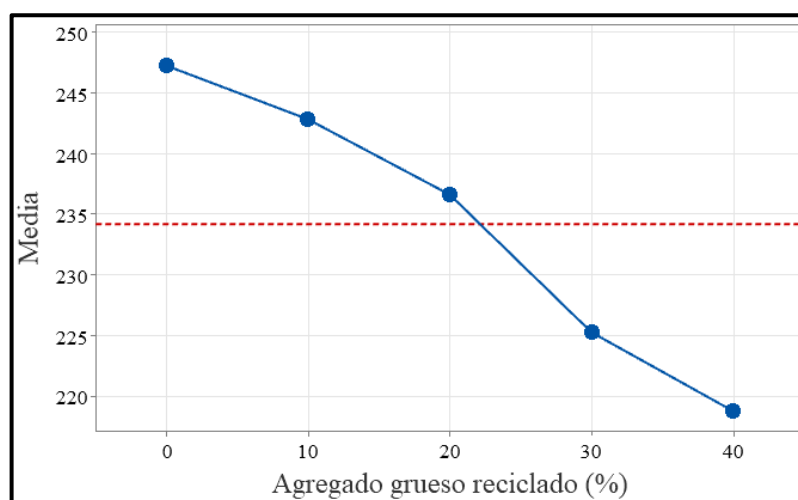


Figura 44 — Promedio de la resistencia a compresión del concreto por tratamientos

Nota: La gráfica indica que los promedios de los 5 tratamientos con diferentes porcentajes de adición de agregado grueso reciclado para la resistencia del concreto disminuyen de manera decreciente a medida que aumenta el porcentaje de adición de agregado grueso reciclado. Este efecto es especialmente evidente a partir del 30%, mostrando una reducción drástica en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 47 — ANOVA para asentamiento (cm) vs. Adición de agregado grueso reciclado (%)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Adición de agregado grueso Reciclado	4	144.300	36.075	9,494	0.000
Error	10	0.038	0.004		
Total	14	144.338			

Nota: La tabla de ANOVA muestra que el porcentaje de adición de agregado grueso reciclado tiene un efecto significativo entre los promedios de los 5 tratamientos del asentamiento en estado fresco del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, ya que el valor ($p = 0.000$) es menor que el nivel de significancia típico ($\alpha = 0.05$), el valor (F de 9,493.421).

Donde:

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia entre los promedios de los 5 tratamientos del asentamiento en estado fresco del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Hipótesis alterna (H_1): Existe diferencia entre los promedios de los 5 tratamientos del asentamiento en estado fresco del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

De la tabla de ANOVA, el valor ($p = 0.000$) es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo: Que el porcentaje de adición de agregado grueso reciclado tiene un efecto significativo disminuyendo el asentamiento en estado fresco del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

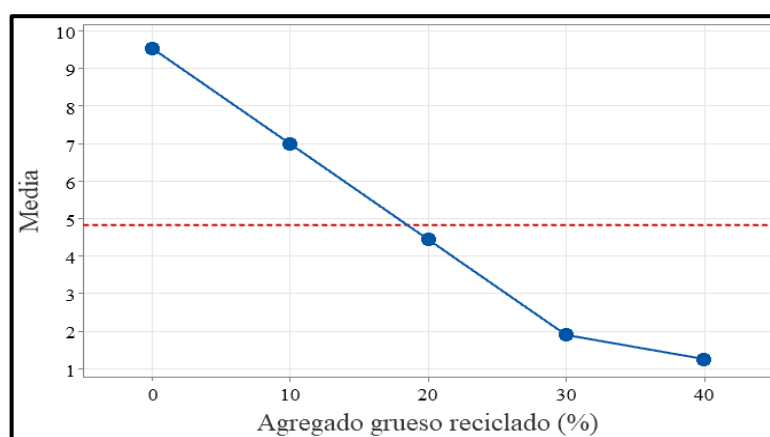


Figura 45 — Promedio del asentamiento del concreto por tratamientos

Nota: La gráfica indica que los promedios de los 5 tratamientos con diferentes porcentajes de adición de agregado grueso reciclado para el asentamiento del concreto en estado fresco son diferentes, disminuyendo de manera decreciente a medida que aumenta el porcentaje de agregado grueso reciclado. Este efecto es evidente a partir del 20%, mostrando una reducción en la trabajabilidad en estado fresco del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 48 — ANOVA para densidad (kg/cm^3) vs. Adición de agregado grueso reciclado

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Adición de agregado grueso reciclado	4	0.0000020	0.000005	5.00	0.018
Error	10	0.0000040	0.000001		
Total	14	0.0000060			

Nota: La tabla de ANOVA muestra que el porcentaje de adición de agregado grueso reciclado tiene un efecto significativo entre los promedios de los 5 tratamientos de la densidad del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, ya que el valor ($p = 0.018$) es menor que el nivel de significancia típico ($\alpha = 0.05$), el valor F de 5.00.

Donde:

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia entre los promedios de los 5 tratamientos de la densidad del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Hipótesis alterna (H_1): Existe diferencia entre los promedios de los 5 tratamientos de la densidad del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

De la tabla de ANOVA, el valor ($p = 0.018$) es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo: Que el porcentaje de adición de agregado grueso reciclado tiene un efecto significativo disminuyendo la densidad del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

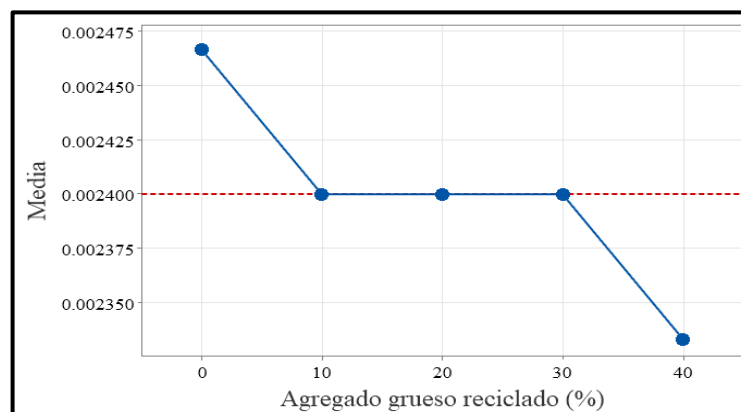


Figura 46 — Promedio de densidad del concreto por tratamientos

Nota: La gráfica muestra que los promedios de la densidad del concreto de los cinco tratamientos disminuyen ligeramente con el aumento del porcentaje de adición del agregado grueso reciclado. Aunque los cambios son menores hasta el 30%, pero se observa una disminución más pronunciada en el 40%, lo que sugiere que mayores proporciones de adición de agregado grueso reciclado impactan la densidad del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.



5.2.4 Pruebas post hoc

Tabla 49 — Prueba de Tukey a 95% de nivel de confianza para resistencia a compresión

Adición de agregado grueso reciclado					
(%)	N	Media	Agrupación		
0	3	247.253	A		
10	3	242.83	A	B	
20	3	236.63		B	
30	3	225.30			C
40	3	218.81			C

Nota: De la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% muestra que las medias de los tratamientos con **30% y 40%** de adición de agregado grueso reciclado tienen un impacto significativamente negativo en la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 50 — Prueba de Tukey a 95% de nivel de confianza para el asentamiento

Adición de agregado grueso reciclado					
(%)	N	Media	Agrupación		
0	3	9.53	A		
10	3	6.99		B	
20	3	4.45			C
30	3	1.91			D
40	3	1.27			E

Nota: La prueba de Tukey refleja una reducción progresiva y significativa de las medias de los cinco tratamientos para el asentamiento del concreto en estado fresco, con el aumento del porcentaje de adición de agregado grueso reciclado. El tratamiento más influyente es el **0% de adición de agregado grueso reciclado**, con el mayor asentamiento (9.530 cm), significativamente diferente de todos los demás niveles. En contraste, el **40%** tiene la menor influencia (1.270 cm), mostrando que mayores porcentajes de adición de agregado grueso reciclado reducen drásticamente el asentamiento y la trabajabilidad en estado fresco del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 51 — Prueba de Tukey a 95% de nivel de confianza para la densidad

Adición de agregado grueso reciclado				
(%)	N	Media	Agrupación	
0	3	0.0024	A	
10	3	0.0024	A	B
20	3	0.0024	A	B
30	3	0.0024	A	B
40	3	0.0023		B

Nota: De la tabla de Tukey se afirma que el **0% de adición de agregado grueso reciclado** tiene una influencia significativa y diferenciada en comparación con los demás tratamientos, ya que presenta una densidad superior, mientras que los niveles con adición de agregado reciclado no presentan diferencias significativas entre sí en la densidad del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

5.3 Discusión

Según nuestra investigación titulada “Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 175 kg/cm^2 en la ciudad de Abancay, 2023, se realizó el análisis de relación con los resultados de los antecedentes de nuestra investigación con la adición de agregado grueso reciclado para concreto con diferentes porcentajes de adición donde se realizó la evaluación comparativa de los resultados.

