

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

“Influencia del Concreto Reciclado como Sustitución de Agregados en las
Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Autocompactante”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autores:

Bach. Latorraca Depaz, Stepfano Boccely

Bach. Sánchez Segura, Luz Aurora

Asesor:

Ms. Ing. Rivasplata Díaz, Julio César

DNI N°:32770844

Código ORCID: 0000-0002-4180-9362

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Influencia del Concreto Reciclado como Sustitución de Agregados en
las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Autocompactante”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

REVISADO Y APROBADO POR

Ms. Ing. Rivasplata Díaz, Julio César

Asesor

DNI N°:32770844

Código ORCID: 0000-0002-4180-9362

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Influencia del Concreto Reciclado como Sustitución de Agregados en las
Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Autocompactante”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS


Ms. Saavedra Vera, Janet Verónica

Presidente

DNI N°:32964440

Código ORCID: 0000-0002-4195-982X


Ms. Álvarez Asto, Luz Esther

Secretaria

DNI N°:32968961

Código ORCID: 0000-0001-6491-6569


Ms. Rivasplata Díaz, Julio César

Integrante

DNI N°:32770844

Código ORCID: 0000-0002-4180-9362

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 05 días del mes de agosto del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 260-2025-UNS-CFI, con fecha 09.06.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Accesitaria), en base a la Resolución Decanal N° 484-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE"**, presentado por los Bachilleres **LATORRACA DEPAZ STEPFANO BOCCELY** con cód. N° 0201813026 y **SANCHEZ SEGURA LUZ AURORA** con cód. N° 0201813042, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Julio César Rivasplata Díaz según lo establece la T. Resolución Decanal N° 768-2023-UNS-FI, de fecha 25.10.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
LATORRACA DEPAZ STEPFANO BOCCELY	Diecisiete	Bueno

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 05 de agosto de 2025.

Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretaria

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 05 días del mes de agosto del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 260-2025-UNS-CFI, con fecha 09.06.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Secretaria), Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Integrante), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Accesitaria), en base a la Resolución Decanal N° 484-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE"**, presentado por los Bachilleres **LATORRACA DEPAZ STEPFANO BOCCELY** con cód. N° 0201813026 y **SANCHEZ SEGURA LUZ AURORA** con cód. N° 0201813042, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Julio César Rivasplata Díaz según lo establece la T. Resolución Decanal N° 768-2023-UNS-FI, de fecha 25.10.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
SANCHEZ SEGURA LUZ AURORA	DIECISIETE	BUENO

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 05 de agosto de 2025.

Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Presidente

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Secretaria

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Integrante



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Turnitin Perú Reportes
Assignment title: Tesis Check 08
Submission title: IMPRIMIR TESIS (2).pdf
File name: IMPRIMIR_TESIS_2_.pdf
File size: 24.32M
Page count: 184
Word count: 30,593
Character count: 170,567
Submission date: 13-Aug-2025 11:37PM (UTC+0700)
Submission ID: 2720266437

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"Influencia del Concreto Reciclado como Sustitución de Agregados en las
Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Autocompactante"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

Autores:

Bach. Latorraca Depaz, Stepfano Boccelly
Bach. Sánchez Segura, Luz Aurora

Asesor:

Ms. Ing. Rivasplata Díaz, Julio César
DNI N°: 32770844
Código ORCID: 0000-0002-4180-9362

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2025

IMPRIMIR TESIS (2).pdf

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

22%

INTERNET SOURCES

11%

PUBLICATIONS

14%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	hdl.handle.net Internet Source	9%
2	Submitted to DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA Student Paper	5%
3	Submitted to Universidad Andina del Cusco Student Paper	2%
4	Submitted to Universidad Católica San Pablo Student Paper	1%
5	repositorio.uni.edu.pe Internet Source	<1%
6	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Student Paper	<1%
7	Submitted to Universidad Continental Student Paper	<1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	<1%
9	repositorio.uss.edu.pe Internet Source	<1%

DEDICATORIA

Para mi mamita Lucero Segura, mujer
ejemplo para continuar mis sueños, gracias
por tus enseñanzas y por siempre creer en mí.
Este logro también es tuyo, porque sin tu
sacrificio y tu presencia, no habría llegado
hasta aquí.

A mi papito Javier, sé que me guías desde
donde estés. Con todo mi amor y gratitud,
esta tesis es para ti papito.

A mis hermanitos: Coco, Mónica y Carito,
por haber sido parte de mi crecimiento
personal y profesional. Los quiero con todo
el corazón.

Luz Aurora Sánchez

A mis padres Mónica y Juan, por haberme
dado el regalo más preciado que es la vida,
por sus valores inculcados, consejos,
paciencia y su gran amor.

A mi abuelita Emiliana, por inculcarme
desde pequeño la disciplina de estudiar y
nunca dejar de perseguir mi meta de ser
ingeniero civil.

Para mis profesores de secundaria, Ronald y
Maria Elena, que me motivaron a elegir esta
hermosa carrera.

Stepfano Latorraca

AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por habernos acompañado en cada paso de este camino. Su guía, amor y misericordia han sido nuestro pilar en los momentos de dificultad, duda y cansancio. Gracias por darnos la capacidad, la perseverancia y la salud necesarias para culminar esta etapa tan importante de nuestro camino profesional. A Él sea toda la gloria y el honor.

Al Ms. Ing, Julio Rivasplata Díaz, por su asesoramiento y orientación, aspectos cruciales para la culminación del presente trabajo de investigación. Además, a toda la plana docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por todas las enseñanzas brindadas en nuestros años de estudio.

Finalmente, a Javier Ramos, técnico encargado de los Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por habernos orientado y apoyado en todo el procedimiento de campo para la realización de los ensayos de investigación.

Los Autores

Índice General

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Descripción y Formulación del Problema.....	14
1.1.1. Descripción de la Problemática.....	14
1.2. Formulación de Interrogativa del Problema.....	16
1.2.1 Formulación de Interrogativa del Problema General.....	16
1.2.2. Formulación de Interrogativa de los Problemas Específicos.....	16
1.3. Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1. Objetivo General.....	17
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
1.4. Formulación de la Hipótesis.....	17
1.4.1. Formulación de Hipótesis General.....	17
1.4.2. Formulación de Hipótesis Específicas.....	18
1.5. Justificación e Importancia de la Investigación.....	18
1.5.1. Justificación de la Investigación.....	18
1.5.2. Importancia de la Investigación.....	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes de la Tesis.....	22
2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional.....	22
2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional.....	23
2.2. Marco Conceptual.....	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	52
3.1. Enfoque de Investigación.....	52

3.2.	Método de Investigación.....	52
3.3.	Diseño de Investigación.....	52
3.4.	Población.....	53
3.5.	Muestra	53
3.6.	Diseño de contrastación de hipótesis	55
3.7.	Operacionalización de Variables	56
3.7.1.	Variable Dependiente.....	56
3.7.2.	Variable Independiente.....	56
3.7.3.	Matriz de consistencia	57
3.7.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	60
3.7.1.	Técnicas de análisis de resultados	60
3.7.2.	Instrumentos	61
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUCIONES.....		67
4.1.	Análisis e interpretación de resultados	67
4.1.1.	Análisis de la caracterización de los agregados naturales y reciclados	67
4.1.2.	Resultados de la dosificación mediante la Metodología ACI 237R-07....	70
4.1.3.	Resultados del Concreto Autocompactante en estado fresco	76
4.1.5.	Análisis Estadísticos de datos.....	92
4.2.	Discusiones	106
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		109
5.1.	Conclusiones.....	109
5.2.	Recomendaciones	111
REFERENCIAS		112
ANEXOS		118
Anexo 1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS NATURALES		118
Anexo 2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS RECICLADOS TRITURADOS MANUALMENTE		126

Anexo 3. DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 237R-07	132
Anexo 4. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON LOS PORCENTAJES DE SUSTITUCIÓN DE ACR	140
Anexo 6. FICHA TÉCNICA DE MATERIALES EMPLEADOS	162
Anexo 7. PANEL FOTOGRÁFICO	165
Anexo 8. DOCUMENTO DE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PARA PRENSA DE CONCRETO REALIZADO EN EL LABORATORIO DE KAE INGENIERÍA	181
Anexo 9. CERTIFICADO DE USO DE LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL - UNS	184

Índice de Tablas

Tabla 1 Clasificación del agregado según tamaño de partículas	30
Tabla 2 Clasificación del agregado según su densidad	30
Tabla 3 Granulometría del agregado fino.....	33
Tabla 4 Volumen Indicado según Componentes	50
Tabla 5 Parámetros de materiales	50
Tabla 6 Cantidad de vigas elaboradas según su edad	54
Tabla 7 Cantidad de probetas elaboradas según su edad	54
Tabla 8 Matriz de Consistencia	57
Tabla 9 Matriz de Operacionalización de Variable Dependiente	58
Tabla 10 Matriz de Operacionalización de Variable Independiente.....	59
Tabla 11 Resumen de la caracterización del agregado fino natural.....	67
Tabla 12 Resumen de la caracterización del agregado grueso natural.....	68
Tabla 13 Resumen de la caracterización del agregado fino reciclado	69
Tabla 14 Resumen de la caracterización del agregado grueso reciclado	69
Tabla 15 Resumen de dosificación del Concreto Autocompactante en peso corregido	71
Tabla 16 Resumen de dosificación del Concreto Autocompactante en volumen.....	72
Tabla 17 Diseño de Mezcla CAC al 15% AGR	73
Tabla 18 Diseño de Mezcla CAC al 25% AGR	73
Tabla 19 Diseño de Mezcla CAC al 35% AGR	74
Tabla 20 Diseño de Mezcla CAC al 50% AGR	74
Tabla 21 Parámetros obtenidos a partir del diseño de mezcla para CAC	75
Tabla 22 Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 0% de ACR	76
Tabla 23 Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 15% de ACR	77
Tabla 24 Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 25% de ACR	78
Tabla 25 Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 35% de ACR	79
Tabla 26 Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 50% de ACR	79
Tabla 27 Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con diferentes reemplazos de ACR	80
Tabla 28 Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayo de Peso Unitario al CAC	81

Tabla 29 Resumen de resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la Compresión al CAC a los 7 días de curado	83
Tabla 30 Resumen de resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la Compresión al CAC a los 14 de curado	84
Tabla 31 Resumen de resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la compresión al CAC a los 28 días de curado	85
Tabla 32 Resumen de resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la compresión al CAC a los 56 días de curado	86
Tabla 33 Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayo de Resistencia a la flexión al CAC a los 14 días	89
Tabla 34 Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayo de Resistencia a la flexión al CAC a los 28 días	90
Tabla 35 Prueba de efectos inter-sujetos en capacidad de paso	92
Tabla 36 Comparaciones múltiples en capacidad de paso	93
Tabla 37 Resumen de medias para grupos homogéneos en capacidad de paso	94
Tabla 38 Prueba de efectos inter-sujetos en Prueba de Consistencia (Slump Flow), T50 e Índice de Estabilidad Visual.....	95
Tabla 39 Pruebas de normalidad y homogeneidad para Peso Unitario.....	96
Tabla 40 Prueba de Homogeneidad de varianzas para Peso Unitario.....	96
Tabla 41 Modelo de Efecto fijo – ANOVA para Peso Unitario.....	97
Tabla 42 Tamaño de efecto ANOVA para peso Unitario	97
Tabla 43 Comparaciones Múltiples para peso Unitario	99
Tabla 44 Resumen de medias para grupos homogéneos para peso Unitario.....	99
Tabla 45 Pruebas de normalidad y homogeneidad para Resistencia a la compresión	100
Tabla 46 Prueba de Homogeneidad de varianzas para Resistencia a la Compresión	101
Tabla 47 Modelo de Efecto fijo – ANOVA para Resistencia a la Compresión	101
Tabla 48 Tamaño de efecto ANOVA para Resistencia a la Compresión	102
Tabla 49 Modelo de Efecto fijo – ANOVA para Resistencia a la Flexión	103
Tabla 50 Tamaño de efecto ANOVA para Resistencia a la Flexión	104

Índice de Figuras

Figura 1 Rangos granulométricos del agregado grueso.....	32
Figura 2 Procedimiento de tratamiento de los residuos de construcción	36
Figura 3 Métodos de ensayo para CAC.....	40
Figura 4 Clasificación del ensayo para CAC.....	40
Figura 5 Clasificación del concreto según VSI	42
Figura 6 Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	44
Figura 7 Relación longitud y diámetro de espécimen	45
Figura 8 Ensayo Resistencia a la Flexión.....	47
Figura 9 Determinación del asentamiento del CAC	48
Figura 10 Clasificación de cantidad cementante según asentamiento.....	49
Figura 11 Diseño de Investigación	53
Figura 12 Instrumento para el Análisis del Ensayo Granulométrico de Agregado Fino	61
Figura 13 Instrumento para el Análisis del Ensayo de Contenido de Humedad de los Agregados.....	62
Figura 14 Instrumento para el Análisis del Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso	62
Figura 15 Instrumento para el Análisis del Ensayo de Peso Unitario y Vacíos de los agregados.....	63
Figura 16 Instrumento para el Análisis del Ensayo de Peso Específico y Absorción....	63
Figura 17 Instrumento para el Análisis del Ensayo de Resistencia a la Degradación por Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles	64
Figura 18 Instrumento para el Análisis del Ensayo de Embudo en V	64
Figura 19 Instrumento para el Análisis del Ensayo de Consistencia, T50 y VSI.....	65
Figura 20 Instrumento para el Análisis del Ensayo Caja en L	65
Figura 21 Diagrama de materiales de mezcla de CAC peso corregido	71
Figura 22 Diagrama de materiales de mezcla de CAC en volumen corregido.....	72
Figura 23 Diagrama de peso unitario por cada tipo de concreto	82
Figura 24 Gráfico comparativo de resultados de Resistencia a la Compresión a los 7 y 14 días de curado.....	84
Figura 25 Gráfico comparativo de resistencia a la flexión a los 14 y 28 días	90
Figura 26 Gráfico de desarrollo de la resistencia a la flexión según edad de curado....	91
Figura 27 Prueba de Hipótesis de efectos inter-sujetos en Capacidad de Paso	93

Figura 28 Porcentajes de medias para grupos homogéneos	94
Figura 29 Prueba de Hipótesis de efectos inter-sujetos en Peso Unitario	97
Figura 30 Porcentajes de medias para grupos homogéneos de los pesos.....	98
Figura 31 Prueba de Hipótesis de efectos inter-sujetos en capacidad de Resistencia a la Compresión	101
Figura 32 Porcentajes de medias para grupos homogéneos para Resistencia a la Compresión	102
Figura 33 Prueba de Hipótesis de efectos inter-sujetos en capacidad de Resistencia a la Flexión.....	103
Figura 34 Porcentajes de medias para grupos homogéneos para Resistencia a la Flexión	105

RESUMEN

El presente informe analiza los efectos del reemplazo de agregados naturales, tanto finos como gruesos, por agregados reciclados en la producción de concreto autocompactante. Estos agregados reciclados provienen de residuos generados en procesos de construcción y demolición de estructuras como losas, columnas, vigas, veredas y sardineles. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, descriptivo y de diseño cuasi experimental, lo que permitió evaluar el impacto del uso de reciclados como variable independiente.

Las mezclas de concreto se diseñaron según la metodología del ACI 237R-07 y las recomendaciones del EFNARC. Se evaluaron propiedades físicas como la capacidad de relleno, la habilidad de paso y la resistencia a la segregación, además de propiedades mecánicas como el peso unitario, la resistencia a la compresión y el módulo de rotura. El estudio empleó un muestreo por conveniencia con una muestra que coincidió con la población total: 90 especímenes en total, consistentes en 60 cilindros de 10 x 20 cm y 30 vigas de 15 x 15 x 50 cm. Se elaboraron cinco tipos de mezclas: una mezcla de control sin reemplazo y cuatro con sustituciones de agregados reciclados en porcentajes de 15%, 25%, 35% y 50%.

Los resultados demostraron que una sustitución del 25% de agregados reciclados optimiza la resistencia a la compresión en un 24.53% y el módulo de rotura en un 10.72%, cumpliendo con los estándares internacionales en cuanto a desempeño físico y mecánico del concreto autocompactante.

Palabras clave: *concreto reciclado, autocompactante, propiedades físicas y mecánicas.*

ABSTRACT

This report analyzes the effects of replacing natural aggregates, both fine and coarse, with recycled aggregates in the production of self-compacting concrete. These recycled aggregates come from waste generated during the construction aggregates and demolition processes of structures such as slabs, columns, beams, sidewalks, and curbs. The research adopted a quantitative, descriptive, and quasi-experimental design approach, which allowed for the evaluation of the impact of using recycled aggregates as an independent variable.

The concrete mixtures were designed according to the ACI 237R-07 methodology and the EFNARC recommendations. Physical properties such as filling capacity, passage ability, and resistance to segregation were evaluated, as well as mechanical properties such as unit weight, compressive strength, and modulus of rupture. The study used convenience sampling with a sample that matched the total population: 90 specimens in total, consisting of 60 10 x 20 cm cylinders and 30 15 x 15 x 50 cm beams. Five types of mixtures were prepared: a control mixture without replacement and four with recycled aggregate substitutions at percentages of 15%, 25%, 35%, and 50%.

The results demonstrated that a 25% replacement of recycled aggregates improved compressive strength by 24.53% and the modulus of rupture by 10.72%, meeting international standards for the physical and mechanical performance of self-consolidating concrete.

Keywords: *recycled concrete, self-compacting, physical and mechanical properties.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y Formulación del Problema

1.1.1. Descripción de la Problemática

En el presente, el sector constructivo es una de las grandes generadoras de residuos que afectan la estabilidad del medio ambiente; sin embargo, sigue siendo de gran necesidad para el desarrollo del ser humano. La acumulación de residuos de construcción y demolición (RCD) son consecuencia de la alta demanda en renovación de estructuras antiguas y la escasez de agregados naturales han conllevado a la búsqueda de nuevas alternativas de diseño; por ello, el agregado reciclado derivado de los RCD se han vuelto una oportunidad de reutilización en propuestas ingenieriles (Pacheco C.; Fuentes L.; Sánchez E.; Rondón H., 2017). A esto sumarle que el concreto es el elemento más explotado en la historia que está hecho por el hombre y que su producción nos deja enormes consecuencias que afectan gravemente un ecosistema libre de carbono. (British Broadcasting Corporation, 2018). La ventaja del empleo del ACR es que disminuye el depósito de RCD, favoreciendo la preservación del medio ambiente y reduciendo costos en la ejecución de obras. El empleo del agregado reciclado ha venido ganando terreno en el sector constructor; por tal motivo, un sinfín de investigadores proponen sus estudios experimentales obteniendo resultados satisfactorios. (Silva & Delvasto, 2020)

El concreto endurecido y previamente seleccionado, es triturado manual o mecánicamente y luego se transforma en una serie de procesos para producir finalmente agregados de concreto reciclado (ACR); el cual ha sido el principal elemento para estudios de diseño de concreto y asfaltos, material para base, subbase y relleno granular. En el reciclaje de RCD se genera un subproducto fino que puede ser de gran utilidad en las mezclas de concreto como reemplazo o adición del cemento, ya que los materiales producidos durante su molienda (agregado grueso y fino) pueden ser empleados

simultáneamente o de manera individual, y así dar una propuesta de sostenibilidad que enfrenta la industria de la construcción.

El empleo de estos materiales ha dado como respuesta mejoras en la fluidez, resistencia a la segregación y, en algunas ocasiones, buenos efectos en pruebas a la resistencia a la compresión. Muchas investigaciones han dedicado esfuerzos en examinar los fillers de RCD o residuos que pueden servir de reemplazo mineral en la pasta de concreto, determinando así que estos tienen influencia positiva y mejoras en sus propiedades. (Pastrana, Silva, Adrada & Delvasto, 2019).

Hoy en día, se ha vuelto popular que en las estructuras civiles se realice un diseño en base a elementos prefabricados o el uso de concreto autocompactante (CAC) que cumpla con las exigencias requeridas. Durante el proceso constructivo, a la hora del vaciado se hace mediante el empleo de equipos especiales para la vibración del concreto, exponer a la mezcla a un exceso de vibrado resulta una separación entre sus elementos (segregación) y, por lo tanto, malos resultados en su acabado; por otra parte, un alto grado de refuerzo del encofrado produce que la mezcla no colme los espacios, produciendo lugares vacíos en el elemento estructural. (Baca, Vela & Chacón; 2021). Una de las ventajosas propiedades del CAC es que es apto para fluir y consolidarse gracias a su propio peso y, a la vez, es una masa cohesiva que ocupa todos los espacios sin exudación y sin la necesidad de vibración.

La invención del CAC ha sido de gran ayuda para el sector constructivo ya que gracias a su innovación propone disminuir los niveles de ruido producido en su ejecución, mano de obra y tiempo de construcción. (Robayo, Matthey, Silva y Delvasto, 2016). Por tal motivo fue de gran ayuda durante el tiempo de pandemia, ya que muchas empresas de proyectos buscaban reducir el tiempo de ejecución y su aforo de personal para prevenir contagios. (Baca, Vela & Chacón; 2021).

Otra de las ventajas del empleo de CAC es que brinda una tecnología que genera un impacto ambiental positivo, ya que esta pasta es ideal para ser incorporadas subproductos derivados de desechos industriales y agroindustriales, filler y RCD, que de tal manera beneficien al desarrollo sostenible del uso del concreto. (Pastrana, Silva, Adrada y Delvasto; 2019)

En este contexto, es interesante estudiar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas con el uso integral de agregados provenientes de los RCD. Por otro lado, las características del CAC son de vital importancia para su diseño en estructuras y así asegurar su calidad, por ello se evalúa su fluidez, capacidad de paso y/o llenado en estado fresco y las características mecánicas ya conocidas de manera endurecida. De esta forma, el diseño de la mezcla con características autocompactantes utilizando agregados reciclados sugiere una nueva opción económicamente viable y sostenible; posiblemente apropiado para ser empleada en el conformado de nuevas estructuras y sobre todo darle un nuevo uso a ese material desechable causante de tantos montículos que afectan el panorama de nuestro ecosistema.

1.2. Formulación de Interrogativa del Problema

1.2.1 Formulación de Interrogativa del Problema General

¿Cómo influye la sustitución de agregados de concreto reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante?

1.2.2. Formulación de Interrogativa de los Problemas Específicos

- ¿Cuáles serán los resultados al caracterizar los agregados reciclados procedentes de demoliciones para su posterior diseño de mezcla?
- ¿Cuál será la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas mediante los ensayos al concreto autocompactante con y sin sustitución de agregados?

- ¿Cuál será el nivel de influencia al sustituir porcentajes de 15%, 25%, 35% y 50% de agregados reciclados en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante?
- ¿Se logrará comprobar el nivel de influencia al sustituir porcentajes de 15%, 25%, 35% y 50% de agregados reciclados en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante mediante un análisis de varianza (ANOVA)?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Analizar la influencia del Concreto Reciclado como sustitución de agregados en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Inspeccionar los agregados reciclados procedentes de demoliciones para su posterior diseño de mezcla.
- Comparar las propiedades físicas y mecánicas mediante los ensayos al concreto autocompactante con y sin la sustitución de agregados.
- Constatar el nivel de influencia de la sustitución al 15%, 25%, 35% y 50% de agregados reciclados en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante.
- Comprobar la influencia de la sustitución de agregados reciclados mediante un análisis de varianzas (ANOVA).

1.4. Formulación de la Hipótesis

1.4.1. Formulación de Hipótesis General

La sustitución de agregados de Concreto Reciclado no influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante.

1.4.2. Formulación de Hipótesis Específicas

- La caracterización de agregados reciclados provenientes de demoliciones es óptima para un diseño de mezcla.
- La sustitución al 25% de agregados naturales presentó aumentos en la resistencia a la compresión y módulo de rotura respecto al concreto patrón.
- Las sustituciones del 15%,35% y 50% influyen significativamente en las propiedades del concreto autocompactante siendo similares al concreto patrón.
- La sustitución de agregado reciclados no influye significativamente según los resultados del análisis de varianza (ANOVA).

1.5. Justificación e Importancia de la Investigación

1.5.1. Justificación de la Investigación

Esta investigación se realizó de acuerdo a el área de la Ingeniería Civil, centrándose en los fundamentos teóricos de las especialidades de Tecnología del Concreto y Resistencia de Materiales. También se cumplen con las normativas vigentes del ACI, Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante, ASTM y NTP, para agregados, material cementante y aditivos; a su vez la dosificación se basa en la metodología ACI 237R-07 y los diferentes pruebas en estado fresco están validadas por la metodología ACI y las Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante. Las propiedades mecánicas determinadas son indispensables para determinar la calidad del concreto en el diseño de estructuras, se espera mejorar o igualar con el porcentaje de sustitución de sus agregados naturales por agregados reciclados al peso unitario, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, teniendo como finalidad, alcanzar un Concreto Autocompactante para ser finalmente usado en el medio como una alternativa ecoamigable.

La presente investigación orienta a la reutilización de desechos generados en la construcción que por lo general afectan al medio ambiente, esto combinado con la

impulsión del concreto autocompactante que, entre sus principales ventajas para su uso se encuentran la disminución de mano de obra en vaciados; con el fin de mejorar o igualar las propiedades de este tipo de concreto, aportamos así al rubro de la construcción una mezcla de buena calidad que satisfaga los requisitos obteniendo una alternativa sostenible para la preservación de la comunidad.

Por otro lado, los insumos, herramientas y/o equipos utilizados para desarrollar la presente investigación son propias de la zona ya mencionada y de fácil obtención con costos no muy elevados. Para el logro de resultados para las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante con y sin sustitución de sus agregados se dispuso de los laboratorios de la Universidad Nacional del Santa y el laboratorio de la Empresa Kae Ingeniería SAC.

Finalmente, la investigación nos brindará el conocimiento de los datos arrojados de las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante al sustituir sus agregados convencionales por concreto reciclado en los porcentajes de 15 %, 25%, 35% y 50%, siendo valores primordiales para determinar la calidad del concreto, así mismo al utilizar estos agregados reciclados se trata de aminorar la contaminación ambiental y el excesivo uso de explotar de canteras.

1.5.2. Importancia de la Investigación

Esta investigación tiene como fundamento principal aportar conocimientos relevantes sobre la reutilización del concreto desechado, con el objetivo de promover prácticas eco amigables en el área de la construcción. A través de una serie de ensayos estandarizados, se busca evaluar el comportamiento físico y mecánico del concreto reciclado al utilizarlo como sustituto parcial de los agregados naturales en una mezcla diseñada específicamente para concreto autocompactante. Esta evaluación permitirá determinar en qué medida este material reciclado puede igualar o incluso mejorar las propiedades del concreto convencional.

Al validar el desempeño del concreto reciclado, no solo se propone una alternativa viable con el fin del aprovechamiento de la cantidad de construcción y demolición, sino que también se contribuye a la reducción del impacto ambiental generado por la acumulación de estos desechos, que comúnmente son depositados en botaderos o espacios abiertos, deteriorando el entorno y afectando la salud pública.

Asimismo, la investigación resalta el valor del concreto autocompactante, un material innovador que presenta importantes ventajas técnicas y operativas, como la eliminación del proceso de vibrado, mejor fluidez, alta capacidad de llenado en elementos con geometrías complejas y excelente acabado superficial. Esto lo convierte en una opción eficiente, duradera y de alta calidad para diversas aplicaciones estructurales.

En conjunto, los hallazgos de este estudio pretenden fomentar la implementación de materiales reciclados en nuevas construcciones, impulsar una cultura de economía circular en el rubro de la ingeniería civil y contribuir al desarrollo de ciudades más sostenibles y responsables con el medio ambiente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Tesis

2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional

Arcila Castro, A.; Fernando Silva, Y.; Medina, D. F.; Delvasto, S. (2022) en su investigación “Efecto de tratamientos en agregados reciclados sobre las propiedades en estado fresco y endurecido de Concretos Autocompactantes” desarrollado en Chile, experimentaron la posibilidad del uso de agregado grueso reciclado (AGR) y agregado grueso tratado (AGT) en la elaboración de concretos autocompactantes (CAC) para dicho propósito se realizó dos tratamientos: el primero mediante desgaste mecánico en un molino de bolas y el segundo mediante la inmersión en una solución ácida (H_2SO_4). La influencia en las propiedades como la resistencia a la compresión, tracción y flexión se dio a edades de curado de 7,28 y 56 días con diferentes volúmenes de incorporaciones del 20%,40% y 100% del agregado grueso reciclado y tratado; estas características se ensayaron mediante el moldeado de cilindros de 76.2 mm x 152.4 mm y moldes prismáticas (vigas) de 75x75x310 mm. Concluyendo que es factible elaborar concretos autocompactantes con diferentes niveles de reemplazo de agregado grueso natural por agregado reciclado.

Por otro lado, Bastidas Martinez, Reyes Lizcano, & Rondon Quintana (2022) en el artículo "Uso de agregados de concreto reciclado en mezclas asfálticas para pavimentos: Una revisión" La fabricación de mezclas asfálticas requiere grandes cantidades de agregados naturales (AN), cuya extracción genera impactos ambientales negativos. Como alternativa, se ha estudiado el uso de agregados de concreto reciclado (ARC) en mezclas asfálticas, especialmente en asfaltos en caliente (HMA). Aunque los ARC presentan beneficios ambientales y, en muchos casos, cumplen con estándares de calidad para vías de bajo volumen, su alta heterogeneidad impide establecer un

comportamiento uniforme. Además, el uso de ARC incrementa el consumo de ligante asfáltico debido a su alta absorción. Para mejorar su desempeño, se han propuesto tratamientos previos a las partículas recicladas. La literatura sugiere que, pese a los resultados mixtos, existe un porcentaje de reemplazo viable que mantiene la calidad de la mezcla. Se recomiendan futuras investigaciones sobre su comportamiento mecánico, durabilidad, interacciones físico-químicas y métodos de incorporación más eficientes, incluyendo su uso en asfaltos de mezcla tibia o fría.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional

Cueva y Herrera (2023), en su investigación sobre el concreto autocompactante con una resistencia de diseño de 280 kg/cm^2 , analizaron el efecto de reemplazar completamente el agregado grueso natural por agregado grueso reciclado en Lima Metropolitana. Para ello, prepararon dos mezclas: una de referencia y otra con 100% de agregado reciclado, aplicando las especificaciones del ACI 237R-07 y del Comité ACI 211. En el concreto fresco evaluaron la capacidad de paso, la capacidad de relleno y la resistencia a la segregación; mientras que en el concreto endurecido midieron la resistencia a la compresión y a la flexión a los siete, catorce y veintiocho días. Se moldearon 30 probetas cilíndricas y 12 vigas para los ensayos. Los resultados mostraron que la sustitución total afecta negativamente las propiedades del concreto, disminuyendo el revenimiento y la resistencia mecánica (19.93% en compresión y 39.70% en flexión). Se recomienda explorar porcentajes de reemplazo menores al 100%.

Palma (2023) en su tesis de grado “Uso de agregados reciclados obtenidos del tratamiento de los residuos de las edificaciones para producir concreto simple en el Distrito de Nuevo Chimbote” busca demostrar que los agregados reciclados pueden sustituir a los agregados naturales en la producción de concreto simple. Se emplearon residuos de concreto estructural de resistencia 210 kg/cm^2 . Se analizaron propiedades

como gradación, peso específico, absorción, humedad y abrasión. También se consideró la relación agua/cemento y la textura de los agregados. Se diseñaron dos mezclas: una de control (0%-R) y una experimental (50%-R). Se realizaron ensayos con 18 especímenes curados a 7, 14 y 28 días. El curado siguió normativas técnicas vigentes. Los agregados reciclados presentaron mayor humedad y un 17.88% más de desgaste, pero dentro del límite aceptado. Aunque hubo una reducción del 10.82% en resistencia, el concreto reciclado superó el mínimo requerido, demostrando su viabilidad para usos en construcción.

Finalmente, Rodríguez (2023) en su tesis “Influencia del agregado fino reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de mediana a alta resistencia” analizó el efecto del uso de agregado fino reciclado (proveniente de demoliciones y triturado hasta alcanzar el tamaño deseado) en proporciones de 10%, 25%, 50% y 100% en concretos de resistencia media a alta, usando relaciones agua-cemento de 0.50, 0.45 y 0.40. Se compararon las resistencias a compresión, tracción y flexión de mezclas con agregado reciclado frente a mezclas patrón con solo agregados naturales. También se evaluó la resistencia a compresión a veintiocho días para mezclas con 50% y 100% de reemplazo, algunas con aditivo superplastificante, analizando su comportamiento según la Ley de Abrams. El estudio incluyó un análisis de costos para determinar una proporción de reemplazo viable que no afecte significativamente la resistencia ni el costo. Los resultados mostraron que hasta un 25% de reemplazo no afecta notablemente las propiedades del concreto, y que el uso de aditivos mejora la resistencia y genera ahorros económicos.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Definición de Concreto Convencional

Según Riva (2000) señala que el concreto es una pasta que nace a partir de la unión química del agua, material cementante y en ocasiones, aditivos, donde sus propiedades se definen a partir de las características físicas y químicas de sus materiales que lo componen. Este producto artificial este compuesto de un medio ligante llamado pasta, encajadas a partículas denominadas agregados. Por otro lado, Gutiérrez (2003) menciona que el concreto es el elemento más utilizado en el área de la construcción por sus múltiples beneficios como resistencia, durabilidad, impermeabilidad, etc. El concreto presenta la cualidad de resistencia a la compresión; sin embargo, presenta dificultades a la tracción, por tal motivo se opta por reforzar las estructuras con varillas de acero (concreto armado). Dentro de los tipos de concretos existentes, para desarrollar de la presente investigación se tiene como figura primordial al Concreto Autocompactante.

2.2.2. Definición de Concreto Autocompactante

El Concreto Autocompactante (CAC) es un material innovador caracterizado por su capacidad de fluir con facilidad dentro del encofrado, distribuyéndose de manera uniforme debido a la acción de la gravedad. Gracias a su alta fluidez, logra penetrar entre la armadura y compactarse por sí mismo sin necesidad de vibrado externo; además, su composición deberá ser homogénea, de manera que alcance una óptima resistencia a la segregación. (Gettu & Agulló Fité, 2004).

El concreto autocompactante (CAC), también denominado autoconsolidante, es una forma de concreto de alta fluidez que no presenta segregación y que, al colocarse, se distribuye por sí mismo, llenando completamente el encofrado y cubriendo el refuerzo sin requerir vibrado o compactación mecánica (ACI 237R-07, 2007).

El CAC se fabrica de manera similar al concreto convencional, pero se diferencia en el comportamiento de sus propiedades. Su alta fluidez le permite adaptarse a estructuras con grandes cuantías de refuerzo y zonas de difícil acceso para equipos de vibración, garantizando un llenado uniforme sin segregaciones ni cangrejas en su estado final. Todo esto se logra además de la calidad de sus componentes a la creación de aditivos plastificantes y superplastificantes de alto rango, que logran concretos de elevada consistencia sin la urgencia de adicionar elevadas cantidades de agua.

2.2.3. Reseña Histórica del Concreto Autocompactante

Los primeros acercamientos de este tipo de concreto se dieron en la Universidad de Tokio, Japón y fue propuesto por el profesor H. Okamura en el año 1986, a partir de ese año aparecieron diversos estudios para optimizar las ventajas del uso de este concreto; los autores coinciden que este tipo de concreto aparece ante la necesidad de implementación de estructuras de larga duración, rentables y menos tiempo de ejecución. (Okamura & Ouchi, 1999). A mediados de los años 90, el CAC se instaló en el continente europeo siendo Suecia el primer país impulsador (Billberg, 2001). Centrándonos en el Sudamérica, Brasil fue el primer país en impulsar este concreto en sus construcciones de puentes y edificios.

En territorio nacional (Perú), se cuenta con grandes construcciones donde se aplica este tipo de concreto: Creación del Edificio Capital que cuenta con 24 pisos en San Isidro, Lima (2008) y Vaciado de la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu en Cusco.

2.2.4. Ventajas del Concreto Autocompactante

Según la National Ready Mixed Concrete Association (2004), nos brinda los beneficios al usar este tipo de concreto, es así que tenemos las siguientes ventajas:

- Colocación rápida sin vibración mecánica y con menos alisado, ahorrando los costos de colocación.
- Proporciona acabados de alta calidad en superficies arquitectónicas, disminuyendo la necesidad de reparaciones, supervisiones y retoques.
- Permite un llenado eficiente en áreas de difícil acceso.
- Mejora la consolidación y la adherencia del refuerzo, optimizando la resistencia estructural.
- Aumenta la eficiencia en el proceso de bombeo del concreto.
- Asegura una mayor homogeneidad del concreto en obra, disminuyendo la necesidad de esfuerzo manual y contribuyendo al ahorro en costos de mano de obra.
- Acorta los plazos de ejecución de la construcción.
- Reduce o elimina el ruido generado por el proceso de vibrado, lo que facilita ampliar el tiempo de trabajo.
- Limita el movimiento de camiones mezcladores y bombas durante la colocación, mejorando la eficiencia logística de la obra.

2.2.5. Componentes del Concreto Autocompactante

En esencia, contienen similares componentes que el concreto convencional, con la diferencia de incluir arenas finas o filler, así como aditivos superplastificantes, viscosantes y, si es requerido, incorporadores de aire. (Vargas Salazar & Sciaraffia Pérez, 2006).

2.2.5.1. Cemento. Gutiérrez (2003) caracteriza al cemento como un material pulverizado producto de la calcinación del Clinker en conjunto con el yeso. EL Clinker pasa un proceso de molienda para luego ser sometidos a una temperatura de 1500

C, con la finalidad de provocar reacciones entre sus componentes. Finalmente, se espera su enfriamiento y se adiciona sulfato de calcio. La Norma Técnica Peruana admite la aplicación de otros componentes que no presenten más del 1% del peso total, siempre y cuando no afecte las propiedades del cemento resultante. La tipología del concreto según (Rivva Lòpez, 2000) tenemos:

- Tipo I: Concreto de empleo común, apropiado para aplicaciones donde no exista requerimientos de propiedades especiales.
- Tipo II: Presenta resistencia moderada a la acción de sulfatos, recomendado para ambientes moderadamente agresivos o construcciones de gran volumen.
- Tipo III: Alcanza resistencia en poco tiempo y genera un alto calor de hidratación, ideal en condiciones de clima de baja temperatura.
- Tipo IV: Genera un calor de hidratación reducido, lo que lo hace adecuado para zonas cálidas con altas temperaturas.
- Tipo V: Especialmente formulado para entornos altamente agresivos, con una sobresaliente resistencia frente a los sulfatos.

Algunas características principales del cemento usado en esta investigación de acuerdo a la ficha técnica del fabricante (Cementos Pacasmayo S.A.A, 2013) son:

- Poseen una resistencia moderada a los sulfatos, ya que pueden reaccionar con el hidróxido de calcio liberado durante el proceso de hidratación del cemento.
- Resistencia al agua de mar, debido a su permeabilidad de los iones cloruro.
- Moderado calor de Hidratación evitando fisuras de origen termino perjudiciales en la calidad de concreto.

2.2.5.2. Agua. No hay mucha ciencia en el uso del agua, su uso debe cumplir con los mismos requisitos que para un concreto tradicional; el agua de mezcla debe cumplir con lo especificado en el Reglamento Nacional de Edificaciones

(E060,2009): De preferencia usar agua potable tanto en la preparación como en el curado del concreto.

2.2.5.3. Agregados. También llamados áridos, son granos de origen natural o artificial, obtenidas mediante procesos de extracción, fabricación o tratamiento, cuyas dimensiones se ajustan a los rangos establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 400.011 (2008). Los agregados empleados en el concreto autocompactante (CAC) deben ser escogidos con los mismos criterios que los utilizados en el concreto convencional. Se sugiere que las partículas menores a 0.125 mm se incluyan dentro del contenido de finos de la pasta, dado que afectan las propiedades reológicas del CAC; mientras que las partículas de mayor tamaño suelen limitarse entre 12 y 20 mm, aunque en algunos casos se han empleado diámetros superiores (European Concrete Project Group (GPE) Self-compacting, 2005). Este material constituye aproximadamente entre el 65% y el 80% del volumen de un m³ de concreto. Este material es obtenido a partir de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas, por tal motivo la cualidad del concreto será producto de las propiedades de los agregados (Rivva Lòpez, 2000).

Tabla 1

Clasificación del agregado según tamaño de partículas

Tamaño de Partículas en mm (pulg.)	Denominación más común	Clasificación	Clasificación como agregado para concreto
Inferior a 0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
Entre 0.002 – 0.074 (Nº200)	Limo		
Entre 0.074 – 4.75 (Nº200 – Nº4)	Arena	Agregado Fino	
Entre 4.75 - 19.1 (Nº4 – ¾")	Gravilla	Agregado Grueso	
Entre 19.1 – 50.8 (¾" – 2")	Grava		
Entre 50.8 – 152.4 (2" – 6")	Piedra		
Superior a 152.4 (6")	Rajón, piedra bola		

Nota: Tomado de Tecnología del Concreto y del mortero (2002)

Tabla 2

Clasificación del agregado según su densidad

Denominación	Densidad	Ejemplo de Utilización	Ejemplo de Agregado
Ligeros	Entre 400 – 2000 kg/m ³	Concreto para rellenos de mampostería	Piedra Pómez o Perlita
Normales	Entre 2000 - 2500 kg/m ³	Concreto estructural y no estructural	Canto Rodado de río
Pesados	Entre 2500 – 5600 kg/m ³	Concreto para protección con radiación gamma o X	Piedra barita

Nota: Tomado de Tecnología del Concreto y del mortero (2002)

2.2.5.3.1. Características del Agregado Grueso

Granulometría. La NTP 400.037 establece que el agregado grueso debe clasificarse según los rangos especificados en la normativa (Figura 1). La distribución de sus partículas debe ser continua para lograr la máxima densidad del concreto y asegurar una buena trabajabilidad durante la colocación de la mezcla.

Tamaño máximo. pertenecientes al tamiz de menor abertura, dado que pasa en su totalidad la muestra de agregado grueso. Este valor, obtenido mediante el análisis granulométrico, representa el mayor tamaño presente en la masa de agregados y debe ajustarse a las especificaciones de la estructura (NTP 400.011, 2008).

Tamaño máximo nominal. es el tamiz más pequeño de la serie que genera el primer retenido, el cual debe representar entre el 5% y el 10% del peso de la muestra (NTP 400.037, 2018).

Otras propiedades relevantes del agregado grueso para la realización de concretos y morteros incluyen: peso específico, peso unitario, contenido de humedad y absorción.

Figura 1

Rangos granulométricos del agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MAXIMO MONIMAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 ½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 ½ in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 ½ in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Recuperado de NTP 400.037 – Especificaciones normalizadas para agregados en concreto

2.2.5.3.2. Características del Agregado Fino

Granulometría: El agregado fino está formado por arena o piedra natural finamente triturada que atraviesa el tamiz de 9.5 mm (3/8”) y debe ajustarse a los límites especificados en la normativa. Para su clasificación se utilizan tamices estándar N°4, 8, 16, 30, 50 y 100. Asimismo, el porcentaje de granos retenidos entre dos tamices consecutivos no debe superar el 45% (Norma Técnica Peruana NTP 400.037, 2018).

Tabla 3

Granulometría del agregado fino

Tamiz	% que pasa
3/8”	100
N°4	95 a 100
N°8	80 a 100
N°16	50 a 85
N°30	25 a 60
N°50	0 a 5
N°100	0 a 10

Nota: Recuperado de NTP 400.037 – Especificaciones normalizadas para agregados en concreto

Módulo de Fineza: El valor no debe ser inferior a 2.3 ni superior a 3.1; si se exceden estos límites, ya sea por exceso o defecto, la supervisión podrá autorizar ajustes en la mezcla o incluso rechazar el agregado. Este parámetro se obtiene a partir de los análisis granulométricos, calculando la suma de los porcentajes retenidos en las mallas estandarizadas: 3”, 1 ½”, 3/4”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 (Rivva López, 2000). Además, el agregado fino debe contener material suficiente para que pase por la malla N°50 para garantizar una adecuada trabajabilidad del concreto, y un máximo de entre 3% y 5% de elementos que pase por la malla N°200 (Norma Técnica Peruana NTP 400.037, 2018).

Existen otras características del agregado fino usadas para la elaboración de concretos y morteros; son las siguientes: Peso Específico, Peso Unitario, Contenido de Humedad y Absorción que se detallaran en otro capítulo.

2.2.5.4. Aditivos. Son materiales incorporados al concreto o mortero durante el proceso de realización de la mezcla con el objetivo de modificar ciertas propiedades. Al decidir su uso, es importante evaluar si su aplicación es la única alternativa para alcanzar los resultados esperados, ya que, aunque implica una mayor inversión, permite cumplir con los objetivos planteados (Rivva López, 2000).

La principal diferencia entre el concreto autocompactante y el concreto convencional radica en el empleo de aditivos superplastificantes y modificadores de viscosidad; los superplastificantes incrementan notablemente la trabajabilidad manteniendo constante el contenido de agua (Vargas Salazar & Sciaraffia Pérez, 2006).

2.2.5.4.1. Aditivos Superplastificantes. Los superplastificantes son del Tipo F requieren una elaboración especial: más agregado fino, menos agregado grueso y poco aditivo. Aumentan la trabajabilidad sin la necesidad de aumentar el contenido de agua, y por tanto llegar a disminuir la relación A/C además pueden llegar a presentar un aumento hasta en un 15% a 25% (ACI Comité 311, 1992).

Aditivo PER SUPLAST N (Aditivos Especiales S.A.C., 2018): Es un aditivo líquido reductor de agua que puede usarse como plastificante o superplastificante, no contiene cloruros y es recomendable para concretos pretensados.

- Datos Técnicos: Su apariencia es líquida de color caramelo, con una densidad de 1.063 kg/lt. Cumple con la Normativa ASTM C 494 para los tipos A y F.
- Ventajas: Proporciona gran trabajabilidad a la mezcla, hace posible bombear concreto a grandes distancias, mejores acabados, obtención de concretos

impermeabilizados y resistencias, incrementa la resistencia final a la compresión y por último reduce la demanda de energía para su colocación.

- Rendimiento: Se recomienda usar en dosis de 0.3% a 2.5% del peso del cemento, previamente se recomienda hacer ensayos para determinar una mejor dosificación ya que esta dependerá de la temperatura y agregados a usar.

Aditivo PLAST RET (Aditivos Especiales S.A.C., 2020): Es un aditivo líquido plastificante y reductor de agua con acción retardante, libre de cloruros, empleado para prolongar el tiempo de fraguado inicial del concreto.

- Datos Técnicos: Su apariencia es líquida de color transparente, con una densidad de 1.18 g/ml. Cumpliendo la Norma ASTM C 494 para el tipo B y D.
- Beneficios: Proporciona una mejor adherencia entre el concreto y el acero, logra concretos homogéneos, es compatible con los aditivos incorporadores de aire y aumenta todas las resistencias.
- Rendimiento: Se recomienda usar en dosis entre 0.1% a 0.5% del peso del cemento, previamente se recomienda hacer ensayos para determinar una mejor dosificación ya que esta dependerá de la temperatura y agregados a usar.

2.2.6. Definición de Concreto Reciclado

Para un mejor entendimiento la (Norma Técnica Peruana, NTP 400.053, 1999) nos brinda conceptos previos para definir al concreto reciclado, tenemos:

- Concreto de Demolición, se refiere para aquellos fragmentos de concretos obtenidos a partir de las demoliciones de estructuras de concreto simple o armado.
- Granulado de Concreto, material secundario que derivan a partir del tratamiento del concreto y morteros demolidos hasta obtener partículas similares a los agregados naturales.

- Concreto Reciclado, aquel cuya composición incluye agregados obtenidos total o parcialmente a partir de granulados de concreto, así como de gravas y arenas recicladas.

2.2.6.1. Procedimiento de Manejo de los Residuos de Construcción.

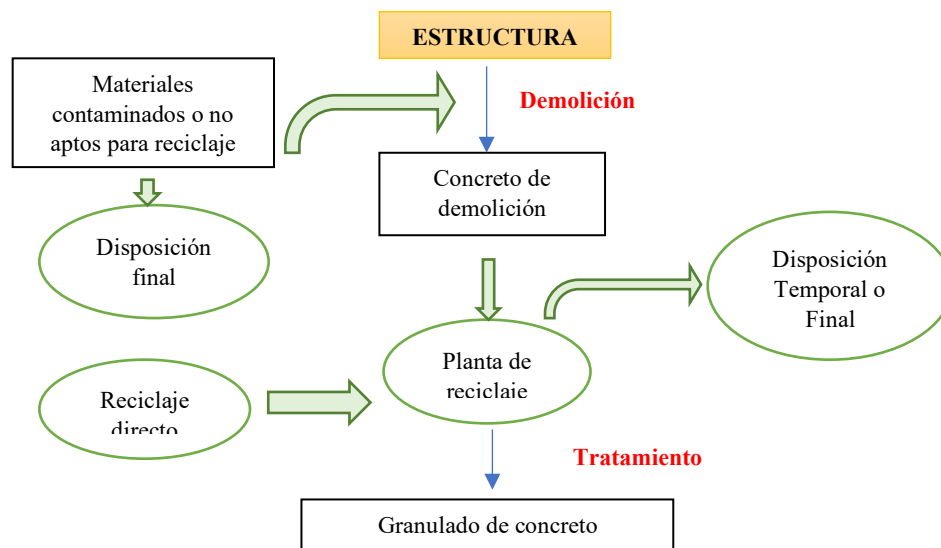
Construir y demoler genera volúmenes significativos de residuos ocasionando la degradación del ecosistema cuando se torna de manera incontrolada, la idea de reutilizar además de preservar la naturaleza nos brinda una propuesta económica rentable.

Dentro de la NTP 400.050, existe un apartado donde expresa algunas pautas que se debe seguir para el correcto empleo de este material.

- Obtención, los materiales escogidos deberán preservar iguales o similares características que el material inicial.
- Tratamiento, se sugiere que se realice en una planta de reciclaje, donde se separan los restos no deseados, la trituración debe ser mecánica, aunque la manual no está especificada si cumple los requisitos de la normativa es válido su realización.
- Almacenamiento, de acorde al lugar de origen y uso final.

Figura 2

Procedimiento de tratamiento de los residuos de construcción



2.2.6.2. Gestión de Residuos de Construcción en el Perú. Tema poco difundido en el Perú debido a la informalidad existente en el sector sin embargo existen empresas que se encuentran dentro de la formalidad y hacen que estos residuos terminen en vertederos controlados eludiendo los procesos de reutilización, reciclaje y valoración. Pero no hay que quitarle el mérito a la empresa peruana Cajas Ecológicas SAC que se encarga de la recolección, movilización, clasificación, reciclaje y disposición final de estos residuos que proviene de las obras civiles de la ciudad de Lima; con los residuos de concreto se generan agregados reciclados que después son usados en la construcción de pistas, veredas y lozas deportivas de diferentes municipalidades limeñas (Cipriano Rojas, 2019).

2.2.6.3. Características de los Agregados Reciclados

Mortero Adherido: Los agregados reciclados, en especial el agregado grueso, conservan una porción de mortero adherido, el cual es responsable de las diferencias existentes entre las propiedades de un agregado natural y las de un agregado reciclado. (Meza Ichpas, 2019).

Densidad: En general, la densidad del agregado reciclado es menor que la del agregado natural, debido a la presencia de pasta de cemento adherida. Sin embargo, los concretos con baja relación agua/cemento (y, por ende, alta resistencia a la compresión) suelen producir agregados reciclados de mejor calidad y mayor densidad.

Absorción: La mayor diferente se presenta en la absorción, para agregados naturales su absorción no supera 4% pero en agregados reciclados su valor es superior a 5%.

Granulometría: La distribución de partículas de los agregados reciclados varía según el proceso de trituración que se realice, aunque se puede realizar pequeños ajustes para que se puedan cumplir los requisitos dados por la normativa peruana.

2.2.7. Características del Concreto Autocompactante

El desarrollo de aditivos superplastificantes a base de policarboxilatos ha permitido producir concretos de alta fluidez incluso con relaciones agua/cemento muy bajas. Pese a ello, los concretos autocompactantes (CAC) mantienen su homogeneidad, viscosidad y resistencia a la segregación o exudación (Baca Uscamayta & Vela Cáceres, 2019). La resistencia a la segregación se logra aumentando la cantidad total de finos y, cuando es necesario, incorporando aditivos modificadores de viscosidad. Asimismo, una adecuada distribución de los agregados contribuye a reducir el contenido de materiales cementicios. En términos generales, las mezclas de CAC presentan un elevado volumen de pasta, menor proporción de agregado grueso y una alta relación arena/agregado grueso (National Ready Mixed Concrete Association, 2004).

2.2.8. Propiedades del Concreto Autocompactante en estado fresco

2.2.8.1. Trabajabilidad. Es la capacidad de este tipo de concreto para ser mezclado, colocado, compactado y acabado con facilidad, sin presentar segregación. Dentro de esta propiedad destaca la autocompatibilidad, que constituye su principal característica distintiva y que depende de la capacidad de llenado, la capacidad de paso y la resistencia a la segregación.

2.2.8.2. Capacidad de Llenado. Puede fluir bajo su propio peso (gravedad) llenando completamente el encofrado sin ayuda externa. La cuantificación de esta propiedad se da por la magnitud del escurrimiento y la velocidad de deformación (Vargas Salazar & Sciaraffia Pérez, 2006).

2.2.8.3. Capacidad de Paso. Es la resistencia al bloqueo, es la capacidad que tiene el concreto para atravesar secciones estrechas o áreas que presentan grandes cuantías de refuerzo sin que se produzca bloqueo. Esta propiedad depende de la

viscosidad de la mezcla (European Concrete Project Group (GPE) Self-compacting, 2005).

2.2.8.4. Resistencia a la Segregación. Es la capacidad de la mezcla para contener su homogeneidad, evitando la segregación de sus componentes durante el transporte y la colocación en obra. La segregación puede presentarse como exudación, separación del agregado grueso. La estabilidad se evalúa en dos condiciones: dinámica, que corresponde a la resistencia a la segregación durante el traslado y colocación, hasta que entra en acción la estabilidad estática; y estática, que es la capacidad de los componentes para permanecer integrados. Esta última puede mejorarse reduciendo la cantidad y el tamaño máximo del agregado grueso, así como empleando aditivos que ajusten la viscosidad (León Parra, 2009).

2.2.9. Ensayos en estado fresco para Concreto Autocompactante

En las tablas 3 y 4 se muestran los métodos aceptados en Europa, aclarando que ningún ensayo por sí solo puede medir todos los parámetros de este tipo de concreto, es por ello que se requiera la combinación de los mismos para caracterizar plenamente una mezcla de Concreto Autocompactante (European Concrete Project Group (GPE) Self-compacting, 2005).

Figura 3

Métodos de ensayo para CAC

Características	Método de Ensayo	Valor Medido
Caracterización de la fluidez / Capacidad de Llenado	Ensayo de Escurrimiento	Extensión
	Caja de Kajima	Llenado visual
Viscosidad / Caracterización de la Fluidez	T500	Tiempo de Flujo
	Ensayo de embudo en V	Tiempo de Flujo
	Ensayo de embudo en O	Tiempo de Flujo
	Orimet	Tiempo de Flujo
Capacidad de Paso	Método de caja en L	Relación de paso
	Método de caja en U	Diferencia de altura
	Ensayo del escurrimiento con el anillo japonés	Altura de paso, flujo total
	Caja de Kajima	Capacidad de paso visual
Resistencia a la Segregación	Penetración	Profundidad
	Segregación en Tamiz	Porcentaje de Retención
	Columna de decantación	Relación de Segregación

Nota: Recuperado de GPE (2006)

Figura 4

Clasificación del ensayo para CAC

Nombre de Ensayo	Categoría	Características	Medición del Ensayo
Flujo de Asentamiento	Flujo Libre	Capacidad de relleno	Diámetro de Flujo
Índice de estabilidad visual (VSI)	Condición Estática	Resistencia a la Segregación	Estabilidad Visual de la mezcla
T50	Flujo Libre	Capacidad de relleno	Tasa de Flujo
J-ring	Flujo Confinado	Capacidad de paso	Flujo
L-box	Flujo Confinado	Capacidad de paso y relleno	Tasa de Flujo y distancia
Ensayo de columna de segregación	Flujo Confinado	Resistencia a la Segregación	Segregación de Agregados

Nota: Recuperado de GPE (2006)

2.2.9.1. Ensayo de Extensión de Flujo y Ensayo de T50. Conocido como Slump Flow, es el procedimiento más utilizado para evaluar la docilidad o trabajabilidad del CAC (Bravo Sobrino, 2004). El método realizado, al igual que otros, mide la fluidez y la velocidad de flujo. Se llena un cono —similar al usado en el ensayo de Slump para concreto convencional— y, al retirarlo verticalmente, se cronometra el tiempo que tarda el concreto en llegar a un diámetro de 500 mm desde que inicia su desplazamiento.

El rango típico de extensión se sitúa entre 18 y 30 pulgadas (450 a 760 mm); cuanto mayor sea este valor, mayor será la distancia que el concreto autocompactante (CAC) puede recorrer. Los tiempos obtenidos en la medición T50 ofrecen información sobre la viscosidad y cohesión de la mezcla: un tiempo más largo indica mayor viscosidad. Para aplicaciones en edificaciones, se recomiendan valores de T50 entre 2 y 5 segundos, aunque se aceptan rangos de 1 a 10 segundos, lo que proporciona una viscosidad moderada sin riesgo de segregación (ACI 237R-07, 2007).

2.2.9.2. Índice de Estabilidad Visual (VSI). Se denomina como un examen visual del Concreto Autocompactante (CAC), se realiza para estimar la resistencia a la segregación y es llevado a cabo durante el ensayo de extensión de flujo (Vidaud, 2012).

Determina la cantidad de agua de sangrado en el borde más alejado del concreto extendido, o si los agregados se agrupan en el centro; los valores de VSI varían desde 0 para mezclas altamente estables, hasta 3 en el caso de mezclas inestables.

Una clasificación VSI de 0 o 1 señala que la mezcla de CAC es estable y apta para el uso previsto, mientras que valores de 2 o 3 indican mayor riesgo de segregación, lo que requiere ajustes en la mezcla. Este ensayo constituye una herramienta muy útil para el control de calidad en la producción de este tipo de concreto, aunque no debe emplearse

como criterio definitivo de aceptación o rechazo debido a su carácter subjetivo (ASTM C 1611/C1611M, 2005).

Figura 5

Clasificación del concreto según VSI

Valor del VSI	Criterio
0 = Alta Estabilidad	Sin evidencia de segregación o sangrado
1 = Estabilidad	No hay evidencia de segregación y un ligero sangrado como un brillo en la mezcla de concreto.
2 = Inestabilidad	Un ligero halo de mortero y/o pila de agregados en el centro de la masa.
3 = Alta Inestabilidad	Claramente segregado por una evidencia de un gran halo de mortero y/o gran pila de agregados en el centro.

Nota: Recuperado de GPE (2006)

2.2.9.3. Ensayo de Embudo V (V-Funnel). Este ensayo, desarrollado por el profesor Ozawa en Japón, evalúa la capacidad del concreto autocompactante (CAC) para desplazarse verticalmente en espacios confinados únicamente por acción de la gravedad, observando su tendencia a la segregación y al bloqueo. Para ello se emplea un embudo en forma de “V” de acero con una abertura en la base. El ensayo consiste en colmar el embudo de manera continua hasta el borde con una muestra representativa de CAC, luego abrir la compuerta y registrar el tiempo que tarda en vaciarse por completo. La medición concluye cuando es posible ver por primera vez, de manera vertical, el fondo del embudo.

Se recomienda realizar dos mediciones en un intervalo menor a 5 minutos para obtener un valor promedio. Generalmente, se aceptan resultados entre 6 y 12 segundos, lo que indica un flujo continuo, sin interrupciones, y por lo tanto un concreto libre de segregación y bloqueo (EFNARC, 2002).

2.2.9.4. Ensayo de Caja en L (L-box). Se realiza con una caja vertical conectada a otra horizontal mediante una abertura que contiene barras de refuerzo, pudiendo presentarse en dos versiones según el número de obstáculos: 2 o 3 barras. El procedimiento consiste en llenar la tolva vertical de la caja en “L”, dejarla reposar al menos 50 segundos y luego abrir la compuerta para que el concreto se expanda hacia la sección horizontal. Una vez que el concreto deja de moverse, se calculan las distancias verticales (H1) y horizontal (H2) para efectuar los cálculos correspondientes.

También se registra el tiempo que tarda en alcanzar los 200 mm (T20) y los 400 mm (T40). El coeficiente de bloqueo (CB) se determina como la relación $H2/H1$; aunque los tiempos medidos reflejan la velocidad de flujo a través de las barras, no representan directamente la fluidez del CAC. El CB, en cambio, es un buen indicador de su capacidad para atravesar aberturas estrechas, debiendo ser igual o mayor a 0.80 y acercarse lo más posible a 1.00 para considerarse una mezcla satisfactoria. Este ensayo, ampliamente utilizado tanto en laboratorio como en obra, determina simultáneamente la capacidad de relleno y de paso del concreto autocompactante (Bravo Sobrino, 2004).

2.2.10. Ensayos en estado endurecido para Concreto Autocompactante

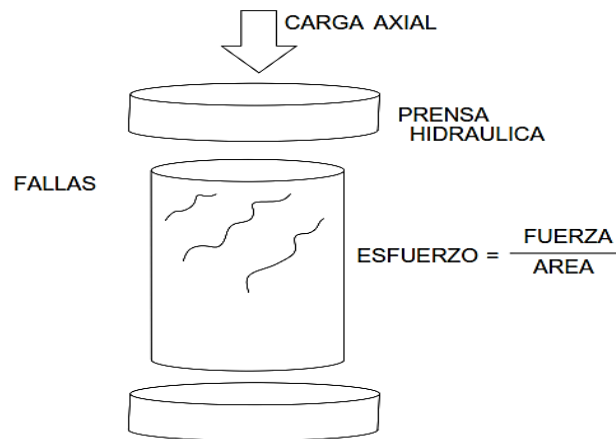
Los conocimientos en la tecnología de concretos indican que los ensayos en estado endurecido para concretos convencionales y autocompactantes son similares y no difieren en su totalidad. Por lo general lo más usado es la resistencia a la compresión que sirve para la determinación que el diseño de concreto cumpla con los criterios de requisitos deseados.

2.2.10.1 Ensayo para determinar la Resistencia a la Compresión. La (Norma Técnica Peruana, NTP 339.034, 2015) define el procedimiento para obtener la resistencia a la compresión axial en cilindros moldeados, calculándola a partir de la

relación entre la carga máxima soportada durante la prueba y el área de la sección transversal de la probeta.

Figura 6

Ensayo de Resistencia a la Compresión



Ecuación 1: Cálculo de Resistencia a la compresión

$$f^c = \frac{P}{A} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

$$f^c = \frac{\pi(\phi^2)}{4}$$

f^c = Resistencia a la Compresión

P = Carga máxima alcanzada

A = Área de la sección recta de la probeta

Colocación: Poner el bloque sobre el cabezal de la máquina de ensayo, verificando que los ejes del espécimen queden alineados con el centro de aplicación de la carga.

Velocidad de carga: Aplicar la carga de forma continua y sin interrupciones.

Corrección por relación longitud-diámetro: Si la proporción entre la longitud del espécimen y su diámetro es igual o inferior a 1.75, el valor obtenido deberá corregirse aplicando el factor indicado en la figura siguiente.

Figura 7

Relación longitud y diámetro de espécimen

L/D	1.75	1.5	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Nota: Recuperado de GPE (2006)

2.2.10.2 Ensayo para determinar la Resistencia a la Flexión.

Corresponde a la capacidad del concreto para soportar esfuerzos de tracción hasta su falla por flexión en vigas o losas sin refuerzo. La prueba se realiza aplicando carga a vigas de concreto con sección transversal de 6" x 6" (150 mm x 150 mm) y una luz mínima equivalente a tres veces su altura. Esta resistencia se expresa como Módulo de Rotura (M_r), que generalmente representa entre el 10% y el 20% de la resistencia a la compresión. El método utilizado en esta investigación sigue lo establecido por la ASTM C78 (2002).

La Norma Técnica Peruana NTP 339.078 (2012) detalla el procedimiento, que consiste en aplicar carga en los tercios de la luz de la viga hasta que se produzca la rotura, calculando el M_r según la posición de la falla. El ensayo debe realizarse lo antes posible tras sacar las probetas del curado, asegurando que la luz libre entre los apoyos sea igual a tres veces la altura de la viga, con una tolerancia del 2%. La carga se aplica de forma continua y sin golpes, a una velocidad constante comprendida entre 0.9 MPa/min y 1.2 MPa/min. Si la falla se produce dentro del tercio central de la luz, el M_r se determina con la siguiente fórmula:

Ecuación 2: Módulo de Rotura (falla dentro del tercio medio de la viga)

$$M_r = \frac{P \times L}{b \times h^2} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

M_r = es el módulo de rotura (kg/cm^2)

P = carga máxima de rotura indica por la prensa de ensayo, en kg

L = luz libre entre apoyos, en cm

b = ancho promedio de la viga de acuerdo a la sección de falla, en cm

h = altura promedio de la viga de acuerdo a la sección de falla, en cm

Si la falla se encuentra fuera del tercio medio y a distancia menor al 5% de la luz libre, el M_r se calculará de la siguiente manera:

Ecuación 3: Módulo de Rotura (falla mayor al tercio medio y menor 5% de la viga)

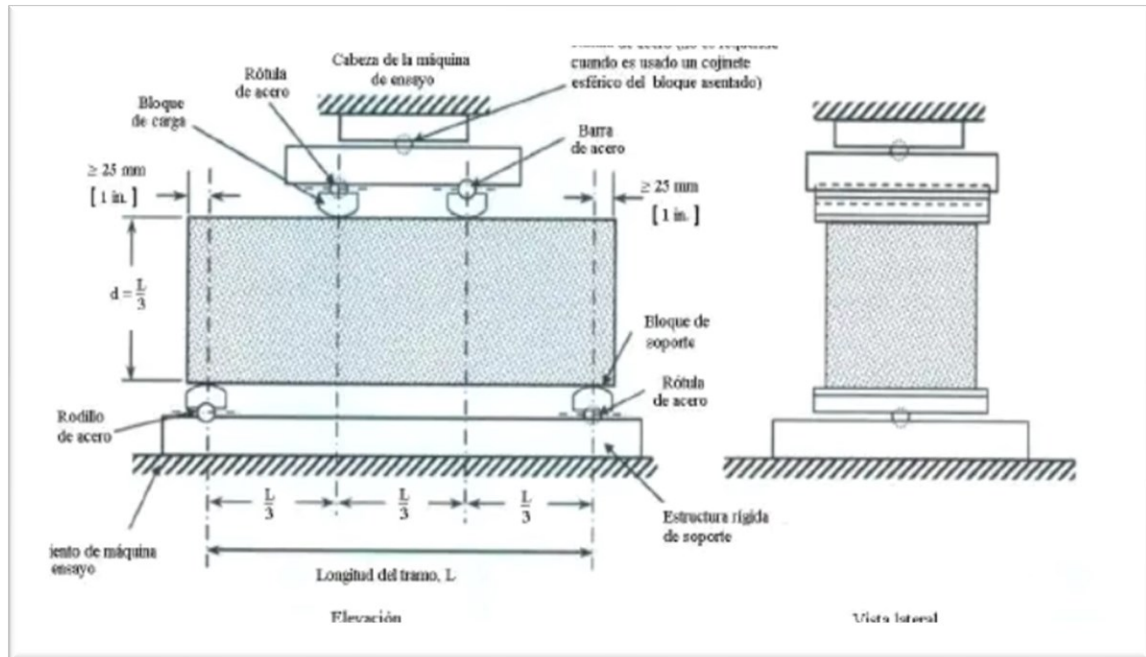
$$M_r = \frac{3 \times P \times a}{b \times h^2} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

a = distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano.

Finalmente, si la falla se encuentra fuera del tercio medio y la distancia supera el 5 % de la luz libre, se rechaza la prueba.