- A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alterna que establece la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 175 kg/cm^2 en la ciudad de Abancay, donde se determinó que es aceptable utilizar agregado grueso reciclado hasta un porcentaje de 10%, 20% y 30%, mientras que con 40% no cumple con lo estipulado en la norma técnica para resistencia de 175 kg/cm^2 .

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (MAMANI, y otros, 2019) y (BAZALAR, y otros, 2019), que el uso de concreto reciclado como agregado grueso no presenta un índice de cumplimiento de resistencia a la compresión en su totalidad, ya que según los ensayos realizados solo con los porcentajes de 10% 20% y 30%



alcanzaron las exigencias permitidas por la norma mas no al 40%, estableciendo que, a mayor uso de concreto reciclado, menor es su resistencia a la compresión.

- De igual manera se determinó que el asentamiento del concreto fresco (slump) con menores a 10%, 20 % y 30% de agregado grueso reciclado es aceptable por su trabajabilidad. Pero con 40% baja el asentamiento esto hace que el concreto en estado fresco sea menos trabajable por lo que se recomienda utilizar adición de agregado grueso reciclado menores a 30%.

donde los resultados guardan relación con (COLLANTE, 2018 y otros), la que sostiene que el ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco es de 2 pulgadas y $6 \frac{2}{3}$ pulgadas respectivamente; siendo este último tres veces más fluido. Además, también se concluye que, al incrementar el porcentaje de agregado reciclado en la mezcla, la pasta se hace menos trabajable. Por la que se recomienda utilizar menores de 30% de agregado grueso reciclado.

- También se determinó que, con la adición de 10 %, 20 %, 30% y 40% de agregado grueso reciclado no influye en la densidad del concreto en estado endurecido ya que se mantiene en relación con el concreto patrón por lo que se recomienda realizar un buen tratamiento en la colocación de concreto en las briquetas también hacer un buen curado de concreto para así no variar mucho con la densidad del concreto.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- **OG1: Determinar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$**

Conforme a los resultados se evidencia que la adición de agregado grueso reciclado influye significativamente de manera desfavorable reduciendo la resistencia a compresión conforme se adiciones el agregado grueso reciclado, a la edad de 28 días la resistencia a compresión alcanzada es, con 0 % de adición de agregado grueso reciclado llego a sus resistencia 247.25 kg/cm^2 y con 10 % de adición de agregado grueso reciclado llego a 242.83 kg/cm^2 de su resistencia y con 20 % de adición de agregado grueso reciclado se llegó 236.63 kg/cm^2 de su resistencia y con 30 % de adición de agregado grueso reciclado llego a 225.30 kg/cm^2 y con 40 % de adición de agregado grueso reciclado llego a 218.81 kg/cm^2 de su resistencia, donde se concluye que la adición de agregado grueso reciclado no contribuye eficientemente en la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ cuanto más adición de agregado grueso reciclado la resistencia disminuye.

- **OE2: Determinar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en el comportamiento del asentamiento en estado fresco del concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$**

Conforme a los resultados se evidencia que la adición de agregado grueso reciclado influye significativamente de manera desfavorable reduciendo la trabajabilidad del concreto en estado fresco; El concreto fresco con 0% de adición de agregado grueso reciclado llego a los rangos permisibles 9.53 cm de asentamiento donde nos indica que el concreto es fluido y trabajable, con 10 % de adición de agregado grueso reciclado resultado 6.99 cm donde se llegó a la conclusión que el concreto es trabajable de acuerdo a nuestro diseño de mezclas, con 20 % de adición de agregado grueso reciclado resultado el asentamiento 4.45 cm donde nos indica que el concreto fresco es trabajable, con 30

% de adición de agregado grueso reciclado resulto 1.91 cm de asentamiento donde podemos ver que el concreto es menos trabajable y con 40 % de adición de agregado grueso reciclado resulto 1.27 cm de asentamiento y no se encuentra dentro de los parámetros de la NTP siendo menos trabajable, se concluye que la adición de agregado grueso reciclado en mayores proporciones al 30% influyen en el comportamiento de Slump ya que el concreto es no trabajable.

- **OE3: Determinar la influencia de la adición de agregado grueso reciclado en el comportamiento de la densidad del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$**

Conforme a los estudios realizados en la investigación se obtuvo los siguientes resultados del ensayo de densidad del concreto; El concreto en estado endurecido con 0% de adición de agregado grueso reciclado llego a los rangos permisibles 0.0024 kg/cm^3 de densidad de concreto donde nos indica que el concreto es eficiente y con incorporación de 10%, 20% , 30% de adición de agregado grueso reciclado también llegan a 0.0024 kg/cm^3 mientras con 40% de adición de agregado grueso reciclado resulto 0.0023 kg/cm^3 donde se llegó a la conclusión que la adición de agregado grueso reciclado a proporciones menores al 30% no influyen en la densidad del concreto sin embargo a proporciones mayores del 30% si afecta en la densidad del concreto.

6.2 Recomendaciones

- **OE1:** De acuerdo con los resultados para todos los casos de adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión, se recomienda su uso dentro de las elaboraciones de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en porcentajes menores o iguales al 30% ya que la resistencia a compresión está dentro de los parámetros de la NTP, mientras a mayores de 30% de adición de agregado grueso reciclado la resistencia del concreto disminuye.
- **OE2:** Se recomienda que, durante la preparación del concreto, colocación del concreto a los moldes de cono de abrams, durante el ensayo del asentamiento (slump) en estado fresco se realicen correctamente considerando las exigencias impuestas por la normativa, con el fin de alcanzar a la resistencia promedio requerida y en el mejor de los casos superar dicha resistencia.

- **OE3:** Se recomienda que, durante la colocación de concreto se compacte bien para que no existan espacios vacíos o cangrejas en el concreto seco esto hace que la densidad del concreto no alcance a las especificaciones de la norma técnica para concretos de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ esto perjudicando en la resistencia del concreto.

Otras recomendaciones

- Se recomienda realizar más investigaciones relacionadas a la reutilización de agregados reciclados sustituyendo en mayores porcentajes e implementando aditivos y/o otros elementos con el fin de mejorar las propiedades físico - mecánicas del nuevo concreto a ser utilizado.
- También se recomienda a las autoridades municipales y regionales dar iniciativa para la creación de una planta recicladora de RCD, para luego procesar como agregado grueso reciclado y utilizar para las nuevas construcciones ecológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO, Flavio. 2017. *tecnologia del concreto*. lima : san marcos, 2017.
- ACENCIO, Armando Regulo. 2014. *Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$* . cajamarca : s.n., 2014.
- ANAMPA, Rios y BERNAOLA, Melendez. 2019. *Influencia del material reciclado proveniente del pavimento deteriorado en el jr. Puno y av. Abancay de la ciudad de Abancay para la elaboración de concreto nuevo a ser reutilizados en pavimentos*. Apurimac, Universidad Tecnologica de los Andes. Abancay. Abancay : s.n., 2019. Tesis.
- ASTM C 136. *Método estándar de ensayo para análisis por tamizado de agregados fino y grueso*. Estados Unidos : s.n.
- ASTM C 33-03. *Método estándar de ensayo para análisis por tamizado de agregados fino y grueso*. Estados Unidos : s.n.
- BATISTA, Monica. 2001. *Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição*. porto alegre : s.n., 2001.
- BAZALAR, Luis y CADENILLAS, Miguel. 2019. *Propuesta de agregado reciclado para la elaboración*. lima : s.n., 2019. pág. 5.
- CARIZAILE, Eddson y AQUISE, Sandra Elizabeth. 2015. *viabilidad del uso de concreto reciclado para la construcción de viviendas en la ciudad de tacna*. tacna : s.n., 2015.
- CARRASCO, Raul Bernardo. 2018. *Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de riobamba, análisis de costo e impacto ambiental*. quito- ecuador : s.n., 2018.
- COLLANTES, Jordy Alexis y ESLAVA, Diego Alonso. 2018. *Influencia del Agregado Reciclado Sobre la Compresion, Abtrasion, Asentamiento y Permeabilidad en el Concreto permeable no estructural*. Trugilio : s.n., 2018.



CONTRERAS, Karlita Beatriz y HERRERA, Victor Alfonso. 2015. *Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y sub - bases de estructura de pavimento en nuevo chimbote-santa-ancash*. Chimbote : s.n., 2015.

COTTIER, Juan Luis. 1995. *Tecnología del Concreto*. Mexico : s.n., 1995.

CRUZ, Marlon Jose y MORENO, Nicolas Fernando. 2016. *Agregados para el concreto con materiales reutilizados de la demolición de estructuras “pruebas de resistencia a la compresión*. colombia : s.n., 2016.

CUBAS, Hervin y CABRERA, Josias. 2019. *Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional*. lima : s.n., 2019. pág. 33.

DIAZ, Luis Gerardo. 2018. *aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (rcd) en la elaboración de concretos en colima villa de Álvarez*. mexico : s.n., 2018.