Figura 8

Ensayo Resistencia a la Flexión



Nota: Recuperado de NTP 339.078 (2012)

2.2.11. Métodos de Dosificación del Concreto Autocompactante

2.2.11.1 Metodología Americana (ACI 237R-07, 2007). De los métodos disponibles, el desarrollado por el Comité Americano es el más empleado en esta parte de Sudamérica y fue el elegido para la presente investigación. Propuesto por el Comité ACI 237 en 2007, plantea tres alternativas para el diseño de la mezcla: la primera utiliza un alto contenido de finos combinado con un aditivo reductor de agua de alto rango; la segunda, un poco contenido de finos junto con un aditivo reductor de agua y un aditivo modificador de viscosidad; y la tercera, un contenido moderado de finos acompañado de un aditivo reductor de agua de alto rango y una cantidad moderada de aditivo modificador de viscosidad.

Para la dosificación según el método americano requiere continuar los siguientes pasos para lograr la autocompatibilidad del concreto:

Paso N°1: Determinación del flujo de asentamiento (Slump Flow): en la tabla 9 se destaca las áreas sombreadas que representan posibles problemas y deben evitarse. Para ello, se recomienda utilizar un concreto con una clase de Slump Flow superior.

Figura 9

Determinación del asentamiento del CAC

Característica del elemento estructural		Extensión de flujo		
		< 550 mm	550 a 650 mm	>650 mm
Nivel de Reforzamiento	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Complicaciones en su forma	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Estructuras Profundas	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Estructuras con óptimos acabados	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Longitud de la Estructura	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Espesor de la Estructura	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Contenido de Agregado Grueso	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Energía de Colocación	Bajo			
	Medio			
	Alto			

Nota: Recuperado de ACI 237R-07 (2007)

Paso N°2: Elegir el tipo y la proporción de agregado grueso. Como base inicial, es necesario identificar el tamaño máximo nominal del agregado grueso y su peso unitario compactado. La guía divide los agregados en dos grupos de acuerdo con su diámetro máximo nominal:

- Categoría I: Incluye agregados con tamaños iguales o superiores a 12.5 mm, donde el agregado grueso representa el 50% del volumen total del concreto. La

masa del agregado debe situarse entre el 28% y 32% del volumen en un metro cúbico de concreto.

- Categoría II: Comprende agregados con tamaño máximo que no supere 12.5 mm. En este caso, se parte de una proporción del 50% de agregado de Categoría I y 50% de Categoría II.

Paso N°3: Calcular la proporción de cemento y agua en un m³ de concreto autocompactante, considerando que su contenido de cemento suele variar entre 360 y 480 kg. La guía sugiere emplear un valor máximo, el cual puede ajustarse tras realizar ensayos para optimizar el costo. La relación agua/cemento y la resistencia a la compresión se encuentran especificadas en el ACI 211.1; sin embargo, para este tipo de concreto, las directrices europeas recomiendan relaciones iguales o inferiores a 0.45.

Paso N°4: Determinar la cantidad en volumen en pasta y de mortero. La pasta está formada por el material cementante, el agua, los aditivos y el aire, mientras que el mortero incluye dicha pasta más el agregado fino. Se sugiere que la pasta constituya entre el 34% y el 40% del volumen total, y que el mortero se mantenga en un rango del 68% al 72%.

Figura 10

Clasificación de cantidad cementante según asentamiento

SLUMP FLOW			
mm	< 550	550 - 600	> 650
Contenido de material cementante (kg/cm ³)	355 - 385	385 - 445	>458

Fuente: Recuperado de ACI 237R-07 (2007)

Paso N°5: Selección del tipo de superplastificante.

Paso N°6: Realización de ensayos para propiedades físicas, verificando las pruebas de capacidad de llenado, de paso y estabilidad.

Paso N°7: Modificar las dosis de los aditivos si no llegasen a cumplir las condiciones iniciales.

Paso N°8: Evaluar las propiedades en estado fresco implica analizar el volumen de cada componente para escoger el volumen absoluto del agregado grueso, así como las fracciones de pasta y mortero. Las tablas 4 y 5 siguientes presentan los parámetros establecidos para el Concreto Autocompactante (CAC); en caso de no cumplir con estos valores, se debe ajustar la curva granulométrica para lograr las proporciones deseadas.

Tabla 4

Volumen indicado según componentes

Volumen absoluto de Agregado Grueso	28 – 32% (tamaño máximo nominal 12mm)
Fracción de Pasta	34-40 % (volumen total de la mezcla)
Fracción de Mortero	68-72 % (volumen total de la mezcla)
Relación típica agua/cemento	0.32 – 0.45
Contenido de Material Cementicio	386- 475 kg/m ³ (valores menores usar agentes de viscosidad)

Fuente: León Parra & Eguez Álava (2009)

Tabla 5

Parámetros de materiales para CAC

Volumen absoluto de Agregado Grueso	28 – 35% (tamaño máximo nominal 12mm)
Fracción de Pasta	≥ 40 % (volumen total de la mezcla)
Agua	≤ 200 (lt. /m ³)
Contenido de Material Cementicio	350- 450 kg/m ³ (valores menores usar agentes de viscosidad)

Fuente: León Parra & Eguez Álava (2009)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de Investigación

Este informe presenta un enfoque cuantitativo, donde mantiene un estilo organizado que permite reunir y examinar datos cuantificables, con el objetivo de identificar patrones, establecer relaciones de causa y efecto, y formular conclusiones generales basadas en la evidencia recopilada (Müggenburg Rodríguez V., 2007); ya que requerimos de análisis estadísticos a partir de los resultados obtenidos en laboratorio y así afirmar o desmentir la hipótesis. Además, se trabajó la variable independiente, que, en este caso es agregados de concreto reciclado, para observar su alteración en la variable dependiente, las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante.

3.2. Método de Investigación

Pertenece a un modo de investigación aplicada con método causal, ya que se enfoca en resolver una necesidad concreta y actual, proporcionando herramientas útiles para el desarrollo de tecnologías aplicadas o para respaldar procesos de decisión informada (Müggenburg Rodríguez V., 2007); este informe presenta propósitos prácticos y resuelve las hipótesis para disponer la influencia en las propiedades del concreto autocompactante a partir del análisis de la relación causa-efecto entre nuestras variables.

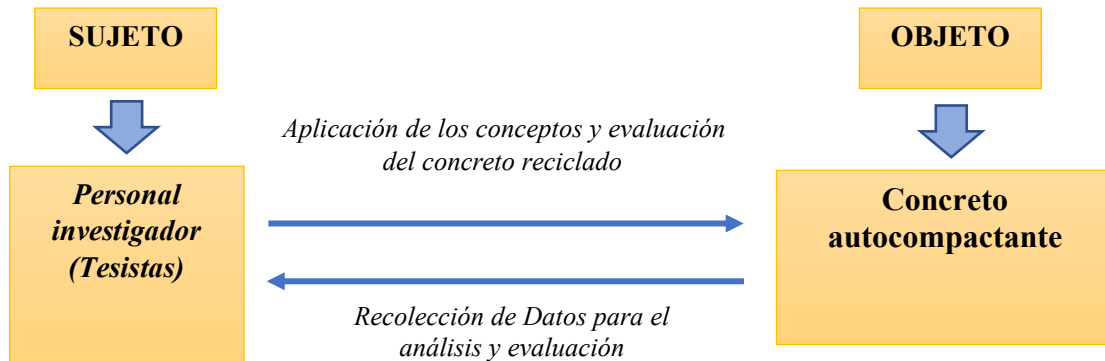
3.3. Diseño de Investigación

Cuasi-experimental, donde se distinguen por implicar una acción planificada y deliberada, donde se modifican una o varias variables con el propósito de observar y evaluar el efecto que dichos cambios producen sobre otras variables ((Müggenburg Rodríguez V., 2007); por tanto, la variable independiente (Agregados de Concreto Reciclado) se manipulará al sustituirse combinaciones de 15%, 25%, 35% y 50% de

agregados reciclados para conocer su influencia en el diseño de un concreto autocompactante.

Figura 11

Diseño de Investigación



3.4. Población

La población en una investigación se refiere al conjunto total de individuos, objetos o casos que forman parte del fenómeno seleccionado y delimitado durante el análisis del problema (Toledo Díaz N., 2008); este informe consta de un conjunto de especímenes de mezcla autocompactante patrón y especímenes que sustituyen los agregados naturales por agregados reciclados en porcentajes de 15%, 25%, 35% y 50%.

3.5. Muestra

La muestra se entiende como una porción representativa de la población total, es decir, un subconjunto extraído del conjunto general o universo que se estudia (Toledo Díaz N., 2008); por conveniencia, la muestra censal se designa como idéntica a la población con un total de 90 especímenes de concreto autocompactante, distribuidos en 60 cilíndricas (probetas) y 30 prismáticas (vigas), elaboradas con cemento Portland Tipo MS, agregado procedente de canteras locales (Chero y La Sorpresa) y aditivos superplastificantes; se

detallan en la siguiente tabla la cuantificación de la muestra para evaluar las propiedades físicas y mecánicas en las edades establecidas.

Tabla 6

Cantidad de vigas elaboradas según su edad

Concreto autocompactante $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$			
Diseño	Edades - vigas		Total
	14 días	28 días	
Reemplazo del 0% de ACR	3	3	6
Reemplazo del 15% de ACR	3	3	6
Reemplazo del 25% de ACR	3	3	6
Reemplazo del 35% de ACR	3	3	6
Reemplazo del 50% de ACR	3	3	6
Total			30

Tabla 7

Cantidad de probetas elaboradas según su edad

Concreto autocompactante $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$					
Diseño	Edades - vigas				Total
	7 días	14 días	21 días	28 días	
Reemplazo del 0% de ACR	3	3	3	3	12
Reemplazo del 15% de ACR	3	3	3	3	12
Reemplazo del 25% de ACR	3	3	3	3	12
Reemplazo del 35% de ACR	3	3	3	3	12
Reemplazo del 50% de ACR	3	3	3	3	12
Total					60

3.6. Diseño de contrastación de hipótesis

Este apartado trata sobre cómo se organizó y detalló el proceso para comprobar las hipótesis planteadas. Incluye la formulación de las hipótesis, la elección del método estadístico más apropiado, el cálculo del valor p y pruebas complementarias como el análisis HSD de Tukey.

Además, se explican las pautas y pasos seguidos para realizar correctamente el análisis de la de hipótesis.

Hipótesis Nula (H_0): La sustitución de agregados de Concreto Reciclado en diferentes porcentajes (15%, 25%, 35% y 50%) en un concreto de resistencia 280 kg/cm² no influye significativamente en comparación de un concreto autocompactante sin sustitución.

Hipótesis Alternativa (H_1): La sustitución de agregados de Concreto Reciclado en diferentes porcentajes (15%, 25%, 35% y 50%) en un concreto de resistencia 280 kg/cm² influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante.

Para la comprobación de nuestra hipótesis se desarrollaron las siguientes actividades:

Recopilación de Datos: Después de la elaboración del diseño de mezcla, se continuó con la realización de los ensayos en estado fresco y endurecido del concreto autocompactante con los diferentes porcentajes de ACR (15%, 25%, 35% y 50%).

Análisis ANOVA: Se aplicó el análisis de varianza con el fin de identificar si había diferencias importantes entre los grupos. Para ello, se obtuvo el valor del estadístico F y se contrastó con su valor crítico correspondiente.

Prueba HSD de Tukey: Se llevó a cabo el análisis HSD de Tukey con el objetivo de detectar qué grupos presentaban diferencias significativas entre sí y así establecer cuál es el porcentaje ideal de reemplazo de ACR.

Para analizar los resultados, se consideraron los siguientes casos:

- Si el valor p es menor al nivel de significancia (α), se descarta la hipótesis nula y se determina que el porcentaje de sustitución de ACR influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante.
- Si el valor p es mayor al nivel de significancia (α), no se descarta la hipótesis nula, por lo tanto, se puede afirmar que el porcentaje de sustitución de ACR tiene significativa en las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante.

3.7. Operacionalización de Variables

3.7.1. *Variable Dependiente*

Propiedades Físicas: Cualidades de la mezcla, determinadas por su naturaleza, proporciones de materiales y control de calidad. Tenemos a la Trabajabilidad, Segregación, Viscosidad, entre otros.

Propiedades Mecánicas: A través de ellas le permiten al concreto soportar cargas sin llegar al punto de agrietarse o romperse como son: la resistencia a la compresión, flexión, durabilidad, entre otras.

3.7.2. *Variable Independiente*

Agregados de Concreto Reciclado: Agregados obtenidos del granulado de concreto, un componente secundario de construcción obtenido a partir del procesamiento de concreto y mortero de demolición, que poseen dimensiones comparables a las de los agregados convencionales.

3.7.3. Matriz de consistencia

Tabla 8

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<u>Problema General</u>	<u>Objetivo General</u>	<u>Hipótesis General</u>	<u>V.Independiente</u>
¿Cómo influye la sustitución de agregados de concreto reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante?	Analizar la Influencia del Concreto Reciclado como sustitución de agregados en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante.	La sustitución de agregados de Concreto Reciclado no influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante.	Agregados de Concreto Reciclado
<u>Problemas Específicos</u>	<u>Objetivos Específicos</u>	<u>Hipótesis Específicas</u>	<u>V.Dependiente</u>
1. ¿Cuáles serán los resultados al caracterizar los agregados reciclados procedentes de demoliciones para su posterior diseño de mezcla? 2.¿Cuál será la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas mediante los ensayos al concreto autocompactante con y sin sustitución de agregados? 3. ¿Cuál será el nivel de influencia al sustituir porcentajes de 15%, 25%, 35% y 50% de agregados reciclados en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante? 4. ¿Como cuantificar el posible ahorro de materiales para la elaboración de un concreto autocompactante con y sin agregados naturales por ACR?	1.Inspeccionar los agregados reciclados procedentes de demoliciones para su posterior diseño de mezcla. 2.Comparar las propiedades físicas y mecánicas mediante los ensayos al concreto autocompactante con y sin sustitución de agregados. 3. Constatar el nivel de influencia de sustitución al 15%, 25%, 35% y 50% de agregados reciclados en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante. 4. Comprobar la influencia de la sustitución de agregados reciclados mediante un análisis estadístico en el Software IBM SPSS.	1.La caracterización de agregados reciclados provenientes de demoliciones es óptima para un diseño de mezcla . 2.La sustitución al 25% de agregados naturales presentó aumentos en la resistencia a la compresión y módulo de rotura respecto al concreto patrón. 3.Las sustituciones del 15%,35% y 50% influyen significativamente en las propiedades del concreto autocompactante siendo similares al concreto patrón. 4. La sustitución de agregados reciclados no influye significativamente según los resultados del análisis estadístico en el Software IBM SPSS.	Propiedades Físicas y Mecánicas de un Concreto Autocompactante.

Tabla 9

Matriz de Operacionalización de Variable Dependiente

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD	METODOLOGÍA
D E P E N D I E N T E	Propiedades físicas y Mecánicas de un Concreto Autocompactante.	Son las cualidades que definen la propiedad del concreto, las cuales estarán determinadas a partir de su naturaleza, propiedades de sus materiales, selección de sus proporciones, preparación, control de calidad y mantenimiento de las estructuras. (Rivva, 2000)	Se refiere a los resultados obtenidos mediante ensayos estandarizados en laboratorio y procesamiento de datos, pudiendo así comparar los efectos alcanzados por la sustitución de los agregados.	Propiedades Mecánicas	Peso Unitario del Concreto	kg/m ³	NTP 339.046
					Resistencia a la Compresión	kg/cm ²	NTP 339.034
					Módulo de Rotura	kg/cm ²	NTP 339.078
				Propiedades Físicas	Flujo de Revenimiento y T50 (Capacidad de Relleno)	cm	ASTM C1611
					Embudo en V (Capacidad de Relleno)	segundos	EFNARC 2005
					Caja en L (Capacidad de paso)	cm	EFNARC 2006
					Índice de Estabilidad Visual (Análisis de estabilidad)	Valores de 1 al 3	VSI

Tabla 10

Matriz de Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD	METODOLOGÍA
I N D E P E N D I E N T E	Agregados de Concreto Reciclado	Conocido como Granulado de Concreto, es un material secundario de construcción que deriva del tratamiento del concreto y mortero de demolición; alcanzando tamaños similares al de los agregados naturales.(NTP 400.53)	La determinación de los porcentajes a sustituir de los agregados será de acorde a antecedentes de investigaciones recopiladas, que seran corroborados con los ensayos realizados en los respectivos laboratorios.	Sustitucion de los Agregados Reciclados	Cantidad de Concreto Reciclado obtenido en demoliciones.	Kg	Recolección, Selección y Trituración.
					Porcentajes de sustitucion de Agregados naturales por Reciclados.	15 % - 25%- 35%-50%	Diseño de Mezcla

3.8. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Arias y Corvinos (2021), establece que la observación directa y los formatos de laboratorio constituyen herramientas fundamentales para registrar con precisión las características de los materiales analizados. En este informe, se implementó la observación directa como técnica y los formatos de laboratorio como instrumentos para la recopilación de datos.

3.7.1. Técnicas de análisis de resultados

Para asegurar un análisis exhaustivo y preciso de los datos recopilados, esta investigación aplicó técnicas metodológicas específicas. Para empezar, se realizó un análisis descriptivo con el fin de resumir las características principales de los resultados obtenidos en laboratorio. Se calcularon todas las pruebas de normalidad y homogeneidad, medidas de tendencia central (como medias y medianas) para variables como el peso unitario del concreto, la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Este análisis descriptivo se aplicó a la información recopilada gracias a los formatos de laboratorio, permitiendo describir las propiedades físicas y mecánicas del CAC, de acuerdo a los diferentes porcentajes de sustitución. Este análisis se realizó a partir del software IBM SPSS, programa que nos permite entender los resultados a través una observación estadística avanzada.

Además, se determinó el tamaño del efecto ANOVA (análisis de varianza) por cada ensayo realizado, donde analizamos qué tan variados eran los datos, para posteriormente concluir si estos eran estadísticamente significativos.

Posteriormente, se realizaron tablas comparativas donde mostramos los resultados arrojados en las pruebas para la caracterización de agregados, ensayos del concreto en los estados fresco y endurecido; también se realizaron gráficos de barras y dispersión para identificar patrones y tendencias por cada mezcla de concreto realizada.

Finalmente, los resultados se interpretaron para extraer conclusiones basadas en el análisis de datos y relacionarlas con la hipótesis y los objetivos de la investigación. Se hizo una síntesis de los hallazgos obtenidos del análisis descriptivo, inferencial y comparativo. También se evaluó si los datos apoyaban o refutaban la hipótesis planteada.

3.7.2. Instrumentos

3.7.2.1. Formatos de Laboratorio

Se utilizaron formatos de laboratorio para recopilar la información obtenida en los ensayos realizados. Además, se emplearon hojas de cálculo para comparar y verificar los resultados obtenidos con las normativas establecidas por la NTP, ASTM, ACI y las Directrices Europeas.


Figura 12

Instrumento para el Análisis del Ensayo Granulométrico de Agregado Fino


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																																																																			
TESIS:	INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE																																																																		
TESISTAS:	BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA																																																																		
LUGAR:	LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA																																																																		
FECHA:	16/09/2024																																																																		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS - AGREGADO FINO NTP 400.012- ASTM C136																																																																			
CANtera:																																																																			
PESO INICIAL SECO	gr.																																																																		
<table border="1"><thead><tr><th>MALLAS</th><th>ABERTURA [mm]</th><th>PESO RETENIDO [gr]</th><th>% RETENIDO</th><th>% RETENIDO ACUMULADO</th><th>% QUE PASA</th></tr></thead><tbody><tr><td>1"</td><td>25.400</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3/4"</td><td>19.100</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3/8"</td><td>9.520</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nº 4</td><td>4.750</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nº 8</td><td>2.360</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nº 16</td><td>1.180</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nº 30</td><td>0.600</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nº 50</td><td>0.300</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Nº 100</td><td>0.149</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Cazoleta</td><td>-</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	MALLAS	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	1"	25.400					3/4"	19.100					3/8"	9.520					Nº 4	4.750					Nº 8	2.360					Nº 16	1.180					Nº 30	0.600					Nº 50	0.300					Nº 100	0.149					Cazoleta	-					
MALLAS	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA																																																														
1"	25.400																																																																		
3/4"	19.100																																																																		
3/8"	9.520																																																																		
Nº 4	4.750																																																																		
Nº 8	2.360																																																																		
Nº 16	1.180																																																																		
Nº 30	0.600																																																																		
Nº 50	0.300																																																																		
Nº 100	0.149																																																																		
Cazoleta	-																																																																		
TOTAL	gr.																																																																		
DIFERENCIA DE PESOS																																																																			
ERROR DE ENSAYO																																																																			
PASANTE TAMIZ Nº200 POR LAVADO NTP 400.018	MÓDULO DE FINURA $MF = \frac{(\sum \% \text{ MALLAS } 4,8,16,30,50,100)}{100}$																																																																		
<table border="1"><thead><tr><th>Tamiz</th><th>Peso Natural</th><th>Peso Seco Después de Lavado</th><th>Min</th><th>Mf</th><th>Max</th></tr></thead><tbody><tr><td>Nº 200</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Tamiz	Peso Natural	Peso Seco Después de Lavado	Min	Mf	Max	Nº 200																																																												
Tamiz	Peso Natural	Peso Seco Después de Lavado	Min	Mf	Max																																																														
Nº 200																																																																			
% Que Pasa																																																																			

Figura 14

Instrumento para el Análisis del Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 18/09/2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS - AGREGADO GRUESO
NTP 400.012- ASTM C136

CANTERA:		
PESO INICIAL SECO		gf.

MALLAS	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
	[mm]	[gr]			
1"	25.400				
3/4"	19.100				
1/2"	12.700				
3/8"	9.520				
Nº 04	4.750				
Nº 8	2.360				
Cazoleta	-				

TOTAL		
DIFERENCIA DE PESOS		
ERROR DE ENSAYO		

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/2"


MÓDULO DE FINURA

$$MF = \frac{(\sum \% \text{ MALLAS } 3", 1", 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$


MF	
----	--

Figura 13

Instrumento para el Análisis del Ensayo de Contenido de Humedad de los Agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA:


CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS
NTP 339.185

Descripción	Agregado Fino		
	Unidad	M01	M02
W Muestra Natural	gr		
W Muestra Seca	gr		
W Agua	gr		
Contenido de Humedad	%		
PROMEDIO			


* Opcionalmente se pueden tomar humedades de los agregados el mismo día de realización de la mezcla.

Figura 15

Instrumento para el Análisis del Ensayo de Peso Unitario y Vacíos de los agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA:


PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS
NTP 400.017- ASTM C19

Calibración Molde (1/10 pie ³)				
	Unidad	Ensayo 01	Ensayo 02	Promedio
Peso Agua	kg			
Temperatura	°C			
Densidad	kg/m ³			
Volumen	m ³			


Descripción	Suelto		Compactado	
	M01	M02	M01	M02
Peso Molde (Kg)				
Peso Molde +Agr. (Kg)				
Peso Agregado (Kg)				
Volumen (m ³)				
Peso Unitario (kg/m ³)				
Promedio				

Figura 16

Instrumento para el Análisis del Ensayo de Peso Específico y Absorción



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA:

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
NTP 400.021

Descripción	Unidad	Agregado Grueso	
		M01	M02
Peso Sat.Sup.Seco (En aire)	gr		
Peso Mat. Saturado	gr		
Peso Mat. Seco en Horno	gr		
Peso Específico de Masa	gr/cm ³		

Absorción Piedra Chancada			
Peso Mat. Seco en Horno	gr.		
Absorción	%		

Figura 17

Instrumento para el Análisis del Ensayo de Resistencia a la Degradación por Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA:

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES - AGREGADO GRUESO
NTP 400.019

CANTERA:

DESCRIPCIÓN		M1
C	Masa Original de la Muestra (gr)	
Y	Masa Final de la Muestra (gr)	
ABRASIÓN (MÉTODO LOS ÁNGELES)		

* La gradación escogida fue del tipo B.

Figura 18

Instrumento para el Análisis del Ensayo de Embudo en V



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA


FECHA:

EMBUDO EN V
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07


		1	2	3	PROMEDIO	
TIEMPO DE DESCARGA CONTINUA	T					seg

Figura 19

Instrumento para el Análisis del Ensayo de Consistencia, T50 y VSI



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA


FECHA:

PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP), T50 E ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07


		1	2	3	PROMEDIO	
DIÁMETRO MÁS LARGO DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_1					cm
DIÁMETRO PERPENDICULAR A d_1 DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_2					cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	$(d_1 + d_2)/2$					cm
T50	T_{50}					seg
ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI					
VSI						
OBSERVACIONES						

Figura 20

Instrumento para el Análisis del Ensayo Caja en L



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA:

CAJA EN L
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07

		1	2	3	PROMEDIO	
ALTURA DEL CONCRETO DEJADA EN SECCIÓN VERTICAL	H_1					cm
ALTURA DE CONCRETO AL FINAL DE SECCIÓN HORIZONTAL	H_2					cm
RADIO DE BLOQUEO	H_2/H_1					
TIEMPO QUE MARCA 200mm	T_{20}					seg
TIEMPO QUE MARCA 400mm	T_{40}					seg

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Análisis de la caracterización de los agregados naturales y reciclados

Las tablas 11 y 12 muestran los resultados obtenidos de la caracterización de agregados convencionales, datos cruciales para el diseño de CAC:

Tabla 11

Resumen de la caracterización del agregado fino natural

Propiedades	Agregado Fino		Observación
Módulo de Fineza	2.63		Anexo 1.1
Peso Específico	2698.29	kg/m ³	Anexo 1.3
Peso Unitario Suelto	1577.83	kg/m ³	Anexo 1.5
Peso Unitario Compactado	1756.04	kg/m ³	Anexo 1.5
Contenido de Humedad	0.52	%	Anexo 1.7
Porcentaje de Absorción	1.40	%	Anexo 1.3

Según el Anexo 1.1., la curva granulométrica del agregado fino natural demuestra que se encuentra dentro de los límites permitidos por la normativa, el módulo de Finura indica que las partículas presentan buena distribución con un valor de 2.63. Presenta también un peso específico de 2698.29 kg/m³, peso unitario suelto de 1577.83 kg/m³ y peso unitario compactado de 1756.04 kg/m³. Finalmente, el contenido de humedad de 0.52% y absorción de 1.40%.

Tabla 12

Resumen de la caracterización del agregado grueso natural

Propiedades	Agregado Grueso		Observación
Módulo de Fineza	4.02		Anexo 1.2
Peso Específico	2545.34	kg/m ³	Anexo 1.4
Peso Unitario Suelto	1422.25	kg/m ³	Anexo 1.6
Peso Unitario Compactado	1550.51	kg/m ³	Anexo 1.6
Contenido de Humedad	0.75	%	Anexo 1.8
Porcentaje de Absorción	1.13	%	Anexo 1.4
Porcentaje de Desgaste por Abrasión	11.18	%	Anexo 1.9
Tamaño Máximo Nominal	1/2	Pulg.	Anexo 1.2

Según el Anexo 1.2, la curva granulométrica del agregado grueso natural indica un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " y un tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ ", ambos dentro de los límites establecidos por la normativa. Además, presenta un peso específico de 2545.34 kg/m³, un peso unitario suelto de 1422.25 kg/m³ y un peso unitario compactado de 1550.51 kg/m³. Su contenido de humedad es de 11.18% y su absorción de 1.13%. Finalmente, el ensayo en desgaste arrojó un valor de 11.18%, lo que confirma la calidad del agregado grueso al estar por debajo del 50% permitido por la normativa peruana.

Por otro lado, los datos obtenidos de la caracterización de ACR se detallan a continuación en las tablas 13 y 14:

Tabla 13

Resumen de la caracterización del agregado fino reciclado

Propiedades	Agregado Fino Reciclado		Observación
Módulo de Fineza	3.2		Anexo 2.1
Peso Específico	2330.86	kg/m ³	Anexo 2.3
Contenido de Humedad	3.20	%	Anexo 2.5
Porcentaje de Absorción	6.61	%	Anexo 2.3

Según el Anexo 2.1., la curva granulométrica perteneciente al agregado fino reciclado demuestra que está establecido entre los límites permitidos por la normativa, salvo la malla N°8 que se encuentra por debajo de lo establecido, el módulo de Finura indica que las partículas presentan más partículas gruesas que finas al arrojar un valor dentro del límite de 3.2. Presenta también un peso específico de 2330.86 kg/m³. Finalmente, el contenido de humedad de 3.2% y absorción de 6.61%.

Tabla 14

Resumen de la caracterización del agregado grueso reciclado

Propiedades	Agregado Grueso Reciclado		Observación
Módulo de Fineza	4.03		Anexo 2.2
Peso Específico	2137.71	kg/m ³	Anexo 2.4
Contenido de Humedad	2.50	%	Anexo 2.6
Porcentaje de Absorción	5.08	%	Anexo 2.4
Porcentaje de Desgaste por Abrasión	26.06	%	Anexo 2.7
Tamaño Máximo Nominal	1/2	Pulg.	Anexo 2.2

Según el Anexo 2.2, la curva granulométrica del agregado grueso reciclado muestra un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ” y un tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ ”, ambos dentro de los rangos establecidos por la normativa. Asimismo, presenta un peso específico de 2137.71 kg/m³, un contenido de humedad de 2.5% y una absorción de 5.08%, valores necesarios para realizar la corrección por humedad de los agregados. Finalmente, el ensayo de desgaste arrojó un valor de 26.06%, lo que confirma la calidad del agregado grueso al encontrarse por debajo del 50% .

4.1.2. Resultados de la dosificación mediante la Metodología ACI 237R-07

Siguiendo la metodología estadounidense ACI 237R-07, se determina la dosificación para un m³ de concreto autocompactante (ver Anexo 3).

La estimación de los pesos de la mezcla requiere cumplir una serie de pasos que, combinados con la aplicación de la secuencia de mezclado adecuada (ver Anexo 7 - L), permiten obtener una mezcla de prueba con las propiedades deseadas del CAC en estado fresco.

El ACI 237R-07 establece estos procedimientos en función de las propiedades requeridas en estado fresco. De los tres métodos que propone, se optó por el que emplea un alto contenido de finos junto con Aditivos Reductores de Agua de Alto Rango.

A continuación, presentamos las tablas resumen resultantes del proceso seguido para el diseño del CAC.

Tabla 15

Resumen de dosificación del Concreto Autocompactante en peso corregido

Material	Peso (kg)	Proporcionamiento		
		Peso (kg)	en 1 bolsa	und
Cemento Portland Tipo MS	445.000	1	42.5	kg
Agregado Grueso	734.205	1.650	70.121	kg
Agregado Fino	943.671	2.121	90.126	kg
Aditivo SuperPlastificante	10.680	0.024	1.020	kg/bol
Aditivos Retardante	0.668	0.002	0.064	kg/bol
Agua	211.344	0.475	20.185	kg/bol
Σ	2345.568	kg/m3		

Nota: Se muestran la cantidad de material del diseño de mezcla finales por bolsa de cemento

Figura 21

Diagrama de materiales de mezcla de CAC en peso corregido

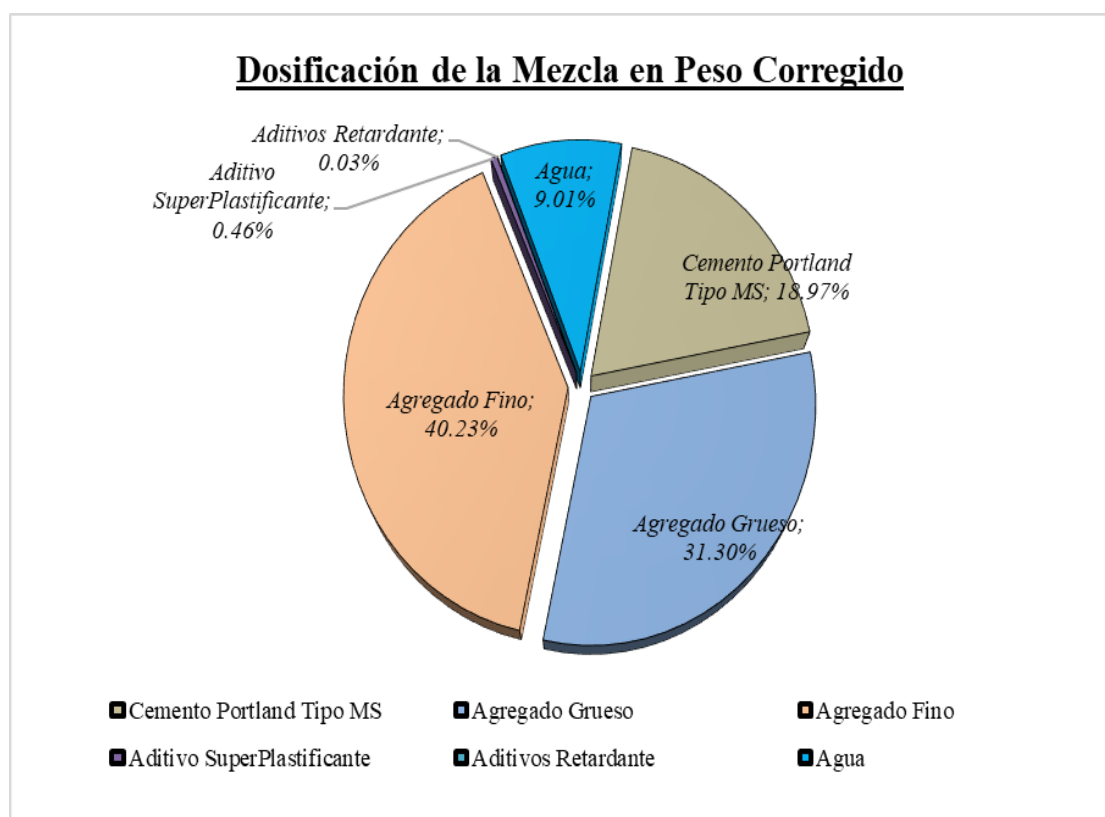


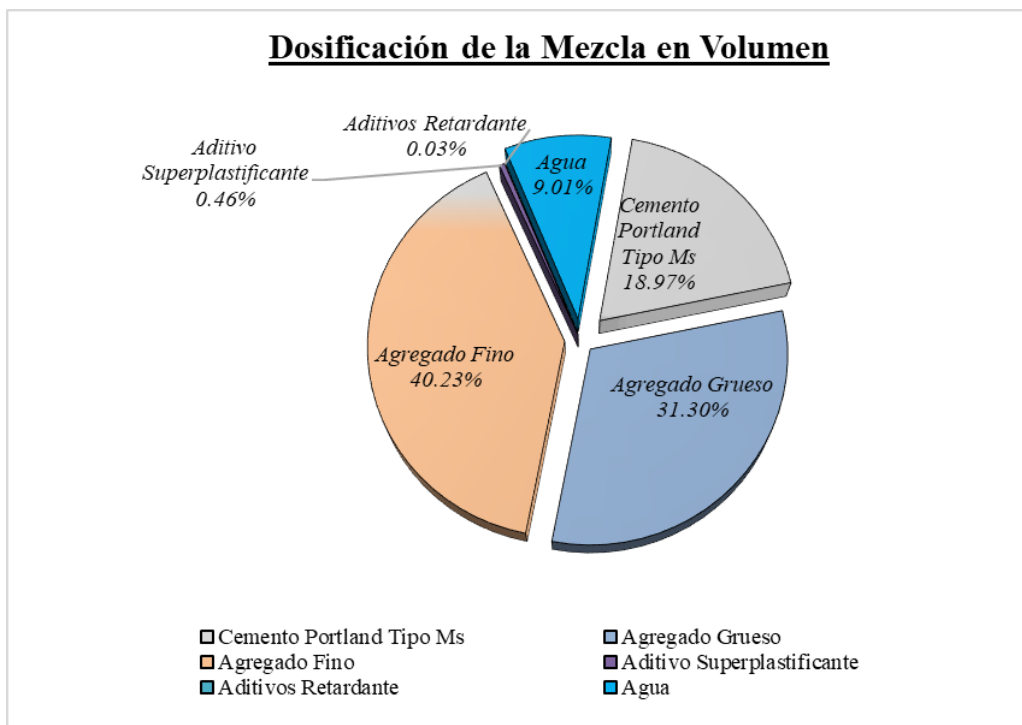
Tabla 16

Resumen de dosificación del Concreto Autocompactante en volumen

Material	Peso (kg)	Volumen	und
Cemento Portland Tipo Ms	1	1	pie3
Agregado Grueso	1.650	1.741	pie3
Agregado Fino	2.121	2.017	pie3
Aditivo Superplastificante	0.024	1.020	lt/bls
Aditivos Retardante	0.002	0.064	lt/bls
Agua	0.475	20.185	lt/bls

Figura 22

Diagrama de materiales de mezcla de CAC en volumen corregido



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17

Diseño de Mezcla CAC 15% AGR

Diseño de Mezcla Concreto Autocompactante al 15% de AGR			
Materiales	Peso Húmedo (kg/m ³)	Tanda (m ³)	
		0.086	
Cemento Portland Tipo MS	445.000	38.270	kg
Agregado Fino	802.121	68.982	kg
	141.551	12.173	
Agregado Grueso	624.074	53.670	kg
	110.131	9.471	
Per Suplast N	10.680	0.918	kg
Per Plast Ret	0.668	0.057	kg
Agua	217.348	18.692	kg
Aire	-	-	
TOTAL	2351.57	202.235	kg

Tabla 18

Diseño de mezcla CAC 25% AGR

Diseño de Mezcla Concreto Autocompactante al 25% de AGR			
Materiales	Peso Húmedo (kg/m ³)	Tanda (m ³)	
		0.086	
Cemento Portland Tipo MS	445.000	38.270	kg
Agregado Fino	707.754	60.867	kg
	235.918	20.289	
Agregado Grueso	550.654	47.356	kg
	183.551	15.785	
Per Suplast N	10.680	0.918	kg
Per Plast Ret	0.668	0.057	kg
Agua	221.351	19.036	kg
Aire	-	-	
TOTAL	2355.58	202.579	kg

Tabla 19

Diseño de mezcla CAC 35% AGR

Diseño de Mezcla Concreto Autocompactante al 35% de AGR			
Materiales	Peso Húmedo (kg/m3)	Tanda (m3)	
		0.086	
Cemento Portland Tipo MS	445.000	38.270	kg
Agregado Fino	613.386	52.751	kg
	330.285	28.405	
Agregado Grueso	477.233	41.042	kg
	256.972	22.100	
Per Suplast N	10.680	0.918	kg
Per Plast Ret	0.668	0.057	kg
Agua	225.293	19.375	kg
Aire	-	-	
TOTAL	2359.52	202.918	kg

Tabla 20

Diseño de mezcla CAC 50% AGR

Diseño de Mezcla Concreto Autocompactante al 50% de AGR			
Materiales	Peso Húmedo (kg/m3)	Tanda (m3)	
		0.086	
Cemento Portland Tipo MS	445.000	38.270	kg
Agregado Fino	471.836	40.578	kg
	471.836	40.578	
Agregado Grueso	367.103	31.571	kg
	367.103	31.571	
Per Suplast N	10.680	0.918	kg
Per Plast Ret	0.668	0.057	kg
Agua	231.358	19.897	kg
Aire	-	-	
TOTAL	2365.58	203.440	kg

Tabla 21

Parámetros obtenidos a partir del diseño de mezcla para CAC

Descripción	Parámetros para proporcionar mezclas de CAC	Resultados
Volumen absoluto de Agregado Grueso	28 – 32% (\geq tamaño máximo nominal 12 mm)	28.58%
Fracción de Pasta	34 – 40% (volumen total de la mezcla)	37.71%
Fracción de Mortero	68-72% (Volumen total de la mezcla)	72.48%
Agua/Cemento	0.32-0.45	0.45
Contenido material cementante	386-475 kg/m ³ (contenido menor usar modificadores de viscosidad)	445 kg/m ³

De la tabla 21 se puede observar que las proporciones obtenidas para la elaboración de los especímenes (cilíndricos y prismáticos) va de acuerdo a los parámetros dados por la normativa americana ACI 237R-07 salvo un ligero aumento de 0.48% de la fracción de mortero. En teoría ese porcentaje representaría un aumento de 12.95 kg de agregado fino por m³, pero en la práctica (Tanda de prueba) se comprueba que ese ligero aumento no modifica las propiedades físicas elaborado en estado fresco por ende se aceptó el porcentaje de 72.48 % para la fracción de mortero.

4.1.3. Resultados del Concreto Autocompactante en estado fresco

Se muestran las siguientes tablas resumen con los datos obtenidos en las pruebas al CAC en estado fresco con los diferentes porcentajes de sustitución, para posteriormente ser comparados con las normativas europeas (EFNARC) y las americanas (ACI) para la aceptación del mismo:

Tabla 22

Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 0% de ACR

PROPIEDADES	NORMATIVAS			Resultados	Und	Obs.
	ACI 237R-07	EFNARC-2006				
		Límites	Clasificación			
Flujo de Asentamiento (slump flow)	≥ 550 mm,≤ 600 mm	≥ 520mm, ≤ 700mm	SF1	60.97	cm	Anx. 4.1
T50	2-5	> 2	VS2/VF2	3.55	seg.	Anx. 4.1
Índice de Estabilidad Visual	0-3			1	-	Anx. 4.1
Embudo en V	≥ 6, ≤ 15	≥ 9, ≤ 25	VS2/VF2	7.68	seg.	Anx. 4.6
Caja en L	≥ 0.80	≥ 0.75	PA2	0.85	-	Anx. 4.11
T20				2.31	seg.	Anx. 4.11
T40				4.69	seg.	Anx. 4.11

Analizando la tabla 22, para un concreto autocompactante con 0% de sustitución en sus agregados, se obtuvo un Slump Flow (ensayo de escurrimiento) de 60.97 cm, valor dentro del rango de requisitos para ser considerado autocompactante en ambas normativas; para la normativa europea ese valor es clasificado como un SF1(550-650mm), concreto apropiado para estructuras con regular densidad de armaduras. La viscosidad se estima con los ensayos del T50 y en embudo en V, según normativa europea para nuestros valores obtenidos se tiene una clasificación VS2/VF2, concreto con viscosidad media idóneo para ser utilizado debido a que ayudará en la mejora de la resistencia a la segregación.

Finalmente se obtuvo un valor de 1 para el ensayo de la Estabilidad Visual, y valor de 0.85s en el Ensayo de la Caja en L, la normativa europea lo clasifica como un PA2 que significa un concreto autocompactante con una capacidad de fluir adecuadamente espacios reducidos (60-80mm).

Tabla 23

Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 15% de ACR

PROPIEDADES	NORMATIVAS			Resultados	Und	Obs.
	ACI 237R-07	EFNARC-2006				
		Límites	Clasificación			
Flujo de Asentamiento (slump flow)	$\geq 550 \text{ mm}, \leq 600 \text{ mm}$	$\geq 520 \text{ mm}, \leq 700 \text{ mm}$	SF1	61.12	cm	Anx. 4.2
T50	2-5	> 2	VS2/VF2	4.19	seg.	Anx. 4.2
Índice de Estabilidad Visual	0-3			1	-	Anx. 4.2
Embudo en V	$\geq 6, \leq 15$	$\geq 9, \leq 25$	VS2/VF2	9.67	seg.	Anx. 4.7
Caja en L	≥ 0.80	≥ 0.75	PA2	0.83	-	Anx. 4.12
T20				4.12	seg.	Anx. 4.12
T40				7.17	seg.	Anx. 4.12

De acuerdo a la tabla 23, para un concreto autocompactante con 15% ACR, se obtuvo un Slump Flow de 61.12 cm, valor es clasificado dentro de un SF1(550-650mm), concreto apropiado para estructuras con regular densidad de armaduras. La viscosidad tiene una clasificación VS2/VF2, concreto con viscosidad media idóneo para ser utilizado debido a que ayudará en la mejora de la resistencia a la segregación. Finalmente se obtuvo un valor de 1 para el ensayo de la Estabilidad Visual, y valor de 0.83s en el Ensayo de la Caja en L, la normativa europea lo clasifica como un PA2.

Continuando con la tabla 24, para un concreto autocompactante con 25% ACR, se obtuvo un Slump Flow de 57.37 cm, valor es clasificado dentro de un SF1(550-650mm), concreto apropiado para estructuras con regular densidad de armaduras. La viscosidad del T50 arrojó un tiempo de 5.02s, por tanto, tiene una clasificación VS2/VF2. Finalmente se obtuvo un valor de 1 para el ensayo de la Estabilidad Visual, y valor de 0.8s en el Ensayo de la Caja en L, la normativa europea lo clasifica como un PA2.

Tabla 24

Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 25% de ACR

PROPIEDADES	NORMATIVAS			Resultados	Und	Obs.
	ACI 237R-07	EFNARC-2006				
		Límites	Clasificación			
Flujo de Asentamiento (slump flow)	≥ 550 mm,≤ 600 mm	≥ 520mm, ≤ 700mm	SF1	57.37	cm	Anx. 4.3
T50	2-5	> 2	VS2/VF2	5.02	seg.	Anx. 4.3
Índice de Estabilidad Visual	0-3			1	-	Anx. 4.3
Embudo en V	≥ 6, ≤ 15	≥ 9, ≤ 25	VS2/VF2	12.22	seg.	Anx. 4.8
Caja en L	≥ 0.80	≥ 0.75	PA2	0.8	-	Anx. 4.13
T20				4.05	seg.	Anx. 4.13
T40				6.9	seg.	Anx. 4.13

Por otro lado, la tabla 25 muestra un concreto autocompactante con 35% ACR, donde se obtuvo un Slump Flow de 59.87 cm, valor es clasificado dentro de un SF. La viscosidad del T50 arrojó un tiempo de 4.61s, por tanto, tiene una clasificación VS2/VF2. Finalmente se

obtuvo un valor de 1 para el ensayo de la Estabilidad Visual, y valor de 0.8s en el Ensayo de la Caja en L, la normativa europea lo clasifica como un PA2.

Tabla 25

Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 35% de ACR

PROPIEDADES	NORMATIVAS			Resultados	Und	Obs.
	ACI 237R-07	EFNARC-2006				
		Límites	Clasificación			
Flujo de Asentamiento (slump flow)	≥ 550 mm,≤ 600 mm	≥ 520mm, ≤ 700mm	SF1	59.87	cm	Anx. 4.4
T50	2-5	> 2	VS2/VF2	4.61	seg.	Anx. 4.4
Índice de Estabilidad Visual	0-3			1	-	Anx. 4.4
Embudo en V	≥ 6, ≤ 15	≥ 9, ≤ 25	VS2/VF2	13.42	seg.	Anx. 4.9
Caja en L	≥ 0.80	≥ 0.75	PA2	0.82	-	Anx. 4.14
T20				4.03	seg.	Anx. 4.14
T40				6.99	seg.	Anx. 4.14

Tabla 26

Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayos en estado fresco realizados al CAC con reemplazo 50% de ACR

PROPIEDADES	NORMATIVAS			Resultados	Und	Obs.
	ACI 237R-07	EFNARC-2006				
		Límites	Clasificación			
Flujo de Asentamiento (slump flow)	≥ 550 mm,≤ 600 mm	≥ 520mm, ≤ 700mm	SF1	59.55	cm	Anx. 4.5
T50	2-5	> 2	VS2/VF2	4.02	seg.	Anx. 4.5
Índice de Estabilidad Visual	0-3			1.5	-	Anx. 4.5
Embudo en V	≥ 6, ≤ 15	≥ 9, ≤ 25	VS2/VF2	14.01	seg.	Anx. 4.10
Caja en L	≥ 0.80	≥ 0.75	PA2	0.9	-	Anx. 4.15
T20				3.86	seg.	Anx. 4.15
T40				5.73	seg.	Anx. 4.15

Para culminar, la tabla 26 determina un concreto autocompactante con 50% ACR, donde se obtuvo un Slump Flow de 59.55 cm, valor es clasificado dentro de un SF. La viscosidad del T50 arroja un tiempo de 4.02s, por tanto, tiene una clasificación VS2/VF2. Finalmente se obtuvo un valor de 1 para el ensayo de la Estabilidad Visual, y valor de 0.9s en el Ensayo de la Caja en L, la normativa europea lo clasifica como un PA2.

Tabla 27

Resumen de resultados a partir de ensayos en estados fresco realizados al CAC con los diferentes reemplazos de ACR

SUSTITUCIÓN	PROPIEDADES						
	Flujo de Asentamiento (cm)	T50 (seg)	Índice de Estabilidad Visual	Embudo en V (seg)	Caja en L	T20 (seg)	T40 (seg)
0% ACR	60.97	3.55	1	7.68	0.85	2.31	4.69
15% ACR	61.12	4.19	1	9.67	0.83	4.12	7.17
25% ACR	57.37	5.02	1	12.22	0.8	4.05	6.9
35% ACR	59.87	4.61	1	13.42	0.82	4.03	6.99
50% ACR	59.55	4.02	1.5	14.01	0.9	3.86	5.73

Analizando la tabla 27, de acuerdo a la fluidez y viscosidad, la sustitución con ACR, en general, tiende a aumentar, evidenciado por el incremento constante en los tiempos de Embudo en V. Esto puede ser beneficioso para evitar la segregación en ciertas aplicaciones, pero podría requerir mayor energía de bombeo al momento de la colocación. En la Velocidad de Esparcimiento (T50, T20, T40), la sustitución de ACR al comienzo ralentiza la velocidad de esparcimiento (15%-25% ACR), pero en porcentajes más altos (como 50% ACR), esta ralentización se modera o incluso se invierte ligeramente. De acuerdo a la la estabilidad visual se mantiene excelente hasta el 35% ACR; sin embargo, una sustitución del 50% ACR comienza a mostrar una disminución en esta, presentando una ligera exudación de agua y acumulación de agregado grueso en la mezcla de prueba. Por otro lado, la prueba del Flujo de Asentamiento y

Caja en L demuestran valores relativamente constantes, lo que sugiere que la sustitución con ACR no afecta drásticamente la capacidad de flujo general o el paso a través de obstáculos.

Finalmente, podemos analizar que para un equilibrio entre fluidez y un ligero control sobre la velocidad de esparcimiento, los porcentajes del 15% o 25% ACR podrían ser los más adecuados, dependiendo de la aplicación específica. Por otro lado, porcentajes más altos de ACR (35%-50%) aumentan significativamente la viscosidad y pueden comenzar a comprometer la estabilidad visual, lo que podría ser una consideración crítica dependiendo del objetivo en el uso final de la mezcla.

4.1.4. Resultados del Concreto Autocompactante en estado endurecido

Se presentan las siguientes tablas resumen con los datos alcanzados de los ensayos al concreto autocompactante en estado endurecido con los diferentes porcentajes de sustitución:

4.1.4.1. Peso Unitario

En la siguiente Tabla 28, se muestran los resultados logrados del Peso Unitario para las muestras con sustitución de AGR:

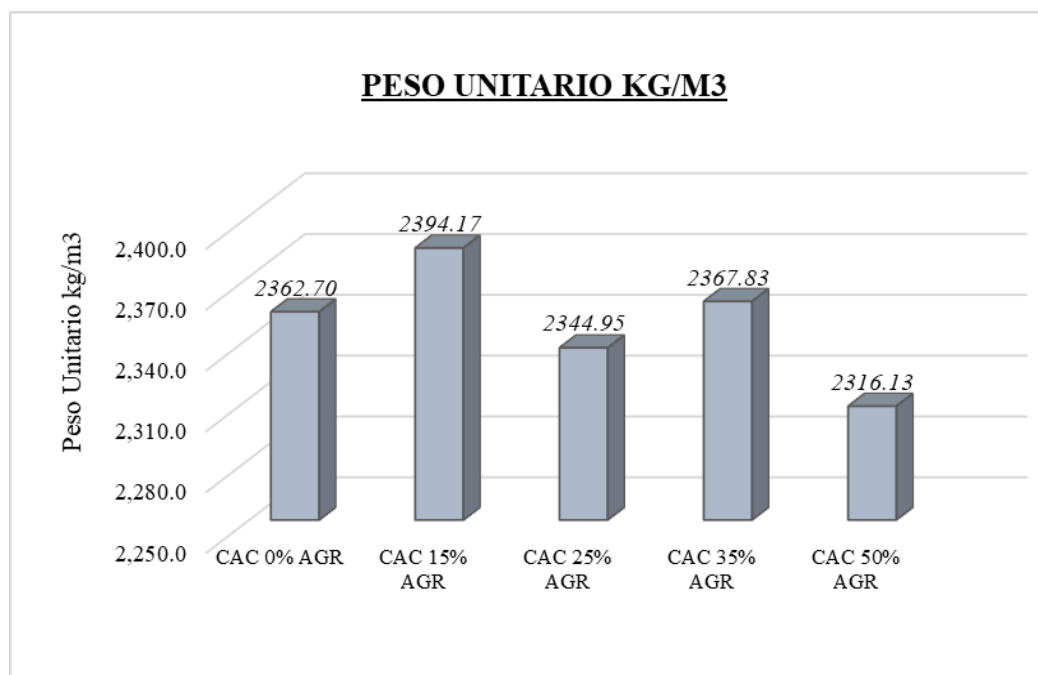
Tabla 28

Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayo de Peso Unitario al CAC

Tipo de Concreto	Peso Unitario (Kg/m³)	Porcentaje	Porcentaje de Aumento	Obs.
CAC 0% AGR	2362.70	100.00%	0.00%	Anx. 5.1
CAC 15% AGR	2394.17	101.33%	1.33%	Anx. 5.2
CAC 25% AGR	2344.95	99.25%	-0.75%	Anx. 5.3
CAC 35% AGR	2367.83	100.22%	0.22%	Anx. 5.4
CAC 50% AGR	2316.13	98.03%	-1.97%	Anx. 5.5

Figura 23

Diagrama de peso unitario por cada tipo de concreto



Según la tabla 28, el concreto patrón demostró un promedio en peso unitario de 2362.7 kg/m³, con sustitución de 15% de 2394.17 kg/m³, con 25% es de 2344.95 kg/m³, con 35% es de 2367.80 kg/m³ y finalmente, con 50% es de 2316.10 kg/m³. Las diferencias en porcentaje de aumento podemos entenderla mejor en la figura 23, en pequeñas proporciones (15%), puede aumentar el peso unitario, en proporciones medias (25% y 50%), tiende a disminuir el peso unitario, siendo la reducción más pronunciada al 50% ACR; finalmente la sustitución de 35% demuestra un efecto en el peso unitario casi insignificante.

4.1.4.2. Resistencia a la Compresión

A continuación, las tablas se demuestran los resultados alcanzados del ensayo Resistencia a la compresión para las muestras con sustitución de AGR.

Tabla 29

Resumen de resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la Compresión al CAC a los 7 días de curado

Tipo de Concreto	Edad (días)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	Porcentaje	Porcentaje de Aumento	Obs.
CAC 0% AGR	7	250.31	100.00%	0.00%	Anx. 5.6
CAC 15% AGR	7	259.95	103.85%	3.85%	Anx. 5.7
CAC 25% AGR	7	268.44	107.24%	7.24%	Anx. 5.8
CAC 35% AGR	7	225.72	90.18%	-9.82%	Anx. 5.9
CAC 50% AGR	7	244.44	97.65%	-2.35%	Anx. 5.10

Según la tabla 29 nos demuestra los promedios del módulo de rotura del ensayo a Resistencia a la Compresión a los siete días de curado, destacando que concentraciones del 15% y 25% mejoran la resistencia, mientras que concentraciones del 35% y 50% la disminuyen, siendo el efecto más negativo en el 35%.

Tabla 30

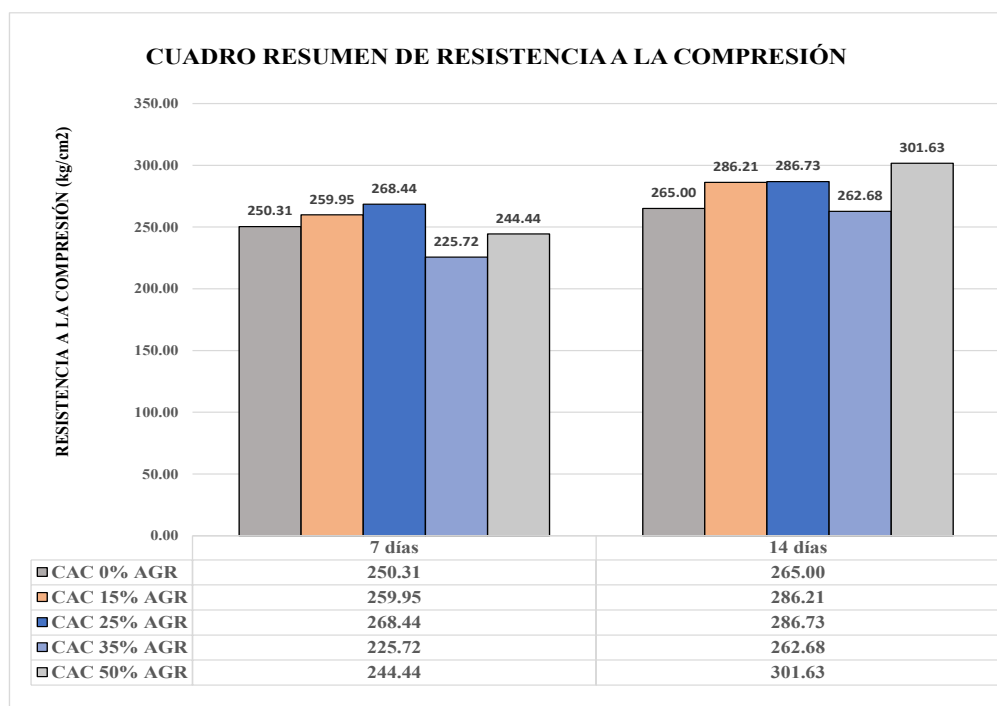
Resumen de resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la Compresión al CAC a los 14 de curado

Tipo de Concreto	Edad	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	Porcentaje	Porcentaje de Aumento	Obs.
CAC 0% AGR	14	265.00	100.00%	0.00%	Anx. 5.6
CAC 15% AGR	14	286.21	108.00%	8.00%	Anx. 5.7
CAC 25% AGR	14	286.73	108.20%	8.20%	Anx. 5.8
CAC 35% AGR	14	262.68	99.12%	-0.88%	Anx. 5.9
CAC 50% AGR	14	301.63	113.82%	13.82%	Anx. 5.10

En la tabla 30 nos demuestra los promedios de los datos alcanzados del ensayo a la Compresión a los catorce días de curado, se puede analizar un ligero aumento en la mezcla con sustitución de 15% y 25% y 50% de AGR, sin embargo, en 35% de sustitución la resistencia tiende a disminuir.

Figura 24

Gráfico comparativo de resultados de Resistencia a la Compresión a los 7 y 14 días de curado.



Como la figura 24, nos demuestra el diagrama comparativo de los datos conseguidos de la prueba a la Resistencia a la Compresión a los siete y catorce días de curado, se puede analizar que las concentraciones del 15% y 25% de ACR son beneficiosas para la resistencia temprana (7 días) y mantienen un buen rendimiento hasta los 14 días. El 25% AGR es particularmente bueno a 7 días. Por otro lado, la mezcla con 35% de ACR es perjudicial para la resistencia temprana, pero logra una recuperación significativa a los 14 días, aunque no supera al concreto patrón. Finalmente, la mezcla con 50% de ACR muestra un comportamiento puzolánico o de desarrollo tardío, siendo inferior al control a los siete días, pero superándolo y convirtiéndose en la mezcla más resistente a los catorce días.

Tabla 31

Resumen de resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la compresión al CAC a los 28 días de curado

Tipo de Concreto	Edad (días)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	Porcentaje	Porcentaje de Aumento	Obs.
CAC 0% AGR	28	277.93	100.00%	0.00%	Anx. 5.6
CAC 15% AGR	28	347.60	125.07%	25.07%	Anx. 5.7
CAC 25% AGR	28	346.10	124.53%	24.53%	Anx. 5.8
CAC 35% AGR	28	339.52	122.16%	22.16%	Anx. 5.9
CAC 50% AGR	28	371.45	133.65%	33.65%	Anx. 5.10

Según la tabla 31, nos demuestra los promedios de los resultados del ensayo a Resistencia a la Compresión a los 28 días de curado, se puede analizar un aumento en todas las mezclas con sustitución de ACR con respecto al CAC patrón.

Tabla 32

Resumen de resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la compresión al CAC a los 56 días de curado

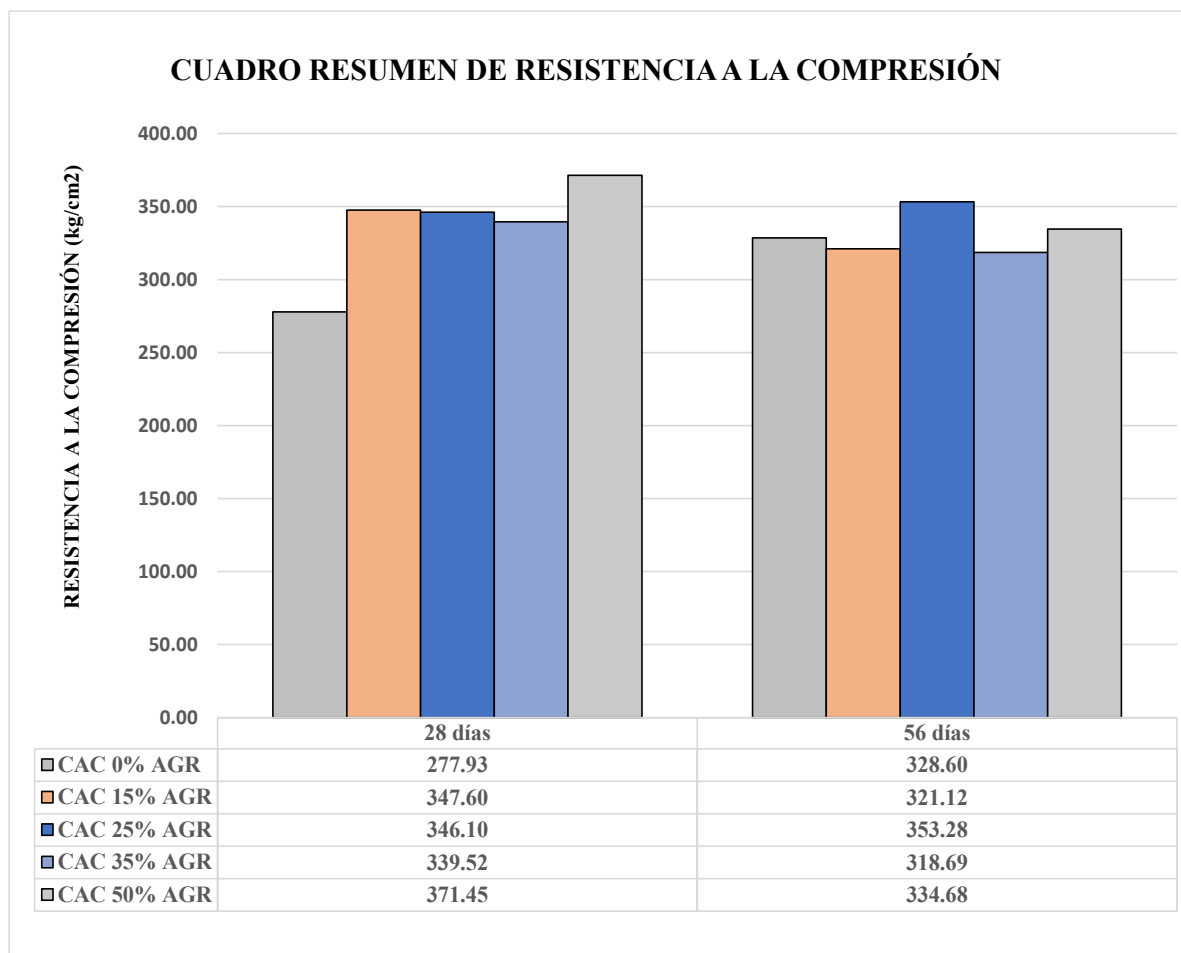
Tipo de Concreto	Edad (días)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Porcentaje	Porcentaje de Aumento	Obs.
CAC 0% AGR	56	328.60	100.00%	0.00%	Anx. 5.6
CAC 15% AGR	56	321.12	97.72%	-2.28%	Anx. 5.7
CAC 25% AGR	56	353.28	107.51%	7.51%	Anx. 5.8
CAC 35% AGR	56	318.69	96.98%	-3.02%	Anx. 5.9
CAC 50% AGR	56	334.68	101.85%	1.85%	Anx. 5.10

Respecto a la tabla 32, nos demuestra los promedios de los resultados del ensayo a Resistencia a la Compresión a los 56 días de curado, se puede analizar un aumento en las sustituciones de 25% y 50% de AGR; sin embargo, se presenta una ligera disminución de resistencia en las sustituciones de 15% y 35% de AGR.

Según la figura 30, nos demuestra el diagrama comparativo de los datos del ensayo a la Compresión a los 28 y 56 días de curado, se puede analizar un ligero aumento en la mezcla con sustitución de 15%, 25% y 50%; y una pequeña disminución de resistencia en la sustitución de 35% de ACR en ambas mezclas.

Figura 30

Gráfico comparativo de resistencia a la compresión a los 28 y 56 días



La siguiente figura 31, muestra el gráfico de evolución de la resistencia a la compresión (kg/cm^2) de mezclas de concreto con distintos porcentajes de ACR, en función del tiempo de curado (días). Se demuestra que todas las mezclas aumentan su resistencia con el tiempo y la mayor ganancia de resistencia ocurre entre 0 y 7 días, luego el incremento es más gradual.

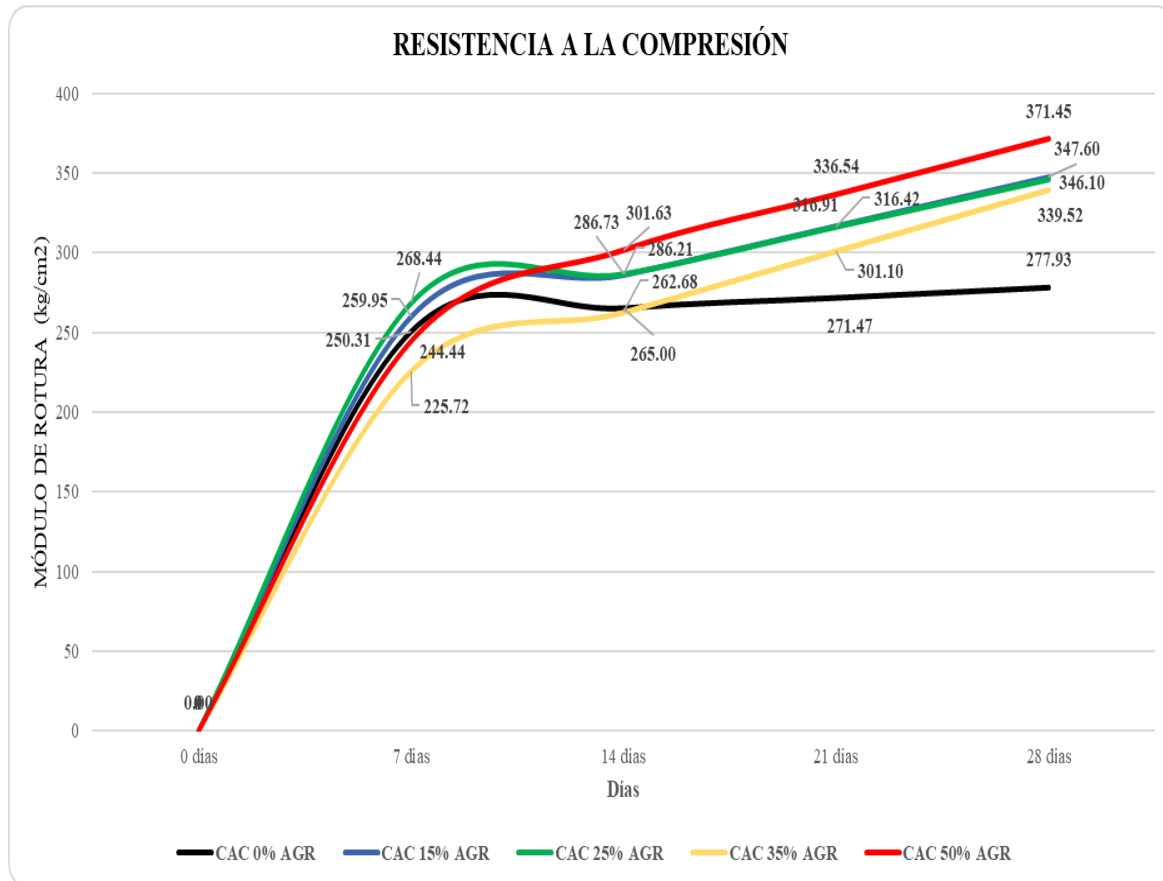
La muestra patrón muestra la resistencia más baja a los 28 días y la muestra 50% ACR logra la mayor resistencia a los 28 días, superando a todas las demás mezclas. Por otro lado, las mezclas con 15%, 25% y 35% ACR se agrupan en un rango medio, mostrando valores de resistencia similares entre sí.