DURAN, Remolina. 2018. *Determinación de parámetros físico-mecánicos y de durabilidad*. universidad de costa. barranquilla - colombia : s.n., 2018.

FERREL, Hemerson y MOREANO, Emerson. 2018. *Evaluación de la calidad de los agregados provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca-Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurímac 2018*. abancay : s.n., 2018.

FLOR, Gino. 2012. *aprovechamiento de hormigon reciclado en obras viales*. Argentina : s.n., 2012.

FUENTES, Yoana Estefany y DIAZ , Luigi. 2024. *Utilización de concreto reciclado como agregado grueso para la elaboración de nuevos diseños*. Lima : s.n., 2024.

GUACANEME, Fabio Andres. 2015. *Ventajas y usos del concreto reciclado*. Colombia : s.n., 2015.

GUTIERREZ, Libia. 2003. *el concreto y otros materiales para la construccion*. colombia : s.n., 2003.

HERNANDEZ, Roberto y BATISTA, Monica. 2014. *Metodología de la Investigacion*. Mexico : s.n., 2014.



- JIMENEZ, William Adolfo y LOPEZ, Ana Maria. 2017. *Análisis mecánico de la utilización de concreto reciclado como agregado grueso en un concreto de alto desempeño*. Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2017.
- JORDAN, Jose Carlos y VIERA, Neiser. 2014. *estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra*. chimbote : s.n., 2014. pág. 29.
- KOSMATA, Steven y BEATRIX, William. 2004. *Diseño y Control de mezclas*. usa : s.n., 2004.
- LAURA, Samuel. 2006. *Diseño de Mezclas de concreto*. puno - peru : s.n., 2006.
- LEON, Julio. 2017. *En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos*. Lima : s.n., 2017.
- MALPARTIDA, Reinhold Jordan. 2019. *Densidad y Compacidad del Concreto*. Huanuco : s.n., 2019.
- MAMANI, Juan Alberto y TIPIANA, Luis Enrique. 2019. *Uso del concreto reciclado como agregado y su comportamiento en la resistencia, en adoquines de uso peatonal*, Lima 2019. Lima : s.n., 2019.
- MARROQUIN, Ernesto Ivan. 2012. *reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas*. guatemala : s.n., 2012.
- MARTINES, Urele. 2020. *El concreto con agregado reciclado como proyecto de sostenibilidad urbana*. Colombia : s.n., 2020. tesis.
- MEDINA, Montalvo. 2021. *Influencia de la incorporacion de agregados grueso de concreto reciclado, en las propiedades mecanicas a compresion y flexion del concreto $f'c=210$ kg/cm²- Abancay 2021*. Abancay : s.n., 2021. Tesis.
- MINAM. 2020. Ministerio del Ambiente. 2020.
- ministerio de transportes y comunicaciones. 2016. *manual de ensayo de materiales RD N° 18 - 2016 - MTC/14*. Lima : s.n., 2016.
- MONTES, Cristian y CEDRON, Iliana Cristina. 2023. *Influencia del concreto reciclado como agregado grueso en pavimentos rígidos de $f'c=210$ Kg/cm², El Porvenir, La Libertad - 2023*. trujillo : s.n., 2023.



NTP 400.010. 2016. *Norma Técnica Peruana*. Lima : s.n., 2016.

NTP, 339.183. 2013. *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. Lima : s.n., 2013.

NTP, 400.053. 2014. *Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción. Reciclaje de concreto de demolición*. Lima : s.n., 2014.

QUIROZ, Mariela Vivian y SALAMANCA, Crespo Lucas. 2006. *Tecnología del Hormigón*. Ccochabamba : s.n., 2006.

RIVERA, Emily, GUERRERO, Rachel y ESPINOZA, Pablo. 2020. *Concretos reciclados, posibilidades de investigación desde el pregrado*. Nicaragua : s.n., 2020.

ROMERO, Andres Felipe y HERNANDEZ, Johan Camilo. 2014. *diseño de mezclas de hormigón por el método a.c.i. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión*. bogota : s.n., 2014.

RONA, Nayda. 2019. *Acuerdos de Producción Limpia*. Chile : s.n., 2019. págs. 5-14.

RUIZ, Rudy Joseph. 2021. *influencia del tiempo de mezclado en las propiedades del concreto premezclado en estado fresco en la ciudad de tarapoto*. Tarapoto : s.n., 2021.

SANCHEZ, Diego. 1993. *Tecnología del concreto y del mortero*. 3ra edición. Bogota : s.n., 1993.

TARAZONA, Beraun. 2018. *Aprovechamiento del concreto reciclado proveniente de los residuos de demolición de pavimentos rígido en la producción de concreto nuevo en la ciudad de huanuco-2018*. Univeridad Nacional Hermilio Valdizan. Lima : s.n., 2018. tesis.

TORRE, Ana. 2004. *Curso basico de tecnologia del concreto*. Lima : s.n., 2004.

VEGA, Anicama. 2018. *Agregado de concreto reciclado, su influencia en las propiedades mecánicas de concreto 210,280 y 350 Kg/cm²*. lima : s.n., 2018. tesis.

VERA, mosos y CUENCA, prada. 2019. *Diagnóstico para la elaboración de concreto a partir de la utilización de concreto reciclado*. Colombia : s.n., 2019. TESIS.



NEXOS



PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 47 — Materiales para el ensayo



Figura 48 — cuarteo de materiales para realizar estudio granulométrico



Figura 49 — diseño de mezclas



Figura 50 — Ensayo de slump en estado fresco



Figura 51 — elaboración de testigos cilíndricos



Figura 52 — curado de los testigos

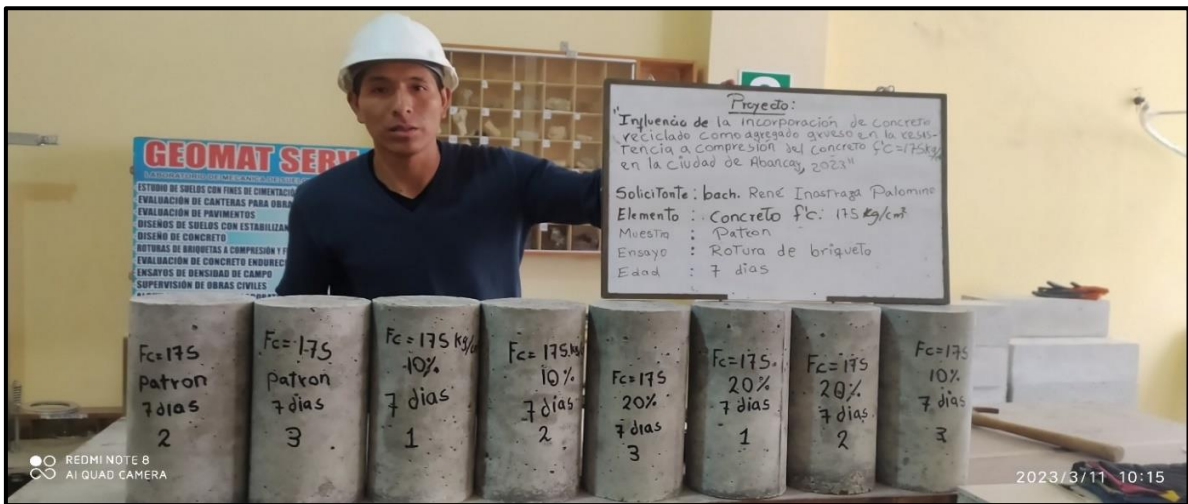


Figura 53 — Testigos para las respectivas roturas a compresión con incorporación de AGR-C



Figura 54 — Ensayo a compresión de los testigos cilíndricos con incorporación de AGR-C a 7 días



Figura 55 — daños físicos de las briquetas después de la compresión a los 7 días



Figura 56 — Testigos para las respectivas roturas a compresión con AGR-C a 14 días



Figura 57 — Ensayo a compresión de los testigos cilíndricos con incorporación de AGR-C a 14 días