El 50% de ACR muestra ser el más efectivo en términos de resistencia mecánica a largo plazo, finalmente la resistencia inicial con una edad de 7 días es similar para todas las mezclas,

pero con el tiempo se observa una ventaja en las que contienen ACR, especialmente en proporciones mayores.

Figura 31

Gráfico de desarrollo de la resistencia a la compresión según edad de curado



4.1.4.3. Resistencia a la Flexión

En las siguientes tablas se demuestran los resultados del ensayo Resistencia a la Flexión para las muestras con sustitución de AGR.

Tabla 33

Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayo de Resistencia a la flexión al CAC a los 14 días

Tipo de Concreto	Edad (días)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Porcentaje	Porcentaje de Aumento	Obs.
CAC 0% AGR	14	14.28	100.00%	0.00%	Anx. 5.11
CAC 15% AGR	14	19.78	138.52%	38.52%	Anx. 5.11
CAC 25% AGR	14	20.12	140.90%	40.90%	Anx. 5.11 y 5.12
CAC 35% AGR	14	20.09	140.69%	40.69%	Anx. 5.12
CAC 50% AGR	14	17.81	124.72%	24.72%	Anx. 5.12

Según la tabla 33 nos demuestra los promedios de los productos del ensayo a Resistencia a la Flexión a los catorce días de curado, se puede analizar un aumento de resistencia conforme al aumento de sustitución, sin embargo, este porcentaje de aumento, disminuye en la sustitución del 50%.

Por otro lado, en la siguiente tabla 34 se observa los promedios de los resultados del ensayo a flexión a los veintiocho días de curado, se puede analizar un aumento de resistencia conforme al aumento de sustitución, sin embargo, este porcentaje de aumento, disminuye en la sustitución del 50% ACR.

Tabla 34

Resumen de resultados obtenidos a partir de ensayo de Resistencia a la flexión al CAC a los 28 días

Tipo de Concreto	Edad (días)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Porcentaje	Porcentaje de Aumento	Obs.
CAC 0% AGR	28	21.55	100.00%	0.00%	Anx. 5.11
CAC 15% AGR	28	21.80	101.16%	1.16%	Anx. 5.11
CAC 25% AGR	28	23.86	110.72%	10.72%	Anx. 5.11 y 5.12
CAC 35% AGR	28	24.92	115.64%	15.64%	Anx. 5.12
CAC 50% AGR	28	21.92	101.72%	1.72%	Anx. 5.12

Figura 25

Gráfico comparativo de resistencia a la flexión a los 14 y 28 días

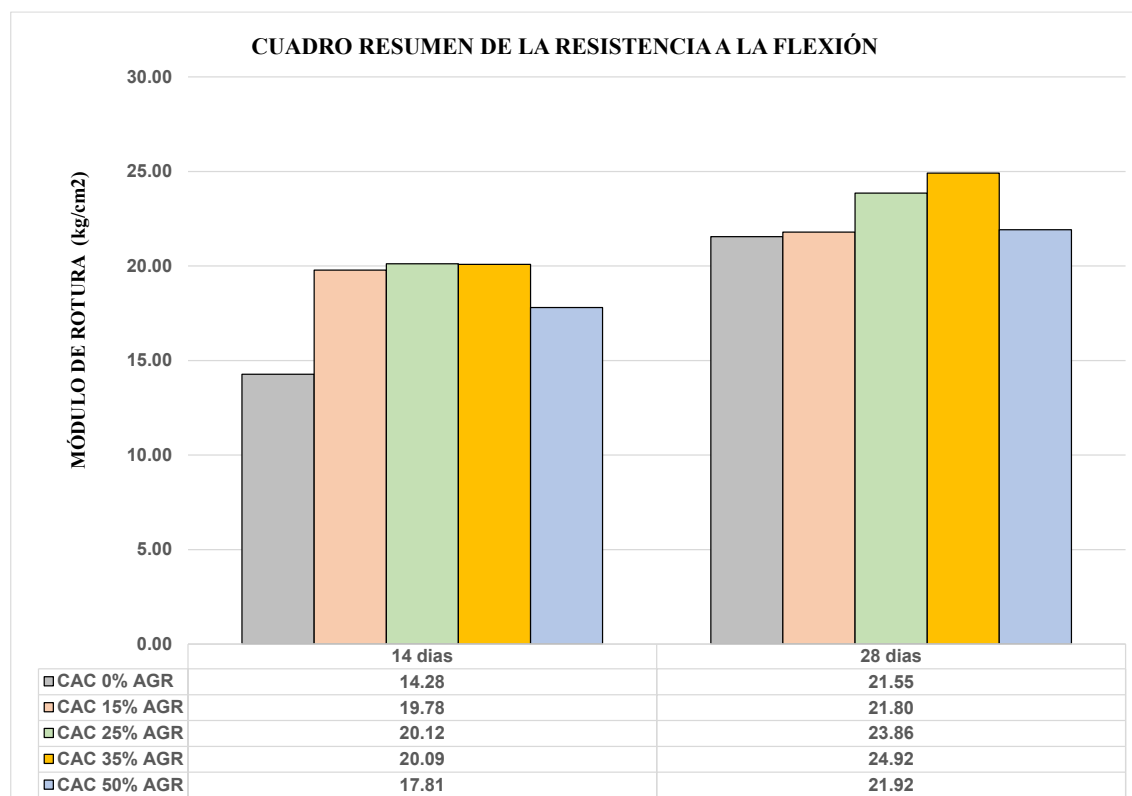
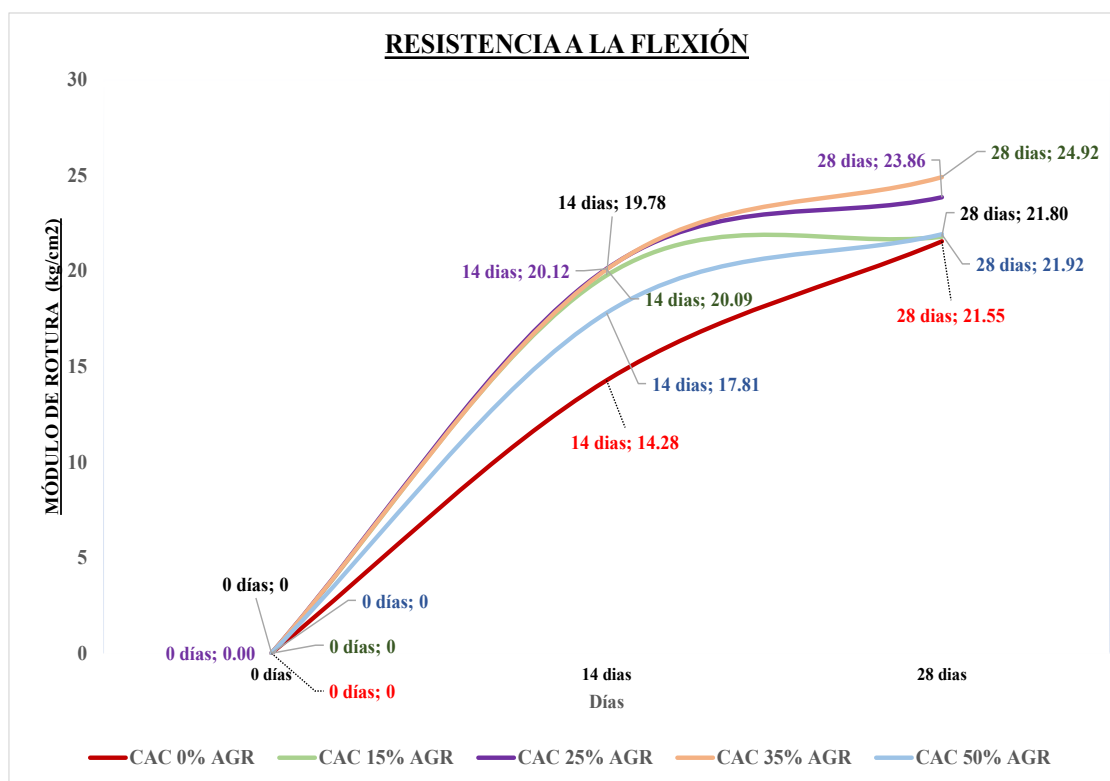


Figura 26

Gráfico de desarrollo de la resistencia a la flexión según edad de curado



La figura 26 muestra el diagrama de la evolución del módulo de rotura de concretos con distintos porcentajes de ACR, en función del tiempo de curado de 14 y 28 días. Se observa que las mezclas muestran un incremento progresivo de la resistencia a la flexión con el paso del tiempo, destacándose especialmente entre 0 y 14 días, luego del día 14 el crecimiento es más moderado.

Se analiza también que, a los 14 días, las mezclas con hasta 35% ACR ya superan ampliamente al concreto convencional y a mezcla con 35% ACR logra la mayor resistencia a la flexión, seguida por la de 25% ACR.

4.1.5. *Análisis Estadísticos de datos*

Se realizó la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas con los supuestos básicos de normalidad por presentar variables cuantitativas y valores numéricos. Se interpreta la significancia cuando es mayor al 5% y por ende se aplica estadísticamente el análisis de varianzas.

4.1.5.1. **Análisis Estadísticos de los datos de las propiedades físicas del concreto autocompactante**

4.1.5.1.1. Capacidad de paso – Caja en L

Tabla 35

Prueba de efectos inter-sujetos en capacidad de paso

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	297,804 ^a	8	37,226	42,720	,000
Intersección	897,362	1	897,362	1,029,822	,000
Directrices	295,521	4	73,880	84,786	,000
Porcentajes	2,283	4	,571	,655	,632
Error	13,942	16	,871		
Total	1,209,108	25			
Total corregido	311,746	24			

Nota: R al cuadrado = ,955 (R al cuadrado ajustada = ,933)

La sustitución de agregados reciclados tiene una influencia significativa en las propiedades del concreto autocompactante ($p = 0.000$). El modelo tiene una gran capacidad explicativa ($R^2 = 95.5\%$), lo que respalda la relación entre la sustitución y los cambios en las propiedades, los porcentajes evaluados no son estadísticamente significativos ($p = 0.632$), por lo que podrían no ser el factor más relevante en la variabilidad de los resultados.

Figura 27

Prueba de hipótesis de efectos inter-sujetos en capacidad de paso.

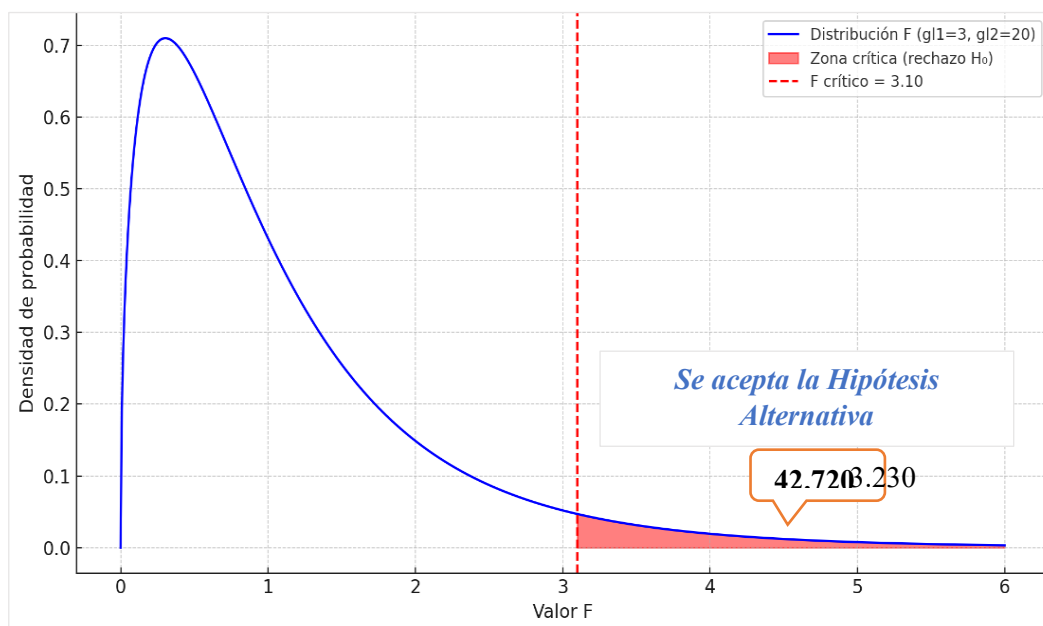


Tabla 36

Comparaciones múltiples en capacidad de paso

(I) Porcentajes	(J) Porcentajes	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
0%	15%	-,6320	,59038	,819
	25%	,3020	,59038	,985
	35%	-,0580	,59038	1,000
	50%	-,0780	,59038	1,000
15%	0%	,6320	,59038	,819
	25%	,9340	,59038	,529
	35%	,5740	,59038	,864
	50%	,5540	,59038	,878
25%	0%	-,3020	,59038	,985
	15%	-,9340	,59038	,529
	35%	-,3600	,59038	,971
	50%	-,3800	,59038	,965
35%	0%	,0580	,59038	1,000
	15%	-,5740	,59038	,864
	25%	,3600	,59038	,971
	50%	-,0200	,59038	1,000
50%	0%	,0780	,59038	1,000
	15%	-,5540	,59038	,878
	25%	,3800	,59038	,965
	35%	,0200	,59038	1,000

Este la tabla 36, demuestra los datos de la prueba HSD de Tukey, una prueba post hoc utilizada para comparar medias entre los diferentes niveles de sustitución de agregados reciclados (0%, 15%, 25%, 35% y 50%) y determinar si existen diferencias significativas entre ellas, No hay diferencias significativas entre los niveles de sustitución, Todas las comparaciones tienen valores de "Sig." mayores a 0.05 (la más baja es 0.529, que sigue siendo no significativa), Esto indica que los diferentes niveles de sustitución (15%, 25%, 35% y 50%) no generan diferencias significativas en las propiedades del concreto autocompactante.

La comparación entre 0% y 15% tiene una significancia de 0.819, lo que indica que el efecto de la sustitución no es estadísticamente relevante.

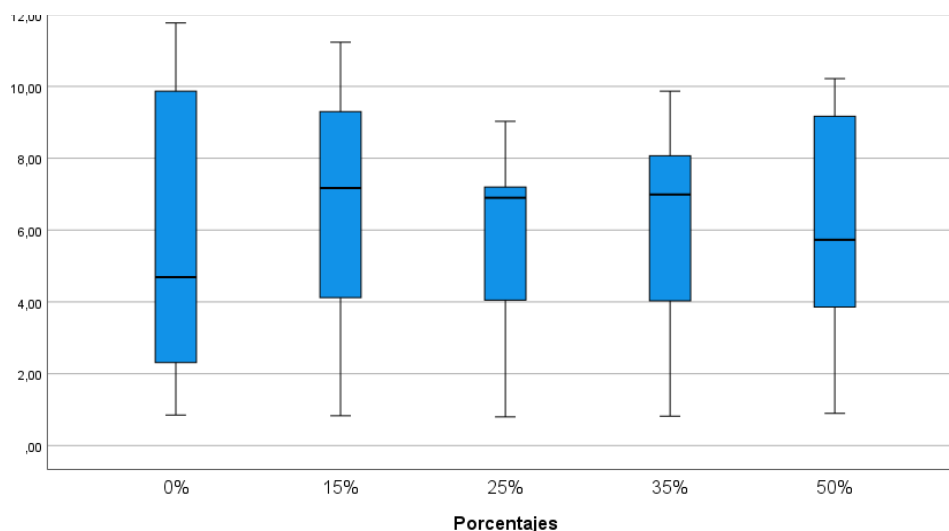
Tabla 37

Resumen de medias para grupos homogéneos en capacidad de paso

Porcentajes	N	Subconjunto
		1
25%	5	55,960
0%	5	58,980
35%	5	59,560
50%	5	59,760
15%	5	65,300
Sig.		,529

Figura 28

Porcentajes de medias para grupos homogéneos



Según la Figura 28, en el diagrama Tipo Box-Plot, los porcentajes del 25% y 35% AGR presentan la mayor homogeneidad, con medianas altas y baja dispersión. El 15% y el 50% AGR también presentan buena consistencia, aunque no tanto como los del 25% y 35%. Desde un punto de vista estadístico y práctico, 25% y 35% AGR serían los más recomendables para un buen balance entre desempeño y estabilidad.

4.1.5.1.2. Prueba de Consistencia (Slump Flow), T50 e Índice de Estabilidad Visual

Tabla 38

Prueba de efectos inter-sujetos en Prueba de Consistencia (Slump Flow), T50 e Índice de Estabilidad Visual

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	13,218 ^a	4	3,305	,003	1,000
Intersección	34,114,829	1	34,114,829	34,782	,000
Porcentajes	13,218	4	3,305	,003	1,000
Error	19,616,127	20	980,806		
Total	53,744,174	25			
Total corregido	19,629,345	24			

Nota: R al cuadrado = ,001 (R al cuadrado ajustada = -,199)

Según la tabla 38, se demuestra que en la prueba de consistencia no tiene una influencia significativa en las propiedades del concreto autocompactante ($p > 0.050$), por tanto, se acepta la hipótesis nula donde los pesos en los porcentajes (0%, 15%, 25%, 35% y 50%) no hay diferencias significativas.

4.1.5.2. Análisis Estadísticos de los datos de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante

4.1.5.2.1. Peso Unitario de probetas de concreto

Tabla 39

Pruebas de normalidad y homogeneidad para Peso Unitario

	Porcentajes	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Datos	0%	,165	12	,200 [*]	,913	12	,234
	15%	,129	12	,200 [*]	,963	12	,828
	25%	,320	12	,001	,724	12	,001
	35%	,202	12	,190	,913	12	,236
	50%	,203	12	,184	,899	12	,153

Nota: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba en normalidad y homogeneidad de varianzas son los supuestos básicos para indicar si la evaluación a evaluar es paramétrica y no paramétrica, como la muestra es menor de 50 se interpreta con Shapiro Wilk, ahora si los valores de la significancia son mayores de 0.05 como es la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas entonces el ensayo a evaluar es paramétrica y se desarrolla la prueba de Análisis de varianza.

Tabla 40

Prueba de Homogeneidad de varianzas para Peso Unitario

Datos	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	,431	4	55	,786
Se basa en la mediana	,312	4	55	,869
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,312	4	28,914	,868
Se basa en la media recortada	,329	4	55	,857

Tabla 41

Modelo de Efecto fijo – ANOVA para Peso Unitario

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	40,162,290	4	10,040,573	9,203	,000
Dentro de grupos	60,004,868	55	1,090,998		
Total	100,167,158	59			

Figura 29

Prueba de hipótesis de efectos inter-sujetos para Peso Unitario.

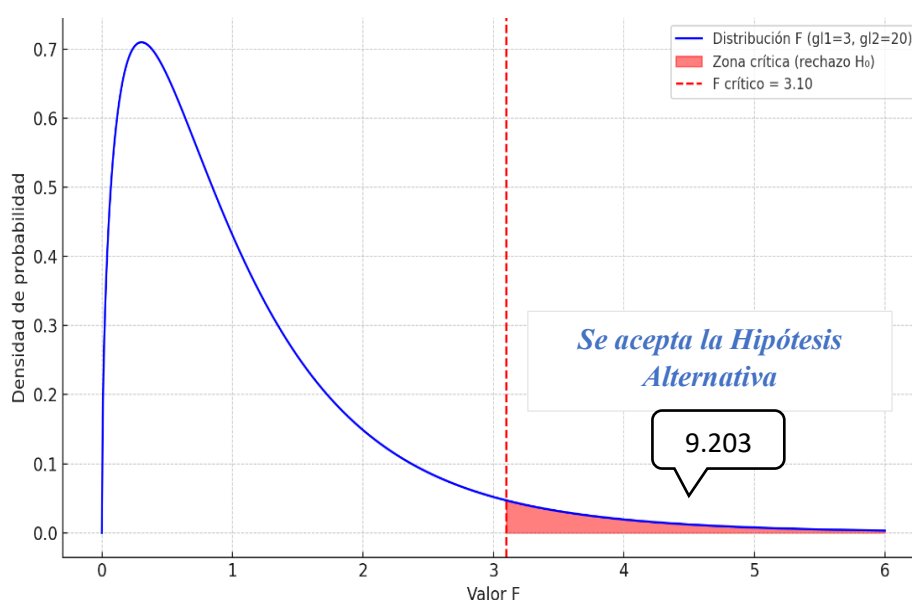


Tabla 42

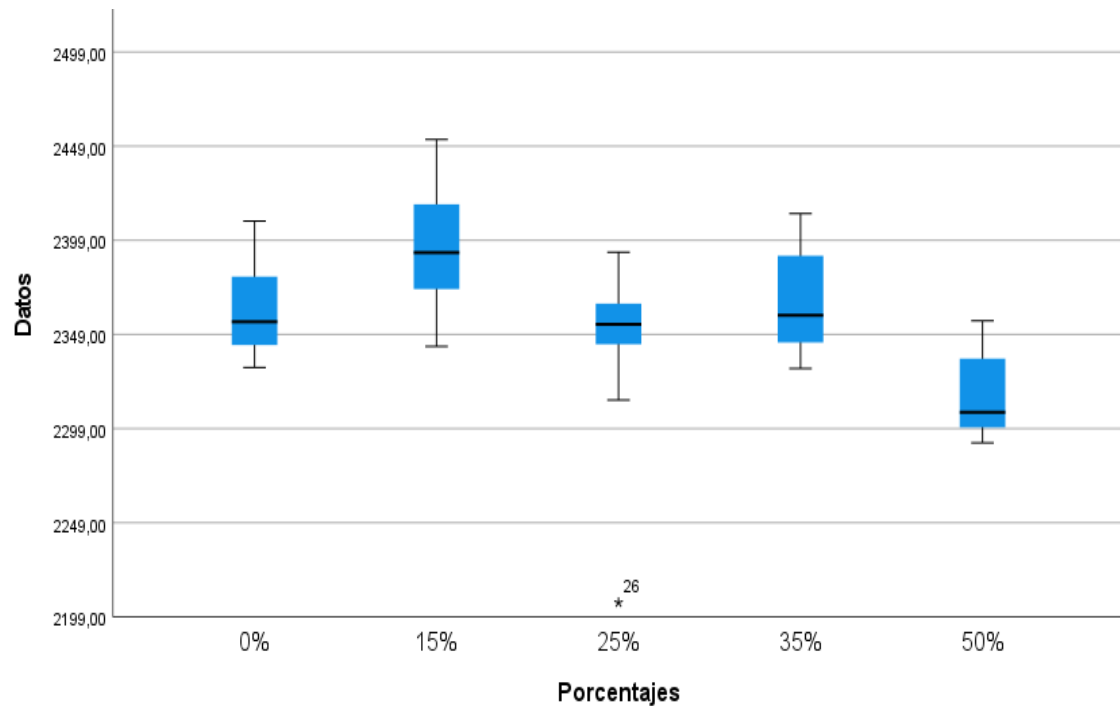
Tamaño de efecto ANOVA para peso Unitario

	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Eta cuadrado	,401	,165	,523
Epsilon cuadrado	,357	,104	,488
Omega cuadrado efecto fijo	,354	,102	,484
Omega cuadrado efecto aleatorio	,120	,028	,190

Nota: Eta cuadrado y Epsilon cuadrado se estiman basándose en el modelo de efecto fijo.

Figura 30

Porcentajes de medias para grupos homogéneos de los pesos



Los pesos unitarios según tabla número 42 demuestran influencia significativa en las propiedades del concreto autocompactante ($p = 0.000$), así pues, se acepta la hipótesis alternativa donde los pesos en los porcentajes (0%, 15%, 25%, 35% y 50%) si hay diferencias significativas, el tamaño del efecto debe de ser superior de 0.4, en estimación de puntos con eta cuadrado y como es de 0.401 eso significa que los pesos son altamente significativos y fuertes a un nivel del 95% de confianza.

Tabla 44

Comparación Múltiple para Peso Unitario

(I) Porcentajes	(J) Porcentajes	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior
0%	15%	-3,146,667	1,348,454	,150	-694,975
	25%	1,775,750	1,348,454	,682	-202,733
	35%	-512,167	1,348,454	,995	-431,525
	50%	46,57333*	1,348,454	,009	85,425
15%	0%	3,146,667	1,348,454	,150	-65,642
	25%	49,22417*	1,348,454	,005	111,933
	35%	2,634,500	1,348,454	,302	-116,858
	50%	78,04000*	1,348,454	,000	400,092
25%	0%	-1,775,750	1,348,454	,682	-557,883
	15%	-49,22417*	1,348,454	,005	-872,550
	35%	-2,287,917	1,348,454	,444	-609,100
	50%	2,881,583	1,348,454	,220	-92,150
35%	0%	512,167	1,348,454	,995	-329,092
	15%	-2,634,500	1,348,454	,302	-643,758
	25%	2,287,917	1,348,454	,444	-151,517
	50%	51,69500*	1,348,454	,003	136,642
50%	0%	-46,57333*	1,348,454	,009	-846,042
	15%	-78,04000*	1,348,454	,000	-1,160,708
	25%	-2,881,583	1,348,454	,220	-668,467
	35%	-51,69500*	1,348,454	,003	-897,258

Tabla 43

Resumen de medias para grupos homogéneos para Peso Unitario

Porcentajes	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
50%	12	23,161,317		
25%	12	23,449,475	23,449,475	
0%	12		23,627,050	23,627,050
35%	12		23,678,267	23,678,267
15%	12			23,941,717
Sig.		,220	,444	,150

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

La tabla 43 muestra los resultados de la prueba HSD de Tukey, una prueba post hoc utilizada para comparar medias entre los diferentes niveles de pesos (0%, 15%, 25%, 35% y 50%) y determinar si existen diferencias significativas entre ellas, Si hay diferencias significativas entre los niveles de pesos, Hay algunas comparaciones tienen valores de "Sig." menores a 0.05 como son (0% y 50%), (15%, 25% y 50%), (25% y 15%), (35% y 15%) y (50%, 0%, 15% y 35%) , Esto indica que los diferentes niveles de sustitución (0%, 15%, 25%, 35% y 50%) generan diferencias significativas en los pesos, las comparaciones mostradas en la prueba de HSD Tukey, lo que indica que el efecto de la sustitución es estadísticamente relevante.

4.1.5.2.2. Resistencia a la compresión

Tabla 45

Pruebas de normalidad y homogeneidad para Resistencia a la compresión

Porcentajes	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
0%	,226	4	-	,976	4	,878
15%	,175	4	-	,980	4	,903
25%	,278	4	-	,862	4	,268
35%	,231	4	-	,945	4	,684
50%	,166	4	-	,988	4	,946

Nota: Corrección de significación de Lilliefors

La prueba sobre la normalidad y homogeneidad en sus varianzas son los supuestos básicos para indicar si la evaluación a evaluar es paramétrica y no paramétrica, como la muestra es menor de 50 se interpreta con Shapiro Wilk, ahora si los valores de la significancia son mayores de 0.05 como es la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas entonces la prueba a evaluar es paramétrica y se desarrolla la ensayo de Análisis de varianza.

Tabla 46

Prueba de Homogeneidad de varianzas para Resistencia a la Compresión

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	,380	4	15	,819
Se basa en la mediana	,364	4	15	,830
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,364	4	10,555	,829
Se basa en la media recortada	,380	4	15	,819

Tabla 47

Modelo de Efecto fijo – ANOVA para Resistencia a la Compresión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,557,198	4	1,139,300	,540	,709
Dentro de grupos	31,645,681	15	2,109,712		
Total	36,202,879	19			

Figura 31

Prueba de hipótesis de efectos inter-sujetos en capacidad de Resistencia a la Compresión

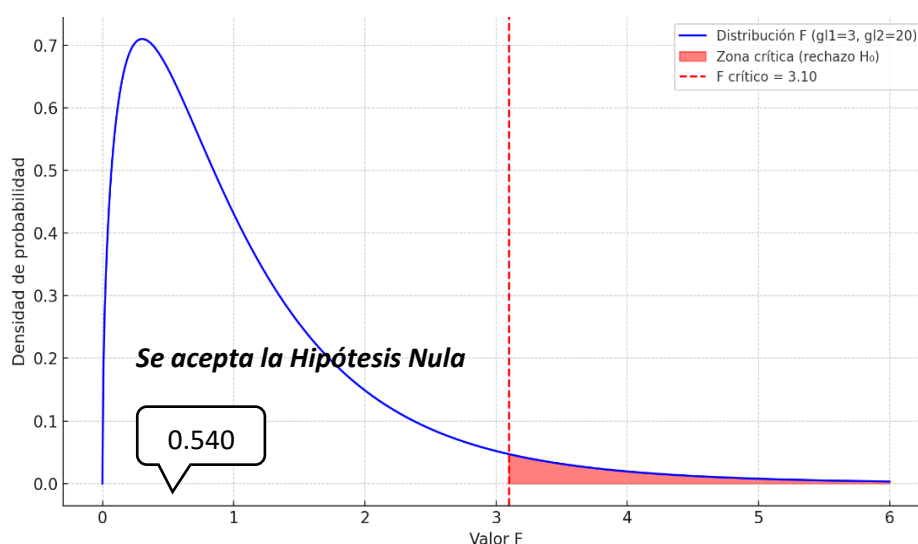


Tabla 48

Tamaño de efecto ANOVA para Resistencia a la Compresión

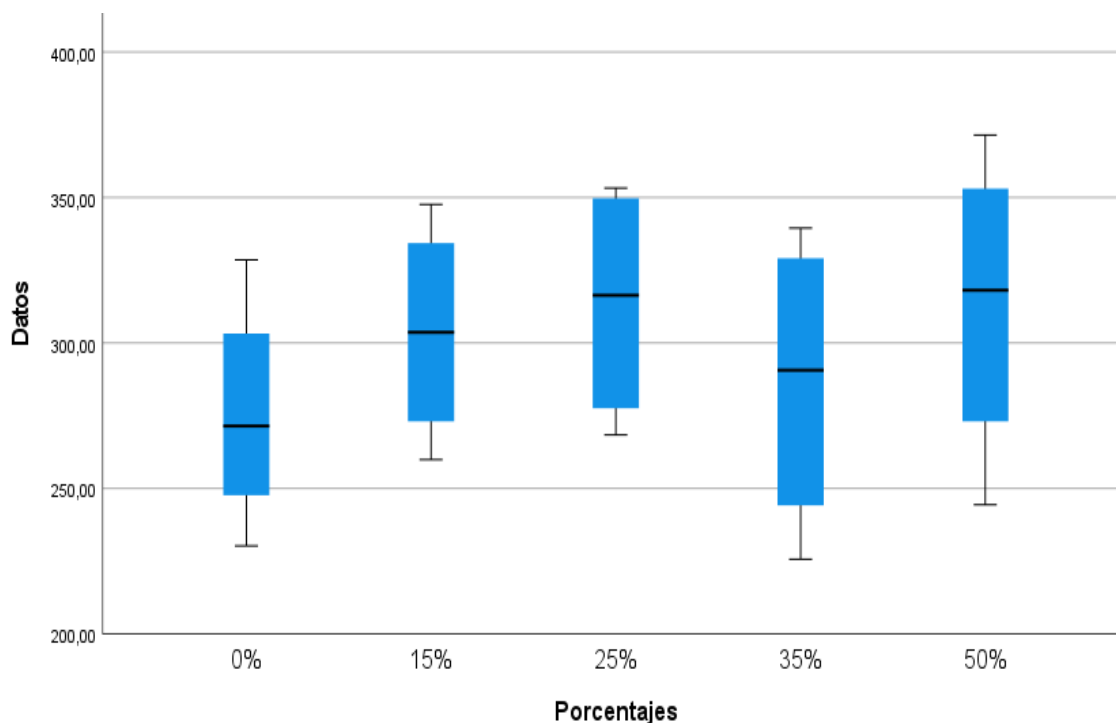
	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Eta cuadrado	,126	,000	,271
Epsilon cuadrado	-,107	-,267	,076
Omega cuadrado efecto fijo	-,101	-,250	,073
Omega cuadrado efecto aleatorio	-,024	-,053	,019

Nota: a. Eta cuadrado y Épsilon cuadrado se estiman basándose en el modelo de efecto fijo.

b. Las estimaciones negativas, pero menos sesgadas se conservan, no se redondean a cero.

Figura 32

Porcentajes de medias para grupos homogéneos de la Resistencia a la Compresión



El módulo de rotura no muestra una influencia significativa en las propiedades del concreto autocompactante ($p > 0.050$) tal como se visualiza en la tabla 48, por lo tanto se acepta la hipótesis nula donde los pesos en los porcentajes (0%, 15%, 25%, 35% y 50%) no hay diferencias significativas, el tamaño del efecto debe de ser superior de 0.4, en estimación de puntos con eta cuadrado y como es de 0.126 eso significa que la resistencia a la compresión no son altamente significativos y fuertes a un nivel del 95% de confianza.

4.1.5.2.3. Resistencia a la Flexión

Tabla 49

Modelo de Efecto fijo – ANOVA para Resistencia a la Flexión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	24,903	4	6,226	,586	,688
Dentro de grupos	53,157	5	10,631		
Total	78,060	9			

Figura 33

Prueba de hipótesis de efectos inter-sujetos en capacidad de Resistencia a la flexión

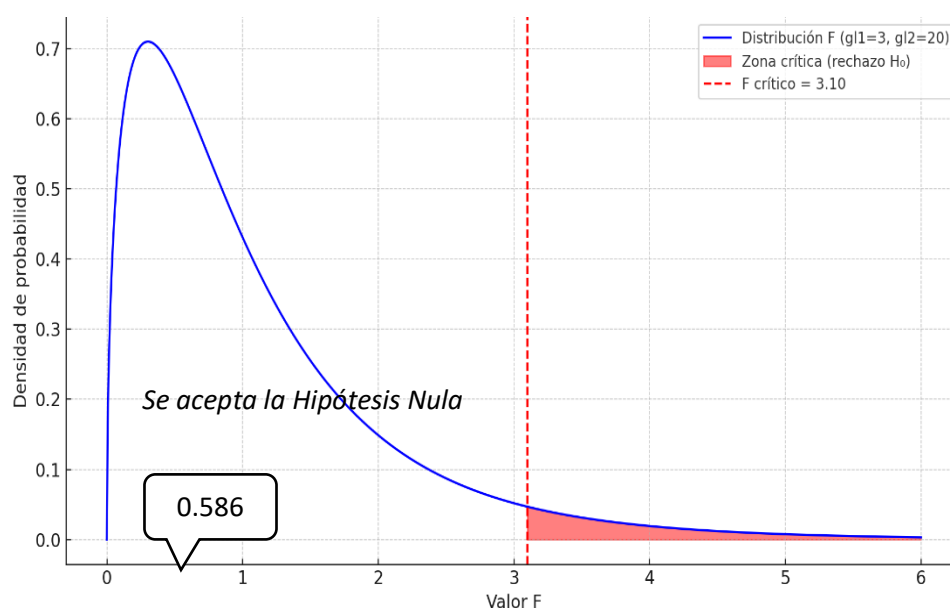


Tabla 50

Tamaño de efecto ANOVA para Resistencia a la Flexión

	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Eta cuadrado	,319	,000	,470
Epsilon cuadrado	-,226	-,800	,046
Omega cuadrado efecto fijo	-,199	-,667	,042
Omega cuadrado efecto aleatorio	-,043	-,111	,011

Nota: a. Eta cuadrado y Epsilon cuadrado se estiman basándose en el modelo de efecto fijo.

b. Las estimaciones negativas, pero menos sesgadas se conservan, no se redondean a cero.

Según los resultados de las tablas 49 y 50, la resistencia a la flexión no presenta una influencia estadísticamente significativa sobre las propiedades del concreto autocompactante, dado que el valor de $p > 0.050$, lo cual implica que no se puede rechazar la hipótesis nula. Esta hipótesis plantea que no se establecen diferencias significativas entre los porcentajes de agregado grueso reciclado (AGR) utilizados (0%, 15%, 25%, 35% y 50%).

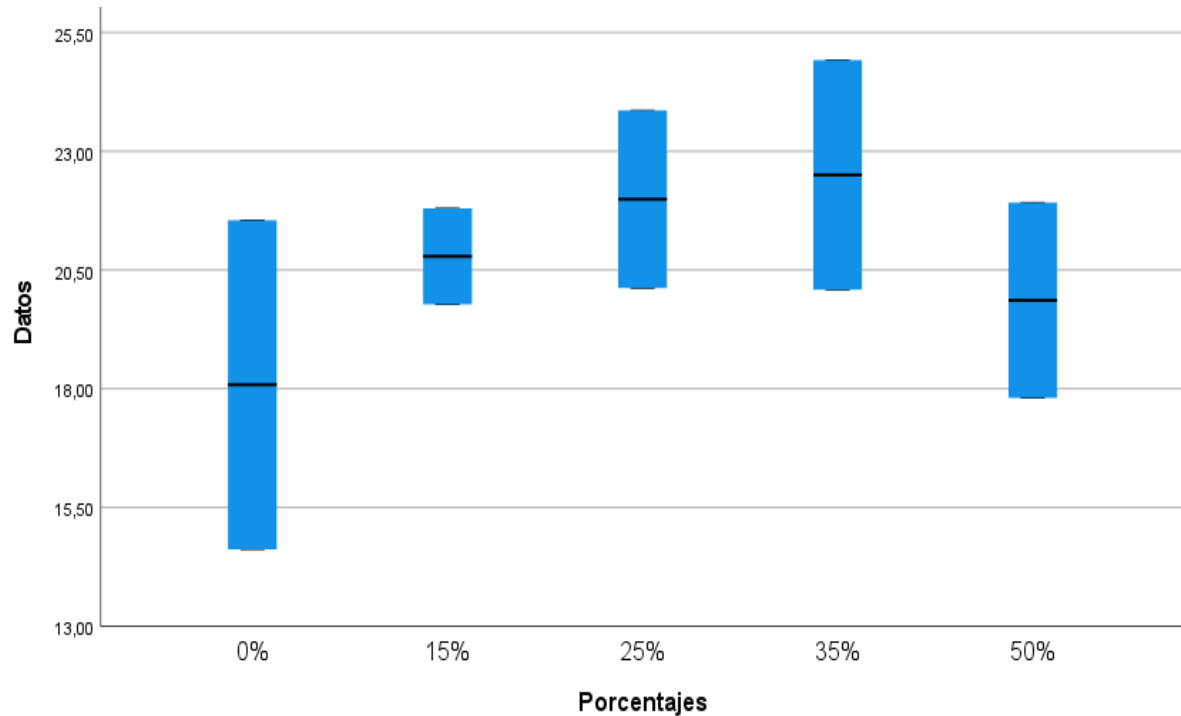
Adicionalmente, se evaluó el tamaño del efecto mediante el estadístico eta cuadrado parcial (η^2), que permite cuantificar la magnitud de la diferencia observada entre grupos. Para que el efecto sea considerado moderado o relevante, η^2 debe ser mayor a 0.40. En este análisis, se obtuvo un valor de $\eta^2 = 0.319$, lo que indica un efecto débil a moderado, insuficiente para considerarse estadísticamente fuerte.

Por tanto, según bajo un nivel de confianza del 95%, se concluye que la resistencia a la flexión no es una variable altamente significativa ni determinante en las propiedades de la mezcla autocompactante con inclusión de AGR. Esto sugiere que el uso de diferentes

proporciones de AGR no afecta de forma sustancial el comportamiento flexional del material, aunque sí podrían existir leves tendencias que requieren más estudios para ser validadas con mayor potencia estadística.

Figura 34

Porcentajes de medias para grupos homogéneos de la Flexión



4.2. Discusiones

La presente investigación buscó innovar nuevas tecnologías del concreto autocompactante mediante el uso de la metodología ACI 237R-07, haciendo uso de materiales locales (agregados naturales y reciclados, cuidando la calidad del concreto obtenido; fomentando el uso de agregados reciclados para el cuidado del medio ambiente. Las discusiones presentadas son las siguientes:

La investigación evidencia que la sustitución de agregados de concreto reciclado (ACR) impacta significativamente las propiedades del concreto. En estado fresco, porcentajes del 15% y 25% de ACR mejoran la fluidez, optimizando la trabajabilidad. En contraste, en estado endurecido, altos porcentajes, como 35% y 50% de ACR, resultan en mayor resistencia a la compresión y flexión. Palma (2023) valida en que los ACR al 50% cumplen con las propiedades físicas y los requisitos de resistencia y durabilidad de las normas ASTM y NTP. En síntesis, la incorporación de ACR es prometedora para concretos sostenibles, con efectos variables según el porcentaje de sustitución y la fase de evaluación.

Se analizó que las características granulométricas de ambos agregados reciclados se encuentran dentro de los límites establecidos. El agregado reciclado presentó hasta tres veces mayor contenido de humedad y cinco veces mayor porcentaje de absorción en comparación con el agregado natural. De acuerdo con Rodríguez (2023), el agregado reciclado mostró una mayor cantidad de partículas finas respecto al agregado natural, a pesar de que los valores de módulo de finura (MF) y módulo de finura nominal (MFN) fueron iguales para ambos. Además, los datos alcanzados de absorción y contenido de humedad del agregado fino reciclado fueron aproximadamente cuatro veces superiores a los del agregado fino natural.

Al evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante sin sustitución (0%), se obtuvo un Slump Flow de 60.97 cm, un T50 de 3.55 segundos y un tiempo de embudo en V de 7.68 segundos. La caja en L mostró un coeficiente de bloqueo de 0.85, y el

índice VSI fue de 1, indicando buena estabilidad sin segregación. Todos los datos se encuentran dentro de los rangos requeridos por el ACI 237R-07 (2007) y el GPE (2005). Con una sustitución del 15% de agregado reciclado, el Slump Flow aumentó levemente (0.25%), mientras que con 35% y 50% disminuyó en 1.80% y 2.33%, respectivamente, coincidiendo con lo señalado por Cueva y Herrera Atalaya (2023), quienes afirman que una mayor proporción de agregado reciclado reduce la fluidez. En la capacidad de paso se observó una disminución con 15% y 35%, y un incremento del 5.88% al emplear 50% de sustitución.

En el análisis de las propiedades físicas, se evidenció que la mezcla autocompactante con un 50% de sustitución de agregado grueso reciclado (ACR) presentó valores más cercanos al concreto patrón. En cuanto al comportamiento mecánico, dicha mezcla fue la más efectiva en resistencia a compresión a largo plazo, mientras que la mezcla con 35% de ACR alcanzó la mayor resistencia a la flexión. Según Arcila Castro, Silva, Medina y Delvasto (2022), las pruebas en estado fresco demuestran una reducción en la fluidez conforme el aumento del contenido de ACR, debido a la angulosidad y mayor capacidad de absorción de las partículas recicladas. No obstante, en ciertos ensayos como el Slump Flow, se observaron mejoras en la fluidez, lo que evidencia un desempeño satisfactorio. Además, las resistencias a tracción indirecta y a flexión mostraron comportamientos similares a la compresión, por lo que mezclas con 20% y 40% de ACR cumplen con los requerimientos estructurales.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos de la presente investigación, se logró demostrar la hipótesis general donde se menciona lo siguiente: " La sustitución de Agregados Reciclados en la producción de Concreto Autocompactante no tienen un efecto significativo en la mayoría de sus propiedades físicas y mecánicas", excepto en el peso unitario. Sin embargo, el análisis descriptivo demostró que existe una tendencia positiva en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas, lo que da pie a concluir que la sustitución de agregados reciclados es una opción viable y sostenible en la producción del concreto autocompactante.

Por otro lado, la evaluación de la caracterización de los agregados reciclados provenientes de demoliciones es óptima para un diseño de mezcla. Esto se puede observar en el análisis de los ensayos del agregado, donde se aprecia que los agregados finos y grueso reciclados cumplen en su mayoría con los requisitos mínimos dados por las normativas peruana para que sean implementados en la elaboración de concreto autocompactante.

El análisis descriptivo comprueba que la sustitución del 25% de agregados naturales aumenta la resistencia a la compresión y el módulo de rotura en comparación con el concreto patrón. Esto se evidencia en los ensayos de resistencia mecánica, donde se analiza que la resistencia a la compresión a los 28 días de curado alcanzó 346.10 kg/cm², representando un incremento del 24.53% respecto al concreto autocompactante patrón. Asimismo, a los 56 días de curado, la resistencia llegó a 353.28 kg/cm², lo que supone un aumento del 7.51% en comparación con el concreto de referencia. En cuanto al módulo de rotura, a los 28 días de curado, se registró un valor de 23.86 kg/cm², reflejando un incremento del 10.72% respecto al concreto patrón.

Se demostró que las sustituciones del 15%, 35% y 50% no influyen significativamente en las propiedades del concreto autocompactante siendo similares al concreto patrón. Dentro de las propiedades físicas evaluadas para los porcentajes de sustitución mencionadas a través de los ensayos normalizados, todas las sustituciones alcanzaron valores que cumplen las características

mínimas de autocompatibilidad; en propiedades mecánicas, para la sustitución de 15% de ACR, el peso unitario arrojó un valor de 347.60 kg/m^3 , resistencia a la compresión de 347.60 kg/cm^2 y módulo de rotura de 21.80 kg/cm^2 . Para la sustitución del 35% de ACR se obtienen valores de 2367.83 kg/m^3 de peso unitario, 24.94 kg/cm^2 de módulo de rotura y 339.52 kg/cm^3 en resistencia a la compresión; y finalmente para la sustitución del 50% de ACR se obtuvieron los valores de 371.45 kg/cm^2 , 21.92 kg/cm^2 y 2316.13 kg/m^3 respectivamente.

La estadística inferencial, demuestra que no existe una influencia significativa en la mayoría de las propiedades físicas y mecánicas del concreto autocompactante, excepto en el peso unitario; esto se demostró gracias al análisis de varianzas realizado en el Software IBM SPSS, en el cual nos arroja un p-valor mayor que la significancia (0.05).

5.2. Recomendaciones

Es necesario evaluar las características del agregado reciclado antes de su reemplazo, ya que es primordial para garantizar la calidad del concreto autocompactante. A partir de esto, se pueden decidir si es necesario la aplicación de tratamientos que optimicen sus características o la implementación de aditivos en la mezcla para progresar el desempeño del concreto final.

Se recomienda utilizar el 25% de reemplazo de agregados naturales por agregados reciclados para la realización de mezcla en concretos autocompactantes, ya que este porcentaje permite mantener un equilibrio entre resistencia, durabilidad y sostenibilidad. Sin embargo, es necesario determinar las necesidades del concreto dependiendo a los objetivos en su desempeño.

Se sugiere el uso de agregados reciclados en condición de superficialmente seca, para evitar la alta demanda de agua en la mezcla.

Respetar los tiempos para el mezclado del concreto autocompactante permitirá la correcta homogeneidad de la mezcla, activación de los aditivos, prevención de la segregación y finalmente la obtención de un concreto con las propiedades deseadas.

Se sugiere fomentar la indagación de nuevas alternativas para la reutilización de los residuos de concreto, sobre todo comprobar los resultados a nivel estadístico, ya que esta iniciativa es clave para la búsqueda de sostenibilidad en la construcción. La implementación de agregados reciclados en la fabricación de concreto reducirá la contaminación y mejorará la economía circular, ya que actualmente son recursos finitos y sus precios se han incrementado.

REFERENCIAS

- ACI 237 (2007) ACI 237R-07: Serie de tecnología emergente Hormigón Autoconsolidable Informado por el Comité. Obtenido de <https://www.academia.edu/44297333/>
- ACI Comité 311. (1992). Manual para Supervisar Obras de Concreto ACI-311-92. Obtenido de https://www.academia.edu/34967278/ACI_311_92
- Aditivos Especiales S.A.C. (2018). PER SUPLAST N: Aditivo Líquido Plastificante y Superplastificante para Concreto. Obtenido de <https://www.aditivosespeciales.com.pe/FICHAS%20TECNICAS/.pdf>
- Aditivos Especiales S.A.C. (2020). PER PLAST RET: Aditivo Reductor Retardador. Obtenido de <https://www.aditivosespeciales.com.pe/userfiles/FICHAS%20TECNICAS/.pdf>
- ASTM C78. (2002). Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Flexión del Concreto (Viga simple con carga a los tercios del claro). Obtenido de <https://www.academia.edu/31702311/ASTM>
- Baca Uscamayta , C., & Vela Cáceres, L. (2019). Evaluación de las Propiedades Mecánicas de un Concreto Autocompactante adicionando fibras sintéticas SikaCem-Fiber-Cusco. *Revista Yachay*, 10(1), 511-516. Recuperado de <https://revistas.uandina.edu.pe/index.php/Yachay/article/view/308/225>
- Bastidas Martinez, J. G., Reyes Lizcano, F. A., & Rondon Quintana, H. A. (2022). Uso de agregados de concreto reciclado en mezclas asfálticas para pavimentos: una revisión. *ScienceDirect*, 9(5), 725-741. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756422000757>

Billberg, P. (2001). Influence of filler characteristics on SCC rheology and early hydration. *ScienceDirect*, 9(5), 285-294. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs>.

Bojacá Castañeda, N. R. (2013). *Propiedades Mecánicas y de Durabilidad de Concretos con Agregado Reciclado*. Trabajo de Grado, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Facultas de Ingeniería Civil, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/entities/publication/4ec73066-834d-48ed-a2f4-da7c73e1aeb8>

Bravo Sobrino, M. (2004). *Cápítulo 3: Métodos de caracterización del Hormigón Autocompactable*. Trabajo de grado, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3358/36022-5.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Cementos Pacasmayo S.A.A. (2013). Cemento Antisalitre Ms. La Libertad. Obtenido de <https://www.cementospacasmayo.com.pe/>

Cipriano Rojas, F. (2019). *Concreto Elaborado con Agregados de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) Reciclados*. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/19519>

Cueva Cueva, N., & Herrera Atalaya, E. (2023). *Análisis de las propiedades del concreto autocompactante $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo agregado grueso por agregado grueso reciclado*. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7839>

EFNARC . (2002). Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete. Obtenido de https://www.theconcreteinitiative.eu/images/ECP_Documents/EuropeanGuidelinesSelfCompactingConcrete.pdf

European Concrete Project Group - Self-compacting. (2005). The European guidelines for self-compacting concrete. Obtenido de <https://www.efca.info/download/european-guidelines-for-self-compacting-concrete-scc/>

Heredia Tapia, J., & Peñaloza Huamali, K. (2021). *Propuesta del Concreto Autoconsolidante con Aditivos superplastificantes para la construcción de estructuras verticales en el proyecto Asturias*. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela de Postgrado de la Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTPD_8eb73df87c157af8b3ced011cfd892d7

León Parra, L. (2009). *Diseño de mezclas para el Hormigón Autocompactantes*. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55033>

Lozano Ojeda, F., & Sagastegui Calvanapon, W. (2019). *Influencia del reemplazo de agregado natural por agregado de concreto reciclado, sobre las propiedades mecánicas del concreto para el diseño de edificaciones*. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/items/23787822-bf5a-4404-8705-f517ce2045d8>

Meza Ichpas, F. (2019). *Estudio de las características del concreto reciclado fresco y endurecido, con sustitución parcial y total del agregado grueso*. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido

de

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_a5138946fbe68c4c36736d625c18b6c4

National Ready Mixed Concrete Association. (2004). CIP 37 - Concreto Autocompactante.

Obtenido de

https://www.academia.edu/7399536/CIP_37_Concreto_Autocompactante_CAC

Norma Técnica NTP 339.078. (2012). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Obtenido de <https://www.scribd.com/document/486729214/NTP-339-079-2012-CONCRETO-Resistencia-a-la-flexion-del-concreto-en-vigas-simplemente-apoyadas-con-cargas-en-el-centro-del-tramo>

Norma Técnica Peruana NTP 400.011. (2008). Agregados: Definición y Clasificación de agregados para uso en Morteros y Concretos. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/438211081/NTP-400-011>

Norma Técnica Peruana NTP 334.088. (2021). Cementos. Aditivos para Concreto. Especificaciones. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/570213590/2021-NTP-334-088>

Norma Técnica Peruana NTP 400.037. (2018). Agregados para Concreto. Requisitos. En N. 400.037. Obtenido de <https://www.slideshare.net/slideshow/ntp-400-037-2014especificacionesagregados/176775996>

Norma Técnica Peruana, NTP 339.034. (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/417389764/Ntp-339-034>

Norma Técnica Peruana, NTP 400.050. (2017). Manejo de Residuos de la Construcción. Manejo de residuos de la actividad de la Construcción y Demolición: Generalidades. Obtenido de <https://www.servilex.pe/documents/ambiente/400.050-2017.pdf>

Norma Técnica Peruana, NTP 400.053. (1999). Manejo de Residuos de la actividad de la Construcción. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/462061381/NTP-400-053>

Okamura, H., & Ouchi, M. (1999). Self Compacting Concrete. Development, Present Use and Future. *Structural Concrete*, 1(1), 3-17. Obtenido de <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=834143>

Palma Vargas, E. (2023) *Uso de agregados reciclados obtenidos del tratamiento de los residuos de las edificaciones para producir concreto simple en el Distrito de Nuevo Chimbote*. Trabajo de grado, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4281>

Reglamento Nacional de Edificaciones, Vivienda y Saneamiento. (2009). *Norma E-060*. Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>

Rivva Lòpez, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Editorial Capítulo Peruano ACI

Rodriguez Viamonte, W. J. (2023). *Influencia del agregado fino reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de mediana a alta resistencia*. Trabajo de grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_5bbcc0aa9d2272712f698eb7ec5af8af

Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del Concreto y Mortero*. Bhandar Editores Ltda.

Vargas Salazar, R., & Sciaraffia Pérez, R. (2006). Diseño y Evaluación de Hormigones Autocompactantes (HAC). *Revista Ingeniería de Construcción*, 21(1), 57-70.

Recuperado de <https://catalogo.extension.cchc.cl/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31003>


Vidaud, E. (2012). Concreto Autocompactable: Revolución en la Tecnología del Concreto. *Construcción y Tecnología en Concreto*, 10(1), 26-27.

ANEXOS


Anexo 1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS NATURALES

Anexo 1.1.

Análisis del Ensayo Granulométrico del Agregado Fino Natural de la Cantera “La Sorpresa”



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 16/09/2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS - AGREGADO FINO
 NTP 400.012- ASTM C136

PESO INICIAL SECO	680.30	gr.
-------------------	--------	-----

MALLAS	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1"	25.400	0.00	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.100	0.00	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.520	0.00	0.0%	0.0%	100.0%
Nº 4	4.750	2.80	0.4%	0.4%	99.6%
Nº 8	2.360	36.50	5.4%	5.8%	94.2%
Nº 16	1.180	119.60	17.6%	23.4%	76.6%
Nº 30	0.600	261.50	38.5%	61.9%	38.1%
Nº 50	0.300	122.30	18.0%	79.9%	20.1%
Nº 100	0.149	79.20	11.7%	91.5%	8.5%
Cazoleta	-	57.60	8.5%	100.0%	0.0%

TOTAL	679.50	gr.
DIFERENCIA DE PESOS	0.80	
ERROR DE ENSAYO	0.12%	


PASANTE TAMIZ Nº200 POR LAVADO
 NTP 400.018

MÓDULO DE FINURA

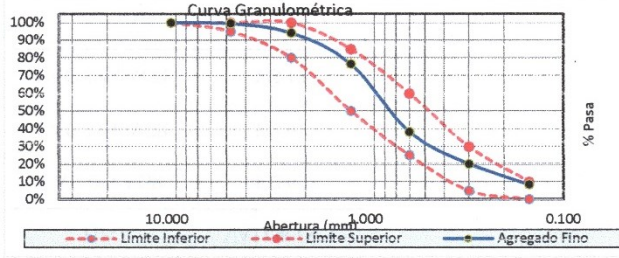
$$MF = \frac{(\sum \% \text{ MALLAS } 4,8,16,30,50,100)}{100}$$

Tamiz	Peso Natural	Peso Seco Después de Lavado	Min	Mf	Max
Nº 200	703.00	680.30	2.3	2.63	3.1

% Que Pasa	3.2%
------------	------



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 1.2.

Análisis del Ensayo Granulométrico Agregado Grueso Natural de la Cantera “La Sorpresa”

UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
INGENIERÍA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

18/09/2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS - AGREGADO GRUESO
NTP 400.012-ASTM C136

PESO INICIAL SECO	2794.60	gr.
-------------------	---------	-----

MALLAS	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1"	25.400	0.00	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.100	12.60	0.5%	0.5%	99.5%
1/2"	12.700	564.70	20.4%	20.8%	79.2%
3/8"	9.520	584.80	21.1%	41.9%	58.1%
Nº 04	4.750	1316.70	47.5%	89.4%	10.6%
Nº 8	2.360	209.45	7.6%	97.0%	3.0%
Cazoleta	-	83.30	3.0%	100.0%	0.0%

TOTAL	2771.55
DIFERENCIA DE PESOS	23.05
ERROR DE ENSAYO	0.83%

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/2"

MÓDULO DE FINURA
$MF = \frac{(\sum \% \text{ MALLAS } 3", 1", 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$
MF
4.02


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil




Anexo 1.3.

Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino Natural



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

22/10/2024


PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
NTP 400.022

Descripción	Unidad	Agregado Fino	
		M01	M02
Peso Sat.Sup.Seco (En aire)	gr	500.00	500.00
Peso Fiola + Agua (500ml)	gr	669.30	680.90
Peso Fiola +Agua+PSSS	gr	985.80	998.90
Volumen de masa	gr	316.50	318.00
Peso Mat. Seco en Horno	gr	492.10	494.10
Peso Específico de Masa	gr/cm3	2.68	2.71
		2.70	

Absorción Arena Gruesa			
Peso Mat. Seco en Horno	gr.	492.10	494.10
Absorción	%	1.61%	1.19%
		1.40%	




Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 1.4.

Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso Natural



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 22/10/2024


PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
 NTP 400.021

Descripción	Unidad	Agregado Grueso	
		M01	M02
Peso Sat.Sup.Seco (En aire)	gr	3074.60	3976.90
Peso Mat. Saturado	gr	1864.10	2452.20
Peso Mat. Seco en Horno	gr	3040.30	3932.30
Peso Específico de Masa	gr/cm3	2.51	2.58
		2.55	

Absorción Piedra Chancada			
Peso Mat. Seco en Horno	gr.	3040.30	3932.30
Absorción	%	1.13%	1.13%
		1.13%	




Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 1.5.

Análisis del Peso Unitario y Vacíos del Agregado Fino Natural



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 18/10/2024

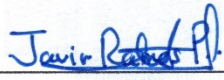
PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS - AGREGADO FINO
NTP 400.017- ASTM C19

Calibración Molde (1/10 pie ³)				
	Unidad	Ensayo 01	Ensayo 02	Promedio
Peso Agua	kg	2.81	2.81	2.81
Temperatura	°C	18.10	18.40	18.25
Densidad	kg/m ³	998.57	998.52	998.55
Volumen	m ³	0.00282	0.00282	0.00282

Descripción	Suelto		Compactado	
	M01	M02	M01	M02
Peso Molde (Kg)	4.524	4.524	4.524	4.524
Peso Molde + Agr. (Kg)	8.976	8.961	9.471	9.470
Peso Agregado (Kg)	4.452	4.436	4.946	4.946
Volumen (m ³)	0.00282	0.00282	0.00282	0.00282
Peso Unitario (kg/m ³)	1580.56	1575.10	1756.16	1755.92
Promedio	1577.83		1756.04	



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil




Anexo 1.6.

Análisis del Peso Unitario y Vacíos del Agregado Grueso Natural



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 18/10/2024


PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS - AGREGADO GRUESO
NTP 400.017-ASTM C19

Calibración Molde (1/10 pie ³)				
	Unidad	Ensayo 01	Ensayo 02	Promedio
Peso Agua	kg	2.81	2.81	2.81
Temperatura	°C	18.10	18.40	18.25
Densidad	kg/m ³	998.57	998.52	998.55
Volumen	m ³	0.00282	0.00282	0.00282

Descripción	Suelto		Compactado	
	M01	M02	M01	M02
Peso Molde (Kg)	4.524	4.524	4.524	4.524
Peso Molde + Agr. (Kg)	8.528	8.532	8.927	8.856
Peso Agregado (Kg)	4.004	4.008	4.402	4.332
Volumen (m ³)	0.00282	0.00282	0.00282	0.00282
Peso Unitario (kg/m ³)	1421.54	1422.96	1562.99	1538.03
Promedio	1422.25		1550.51	



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil




Anexo 1.7.

Análisis del Contenido de Humedad del Agregado Fino Natural



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 19/10/2024


CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS - AGREGADO FINO
NTP 339.185

Descripción	Agregado Fino		
	Unidad	M01	M02
W Muestra Natural	gr	1380.3	1429.6
W Muestra Seca	gr	1372.8	1422.6
W Agua	gr	7.50	7.00
Contenido de Humedad	%	0.55%	0.49%
PROMEDIO		0.52%	

* Opcionalmente se pueden tomar humedades de los agregados el mismo día de realización de la mezcla.



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 1.8.

Análisis del Contenido de Humedad del Agregado Grueso Natural



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

19/10/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS - AGREGADO GRUESO
NTP 339.185

Descripción	Agregado Grueso		
	Unidad	M01	M02
W Muestra Natural	gr	2132.30	2083.80
W Muestra Seca	gr	2116.00	2068.50
W Agua	gr	16.30	15.30
Contenido de Humedad	%	0.77%	0.74%
PROMEDIO		0.75%	

* Opcionalmente se pueden tomar humedades de los agregados el mismo día de realización de la mezcla.



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 1.9.

Análisis de la Resistencia a la Degradación por Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles del Agregado Grueso Natural



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 31/10/2024

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES - AGREGADO GRUESO
NTP 400.019

DESCRIPCIÓN		MI
C	Masa Original de la Muestra (gr)	5000.0
Y	Masa Final de la Muestra (gr)	4440.9

ABRASIÓN (MÉTODO LOS ÁNGELES) **11.18%**

* La gradación escogida fue del tipo B.



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS RECICLADOS TRITURADOS MANUALMENTE

Anexo 2.1.

Análisis del Ensayo Granulométrico del Agregado Fino Reciclado

UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 25/09/2024

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS - AGREGADO FINO RECICLADO
NTP 400.012- ASTM C136

PESO INICIAL SECO	668.70	gr.
-------------------	--------	-----

MALLAS	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1"	25.400	0.00	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.100	0.00	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.520	0.00	0.0%	0.0%	100.0%
Nº 4	4.750	3.80	0.6%	0.6%	99.4%
Nº 8	2.360	178.90	27.0%	27.5%	72.5%
Nº 16	1.180	148.90	22.4%	50.0%	50.0%
Nº 30	0.600	116.10	17.5%	67.5%	32.5%
Nº 50	0.300	96.20	14.5%	82.0%	18.0%
Nº 100	0.149	63.10	9.5%	91.5%	8.5%
Cazoleta	-	56.50	8.5%	100.0%	0.0%

TOTAL	663.50	gr.
DIFERENCIA DE PESOS	5.20	
ERROR DE ENSAYO	0.78%	

PASANTE TAMIZ Nº200 POR LAVADO
NTP 400.018

MÓDULO DE FINURA

$$MF = \frac{(\sum \% \text{ MALLAS } 4,8,16,30,50,100)}{100}$$

Tamiz	Peso Natural	Peso Seco Después de Lavado	Min	Mf	Max
Nº 200	729.40	668.70	2.3	3.2	3.1

% Que Pasa	8.3%
------------	-------------

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 2.2.

Análisis del Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso Reciclado



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS - AGREGADO GRUESO RECICLADO
NTP 400.012-ASTM C136

PESO INICIAL SECO 2724.80 gr.

MALLAS	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [gr]	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1"	25.400	0.00	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.100	78.50	2.9%	2.9%	97.1%
1/2"	12.700	505.20	18.9%	21.8%	78.2%
3/8"	9.520	875.20	32.7%	54.6%	45.4%
Nº 04	4.750	865.20	32.4%	87.0%	13.0%
Nº 8	2.360	304.30	11.4%	98.3%	1.7%
Cazoleta	-	44.30	1.7%	100.0%	0.0%

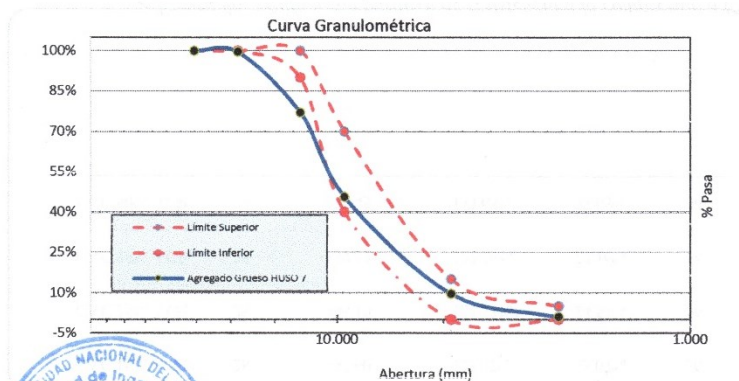
TOTAL	2672.70
DIFERENCIA DE PESOS	52.10
ERROR DE ENSAYO	1.95%

TAMAÑO MÁXIMO	3/4"
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/2"

MÓDULO DE FINURA

$$MF = \frac{(\sum \% \text{ MALLAS } 3", 1", 3/4", 3/8", 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

MF
4.03



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil



Anexo 2.3.

Análisis del Ensayo de Peso Específico y Absorción del agregado fino reciclado



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCEL Y
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 24/10/2024

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO RECICLADO
NTP 400.022

Descripción	Unidad	Agregado Fino Reciclado	
		M01	M02
Peso Sat.Sup.Seco (En aire)	gr	500.00	500.00
Peso Fiola + Agua (500ml)	gr	680.30	680.30
Peso Fiola +Agua+PSSS	gr	981.20	976.90
Volumen de masa	gr	300.90	296.60
Peso Mat. Seco en Horno	gr	472.00	466.00
Peso Específico de Masa	gr/cm ³	2.37	2.29
		2.33	

Absorción Arena Gruesa			
Peso Mat. Seco en Horno	gr.	472.00	466.00
Absorción	%	5.93%	7.30%
		6.61%	



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil


Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Javier Ramos Paredes




Anexo 2.4.

Análisis del Ensayo de Peso Específico y Absorción del agregado grueso reciclado



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 24/10/2024


PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO
NTP 400.021

Descripción	Unidad	Agregado Grueso Reciclado	
		M01	M02
Peso Sat.Sup.Seco (En aire)	gr	2280.20	2541.30
Peso Mat. Saturado	gr	1263.00	1412.30
Peso Mat. Seco en Horno	gr	2168.50	2420.10
Peso Específico de Masa	gr/cm3	2.13	2.14
		2.14	

Absorción Piedra Chancada			
Peso Mat. Seco en Horno	gr.	2168.50	2420.10
Absorción	%	5.15%	5.01%
		5.08%	



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil



Anexo 2.5.