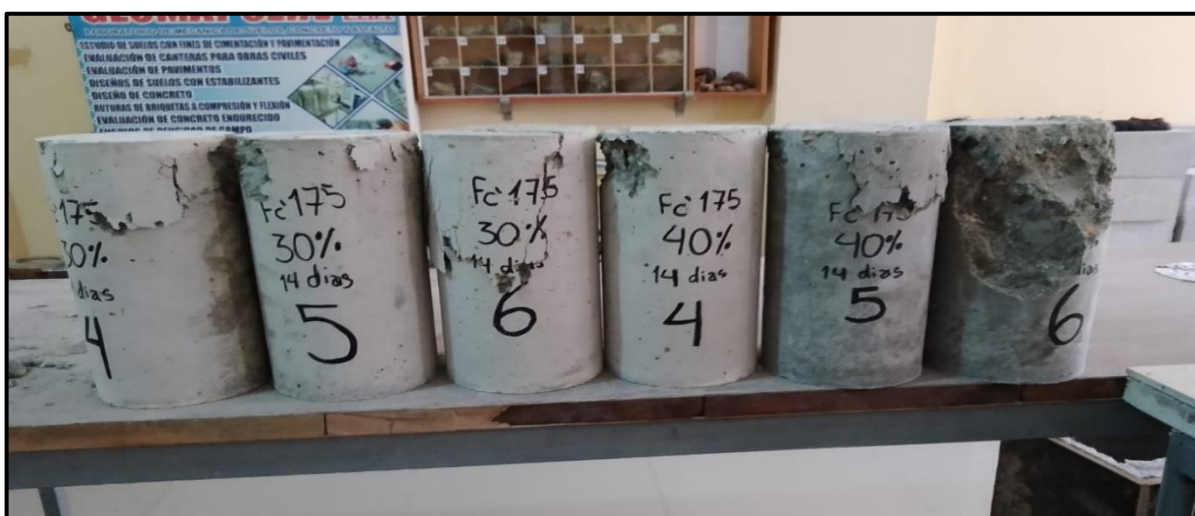


Figura 58 — daños físicos de las briquetas después de la compresión a los 14 días




Figura 59 — Testigos para las respectivas roturas a compresión con AGR-C a 28 días



Figura 59 — Ensayo a compresión de los testigos cilíndricos con AGR-C a 28 días



Figura 60 — daños físicos de las briquetas después de la compresión a los 28 día



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-219-2022

Expediente: 20425 Página 1 de 3

Solicitante GEOMAT SERV E.I.R.L.

Dirección JR. PALPA NRO. 931 BAR. MIRAFLORES (A 2 CDRAS DE LA PLAZA DE ARMAS DE V. ALE.) ICA- NASCA – VISTA ALEGRE

Laboratorio de Masa

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.



Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	SPJ6001
Serie	B411400989
Identificación	GS-1-06-2020
Alcance de indicación	6000 g
División de escala / resolución (d)	0,1 g
División de verificación de escala (e)	1 g
Procedencia	CHINA
Tipo	ELECTRÓNICA
Clasificación	NO AUTOMÁTICA
Capacidad mínima	2 g
Clase de exactitud	III

Ubicación del equipo LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Lugar de calibración PASAJE MONTEVIDEO MZA D LOTE 4 URB. LAS AMERICAS

Fecha de calibración 2022-09-25

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2022-09-28	 CEM INDUSTRIAL JESUS QUINTO C. <small>JEFE DE LABORATORIO</small>

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
 AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
 www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
 Telef.: 958009776 / 958009777

FUENTE: Laboratorio CEM INDUSTRIAL

Figura 61 — Certificados de calibración de balanza hidráulica





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-219-2022

Expediente: 20425

Página 2 de 3

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-011 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" – Cuarta edición, abril 2010.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	22,5 °C	22,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	51 %	50 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (2kg)	1AM-0209-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	1AM-0210-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 0,2 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{4,48E-03 + 1,89E-10 R^2}$$

$$U(6000) = 0,2 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (7,49E-06)R$$

$$R_{\text{corregido}} = 6000,1 \text{ g}$$

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
 AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
 www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
 Telef.: 958009776 / 958009777

FUENTE: Laboratorio CEM INDUSTRIAL

Figura 62 — Certificados de calibración de balanza hidráulica





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-219-2022

Expediente: 20425

Página 3 de 3

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

TEMPERATURA	Inicial	Final	HUMEDAD RELATIVA	Inicial	Final
	22,5 °C	22,5 °C		51 %	51 %

Medición N.º	Carga L1 = 3000 g			Carga L2 = 6000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000,0	0,05	0,00	6000,0	0,06	-0,01
2	3000,0	0,05	0,00	5999,9	0,02	-0,07
3	3000,0	0,05	0,00	6000,0	0,07	-0,02
4	3000,0	0,05	0,00	6000,0	0,06	-0,01
5	3000,0	0,06	-0,01	5999,9	0,02	-0,07
6	3000,0	0,05	0,00	5999,9	0,03	-0,08
7	3000,0	0,06	-0,01	5999,9	0,02	-0,07
8	2999,9	0,03	-0,08	5999,9	0,02	-0,07
9	2999,9	0,03	-0,08	5999,9	0,02	-0,07
10	2999,9	0,03	-0,08	5999,9	0,03	-0,08
	EMP = 3			EMP = 3		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

posición de cargas

3	1	4
2		5

TEMPERATURA	Inicial	Final
	22,5 °C	22,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	51 %	51 %

Posición	Carga Mínima*	Determinación de Eo			Carga L (g)	Determinación de Ec			
		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Ec (g)
1	1	1	0,05	0,00	2000	2000,0	0,05	0,00	0,00
2		1	0,06	-0,01		1999,9	0,02	-0,07	-0,06
3		1	0,06	-0,01		2000,0	0,06	-0,01	0,00
4		1	0,05	0,00		2000,1	0,07	0,08	0,08
5		1	0,04	0,01		2000,0	0,06	-0,01	-0,02
		EMP = 2							

* valor entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

TEMPERATURA	Inicial	Final	HUMEDAD RELATIVA	Inicial	Final
	22,4 °C	22,2 °C		51 %	50 %

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				EMP (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1,0	0,05	0,00						
2	2,0	0,06	-0,01	-0,01	2,0	0,05	0,00	0,00	1,0
10	10,0	0,05	0,00	0,00	10,0	0,04	0,01	0,01	1,0
100	100,0	0,04	0,01	0,01	100,0	0,05	0,00	0,00	1,0
500	500,0	0,05	0,00	0,00	500,0	0,05	0,00	0,00	1,0
1000	1000,0	0,06	-0,01	-0,01	1000,1	0,06	0,09	0,09	2,0
1500	1500,0	0,07	-0,02	-0,02	1500,1	0,04	0,11	0,11	2,0
2000	1999,9	0,03	-0,08	-0,08	1999,9	0,03	-0,08	-0,08	2,0
4000	3999,9	0,04	-0,09	-0,09	3999,9	0,02	-0,07	-0,07	3,0
5000	4999,9	0,03	-0,08	-0,08	4999,9	0,02	-0,07	-0,07	3,0
6000	5999,9	0,02	-0,07	-0,07	5999,9	0,02	-0,07	-0,07	3,0

*Valor de la carga mínima

FIN DEL DOCUMENTO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
Telef.: 958009776 / 958009777

FUENTE: Laboratorio CEM INDUSTRIAL

Figura 63 — Certificados de calibración para ensayo de excentricidad





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-215-2022

Expediente: 20425

Página 1 de 3

Solicitante GEOMAT SERV E.I.R.L.

Dirección JR. PALPA NRO. 931 BAR. MIRAFLORES (A 2 CDRAS DE LA PLAZA DE ARMAS DE V. ALE.) ICA- NASCA – VISTA ALEGRE

Laboratorio de Masa

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

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	R31P30
Serie	8335320438
Identificación	GS-1-05-2020
Alcance de indicación	30000 g
División de escala / resolución (d)	1 g
División de verificación de escala (e)	10 g
Procedencia	CHINA
Tipo	ELECTRONICA
Clasificación	NO AUTOMATICA
Capacidad mínima	20 g
Clase de exactitud	III

Ubicación del equipo LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Lugar de calibración PASAJE MONTEVIDEO MZA D LOTE 4 URB. LAS AMERICAS

Fecha de calibración 2022-09-25


Sello



Fecha de emisión 2022-09-28

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL



JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
 AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
 www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
 Telef.: 958009776 / 958009777

FUENTE: Laboratorio CEM INDUSTRIAL

Figura 64 — Certificados de calibración de balanza electrónica



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-215-2022

Expediente: 20425

Página 2 de 3

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-011 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" – Cuarta edición, abril 2010.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,9 °C	22,0 °C
HUMEDAD RELATIVA	51 %	51 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	1AM-0210-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M2 (10kg)	1AM-0211-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M2 (20kg)	M-0922-2021
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (2kg)	1AM-0209-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 4 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{2,21E-01 + 7,66E-10 R^2}$$

$$U(30000) = 1,9 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (1,89E-05)R$$

$$R_{\text{corregido}} = 30000,0 \text{ g}$$

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
 AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
 www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
 Tel.: 958009776 / 958009777