Análisis del Ensayo de Contenido de Humedad del agregado fino reciclado

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 20/10/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS - AGREGADO FINO RECICLADO
NTP 339.185

Descripción	Agregado Fino Reciclado		
	Unidad	M01	M02
W Muestra Natural	gr	1196.5	1035.7
W Muestra Seca	gr	1159.2	1003.8
W Agua	gr	37.30	31.90
Contenido de Humedad	%	3.22%	3.18%
PROMEDIO		3.20%	

* Opcionalmente se pueden tomar humedades de los agregados el mismo día de realización de la mezcla.

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 2.6.

Análisis del Ensayo de Contenido de Humedad del agregado grueso reciclado

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 20/10/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS - AGREGADO GRUESO RECICLADO
NTP 339.185

Descripción	Agregado Grueso		
	Unidad	M01	M02
W Muestra Natural	gr	2314.50	2816.20
W Muestra Seca	gr	2259.30	2745.90
W Agua	gr	55.20	70.30
Contenido de	%	2.44%	2.56%
PROMEDIO		2.50%	

* Opcionalmente se pueden tomar humedades de los agregados el mismo día de realización de la mezcla.

Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 2.7.

Análisis del Ensayo de Resistencia a la Degradación por Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles del agregado grueso reciclado



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 31/10/2024

RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES - AGREGADO GRUESO RECICLADO
NTP 400.019

DESCRIPCIÓN		M1
C	Masa Original de la Muestra (gr)	5000.0
Y	Masa Final de la Muestra (gr)	3697.1
ABRASIÓN (MÉTODO LOS ÁNGELES)		26.06%

* La gradación escogida fue del tipo B.



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 3. DISEÑO DE MEZCLA – MÉTODO ACI 237R-07

Anexo 3.1.

Procedimiento Diseño de Mezcla con el Método ACI 237R-07



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

“Estructurando tu futuro con seguridad y eficiencia”



“INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE”

Urb. Bellamar s/n 02712 – Nuevo Chimbote, Santa, Ancash

Paso 01: Determinación del Flujo de Asentamiento Deseado

Se determina según la figura 1 el Slump Flow escogido entre el rango de 550 a 650.

Figura 1

Selección del flujo de asentamiento

Característica del elemento estructural		Extensión de flujo		
		< 550 mm	550 a 650 mm	> 650 mm
Nivel de reforzamiento	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Complicaciones en su forma	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Estructuras profundas	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Estructuras con óptimos acabados	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Longitud de la estructura	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Espesor de la estructura	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Contenido de agregado grueso	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Energía de colocación	Bajo			
	Medio			
	Alto			

Paso 02: Proporcionar el Agregado Grueso

Se elige la categoría I (Agregado con Tamaño Máximo Nominal $\geq 1/2"$). Como partida inicial en la determinación del agregado grueso, se mide el peso unitario compactado, el 50% del total de volumen de concreto deberá ser llenado del agregado grueso. Después de la tanda de prueba realizada se decide reducir 2% del total de concreto para obtener el peso del agregado grueso así poder alcanzar las características requeridas.

$$\text{Peso Agregado Grueso} = 48\% \times 1550.51 = 728.74 \text{ kg/m}^3$$

A su vez, en el paso 02 también se determina el contenido de aire del concreto se utiliza la tabla dado por el ACI 211.1 que sirve para la obtención del concreto convencional.

Figura 2

Selección de aire atrapado según TMN

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Aire Atrapado
4"	0.20%
3"	0.30%
2"	0.50%
1 1/2"	1.00%
1"	1.50%
3/4"	2.00%
1/2"	2.50%
3/8"	3.00%

Paso 03: Contenido de Polvo y Agua

El polvo como material aglomerante incluye al cemento, cenizas volantes, escorias de alto horno otro filler no cementante menores a 0.125 mm. Para un concreto autocompactante los requisitos de resistencia a la compresión no son un factor decisivo, pero para esta investigación

partimos de la resistencia de diseño de 280 kg/cm². El contenido de material cementicio se determinó de acuerdo al flujo de asentamiento, como se muestra en la figura 25:

Figura 3

Selección del contenido cementante según flujo de asentamiento

SLUMP FLOW			
mm	< 550	550 - 600	> 650
Contenido de material cementante (kg/cm ³)	355 - 385	385 - 445	>458

Para ser conservadores elegimos un Slump Flow entre el rango de 550-600 y como material cementante 445 kg/m³ para las pruebas en estado fresco.

$$\text{Factor Cemento} = 445 \text{ kg/cm}^2 \div 42.5 \text{ kg} = 10.47 \text{ bolsas/m}^3$$

Este tipo de concreto se requiere que sea altamente fluido, y a su vez lo suficientemente cohesivo para resistir la segregación, por tal motivo es que la relación agua-cemento (a/c) es menor que la utilizada generalmente para el diseño de un concreto convencional.

Se utilizó el factor 0.45 para la relación agua/cemento para cumplir los requisitos característicos dados por normativas internacionales.

$$\text{AGUA / CEMENTO} = 0.45$$

$$\text{Cantidad de agua} = 0.45 \times 445 \text{ kg/m}^3 = 200.25 \text{ kg/m}^3$$

Paso 04: Cálculo del volumen de Pasta y mortero

Para el cálculo de cantidad de aditivos partimos de las dosis máximas recomendadas por el fabricante (Ver Anexo 6); sin embargo, para alcanzar las características deseadas estas dosis fueron ajustadas según

las tandas de prueba realizada para obtener las características de autocompatibilidad deseada.

Aditivos:

$$\text{Contenido de Aditivo Superplast} = 2.40\% \times (445 \text{ kg}) / \text{m}^3 = 10.68 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Contenido de Aditivo Retardant} = 0.15\% \times (445 \text{ kg}) / \text{m}^3 = 0.67 \text{ kg/m}^3$$

Volúmenes de materiales por m3:

$$\text{Volumen de Cemento} = (445 \text{ (kg)}) / (3150 \text{ (kg/m}^3)) = 0.141 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Agua} = (200.25 \text{ (kg)}) / (1000 \text{ (kg/m}^3)) = 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Aire} = 2.5\% \times 1 \text{ m}^3 = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Aditivo Superplast} = (10.68 \text{ (kg)}) / (1063 \text{ (kg/m}^3)) = 0.010 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Aditivo Retardante} = (0.67 \text{ (kg)}) / (1180 \text{ (kg/m}^3)) = 0.001 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de A. Grueso} = (728.74 \text{ (kg)}) / (2550 \text{ (kg/m}^3)) = 0.286 \text{ m}^3$$

Volumen de Agregado Fino:

$$\text{Vol. de Agregado Fino} = 1 - \text{volumen} \\ (\text{cimento+agua+aire+aditivos+A. Grueso})$$

$$\text{Vol. de Agregado Fino} = 1 - (0.141+0.200+0.025+0.011+0.286)$$

$$\text{Vol. de Agregado Fino} = 0.348 \text{ m}^3$$

Contenido de Agregado Fino:

$$\text{Contenido de Agregado Fino (kg)} = 0.348 \times 2700 \text{ kg/m}^3 = 938.79 \text{ kg}$$

Porcentaje del Volumen absoluto del Agregado Grueso:

$$\text{Vol. Absoluto A. Grueso (\%)} = 0.286 \times 100\% = 28.58 \%$$

Determinación de la Fracción de Pasta:

$$\text{Fracción de Pasta (\%)} = \text{Vol. (Cemento+Agua+Aditivos+Aire)} \times 100\%$$

$$\text{Fracción de Pasta (\%)} = (0.141+0.200+0.011+0.025) \times 100\% = 37.71\%$$

Determinación de la Fracción de Mortero:

$$\text{Fracción de Mortero (\%)} = (\text{Fracción de Pasta (\%)} + \text{Vol. de A.Fino (\%)})$$

$$\text{Fracción de Mortero (\%)} = (37.71 + 34.80) = 72.48 \%$$

Paso 05: Corrección por Humedad de los Agregados

$$\text{Corrección por h. (kg)} = \text{Cont. De A. (kg)} \times (\% \text{humedad} / 100 + 1)$$

Agregado Fino

$$\text{Corrección por humedad A.Fino (kg)} = 938.79 \text{ kg} \times (0.52 / 100 + 1)$$

$$\text{Corrección por humedad A.Fino (kg)} = 943.67 \text{ kg}$$

Agregado Grueso

$$\text{Corrección por humedad A.Grueso (kg)} = 728.74 \text{ kg} \times (0.75 / 100 + 1)$$

$$\text{Corrección por humedad A.Grueso (kg)} = 734.21 \text{ kg}$$

Aporte de Agua a la Mezcla

$$\text{Aporte de Agua (Lt.)} = \text{Cont. De A. (kg)} \times ((\% \text{ humedad} - \% \text{ abs.}) / 100)$$

Aporte de Agua de Agregado Fino

$$\text{Aporte A.Fino (Lt.)} = 938.79 \text{ Kg} \times ((0.52\% - 1.40\%) / 100)$$

$$\text{Aporte A.Fino (Lt.)} = -8.304 \text{ Lt.}$$

Aporte de Agua de Agregado Grueso

$$\text{Aporte A.Grueso (Lt.)} = 734.21 \text{ Kg} \times ((0.75\% - 1.13\%) / 100)$$

$$\text{Aporte A.Grueso (Lt.)} = -2.79 \text{ Lt.}$$

Paso 06: Determinar el aporte total de agua

$$\text{Aporte de Agua de los Agregados (Lt.)} = -8.304 - 2.79 = -11.094 \text{ Lt.}$$

Agua Efectiva e la Mezcla

$$\text{Agua Efectiva (Lt.)} = 200.25 \text{ Lt.} + 11.094 \text{ Lt.} = 211.34 \text{ Lt.}$$

Relación A/C Efectiva

$$\text{Relación A/C Efectiva} = (\text{Agua Efectiva (Lt.)}) / (\text{Cont. de Cemento (Kg.)})$$

$$\text{Relación A/C Efectiva} = (211.34 \text{ (Kg.)}) / (445 \text{ (Kg.)}) = 0.475$$

Anexo 3.2.

Formato Diseño de Mezcla con el Método ACI 237R-07



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
“Estructurando tu futuro con seguridad y eficiencia”



“INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE”

Urb. Belamar s/n 02712 – Nuevo Chimbote, Santa, Ancash

18 de Noviembre del 2024

DISEÑO DE MEZCLA ACI 237R-07

1) Caracterización de Agregados

	Agregado Fino	Agregado Grueso
Peso Específico	2700 kg/m ³	2550 kg/m ³
Contenido de Humedad	0.52 %	0.75 %
Absorción	1.40 %	1.13 %
Peso Unitario Suelto	1577.83 kg/m ³	1422.25 kg/m ³
Peso Unitario Seco Compactado	1756.04 kg/m ³	1550.51 kg/m ³
Módulo de Finura	2.63	4.02
Tamaño Máximo Nominal	-	1 / 2 “

2) Ajustes de Materiales por Humedad

	Pesos Materiales/m ³ sin Corrección	Pesos Materiales/m ³ Corregidas
Cemento	445 Kg/m ³	445 Kg/m ³
A. Fino	938.790 Kg/m ³	943.670 Kg/m ³
A. Grueso	728.740 Kg/m ³	734.205 Kg/m ³
Agua	200.250 Lt/m ³	211.344 Lt/m ³

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados y en el volumen unitario del agua de mezclado.

3) Expresiones de las Proporciones en Peso

$$\begin{aligned} \text{Cemento: } \frac{445.00}{445.00} &= 1 & \text{A. Grueso: } \frac{734.20}{445.00} &= 1.65 \\ \text{A. Fino: } \frac{943.67}{445.00} &= 2.12 & \text{Agua: } \frac{211.34}{445.00} &= 0.475 \end{aligned}$$

Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

1 : 2.12 : 1.65 / 0.475			
-------------------------	--	--	--

Nota: Solo se muestran las dosificaciones de los agregados, los demás componentes (aditivos) fueron mencionados en las hojas de cálculos respectivas.



4) Expresiones de las Proporciones en Volumen

Cemento Tipo MS	:	1 pie ³
Agregado Fino	:	2.017 pie ³
Agregado Grueso	:	1.741 pie ³
Aditivos	:	1.084 Lt/bls.
Agua Efectiva	:	20.185 Lt/bls.

1 : 2.017 : 1.741 / 20.185



Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de
Ingeniería Civil

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 3.2.

Resumen Dosificación de Mezcla en peso corregido con el Método ACI 237R-07

Material	Peso (kg)	Proporcionamiento		
		Peso (kg)	en 1 bolsa	und
Cemento Portland Tipo MS	445.000	1	42.5	kg
Agregado Grueso	734.205	1.650	70.121	kg
Agregado Fino	943.671	2.121	90.126	kg
Aditivo SuperPlastificante	10.680	0.024	1.020	kg/bol
Aditivos Retardante	0.668	0.002	0.064	kg/bol
Agua	211.344	0.475	20.185	kg/bol
Σ	2345.568	kg/m ³		

Anexo 3.3.


Resumen Dosificación de Mezcla en volumen corregido con el Método ACI 237R-07


Material	Peso (kg)	Volumen	und
Cemento Portland Tipo Ms	1	1	pie ³
Agregado Grueso	1.650	1.741	pie ³
Agregado Fino	2.121	2.017	pie ³
Aditivo Superplastificante	0.024	1.020	lt/bls
Aditivos Retardante	0.002	0.064	lt/bls
Agua	0.475	20.185	lt/bls

Anexo 4. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FÍSICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON LOS PORCENTAJES DE SUSTITUCIÓN DE ACR


Anexo 4.1.

Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla de CAC con sustitución del 0% de ACR.

		1	2	3	PROMEDIO	
DIÁMETRO MÁS LARGO DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_1	59.10	65.50	61.70	62.10	cm
DIÁMETRO PERPENDICULAR A d_1 DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_2	58.50	60.10	60.90	59.83	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	$(d_1 + d_2)/2$	58.80	62.80	61.30	60.97	cm
T50	T_{50}	3.34	3.97	3.35	3.55	seg
ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	1	1	1	1	
VSI						
OBSERVACIONES		Tamaño máximo nominal de 1/2". Dosificación de los aditivos usados al 2.55% del peso de cemento. Cantidad de cemento 445 kg/m ³ No hay evidencia de segregación pero si leve sangrado.				




Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.2.

Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla de CAC con sustitución del 15% de ACR.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



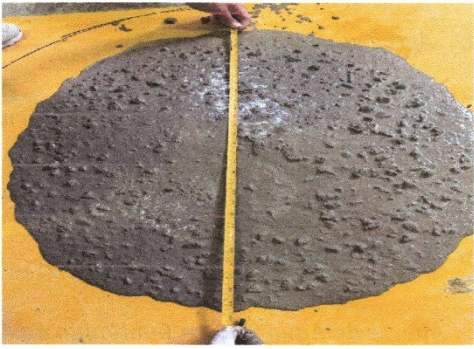
TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE


TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA


FECHA: 28/11/2024

PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP FLOW), T50 E ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07
SUSTITUCIÓN 15%

		1	2	3	PROMEDIO	
DIÁMETRO MÁS LARGO DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_1	64.50	62.30	61.20	62.67	cm
DIÁMETRO PERPENDICULAR A d_1 DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_2	58.80	59.50	60.40	59.57	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	$(d_1 + d_2)/2$	61.65	60.90	60.80	61.12	cm
T50	T_{50}	3.86	4.15	4.55	4.19	seg
ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	1	1	1	1	
VSI						
OBSERVACIONES	<p>Tamaño máximo nominal de 1/2".</p> <p>Dosificación de los aditivos usados al 2.55% del peso de cemento.</p> <p>Cantidad de cemento 445 kg/m³</p> <p>No hay evidencia de segregación pero si presenta brillo en la mezcla.</p>					




Ms. Jolío César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.3.

Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla de CAC con sustitución del 25% de ACR.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL




TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE


TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA


FECHA: 28/11/2024

PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP FLOW), T50 E ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07
SUSTITUCIÓN 25%

		1	2	3	PROMEDIO	
DIÁMETRO MÁS LARGO DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_1	54.50	60.10	61.40	58.67	cm
DIÁMETRO PERPENDICULAR A d_1 DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_2	53.50	58.40	56.30	56.07	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	$(d_1 + d_2)/2$	54.00	59.25	58.85	57.37	cm
T50	T_{50}	5.14	4.58	5.35	5.02	seg
ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	1	1	1	1	
VSI						
OBSERVACIONES	Tamaño máximo nominal de 1/2". Dosificación de los aditivos usados al 2.55% del peso de cemento. Cantidad de cemento 445 kg/m ³ No hay evidencia de segregación pero si presenta brillo en la mezcla.					



Ms. Julio César Rivasplata Diaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.4.

Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla de CAC con sustitución del 35% de ACR.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 03/12/2024

PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP FLOW), T50 E ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07
SUSTITUCIÓN 35%

		1	2	3	PROMEDIO	
DIÁMETRO MÁS LARGO DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_1	64.00	60.50	61.30	61.93	cm
DIÁMETRO PERPENDICULAR A d_1 DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_2	59.50	55.40	58.50	57.80	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	$(d_1 + d_2)/2$	61.75	57.95	59.90	59.87	cm
T50	T_{50}	4.58	3.97	5.27	4.61	seg
ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	1	1	1	1	
VSI						
OBSERVACIONES	Tamaño máximo nominal de 1/2". Dosificación de los aditivos usados al 2.55% del peso de cemento. Cantidad de cemento 445 kg/m ³ . Presenta una pequeña pila de agregado grueso en el centro pero no lo suficiente para ser considerado como inestable.					




Ms. Julio César Rivasplata Diaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.5.

Análisis del Ensayo de la Prueba de Consistencia, T50 e Índice de Estabilidad Visual de la mezcla de CAC con sustitución del 50% de ACR.


UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL




TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE


TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 03/12/2024

PRUEBA DE CONSISTENCIA (SLUMP), T50 E ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)
ASTM C1611/C1611M - ACI 237R-07
SUSTITUCIÓN 50%


		1	2	3	PROMEDIO	
DIÁMETRO MÁS LARGO DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_1	61.80	57.50	63.30	60.87	cm
DIÁMETRO PERPENDICULAR A d_1 DEL CÍRCULO EXTENDIDO DE CONCRETO FRESCO	d_2	60.90	55.20	58.60	58.23	cm
FLUJO DE ASENTAMIENTO	$(d_1 + d_2)/2$	61.35	56.35	60.95	59.55	cm
T50	T_{50}	3.96	3.84	4.25	4.02	seg
ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)	VSI	1.5	1.5	1.5		
VSI						
OBSERVACIONES	Tamaño máximo nominal de 1/2". Dosificación de los aditivos usados al 2.55% del peso de cemento. Cantidad de cemento 445 kg/m ³ . Presenta un ligero halo de mortero leve sangrado acompañado con brillo en la mezcla.					


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
 Asesor
 Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
 Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.6.

Análisis del Ensayo del Embudo en V a la mezcla de CAC con sustitución del 0% de ACR.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE


TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

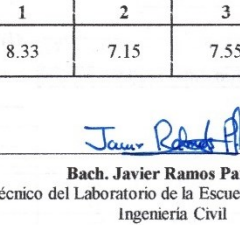
FECHA: 20/11/2024

EMBUDO EN V
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 0%

		1	2	3	PROMEDIO	
TIEMPO DE DESCARGA CONTINUA	T	8.33	7.15	7.55	7.68	seg



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.7.

Análisis del Ensayo del Embudo en V a la mezcla de CAC con sustitución del 15% de ACR.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 28/11/2024

EMBUDO EN V
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 15%

		1	2	3	PROMEDIO	
TIEMPO DE DESCARGA CONTINUA	T	9.30	10.10	9.60	9.67	seg



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Anexo 4.8.

Análisis del Ensayo del Embudo en V a la mezcla de CAC con sustitución del 25% de ACR.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 28/11/2024

EMBUDO EN V
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 25%

		1	2	3	PROMEDIO	
TIEMPO DE DESCARGA CONTINUA	T	11.96	12.15	12.55	12.22	seg



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.9.

Análisis del Ensayo del Embudo en V a la mezcla de CAC con sustitución del 35% de ACR.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 03/12/2024

EMBUDO EN V
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 35%

		1	2	3	PROMEDIO	
TIEMPO DE DESCARGA CONTINUA	T	12.93	13.14	14.20	13.42	seg



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Anexo 4.10.

Análisis del Ensayo del Embudo en V a la mezcla de CAC con sustitución del 50% de ACR.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 03/12/2024

EMBUDO EN V
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 50%

		1	2	3	PROMEDIO	
TIEMPO DE DESCARGA CONTINUA	T	13.08	14.25	14.70	14.01	scg



Ms. Julia César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.11.

Análisis del Ensayo del Caja en L a la mezcla de CAC con sustitución del 0% de ACR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

20/11/2024

CAJA EN L
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 0%

		1	2	3	PROMEDIO	
ALTURA DEL CONCRETO DEJADA EN SECCIÓN VERTICAL	H_1	13.00	10.00	12.30	11.77	cm
ALTURA DE CONCRETO AL FINAL DE SECCIÓN HORIZONTAL	H_2	10.20	9.60	9.80	9.87	cm
COEFICIENTE DE BLOQUEO (CB)	H_2/H_1	0.78	0.96	0.80	0.85	
TIEMPO QUE MARCA 200mm	T_{20}	2.43	2.15	2.35	2.31	seg
TIEMPO QUE MARCA 400mm	T_{40}	4.61	4.44	5.01	4.69	seg




Ms. Julia César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.12.

Análisis del Ensayo del Caja en L a la mezcla de CAC con sustitución del 15% de ACR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE


TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA


28/11/2024

CAJA EN L
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 15%

		1	2	3	PROMEDIO	
ALTURA DEL CONCRETO DEJADA EN SECCIÓN VERTICAL	H_1	10.00	12.50	11.20	11.23	cm
ALTURA DE CONCRETO AL FINAL DE SECCIÓN HORIZONTAL	H_2	8.60	9.80	9.50	9.30	cm
RADIO DE BLOQUEO	H_2/H_1	0.86	0.78	0.85	0.83	
TIEMPO QUE MARCA 200mm	T_{20}	4.40	3.85	4.10	4.12	seg
TIEMPO QUE MARCA 400mm	T_{40}	7.54	6.70	7.28	7.17	seg




Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.13.

Análisis del Ensayo del Caja en L a la mezcla de CAC con sustitución del 25% de ACR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA


28/11/2024

CAJA EN L
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 25%

		1	2	3	PROMEDIO	
ALTURA DEL CONCRETO DEJADA EN SECCIÓN VERTICAL	H_1	8.70	9.40	9.00	9.03	cm
ALTURA DE CONCRETO AL FINAL DE SECCIÓN HORIZONTAL	H_2	6.90	7.20	7.50	7.20	cm
RADIO DE BLOQUEO	H_2/H_1	0.79	0.77	0.83	0.80	
TIEMPO QUE MARCA 200mm	T_{20}	3.50	4.15	4.50	4.05	seg
TIEMPO QUE MARCA 400mm	T_{40}	6.74	7.10	6.85	6.90	seg



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.14.

Análisis del Ensayo del Caja en L a la mezcla de CAC con sustitución del 35% de ACR.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

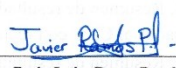
LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

03/12/2024

CAJA EN L
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 35%


		1	2	3	PROMEDIO	
ALTURA DEL CONCRETO DEJADA EN SECCIÓN VERTICAL	H_1	9.80	10.20	9.60	9.87	cm
ALTURA DE CONCRETO AL FINAL DE SECCIÓN HORIZONTAL	H_2	7.70	8.60	7.90	8.07	cm
RADIO DE BLOQUEO	H_2/H_1	0.79	0.84	0.82	0.82	
TIEMPO QUE MARCA 200mm	T_{20}	3.60	4.10	4.38	4.03	seg
TIEMPO QUE MARCA 400mm	T_{40}	6.91	6.86	7.20	6.99	seg


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
 Asesor
 Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
 Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 4.15.

Análisis del Ensayo del Caja en L a la mezcla de CAC con sustitución del 50% de ACR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE


TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

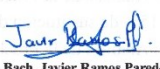
LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 03/12/2024

CAJA EN L
DIRECTRICES EUROPEAS HAC 2005 - ACI 237R 07
SUSTITUCIÓN 50%

		1	2	3	PROMEDIO	
ALTURA DEL CONCRETO DEJADA EN SECCIÓN VERTICAL	H_1	10.20	9.90	10.55	10.22	cm
ALTURA DE CONCRETO AL FINAL DE SECCIÓN HORIZONTAL	H_2	8.90	9.40	9.20	9.17	cm
RADIO DE BLOQUEO	H_2/H_1	0.87	0.95	0.87	0.90	
TIEMPO QUE MARCA 200mm	T_{20}	3.57	4.15	3.86	3.86	seg
TIEMPO QUE MARCA 400mm	T_{40}	5.25	6.10	5.84	5.73	seg



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
 Asesor
 Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil


Bach. Javier Ramos Paredes
 Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil


Anexo 5. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE CON LOS PORCENTAJES DE SUSTITUCIÓN DE ACR

Anexo 5.1.

Análisis del Peso Unitario de probetas de concreto de CAC con 0% de sustitución de ACR


UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 21/11/2024

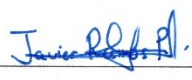
PESO UNITARIO DEL CONCRETO
NTP 339.046

Concreto Autocompactante Patrón 0%

PROBETA	REGISTRO	Ø PROM (cm)	H PROM (cm)	VOL (m3)	PESO (kg)	P.U (Kg/m3)
1	M1-001	10.09	20.09	0.0016	3.813	2373.5
2	M1-002	10.12	20.30	0.0016	3.896	2386.0
3	M1-003	10.10	20.03	0.0016	3.857	2403.5
4	M1-004	10.14	20.16	0.0016	3.814	2342.4
5	M1-005	10.17	20.13	0.0016	3.846	2351.8
6	M1-006	10.14	19.97	0.0016	3.815	2365.5
7	M1-007	10.19	20.24	0.0017	3.870	2344.4
8	M1-008	10.15	20.15	0.0016	3.801	2331.4
9	M1-009	10.13	20.27	0.0016	3.855	2359.7
10	M1-010	10.18	20.24	0.0016	3.866	2346.6
11	M1-011	10.12	20.31	0.0016	3.820	2338.4
12	M1-012	10.05	20.13	0.0016	3.847	2409.3



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Anexo 5.2.

Análisis del Peso Unitario de probetas de concreto de CAC con 15% de sustitución de ACR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 29/11/2024


PESO UNITARIO DEL CONCRETO
NTP 339.046

Concreto Autocompactante 15% AGR

PROBETA	REGISTRO	Ø PROM (cm)	H PROM (cm)	VOL (m3)	PESO (kg)	P.U (Kg/m3)
13	M2-013	10.14	20.57	0.0017	3.956	2381.5
14	M2-014	10.11	19.93	0.0016	3.924	2452.6
15	M2-015	10.10	20.28	0.0016	3.951	2431.7
16	M2-016	10.08	20.45	0.0016	3.916	2399.6
17	M2-017	10.1	20.57	0.0016	3.963	2404.7
18	M2-018	10.07	20.27	0.0016	3.936	2438.1
19	M2-019	10.24	20.24	0.0017	3.905	2342.7
20	M2-020	10.17	20.30	0.0016	3.946	2392.9
21	M2-021	10.2	20.45	0.0017	3.923	2347.7
22	M2-022	10.17	20.39	0.0017	3.922	2367.9
23	M2-023	10.21	20.13	0.0016	3.920	2378.5
24	M2-024	10.14	20.23	0.0016	3.908	2392.2



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Anexo 5.3.

Análisis del Peso Unitario de probetas de concreto de CAC con 25% de sustitución de ACR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA

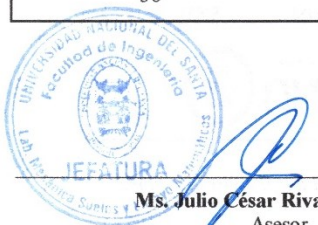
LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 29/11/2024


PESO UNITARIO DEL CONCRETO
NTP 339.046

Concreto Autocompactante 25% AGR

PROBETA	REGISTRO	Ø PROM (cm)	H PROM (cm)	VOL (m3)	PESO (kg)	P.U (Kg/m3)
25	M3-025	10.20	20.29	0.0017	3.897	2350.49
26	M3-026	10.10	20.51	0.0016	3.626	2206.63
27	M3-027	10.12	20.29	0.0016	3.905	2392.70
28	M3-028	10.13	20.40	0.0016	3.893	2367.80
29	M3-029	10.13	20.41	0.0016	3.886	2362.39
30	M3-030	10.15	20.39	0.0016	3.818	2314.18
31	M3-031	10.13	20.34	0.0016	3.843	2344.29
32	M3-032	10.09	20.51	0.0016	3.843	2343.32
33	M3-033	10.15	20.21	0.0016	3.846	2351.91
34	M3-034	10.10	20.08	0.0016	3.838	2385.66
35	M3-035	10.09	20.28	0.0016	3.822	2356.95
36	M3-036	10.12	20.15	0.0016	3.830	2363.05




Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 5.4.

Análisis del Peso Unitario de probetas de concreto de CAC con 35% de sustitución de ACR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEPFANO BOCCELY
 BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 04/12/2024


PESO UNITARIO DEL CONCRETO
NTP 339.046

Concreto Autocompactante 35% AGR

PROBETA	REGISTRO	Ø PROM (cm)	H PROM (cm)	VOL (m3)	PESO (kg)	P.U (Kg/m3)
37	M4-037	10.11	20.29	0.0016	3.825	2348.3
38	M4-038	10.11	20.33	0.0016	3.814	2337.0
39	M4-039	10.11	20.33	0.0016	3.821	2341.2
40	M4-040	10.00	20.25	0.0016	3.838	2413.2
41	M4-041	10.03	20.22	0.0016	3.801	2379.2
42	M4-042	10.07	20.4	0.0016	3.822	2352.4
43	M4-043	10.11	20.27	0.0016	3.850	2366.0
44	M4-044	10.11	20.31	0.0016	3.833	2350.9
45	M4-045	10.08	20.24	0.0016	3.850	2383.6
46	M4-046	10.13	20.52	0.0017	3.855	2331.0
47	M4-047	10.05	20.47	0.0016	3.894	2398.0
48	M4-048	10.03	20.24	0.0016	3.859	2413.1




Ms. Julio César Rivasplata Díaz
 Asesor
 Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil




Bach. Javier Ramos Paredes
 Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 5.5.

Análisis del Peso Unitario de probetas de concreto de CAC con 50% de sustitución de ACR



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

TESISTAS: BACH. LATORRACA DEPAZ, STEFFANO BOCCELY
BACH. SÁNCHEZ SEGURA, LUZ AURORA


LUGAR: LABORATORIO DE MATERIALES Y CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FECHA: 04/12/2024


PESO UNITARIO DEL CONCRETO
NTP 339.046

Concreto Autocompactante 50% AGR

PROBETA	REGISTRO	Ø PROM (cm)	H PROM (cm)	VOL (m3)	PESO (kg)	P.U (Kg/m3)
49	M4-049	10.21	20.34	0.0017	3.816	2291.5
50	M4-050	10.18	20.37	0.0017	3.810	2298.0
51	M4-051	10.20	20.43	0.0017	3.858	2311.0
52	M4-052	10.16	20.16	0.0016	3.764	2302.9
53	M4-053	10.18	20.41	0.0017	3.823	2301.3
54	M4-054	10.17	20.15	0.0016	3.754	2293.4
55	M4-055	10.13	20.26	0.0016	3.824	2341.9
56	M4-056	10.12	20.55	0.0017	3.832	2318.3
57	M4-057	10.08	20.33	0.0016	3.803	2344.1
58	M4-058	10.17	20.01	0.0016	3.788	2330.4
59	M4-059	10.13	20.01	0.0016	3.800	2356.3
60	M4-060	10.22	20.35	0.0017	3.847	2304.4



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Asesor
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico del Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 5.6.

Análisis del Ensayo de Resistencia a la compresión a la mezcla de CAC con sustitución del 0% de ACR



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales






Registro Indecopi N° 028979-2021/DSI

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	REGISTRO N° : CC-ICR-RC-01
SOLICITA : LATORRACA DEPAZ STEFFANO - SANCHEZ SEGURA LUZ	PÁGINA N° : 01 de 05
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta										Ensayo de Rotura				
	Estructura Vacuada	Fecha de Muestreo	Fc (Kg/cm²)	Diametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación Alt/Diam	Fact. Correc.	Área (mm²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (Kg)	Lectura Corregida (Kg)	Fos (Kg/cm²)	%	Tipo de Rotura
01	P-01 (0%) T	20/11/2024	280	100.9	200.9	2	1	7999.2	27/11/2024	7	19850	20011	250	89	E
02	P-02 (0%) T	20/11/2024	280	101.2	203.0	2	1	8043.6	27/11/2024	7	20010	20172	251	90	E
03	P-03 (0%) T	20/11/2024	280	101.0	200.3	2	1	8003.9	27/11/2024	7	19860	20021	250	89	E
04	P-04 (0%) T	20/11/2024	280	101.4	201.6	2	1	8078.6	04/12/2024	14	20710	20874	258	92	E
05	P-05 (0%) T	20/11/2024	280	101.7	201.3	2	1	8121.7	04/12/2024	14	19930	20091	247	88	E
06	P-06 (0%) T	20/11/2024	280	101.4	199.7	2	1	8077	04/12/2024	14	23180	23354	289	103	B
07	P-007 (0%) T	20/11/2024	280	101.9	202.4	2	1	8158.5	18/12/2024	28	22420	22591	277	99	E
08	P-008 (0%) T	20/11/2024	280	101.5	201.5	2	1	8089.8	18/12/2024	28	23090	23263	288	103	E
09	P-009 (0%) T	20/11/2024	280	101.3	202.7	2	1	8065.9	18/12/2024	28	21270	21437	266	95	E
10	P-010 (0%) T	20/11/2024	280	101.8	202.4	2	1	8145.7	15/01/2025	56	26850	27038	332	119	E
11	P-011 (0%) T	20/11/2024	280	101.2	203.1	2	1	8040.4	15/01/2025	56	26130	26315	327	117	B
12	P-012 (0%) T	20/11/2024	280	100.5	201.3	2	1	7932.7	15/01/2025	56	25970	26154	330	118	D

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cono	Cono y Hendidura	Cono y Corte	Corte	Columnar	Descripción
A						<p>TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas</p> <p>TIPO B: Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base.</p> <p>TIPO C: Se presenta cuando las caras de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas o por líneas dentadas en el contorno de la probeta respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p>TIPO D: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpes o virados para diferenciar del tipo 1</p> <p>TIPO E: Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos no bien formados.</p>

Observaciones y recomendaciones:


Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente

KAE Ingeniería
Ing. Alfonso Herrera Lozano
INGENIERO CIVIL
REG. C. CH. N° 15067



Anexo 5.7.