FUENTE: Laboratorio CEM INDUSTRIAL

Figura 65 — Certificados de calibración para ensayos de temperatura





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-215-2022

Expediente: 20425

Página 3 de 3

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

		Inicial	Final			Inicial	Final
TEMPERATURA		21,9 °C	22,1 °C	HUMEDAD RELATIVA		51 %	51 %
Medición N.º	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15000	0,5	0,0	30000	0,6	-0,3	
2	15000	0,5	0,0	30000	0,6	-0,3	
3	15000	0,6	-0,1	30000	0,6	-0,3	
4	15000	0,5	0,0	30000	0,6	-0,3	
5	15000	0,5	0,0	30000	0,7	-0,2	
6	15000	0,5	0,0	30000	0,6	-0,3	
7	15000	0,5	0,0	30000	0,6	-0,3	
8	15000	0,5	0,0	30000	0,7	-0,2	
9	15000	0,5	0,0	30000	0,6	-0,3	
10	15000	0,5	0,0	30000	0,6	-0,3	
EMP =			20	EMP =			30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

posición de cargas

3	4
2	1
	5

		Inicial	Final
TEMPERATURA		22,1 °C	21,9 °C
HUMEDAD RELATIVA		51 %	51 %

Posición	Carga Mínima*	Determinación de Eo			Carga L (g)	Determinación de Ec				
		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Ec (g)	
1	10	10	0,7	-0,2	10000	10000	0,2	0,3	0,5	
2		10	0,6	-0,1		10001	0,6	0,7	0,6	
3		10	0,7	-0,2		10000	0,9	-0,4	-0,2	
4		10	0,7	-0,2		10000	0,3	0,2	0,4	
5		10	0,6	-0,1		10001	0,5	1,0	1,1	
						EMP =				20

* valor entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

		Inicial	Final			Inicial	Final		
TEMPERATURA		21,9 °C	22,0 °C	HUMEDAD RELATIVA		51 %	51 %		
Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				EMP (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,7	-0,2						
20	20	0,6	-0,1	0,1	20	0,5	0,0	0,2	10,0
100	100	0,7	-0,2	0,0	100	0,5	0,0	0,2	10,0
1000	1000	0,6	-0,3	-0,1	1000	0,7	-0,2	0,0	10,0
2000	2000	0,7	-0,2	0,0	2000	0,6	-0,1	0,1	10,0
5000	5000	0,7	-0,2	0,0	5000	0,7	-0,2	0,0	10,0
10000	10000	0,7	-0,2	0,0	10001	0,9	0,6	0,6	20,0
15000	15000	0,5	0,0	0,2	15000	0,4	0,1	0,3	20,0
20000	20000	0,9	-0,4	-0,2	20000	0,6	-0,3	-0,1	20,0
25000	25000	0,6	-0,3	-0,1	25000	0,7	-0,2	0,0	30,0
30000	30000	0,9	-0,4	-0,2	30000	0,9	-0,4	-0,2	30,0

* Valor de la carga mínima

FIN DEL DOCUMENTO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
 AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
 www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
 Telef.: 958009776 / 958009777

FUENTE: Laboratorio CEM INDUSTRIAL

Figura 66 — Certificados de calibración para ensayos de repetibilidad





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LF-104-2022

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 20425
Solicitante GEOMAT SERV E.I.R.L.
Dirección JR. PALPA NRO. 931 BAR. MIRAFLORES (A 2 CDRAS DE LA PLAZA DE ARMAS DE V. ALE) ICA - NASCA - VISTA ALEGRE

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
 Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Equipo Calibrado PRENSA DE CONCRETO

Alcance de Indicación 2000 KN
Marca (o Fabricante) A & A INSTRUMENTS
Modelo STYE-2000
Número de Serie 131229
Identificación GS-3-01-2020
Procedencia CHINA
Indicador de Lectura DIGITAL
Marca (o Fabricante) ZHEJIAN GEOTECHNICAL INSTRUMENT CO. LTD.
Modelo LM -02
Número de Serie NO INDICA
Identificación NO INDICA
Procedencia COLOMBIA
Alcance de Indicación 0 KN A 2000 KN
Resolución 0,1 KN
Transductor de Fuerza TRANSDUCTOR
Alcance de Indicación NO INDICA
Marca (o Fabricante) NO INDICA
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Fecha de Calibración 2022-09-25
Ubic. Del Equipo LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

Lugar de Calibración PASAJE MONTEVIDEO MZA D LOTE 4 URB. LAS AMERICAS

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.

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

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2022-09-28	 CEM INDUSTRIAL JESUS QUINTO C. JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
 AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
 www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
 Telef.: 958009776 / 958009777

FUENTE: Laboratorio CEM INDUSTRIAL

Figura 67 — Certificados de calibración de máquina para ensayos uniaxiales





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LF-104-2022

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376 ,
Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú
Con Certificado N° INF-LE N° 011-22 (A)

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	KN	KN	KN	KN	KN	q(%)	b(%)	U(%)
10	100	99,4	99,9	99,8	99,7	0,3	0,5	1,50
20	200	200,1	201,1	200,9	200,7	-0,3	0,5	0,82
30	300	299,7	300,9	299,9	300,2	-0,1	0,4	0,59
40	400	399,5	401,2	400,3	400,3	-0,1	0,4	0,50
50	500	499,8	500,3	501,3	500,5	-0,1	0,3	0,41
60	600	599,9	600,1	601,4	600,5	-0,1	0,2	0,37
70	700	700,1	699,3	701,5	700,3	0,0	0,3	0,37
80	800	800,6	799,1	801,4	800,4	0,0	0,3	0,34
90	900	900,9	899,1	902,1	900,7	-0,1	0,3	0,35
100	1000	1001,0	1000,0	1001,5	1000,8	-0,1	0,1	0,29
Lectura máquina en cero		0	0	0	----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 23,0 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20 % y el 90 % del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.
www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas@cemind.com
Telef.: 958009776 / 958009777

FUENTE: Laboratorio CEM INDUSTRIAL

Figura 68 — Certificados de calibración de maquina uniaxiales



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO
 GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 175 kg/cm² ,EN LA
 CIUDAD DE ABANCAY 2023"

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MURILLO
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO CHANCADO
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC,
 HECHO POR : M.H.A
 FECHA : 03/03/2023

ENSAYO N°	1	2	
Nro. DE TARA	T-04		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	821.5		
PESO TARA + SUELO SECO gr.	816.5		
PESO DE LA TARA gr.	115.1		
PESO DEL AGUA gr.	5.0		
PESO SUELO SECO gr.	701.40		
HUMEDAD %	0.713		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	0.713		

Observaciones: Muestra proporcionado por el solicitante

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 RUC 090134761

 Marcelino Ayquipa
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 69 —Resultados de humedad de agregado grueso



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com , belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm2 ,EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : QUISPE
MATERIAL : AGREGADO FINO
UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC,
HECHO POR : M.H.A
FECHA : 03/03/2023

ENSAYO N°	1	2	
Nro. DE TARA	T-05		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	525.3		
PESO TARA + SUELO SECO gr.	513.0		
PESO DE LA TARA gr.	106.7		
PESO DEL AGUA gr.	12.3		
PESO SUELO SECO gr.	406.30		
HUMEDAD %	3.027		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	3.0		

Observaciones: Muestra proporcionado por el solicitante

GEOMAT SERV E.I.R.L
 RUC 20601310261

 Marcelino Inostroza Palomino
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 70 — Resultados de contenido de humedad de agregado fino



GEOMAT SERV E.I.R.L
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
 CEL: mov. 944983689 - Claro. 951268402
 Correo: geomathire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

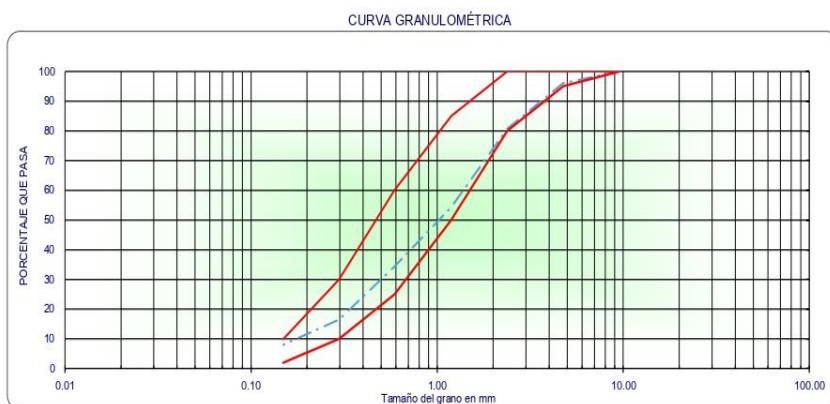
SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 175 kg/cm² ,EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 27

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MURILLO FECHA: 03/03/2023
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC, HECHO POR: M.H.A
 MUESTRA : M - 1

TAMIZ N° (A.S.T.M.)	ABERTURA EN. mm.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3/4"	19.050						Tamaño Max. : 3/8"
1/2"	12.700						Peso Total (gr.) : 1433.7
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.0		
1/4"	6.350	0.00	0.0	0.0	100.0	100	
N° 4	4.760	56.8	4.0	4.0	96.0	95 - 100	Modulo de Fineza : 3.100
N° 8	2.380	218.9	15.3	19.2	80.8	80 - 100	Observaciones:
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	378.9	26.4	45.7	54.3	50 - 85	
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	287.0	20.0	65.7	34.3	25 - 60	
N° 40	0.420						
N° 50	0.297	256.4	17.9	83.6	16.4	10 - 30	
N° 80	0.177						
N° 100	0.149	120.0	8.4	91.9	8.1	2 - 10	
N° 200	0.074	54.2	3.8	95.7	4.3		



OBSERV.: MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 RUC: 201311161

 Marcelino Belcarmar
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 71 — Resultados de análisis granulométrico de agregado fino





GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
 CEL: mov. 944983689 - Claro. 951268402

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 175 kg/cm², EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

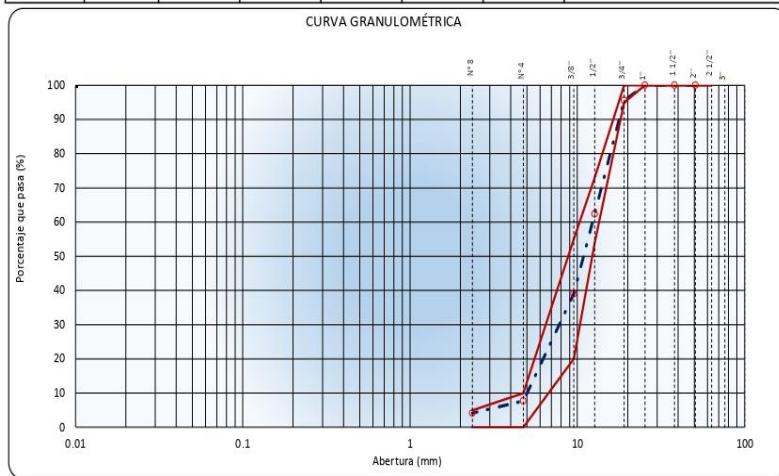
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 127

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MURILLO FECHA: 03/03/2023
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC, HECHO POR: M.H.A
 MUESTRA : M - 1

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500					-	Tamaño Max. : 3/4"
2"	50.800					-	Peso Total (gr.) : 5527.0 gr.
1 1/2"	38.100					-	
1"	25.400					100	
3/4"	19.050	245.0	4.4	4.4	95.6	95 - 100	Modulo de Fineza : 6.536
1/2"	12.700	1835.0	33.2	37.6	62.4	-	
3/8"	9.525	1292.0	23.4	61.0	39.0	20 - 55	1302
N° 4	4.760	1729.0	31.3	92.3	7.7	0 - 10	403
N° 8	2.360	198.6	3.6	95.9	4.1	0 - 5	
< N° 8	Fondo	227.4	4.1	100.0			



Observaciones:

MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 06/03/2023

 Marcelino Ayquilpa
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 72 — Resultados de análisis granulométrico de agregado grueso





GEOMAT SERV E.I.R.L
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° .4. Urb Las Americas
 CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm2 , EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
 NORMAS :MTC E 205 ,ASTM C 127 ,AASHTO T - 84

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MURILLO

UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC,

HECHO POR : M-H-A

MUESTRA : M-1

FECHA : 04/03/2023

AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	1974.4	2020.1		
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1243.8	1273.2		
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	730.6	746.9		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1954.8	2002.8		
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	711.0	729.6		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.676	2.681		2.679
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.702	2.705		2.704
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.749	2.745		2.747
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.003	0.864		0.933

OBSERVACIONES:

MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 1000131361

 Marcelino
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 73 — Resultados de gravedad especifica



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm2 ,EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS
 NORMAS :MTC E 205 ,ASTM C 127,AASHTO T - 84

DATOS DE MUESTRA


CANTERA MURILLO
UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC, **HECHO POR :** M.H.A
MUESTRA : M-1 **FECHA :** 04/02/2023

AGREGADO FINO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	722.7	712.6	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1222.7	1212.6	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	1036.2	1026	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)	186.5	186.6	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	494.2	494.2	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	180.7	180.8	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.650	2.648	2.649
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.681	2.680	2.680
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.735	2.733	2.734
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.180	1.174	1.177

OBSERVACIONES:

MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


 GEOMAT SERV E.I.R.L
 04/02/2023
 Marcelino
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 74 — Resultados de gravedad especifica





GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
 CEL: mov 944983689 - Claro. 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcamar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO
 GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm2 ,EN LA
 CIUDAD DE ABANCAY 2023"

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO MTC E 206 , ASTM C 29	
DATOS DE LA MUESTRA	
CANTERA :	MURILLO
UBICACIÓN :	DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC,
MUESTRA :	M - 1
FECHA:	03/03/2023
HECHO POR:	M.H.A

AGREGADO FINO	PESO UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	16660	16596	15624
Peso de molde (gr.)	8689	8689	8689
Peso neto de material (gr.)	7971	7907	6935
Volumen del molde (cm3)	4871	4871	4871
Peso unitario suelto (gr/cm3)	1.636	1.623	1.424
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.561		

AGREGADO FINO	PESO UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	17584	17642	17619
Peso de molde (gr.)	8689	8686	8689
Peso neto de material (gr.)	8895	8956	8930
Volumen del molde (cm3)	4871	4871	4871
Peso unitario compactado (gr/cm3)	1.826	1.839	1.833
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm3)	1.833		

Observaciones: MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 RUC 206113701

 Marcelino Inostroza Palomino
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 75 — Resultados de peso unitario de agregado fino





GEOMAT SERV E.I.R.L
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
 CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402

SOLICITANTE BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROTECTOR : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 175 kg/cm² ,EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO MTC E 206 , ASTM C 29	
DATOS DE LA MUESTRA	
CANTERA : MURILLO	FECHA: 17/03/2022
UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC,	HECHO POR: C.R,C
MUESTRA : M - 1	

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	28078	28018	28043
Peso de molde (gr.)	8146	8146	8146
Peso neto de material (gr.)	19932	19872	19897
Volumen del molde (cm ³)	14076	14076	14076
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1.416	1.412	1.414
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.414		

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	30106	29960	30037
Peso de molde (gr.)	8146	8146	8146
Peso neto de material (gr.)	21960	21814	21891
Volumen del molde (cm ³)	14076	14076	14076
Peso unitario compactado (gr/cm ³)	1.560	1.550	1.555
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.555		

Observaciones: MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 8520691337961

 Marcelino Ayquiza
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 76 — Resultados de peso unitario de agregado grueso





GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz D Lote N° 4 Urbanización las Americas - Abancay
 Cel 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : MARIA ELENA HUILLCAYA CUCHILLO
 PROYECTO : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO Y ACERO EN EL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO PARA VIAS DE BAJO TRANSITO, ABANCAY, 2019.

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : PEDREGAL
 UBICACIÓN : PUENTE SAHUINTO - ABANCAY
 MUESTRA : M-1
 HECHO POR : M.E.H.C.
 FECHA : 17/03/2023

MUESTRA	1	
GRADACIÓN	"A"	
Nº DE ESFERAS	12	
TAMIZ (Nº)	PESO RETENIDO (grs.)	
1"	0	
3/4"	0	
1/2"	2,500	
3/8"	2,500	
PESO TOTAL	5,000	
MATERIAL RETENIDO TAMIZ Nº 12	3,939	
MATERIAL PASANTE TAMIZ Nº 12	1,061	
PORCENTAJE DE DESGASTE	21.2	

Observaciones: Grava de 1 1/2"

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 RUC 206131161

 Marcelino ESPINOZA
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 77 — Resultados de abrasión de los ángeles para agregado grueso



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas - Abancay
 CEL: 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO
 GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm² ,EN LA
 CIUDAD DE ABANCAY 2023"

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : RECICLADO
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC, HECHO POR : M.H.A
 MUESTRA : M-1 FECHA : 03/03/2023

ENSAYO N°	1	2	
Nro. DE TARA	T-01		
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	1241.0		
PESO TARA + SUELO SECO gr.	1237.3		
PESO DE LA TARA gr.	119.4		
PESO DEL AGUA gr.	3.7		
PESO SUELO SECO gr.	1117.90		
HUMEDAD %	0.331		
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	0.331		

Observaciones: Muestra proporcionado por el solicitante

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 RUC 0601310761

 Marcelino Ayquilpa
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 78 — Resultados de abrasión de los ángeles para agregado grueso reciclado



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
 CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402

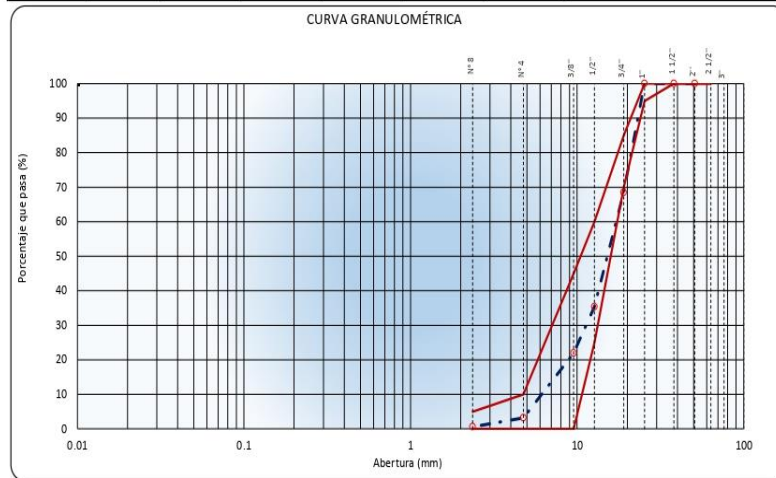
SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm2 ,EN LA CIUDAD DE ABANCA Y 2023"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 127

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	RECICLADO	FECHA:	03/03/2023
UBICACIÓN :	DISTRITO DE ABANCA Y - PROVINCIA DE ABANCA Y - APURIMAC,	HECHO POR:	M.H.A
MUESTRA :	M - 1		

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	AG-3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500					-	Tamaño Max. : 3/4"
2"	50.800					-	Peso Total (gr.) : 4508.0 gr.
1 1/2"	38.100				100.0	100	
1"	25.400				100.0	95 - 100	
3/4"	19.050	1421.0	31.5	31.5	68.5	-	Modulo de Fineza : 7.058
1/2"	12.700	1494.0	33.1	64.7	35.3	25 - 60	
3/8"	9.525	605.0	13.4	78.1	21.9	-	
N° 4	4.760	844.0	18.7	96.8	3.2	0 - 10	
N° 8	2.360	117.0	2.6	99.4	0.6	0 - 5	
< N° 8	Fondo	27.0	0.6	100.0			



Observaciones:
 MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 03/03/2023

 Marcelino Ayquipa
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 79 — Resultados de análisis granulométrico para agregado grueso reciclado





GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
 CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402

SOLICITANTE BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC= 175 kg/cm² , EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO MTC E 206 , ASTM C 29			
DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: RECICLADO	FECHA:	03/03/2023
UBICACIÓN	: DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC,	HECHO POR:	M.H.A
MUESTRA	: M - 1		

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO SUELTO		
	1	2	3
N° de ensayo			
Peso material + molde (gr.)	24878	24816	24848
Peso de molde (gr.)	8148	8148	8148
Peso neto de material (gr.)	16730	16668	16700
Volumen del molde (cm ³)	14076	14076	14076
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1.189	1.184	1.186
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.186		

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO COMPACTADO		
	1	2	3
N° de ensayo			
Peso material + molde (gr.)	26492	26380	26438
Peso de molde (gr.)	8148	8148	8148
Peso neto de material (gr.)	18344	18232	18290
Volumen del molde (cm ³)	14076	14076	14076
Peso unitario compactado (gr/cm ³)	1.303	1.295	1.299
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm ³)	1.299		

Observaciones: MUESTRA PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 06/11/2023

 Marcelino
 06/11/2023

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 81— Resultados de peso unitario para agregado grueso reciclado





GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Psj. Montevideo Mz D Lote N° 4 Urbanización las Americas - Abancay
 Cel 944983689 - 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO
 PROYECTO : INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPESIÓN DEL CONCRETO FC= 175 kg/cm², EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023.

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

CANtera : RECIKLADO
 UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY - PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC. HECHO POR : M.D.H.A
 MUESTRA : : M-1 FECHA : 13/03/2023

MUESTRA	1	
GRADACIÓN	"A"	
Nº DE ESFERAS	12	
TAMIZ (Nº)	PESO RETENIDO (grs.)	
1"	0	
3/4"	0	
1/2"	2,501	
3/8"	2,500	
PESO TOTAL	5,001	
MATERIAL RETENIDO TAMIZ Nº 12	3,459	
MATERIAL PASANTE TAMIZ Nº 12	1,542	
PORCENTAJE DE DESGASTE	30.8	

Observaciones: Grava de 1 1/2"

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 RUC 06013761

 Marcelino [Apellido] GENEral GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 82 — Resultados de abrasión de los ángeles para agregado grueso reciclado

 GEOMAT SERV E.I.R.L. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES DIRECCIÓN: Pj. Montevideo Mz D Lote N° 4 Urbanización las Americas - Abancay Cel 944983689 - 951268402 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRÁULICO $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$
DATOS DE DISEÑO

SOLICITANTE : RENÉ INOSTROZA PALOMINO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

METODO : ACI

HECHO POR : M-H-A

MATERIAL : CANTERA MURILLO

FECHA : 04/03/2023

AGR. FINO : TRITURADO

AGR. GRUESO : CHANCADO Y SARANDEADO

CEMENTO : YURA TIPO I

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PIEDRA	ARENA	CEMENTO
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1,414	1,561	
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1,555	1,866	
Peso Especifico		2,679	2,649	3,130
Absorción	%	0,933	1,177	
Humedad Natural	%	0,713	3,00	
Módulo de Fineza		6,636	3,1	
Tamaño Nominal Máximo	Pulg.	3/4"	3/8"	

VALOR DEL DISEÑO

Asentamiento : 7.5 - 10,0 cms.

Tamaño Nominal Máximo : 3/4"

Agua : 205 lts/m³

Aire Total de Mezcla : 2.0 %

Relación agua/cemento

Diseño de Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

$f'cr = 245 \text{ kg/cm}^2$

a/c = 0.628

Cemento Requerido = $\frac{205}{0.628} = 326 \text{ kg/m}^3$

T.N.M. = 3/4"

Volumen de Agregado Grueso por unidad de Volumen de Concreto

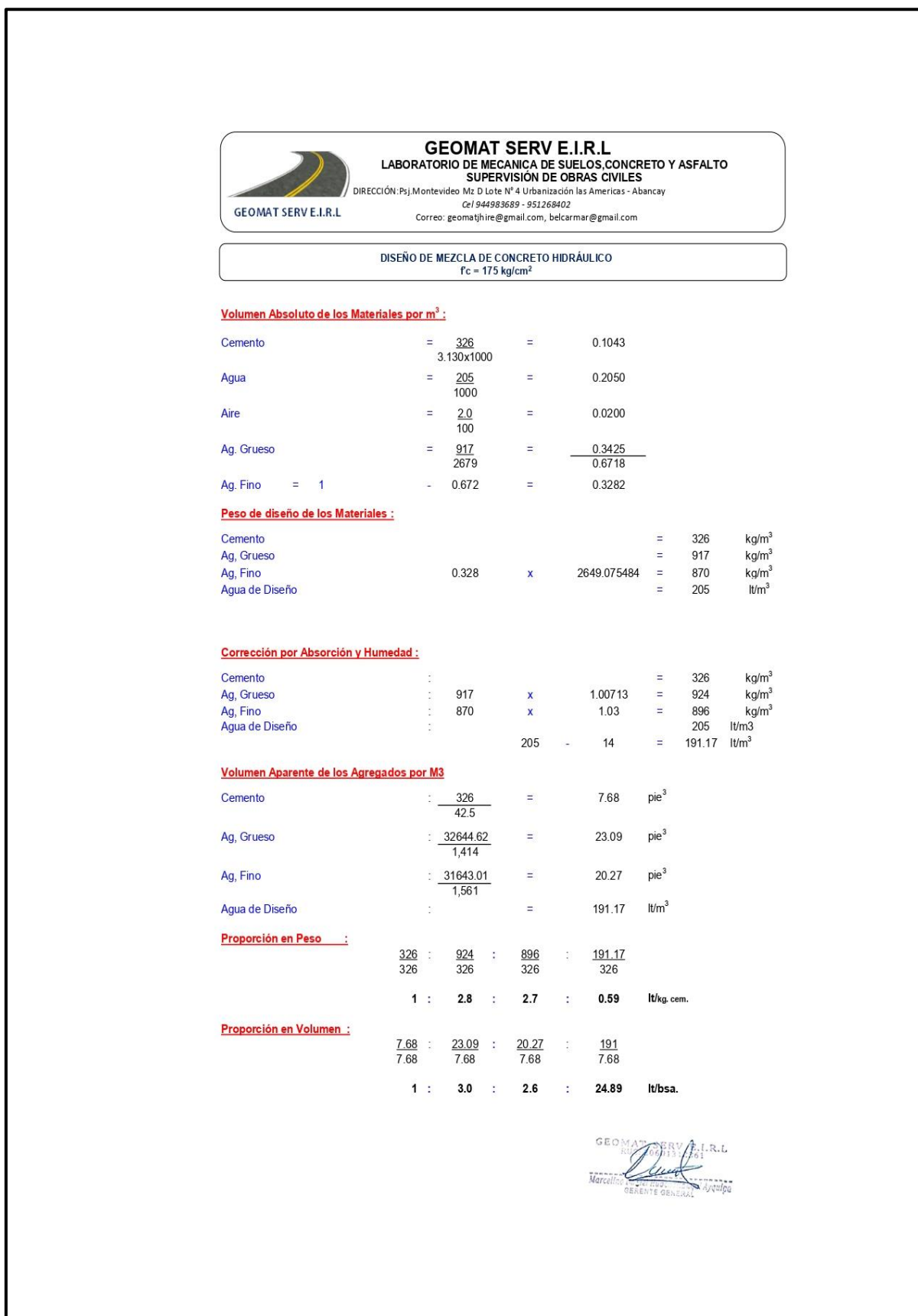
$Mf = 3.10 \quad fp = 0.590$

Peso del Agregado Grueso = 917 kg/m³

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 06/13/2023
 Marcelino... Arquitecto
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 83 — Diseño de mezclas



FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 84— Resultados de diseño de mezclas



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° .4. Urb Las Americas
 Cel mov.944983689 Claro. 951268402
 Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO
PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm² ,EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

HECHO POR : M.H.A

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. F _c (kg/cm ²)	ESTRUCTURA	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD (dias)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL	
					MOLDEO (dia)	ROTURA (dia)				Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO (%)		
1	1	175	PATRON	13.346	04/03/2023	11/03/2023	7	3 3/4	185.1	305.4	31141.6	168.3	167.7	95.8		
	2	175		13.351	04/03/2023	11/03/2023	7	3 3/4	182.4	299.6	30550.2					167.5
	3	175		13.423	04/03/2023	11/03/2023	7	3 3/4	183.9	301.5	30740.9					167.2
2	4	175	PATRON	13.189	04/03/2023	18/03/2023	14	3 3/4	180.3	330.2	33670.5	186.8	185.7	106.1		
	5	175		13.305	04/03/2023	18/03/2023	14	3 3/4	185.1	332.3	33880.6					183.1
	6	175		12.821	04/03/2023	18/03/2023	14	3 3/4	179.6	329.9	33639.9					187.4
3	7	175	PATRON	13.398	04/03/2023	01/04/2023	28	3 3/4	182.2	442.3	45101	247.6	247.3	141.3		
	8	175		13.218	04/03/2023	01/04/2023	28	3 3/4	181.5	441.0	44967					247.8
	9	175		13.186	04/03/2023	01/04/2023	28	3 3/4	179.1	432.9	44143					246.5

GEOMAT SERV E.I.R.L.
 INP 00013 261

 Marcelino Ayquipa
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 85 — Resultados de resistencia a compresión concreto patrón





GEOMAT SERV E.I.R.L
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas
 Cel mov.944983689 Claro. 951268402
 Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO
PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm² .EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

HECHO POR : M.H.A

ADICIÓN : 10%

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGOS	RESIST. DE ESPECIF. Fc= (kg/cm ²)	ELEMENTO	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
					MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	1	175	ADICIÓN, 10%	13.063	04/03/2023	11/03/2023	7	2 3/4	181.5	288.3	29398.0	162.0	161.5	92.3	
	2	175		13.231	04/03/2023	11/03/2023	7	2 3/4	182.7	291.1	29683.5	162.5			
	3	175		13.02	04/03/2023	11/03/2023	7	2 3/4	183.1	287.3	29298.0	160.0			
2	4	175	ADICIÓN, 10%	13.105	04/03/2023	18/03/2023	14	2 3/4	181.5	317.3	32359.2	178.3	178.7	102.1	
	5	175		13.398	04/03/2023	18/03/2023	14	2 3/4	185.1	318.0	32428.5	175.2			
	6	175		13.095	04/03/2023	18/03/2023	14	2 3/4	180.3	322.9	32926.1	182.7			
3	7	175	ADICIÓN, 10%	13.058	04/03/2023	01/04/2023	28	2 3/4	180.3	435.6	44418	246.4	242.9	138.8	
	8	175		13.139	04/03/2023	01/04/2023	28	2 3/4	180.9	432.9	44143	244.1			
	9	175		13.395	04/03/2023	01/04/2023	28	2 3/4	183.3	428.0	43646	238.2			

GEOMAT SERV E.I.R.L
 RUC 20131761

 Marcelino Velasco
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 86 — Resultados de resistencia a compresión concreto con 10 % de AGR





GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas
 Cel mov.944983689 Claro. 951268402
 Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO
PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm2 ,EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

HECHO POR : M.H.A
ADICIÓN : 20%

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 23

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. Fc= (kg/cm²)	ELEMENTO	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD (dias)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
					MOLDEO (dia)	ROTURA (dia)				Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. PROMEDIO (kg/cm²)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	1	175	ADICIÓN,20%	12.966	04/03/2023	11/03/2023	7	1 3/4	179.8	279.8	28527.1	158.7	155.7	89.0	
	2	175		13.305	04/03/2023	11/03/2023	7	1 3/4	183.4	276.1	28152.9	153.5			
	3	175		13.112	04/03/2023	11/03/2023	7	1 3/4	184.3	280.0	28552.6	154.9			
2	4	175	ADICIÓN,20%	13.002	04/03/2023	18/03/2023	14	1 3/4	181.5	307.3	31339.5	172.7	173.3	99.0	
	5	175		13.104	04/03/2023	18/03/2023	14	1 3/4	182.7	310.0	31612.7	173.1			
	6	175		12.985	04/03/2023	18/03/2023	14	1 3/4	181.5	309.9	31600.5	174.1			
3	7	175	ADICIÓN,20%	12.984	04/03/2023	01/04/2023	28	1 3/4	181.5	425.6	43398	239.2	235.4	134.5	
	8	175		13.234	04/03/2023	01/04/2023	28	1 3/4	184.5	422.9	43123	233.8			
	9	175		13.222	04/03/2023	01/04/2023	28	1 3/4	182.8	418.0	42627	233.2			

GEOMAT SERV E.I.R.L
 RUC 2011370113

 Marcelino Quintana
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 87 — Resultados de resistencia a compresión concreto con 20 % de AGR





GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas
 Cel mov.944983689 Claro. 951268402
 Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO
PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm² ,EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

HECHO POR : M.H.A

ADICIÓN : 30%

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. f _{cc} (kg/cm ²)	ELEMENTO	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD (dias)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
					MOLDEO (dia)	ROTURA (dia)				Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	1	175	ADICIÓN,30%	13.185	06/03/2023	13/03/2023	7	3/4	184.3	273.8	27915.3	151.4	150.3	85.9	
	2	175		12.782	06/03/2023	13/03/2023	7	3/4	180.3	266.1	27133.2	150.5			
	3	175		12.807	06/03/2023	13/03/2023	7	3/4	181.5	265.0	27023.1	148.9			
2	4	175	ADICIÓN,30%	13.204	06/03/2023	20/03/2023	14	3/4	185.1	301.3	30727.6	166.0	165.9	94.8	
	5	175		13.057	06/03/2023	20/03/2023	14	3/4	183.9	298.0	30389.1	165.3			
	6	175		12.856	06/03/2023	20/03/2023	14	3/4	181.5	295.9	30172.9	166.3			
3	7	175	ADICIÓN,30%	13.141	06/03/2023	03/04/2023	28	3/4	184.3	405.6	41359	224.4	225.3	128.8	
	8	175		12.972	06/03/2023	03/04/2023	28	3/4	182.7	402.9	41084	224.9			
	9	175		12.996	06/03/2023	03/04/2023	28	3/4	179.1	398.0	40587	226.6			

GEOMAT SERV E.I.R.L
 RUC 201131761

 Marcelino Ayquilpa
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 88 — Resultados de resistencia a compresión concreto con 30 % de AGR





GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas
 Cel mov.944983689 Claro 951268402
 Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. RENÉ INOSTROZA PALOMINO
PROYECTO : "INFLUENCIA DEL LA INCORPORACIÓN DEL CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCETO FC= 175 kg/cm2 ,EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2023"

HECHO POR : M.H.A

ADICIÓN : 40%

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. Fc= (kg/cm²)	ELEMENTO	PESO BIRQUETA Kg	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
					MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. (Kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. PROMEDIO (kg/cm²)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	1	175	ADICIÓN,40%	12.74	06/03/2023	13/03/2023	7	1/2	181.0	264.8	26997.6	149.2	146.2	83.5	
	2	175		12.689	06/03/2023	13/03/2023	7	1/2	181.5	258.1	26317.4	145.0			
	3	175		12.987	06/03/2023	13/03/2023	7	1/2	185.1	262.0	26717.2	144.4			
2	4	175	ADICIÓN,40%	12.811	06/03/2023	20/03/2023	14	1/2	181.5	285.3	29096.1	160.3	158.9	90.8	
	5	175		12.942	06/03/2023	20/03/2023	14	1/2	182.7	281.0	28655.6	156.9			
	6	175		12.701	06/03/2023	20/03/2023	14	1/2	179.1	279.9	28541.4	159.4			
3	7	175	ADICIÓN,40%	12.748	06/03/2023	03/04/2023	28	1/2	182.2	395.6	40339	221.4	218.8	125.0	
	8	175		12.982	06/03/2023	03/04/2023	28	1/2	183.9	392.9	40064	217.9			
	9	175		12.819	06/03/2023	03/04/2023	28	1/2	182.2	388.0	39567	217.2			

GEOMAT SERV E.I.R.L
 RUC 2060132861

 Marcelino Inostroza
 GERENTE GENERAL

FUENTE: Laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L

Figura 89 — Resultados de resistencia a compresión concreto con 40 % de AGR