Análisis del Ensayo del Resistencia a la compresión a la mezcla de CAC con sustitución del 15% de ACR



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales





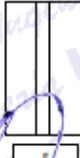
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

PROYECTO: INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	REGISTRO N°: CC-ICR-RC-01
SOLICITA: LATORRACA DEPAZ STEFFANO - SANCHEZ SEGURA LUZ	PÁGINA N°: 02 de 05
UBICACIÓN: Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta										Ensayo de Rotura				
	Estructura Vaciada	Fecha de Muestreo	Fc (Kg/cm ²)	Dímetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación A/Díam	Fact. Correc.	Área (mm ²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (Kg)	Lectura Corregida (Kg)	Fce (Kg/cm ²)	%	Tipo de Rotura
13	P-013 (15%)	28/11/2024	280	101.4	205.7	2	1	8070.7	05/12/2024	7	21640	21808	270	97	B
14	P-014 (15%)	28/11/2024	280	101.1	199.3	2	1	8019.8	05/12/2024	7	21610	21778	272	97	B
15	P-015 (15%)	28/11/2024	280	101.0	202.8	2	1	8013.4	05/12/2024	7	18950	19108	238	85	E
16	P-016 (15%)	28/11/2024	280	100.8	204.5	2	1	7973.8	12/12/2024	14	22410	22581	283	101	D
17	P-017 (15%)	28/11/2024	280	101.0	205.7	2	1	8005.5	12/12/2024	14	24780	24960	312	111	D
18	P-018 (15%)	28/11/2024	280	100.7	202.7	2	1	7961.2	12/12/2024	14	20870	21035	264	94	D
19	P-019 (15%)	28/11/2024	280	102.4	202.4	2	1	8235.5	26/12/2024	28	29300	29497	358	128	E
20	P-020 (15%)	28/11/2024	280	101.7	203.0	2	1	8123.3	26/12/2024	28	28760	28955	356	127	E
21	P-021 (15%)	28/11/2024	280	102.0	204.5	2	1	8171.3	26/12/2024	28	26630	26817	328	117	B
22	P-022 (15%) T	28/11/2024	280	101.7	203.9	2	1	8123.3	23/01/2025	56	26010	26195	322	115	E
23	P-023 (15%) T	28/11/2024	280	102.1	201.3	2	1	8190.5	23/01/2025	56	26130	26315	321	115	E
24	P-024 (15%) T	28/11/2024	280	101.4	202.3	2	1	8069.1	23/01/2025	56	25800	25984	322	115	E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cono	Cono y Hendidura	Cono y Corte	Corte	Columnar	
						<p>TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.</p> <p>TIPO B: Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base.</p> <p>TIPO C: Se presenta cuando las cargas de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidos o por ligeros desviaciones en el centrado de la probeta respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p>TIPO D: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpear con martillos para diferenciarlos del tipo 1.</p> <p>TIPO E: Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos muy bien formados.</p>
	A	B	C	D	E	

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por 

Ing. Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 15087



Anexo 5.8.

Análisis del Ensayo del Resistencia a la compresión a la mezcla de CAC con sustitución del 25% de ACR



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO : <u>INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE</u>	REGISTRO N° : <u>CC-ICR-RC-01</u>
SOLICITA : <u>LATORRACA DEPAZ STEFFANO - SANCHEZ SEGURA LUZ</u>	PÁGINA N° : <u>03 de 05</u>
UBICACIÓN : <u>Districto: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash</u>	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta										Ensayo de Rotura				
	Estructura Valuada	Fecha de Muestreo	Fc (Kg/cm²)	Dímetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación Alt/Díam	Fact. Correc.	Área (mm²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (Kg)	Lectura Corregida (Kg)	Fce (Kg/cm²)	%	Tipo de Rotura
25	P-025 (25%)	28/11/2024	280	102.0	202.9	2	1	8165.5	05/12/2024	7	22350	22521	276	99	B
26	P-026 (25%)	28/11/2024	280	101.1	205.1	2	1	8034.1	05/12/2024	7	22490	22661	282	101	B
27	P-027 (25%)	28/11/2024	280	101.2	202.9	2	1	8050	05/12/2024	7	20010	20172	251	89	E
28	P-028 (25%)	28/11/2024	280	101.3	204.0	2	1	8065.9	12/12/2024	14	23370	23545	292	104	D
29	P-029 (25%)	28/11/2024	280	101.3	204.1	2	1	8057.9	12/12/2024	14	22460	22631	281	100	D
30	P-030 (25%)	28/11/2024	280	101.5	203.9	2	1	8083.4	12/12/2024	14	23070	23243	288	103	D
31	P-031 (25%)	28/11/2024	280	101.3	203.4	2	1	8059.5	26/12/2024	28	27340	27530	342	122	D
32	P-032 (25%)	28/11/2024	280	100.9	205.1	2	1	7996	26/12/2024	28	27560	27750	347	124	E
33	P-033 (25%)	28/11/2024	280	101.5	202.1	2	1	8091.4	26/12/2024	28	28100	28292	350	125	B
34	P-034 (25%) T	28/11/2024	280	101.0	200.8	2	1	8008.7	23/01/2025	56	27560	27750	347	124	E
35	P-035 (25%) T	28/11/2024	280	100.9	202.8	2	1	8000.7	23/01/2025	56	28950	29146	364	130	E
36	P-036 (25%) T	28/11/2024	280	101.2	201.5	2	1	8043.6	23/01/2025	56	29840	30039	373	133	E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Diagramas de Rotura					Descripción
	Cono	Cono y fendadura	Cono y Corte	Corte	Columnar	
A						TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas. TIPO B: Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base. TIPO C: Se presenta cuando las zonas de aplicación de carga de ensayo están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas o por ligeras desviaciones en el centro de la probeta respecto al eje de carga de la máquina. TIPO D: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpes convertidos para diferencias del tipo 1. TIPO E: Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos no bien formados.

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por

KAE Ingeniería

Alfonso Nakoff-Lago
INGENIERO CIVIL
REG. CH. N° 15067



Anexo 5.9.

Análisis del Ensayo de Resistencia a la compresión a la mezcla de CAC con sustitución del 35% de ACR.



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos

Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD






PROYECTO : INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	REGISTRO N° : CO-ICR-RC-01
SOLICITA : LATORRACA DEPAZ STEFFANO - SANCHEZ SEGURA LUZ	PÁGINA N° : 04 de 05
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta										Ensayo de Rotura				
	Estructura Vacuada	Fecha de Muestreo	f_c (Kg/cm ²)	Dímetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación A/DxH	Fact. Correc.	Área (mm ²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (Kg)	Lectura Corregida (Kg)	f_{cc} (Kg/cm ²)	%	Tipo de Rotura
37	P-037 (35%)	03/12/2024	280	101.1	202.9	2	1	8027.7	10/12/2024	7	18220	18375	229	82	E
38	P-038 (35%)	03/12/2024	280	101.1	203.3	2	1	8032.5	10/12/2024	7	18150	18305	228	81	E
39	P-039 (35%)	03/12/2024	280	101.1	203.3	2	1	8030.9	10/12/2024	7	17770	17923	223	80	E
40	P-040 (35%)	03/12/2024	280	100.0	202.5	2	1	7860.3	17/12/2024	14	22350	22521	287	102	E
41	P-041 (35%)	03/12/2024	280	100.3	202.2	2	1	7902.8	17/12/2024	14	21600	21768	275	98	E
42	P-042 (35%)	03/12/2024	280	100.7	204.0	2	1	7962.7	17/12/2024	14	17830	17983	226	81	E
43	P-043 (35%)	03/12/2024	280	101.1	202.7	2	1	8027.7	31/12/2024	28	27530	27720	345	123	B
44	P-044 (35%)	03/12/2024	280	101.1	203.1	2	1	8027.7	31/12/2024	28	27770	27961	348	124	E
45	P-045 (35%)	03/12/2024	280	100.8	202.4	2	1	7980.1	31/12/2024	28	25640	25823	324	116	E
46	P-046 (35%)	03/12/2024	280	101.3	205.2	2	1	8061.1	28/01/2025	56	24420	24599	305	109	E
47	P-047 (35%)	03/12/2024	280	100.5	204.7	2	1	7935.9	28/01/2025	56	25030	25211	318	113	E
48	P-048 (35%)	03/12/2024	280	100.3	202.4	2	1	7893.3	28/01/2025	56	26130	26315	333	119	E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura

TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas

TIPO B: Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base.

TIPO C: Se presenta cuando las caras de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas o por ligeros desviaciones en el centrado de la probeta respecto al eje de carga de la máquina.

TIPO D: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpeado con martillo para diferenciar del tipo 1

TIPO E: Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos no bien formados.

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por **Alfonso Herrera Latorraca**
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 19067



Anexo 5.10.

Análisis del Ensayo de Resistencia a la compresión a la mezcla de CAC con sustitución del 50% de ACR.



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSO

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES	REGISTRO N° : CC-ICR-RC-01
FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	PÁGINA N° : 05 de 05
SOLICITA : LATORRACA DEPAZ STEFFANO - SANCHEZ SEGURA LUZ	
UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

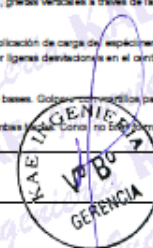
Item	Identificación y Características de la Probeta										Ensayo de Rotura				
	Estructura Vacilada	Fecha de Muestreo	Fc (Kg/cm²)	Díametro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación A/DxH	Fact. Correc.	Área (mm²)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (Kg)	Lectura Corregida (Kg)	Fce (Kg/cm²)	%	Tipo de Rotura
49	P-049 (50%)	03/12/2024	280	102.1	203.4	2	1	8193.7	10/12/2024	7	20170	20332	248	89	E
50	P-050 (50%)	03/12/2024	280	101.8	203.7	2	1	8132.9	10/12/2024	7	19850	20011	246	88	E
51	P-051 (50%)	03/12/2024	280	102.0	204.3	2	1	8171.3	10/12/2024	7	19380	19539	239	85	E
52	P-052 (50%)	03/12/2024	280	101.6	201.6	2	1	8108.9	17/12/2024	14	20750	20915	258	92	B
53	P-053 (50%)	03/12/2024	280	101.8	204.1	2	1	8132.9	17/12/2024	14	24470	24649	303	108	D
54	P-054 (50%)	03/12/2024	280	101.7	201.5	2	1	8129.7	17/12/2024	14	27760	27951	344	123	D
55	P-055 (50%)	03/12/2024	280	101.3	202.6	2	1	8059.5	31/12/2024	28	31800	32007	397	142	E
56	P-056 (50%)	03/12/2024	280	101.2	205.5	2	1	8043.6	31/12/2024	28	26710	26897	334	119	E
57	P-057 (50%)	03/12/2024	280	100.8	203.3	2	1	7980.1	31/12/2024	28	30350	30551	383	137	E
58	P-058 (50%)	03/12/2024	280	101.7	200.1	2	1	8116.9	28/01/2025	56	28460	28654	353	126	E
59	P-059 (50%)	03/12/2024	280	101.3	200.1	2	1	8064.3	28/01/2025	56	27170	27359	339	121	E
60	P-060 (50%)	03/12/2024	280	102.2	203.5	2	1	8201.8	28/01/2025	56	25400	25582	312	111	E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cono	Cono y Hendidura	Cono y Corte	Corte	Columnar	Descripción
A						TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas. TIPO B: Cono bien formado sobre una base, grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en la otra base. TIPO C: Se presenta cuando las áreas de aplicación de carga de ensayo están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas o por líneas desviadas en el contorno de la probeta respecto al eje de carga de la máquina. TIPO D: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Golpeo con martillo para diferencias del tipo I. TIPO E: Grietas verticales columnares en ambas bases. Conos no bien formados.

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron proporcionadas por el cliente.
Ingeniero Civil
REG. CIP N° 15087



Anexo 5.11.

Análisis del Ensayo de Resistencia a la flexión a la mezcla de CAC con sustitución del 0%, 15% y 25% de ACR



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCION DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	REGISTRO N° :	CC-ICR-RF-01
SOLICITA :	LATORRACA DEPAZ STEFFANO - SANCHEZ SEGURA LUZ	PÁGINA N° :	01 de 02
UBICACIÓN :	Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	RESISTENCIA :	f'c = 280 kg/cm2

FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (ASTM C-78; MTC E-709)

Item	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura						
	Estructura Vacilada	Luz entre apoyos (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura Dial (kgf)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	f'c (kg/cm2)	%	Módulo Rotura Promedio (Mpa)
01	V1 - 001 0% AGR.	190	151	151	20/11/2024	04/12/2024	14	2540	25844	1.4	15	5	1.4
02	V1 - 002 0% AGR.	190	150	150	20/11/2024	04/12/2024	14	2580	26238	1.5	15	5	
03	V1 - 003 0% AGR.	190	151	152	20/11/2024	04/12/2024	14	2510	26533	1.4	15	5	
04	V1 - 004 0% AGR.	190	151	151	20/11/2024	18/12/2024	28	3500	35294	1.9	20	7	2.1
05	V1 - 005 0% AGR.	190	152	152	20/11/2024	18/12/2024	28	4000	40216	2.2	22	8	
06	V1 - 006 0% AGR.	190	150	151	20/11/2024	18/12/2024	28	3890	39133	2.2	22	8	
07	V2 - 007 15% T	190	152	155	28/11/2024	12/12/2024	14	3080	31160	1.6	17	6	1.9
08	V2 - 008 15% T	190	152	153	28/11/2024	12/12/2024	14	3660	36869	2.0	20	7	
09	V2 - 009 15% T	190	148	145	28/11/2024	12/12/2024	14	3480	35097	2.1	22	8	
10	V2 - 010 15% AGR.	190	151	151	20/11/2024	18/12/2024	28	3500	35294	1.9	20	7	2.1
11	V2 - 011 15% AGR.	190	152	152	20/11/2024	18/12/2024	28	4000	40216	2.2	22	8	
12	V2 - 012 15% AGR.	190	150	151	20/11/2024	18/12/2024	28	3900	39232	2.2	22	8	
13	V3 - 013 25% T	190	152	153	28/11/2024	12/12/2024	14	3930	39527	2.1	22	8	2.0
14	V3 - 014 25% T	190	150	151	28/11/2024	12/12/2024	14	3240	32735	1.8	19	7	
15	V3 - 015 25% T	190	150	152	28/11/2024	12/12/2024	14	3510	35393	1.9	20	7	

Observaciones y/o recomendaciones:


Las muestras de concreto fueron realizadas por personal técnico de laboratorio.

Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 15067



Anexo 5.12.

Análisis del Ensayo de Resistencia a la flexión a la mezcla de CAC con sustitución del 25%, 35% y 50% de ACR



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

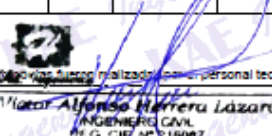
TESIS : INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCION DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	REGISTRO N° : CC-ICR-RF-01 PÁGINA N° : 02 de 02
SOLICITA : LATORRACA DEPAZ STEPFANO - SANCHEZ SEGURA LUZ	RESISTENCIA : $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
UBICACIÓN : Distrito: Nvo. Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	

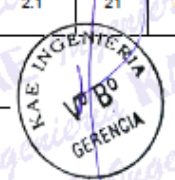
**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**
(ASTM C-78; MTC E-709)

Item	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura						
	Estructura Vacuada	Luz entre apoyos (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura Dial (kgf)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	f_c (kg/cm ²)	%	Módulo Rotura Promedio (Mpa)
16	V3 - 016 25% T	190	150	150	20/11/2024	18/12/2024	28	3970	39921	2.2	23	8	2.3
17	V3 - 017 25% T	190	151	152	20/11/2024	18/12/2024	28	4210	42283	2.3	23	8	
18	V3 - 018 25% T	190	150	151	20/11/2024	18/12/2024	28	4340	43563	2.4	25	9	
19	V4 - 019 35% T	190	151	150	20/11/2024	04/12/2024	14	3360	33916	1.9	19	7	2.0
20	V4 - 020 35% T	190	150	151	20/11/2024	04/12/2024	14	3450	34802	1.9	20	7	
21	V4 - 021 35% T	190	151	150	20/11/2024	04/12/2024	14	3610	36377	2.0	21	7	
22	V4 - 022 35% T	190	152	152	03/12/2024	31/12/2024	28	4230	42480	2.3	23	8	2.4
23	V4 - 023 35% T	190	150	151	03/12/2024	31/12/2024	28	4360	43760	2.4	25	9	
24	V4 - 024 35% T	190	152	150	03/12/2024	31/12/2024	28	4510	45237	2.5	26	9	
25	V5 - 025 50% T	190	151	153	20/11/2024	04/12/2024	14	2890	29289	1.6	16	6	1.7
26	V5 - 026 50% T	190	152	151	20/11/2024	04/12/2024	14	3140	31750	1.7	18	6	
27	V5 - 027 50% T	190	150	150	20/11/2024	04/12/2024	14	3210	32440	1.8	19	7	
28	V5 - 028 50% T	190	151	151	03/12/2024	31/12/2024	28	3970	39921	2.2	22	8	2.1
29	V5 - 029 50% T	190	150	152	03/12/2024	31/12/2024	28	3690	37165	2.0	21	7	
30	V5 - 030 50% T	190	152	150	03/12/2024	31/12/2024	28	3710	37361	2.1	21	8	

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de concreto fueron realizadas por personal técnico de laboratorio.


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 15087



Anexo 6. FICHA TÉCNICA DE MATERIALES EMPLEADOS

Anexo 6.1

Aditivo Reductor Retardador

Hoja Técnica
Edición 03, 06-10-20, JV
ADITIVOS ESPECIALES S.A.C.



Aditivos Especiales
Fabricante de Aditivos para la Construcción

PER PLAST RET

ADITIVO REDUCTOR RETARDADOR

DATOS TECNICOS

APARIENCIA: Liquido
COLOR: Transparente
DENSIDAD: 1,18± 0,01 g/ml
NORMA: ASTM C 494 Tipo B.

ENVASES
Se ofrece a granel en envases de 1100kg, cilindros de 246 kg. Siendo la vida útil en almacenamiento de 1 año.

TIEMPO DE VIDA – ALMACENAMIENTO
Almacenamiento 12 meses a partir de la fecha de producción, en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.

PRODUCTO NO CONTROLADO POR SUNAT

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO
PER PLAST RET es un aditivo líquido plastificante y reductor de agua con efecto retardante, no contiene cloruros. Se recomienda en la mantención de la consistencia en el transporte, extender el fraguado inicial, para lograr buena trabajabilidad, buenos acabados.

APLICACIONES PRINCIPALES

- Como plastificante, en la mezcla de concreto incrementa el asentamiento de la consistencia sin necesidad de incrementar la cantidad de agua, obteniendo concretos de óptima trabajabilidad.
- Como reductor de agua, disminuye el agua de diseño hasta en un 15% manteniendo constante el asentamiento mejorando las resistencias en todas las edades.
- Como ahorrador de cemento, al reducir agua en la mezcla de concreto e incrementar resistencias se puede ahorrar cemento logrando concretos a bajo costo y de buena calidad.

BENEFICIOS

- Mejora la adherencia entre el concreto y el acero.
- Concretos homogéneos.
- Se logra concretos trabajables a medida.
- Reduce la permeabilidad y contracciones.
- Se logra concretos durables.
- Es compatible con aditivos incorporadores de aire.
- Aumenta todas las resistencias.

DOSIFICACION
La dosis que emplear es del 0.1 a 0.5% del peso del cemento empleado en la mezcla de concreto, dependiendo del tipo de cemento y estado del clima a emplearse. La dosis óptima se determina en las condiciones en la que se va a emplear.
PER PLAST RET cumple con los requisitos de la norma ASTM C494 para aditivos retardantes tipo B y reductores de agua retardantes tipo D.
Se emplea solo en el concreto o se puede usar combinados con incorporador de aire, super plastificantes entre otros.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD
Precauciones de manipulación
Para la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias protegiéndose adecuadamente. Se deberá almacenar en lugar fresco y en sombra.

GARANTÍA LIMITADA
Aditivos le garantiza en el momento y en el lugar que se efectuó el despacho, que nuestro material será de buena calidad y estará en conformidad con nuestras especificaciones publicadas vigentes en la fecha de aceptación del pedido.

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD
La ilustración contenida en el presente se incluye únicamente para fines ilustrativos, y a nuestro más leal saber, es fiel y correcta. Sin embargo AE no puede ofrecer, bajo ninguna circunstancia, garantía alguna de los resultados ni asumir ninguna obligación ni responsabilidad en relación con el uso de esta información. Dado que AE no tiene ningún control sobre el uso que se pueda hacer de su producto, se recomienda probar los productos para determinar si son aptos para un uso específico y/o si nuestra especificación es válida en una circunstancia determinada. La responsabilidad reside en el usuario en cuanto al diseño, la aplicación y la instalación correcta de cada producto. El fabricante y el usuario determinarán la idoneidad de los productos para una aplicación específica y asumirán toda responsabilidad en relación con la misma.



ventas@aditivosespeciales.com.pe

Anexo 6.2.

Aditivo Líquido Superplastificante



DATOS TÉCNICOS

APARIENCIA: Líquido
COLOR: Caramelo
DENSIDAD: 1.063 kg/lit.

NORMAS / ESPECIFICACIONES:
ASTM C 494 TIPO A Y F

ENVASES

-Galones
-Balde de 5 galones
-Cilindro de 55 galones.

TIEMPO DE VIDA – ALMACENAMIENTO

Los envases sellados de este producto se garantizan durante 1 año si se mantiene bajo techo. En caso el producto este vencido consultar al fabricante para la revisión y aceptación de su uso. Almacenar a temperaturas mayores de -2°C y menores de 40°C No deje que se congele el producto.

RENDIMIENTO Y CONSUMO

Se recomienda usar el PER-SUPLAST N en dosis de 0.3% a 2.5% del peso del cemento.

Hay que realizar previos ensayos para determinar la mejor dosificación porque los resultados del producto dependen también de la temperatura y los agregados. Como plastificante utilizar de 0.3% al 0.6% del peso del cemento. Como super plastificante utilizar del 0.6% al 2.5% el peso del cemento.

PRODUCTO NO CONTROLADO POR SUNAT

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

PER-SUPLAST N es un aditivo líquido reductor de agua, plastificante o superplastificante (reduce el cemento /m3). No contiene cloruros es recomendado para concreto pretensado.

USOS

- Especial para fluidificar el concreto o mortero.

VENTAJAS

- Proporciona gran trabajabilidad de la mezcla.
- Hace que la mezcla se pueda bombear a grandes distancias.
- Por su trabajabilidad de la mezcla obtenemos un acabado perfecto sin cangrejeras.
- Permite en climas extremos doblar los tiempos de trabajabilidad de la mezcla.
- Obtenemos concretos super impermeabilizados y resistentes.
- Incrementa la resistencia inicial y final a la compresión.
- Reduce la demanda de energía para su colocación.

SUPERFICIES RECOMENDADAS

- Como superplastificante:
Si le adicionamos a la mezcla original fluidifica el concreto o mortero, produciendo un incremento en el asentamiento (slump) sin necesidad de agregar más agua.
- Como plastificante:
Se incorpora al agua del amasado, fluidifica la mezcla.
- Como reductor de agua:
Permite reducir desde aproximadamente un 15% hasta un 30% de agua obteniendo un concreto trabajable, impermeable con altas resistencias en todas sus edades. Se recomienda realizar diseños de prueba hasta obtener el diseño adecuado.
- Como reductor de cemento:

Cuando reducimos agua al diseño obtenemos un incremento en las resistencias por lo tanto podemos disminuir cemento y obtener diseños más económicos.

APLICACIÓN

- Viene listo para usar como plastificante debe incorporarse al agua del amasado.
- Viene listo para usar como superplastificante debe incorporarse a la mezcla ya lista y mezclar por 5 minutos.
- Como reductor de agua adicionar a la última porción de agua del amasado y mezclar.

LIMITACIONES

- No tiene Limitaciones. Es necesario realizar pruebas de laboratorio para encontrar la dosificación perfecta dado que los resultados también dependen de la temperatura ambiente y los agregados

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Precauciones de manipulación
Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

GARANTÍA LIMITADA

Aditivos le garantiza en el momento y en el lugar que se efectúe el despacho, que nuestro material será de buena calidad y estará en conformidad con nuestras especificaciones publicadas vigentes en la fecha de aceptación del pedido.

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La ilustración contenida en el presente se incluye únicamente para fines ilustrativos, y a nuestro más fiel saber, es fiel y correcta. Sin embargo AE no puede ofrecer, bajo ninguna circunstancia, garantía alguna de los resultados ni asumir ninguna obligación ni responsabilidad en relación con el uso de esta información. Dado que AE no tiene ningún control sobre el uso que se pueda hacer de su producto, se recomienda probar los productos para determinar si son aptos para un uso específico y/o si nuestra especificación es válida en una circunstancia determinada. La responsabilidad reside en el usuario en cuanto al diseño, la aplicación y la instalación correcta de cada producto. El fabricante y el usuario determinarán la idoneidad de los productos para una aplicación específica y asumirán toda responsabilidad en relación con la misma.



ventas@aditivosespeciales.com.pe

Anexo 6.3.

Cemento Tipo MS

Diciembre 2024 V1

CEMENTO

FORTIMAX

“MÁXIMA DURABILIDAD”

DESCRIPCIÓN

Cemento Tipo MS (MH). Cemento Hidráulico de moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.

Usos

- Ideal para suelos con presencia moderada de sulfatos.
- Ideal para obras que requieren moderado calor de hidratación.
- Ideal para obras cercanas a grandes fuentes de agua (mar, lagos, ríos, etc.)

ATRIBUTOS

Durabilidad
Diseño premium con adiciones minerales activas que garantizan un excelente desarrollo de resistencias a la compresión y una máxima protección contra los agentes agresivos del entorno.

Moderado calor de hidratación
Favorable para ser utilizado en climas cálidos o despachos masivos de concreto pre mezclado. En condiciones adecuadas de curado reduce el riesgo de fisuras y grietas.

Baja permeabilidad en el concreto
Debido al diseño, en el contenido de adiciones, contribuye a la disminución de la permeabilidad del concreto garantizando la protección de las estructuras de fierro en obra.

PRESENTACIONES

Ecosaco
42.5 kg

A granel

Big Bag
(1 tonelada)

*En cumplimiento de la Norma Metrológica Peruana (NMP 002-2018)

RECOMENDACIONES DE USO

Utilizar agregados y materiales de buena calidad.

A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

■ Las proporciones de los materiales están sujetas a la calidad de los agregados de la zona, y a la ejecución de un diseño de mezclas por un experto, pero es aceptado que con materiales aprobados para construcción se usen las siguientes proporciones.

Aplicación	Resistencia (Pc)	Cemento	Arena limpia	Piedra de tamaño máximo (diámetro)	Agua
Losas aligeradas, placas y otros	175	1	2	3	0.5 (*)
Vigas y columnas	210	1	2	2	0.5 (*)

(*) El agua debe ser la suficiente para lograr una consistencia trabajable (slump de 5 a 6 pulgadas), la mezcla no debe estar muy aguada, debe poder levantarse con un badilejo sin escurrirse rápidamente.

■ Para otro tipo de concreto se requiere un diseño de mezclas específico, si se usan aditivos el agua debe reducirse.

■ Usar un único recipiente de medida.

RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO

- 1 Los primeros cementos que entren, deben ser los primeros en salir.
- 2 Las bolsas de cemento deben almacenarse a una distancia de 15 cms como mínimo de las paredes del almacén y 60 cms de otras pilas.
- 3 Cubrir con una capa impermeable para evitar la humedad.
- 4 Reducir tiempo de almacenamiento cuando las temperaturas sean menores a 10°C.
- 5 Revisar la bolsa de cemento antes de usarla para verificar si es que tiene grumos. En caso tenga grumos, antes de su uso tamizar la bolsa.
- 6 Colocar panhuelas de madera para evitar la humedad del suelo.
- 7 Evitar la circulación del aire entre bolsas en el apilado.

Para más información ingresa a:
www.cementospacasmayo.com.pe
 O escanea el código QR:

Anexo 7. PANEL FOTOGRÁFICO

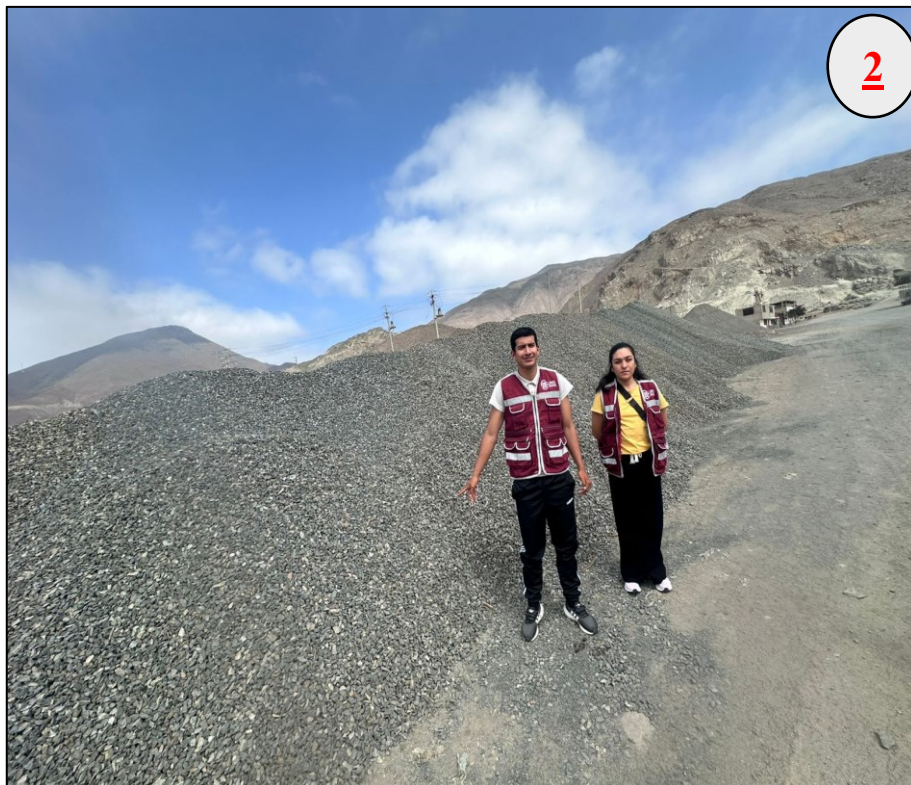
A. Cantera La Sorpresa, ubicada en Chimbote.



Imagen 1-2:

Obtención de agregado grueso, seleccionado de la Cantera La Sorpresa, ubicada en el norte de Chimbote.

Una Cantera que cuenta con 25 años aproximados de explotación.



B. Zona de extracción de concreto reciclado.



Imagen 3-4:

Residuos de demoliciones en
varios puntos críticos de las
ciudades de Chimbote y Nuevo
Chimbote.

Las imágenes son del mes de
marzo del 2025, en la
Prol. Buenos Aires y la Av.
Pardo.

C. Trituración manual de concreto reciclado



Imagen 5-6:

Proceso de trituración manual para obtener agregado fino reciclado, este método de trituración es aceptado en la normativa peruana siempre y cuando cumpla los requisitos para su aceptación (material pasante la malla 3/8" y retenido en la malla N°200).

D. Muestreo de los agregados (NTP 400.010)



Imagen 7:

Como primer paso para la caracterización del agregado fino se realiza el famoso cuarteo con la muestra (masa mínima en kg) especificada por la norma peruana.

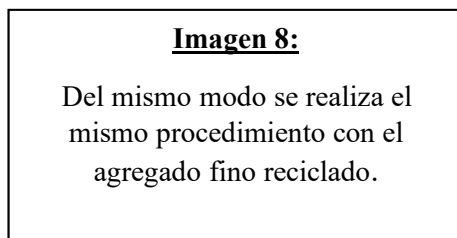


Imagen 8:

Del mismo modo se realiza el mismo procedimiento con el agregado fino reciclado.

E. Tamizado de agregados para ensayo granulométrico (NTP 400.012)



Imagen 9-10:

Realización del análisis granulométrico del agregado grueso convencional y del reciclado, en este caso el TMN fue de $\frac{1}{2}$ ".

F. Ensayo del Peso Unitario y Vacíos del agregado (NTP 400.017)



Imagen 11-12: Toma de datos para la realización del ensayo de peso unitario y vacíos de los agregados.

G. Ensayo del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022)

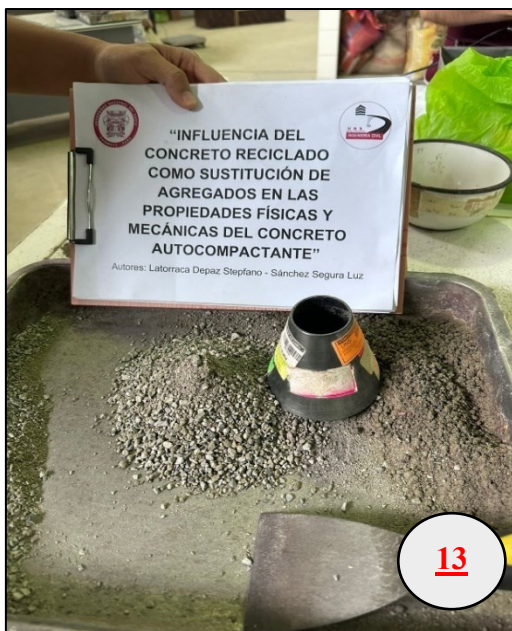


Imagen 13-14: Cono de arena para obtener el peso específico del agregado fino.

H. Ensayo del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (NTP 400.021)

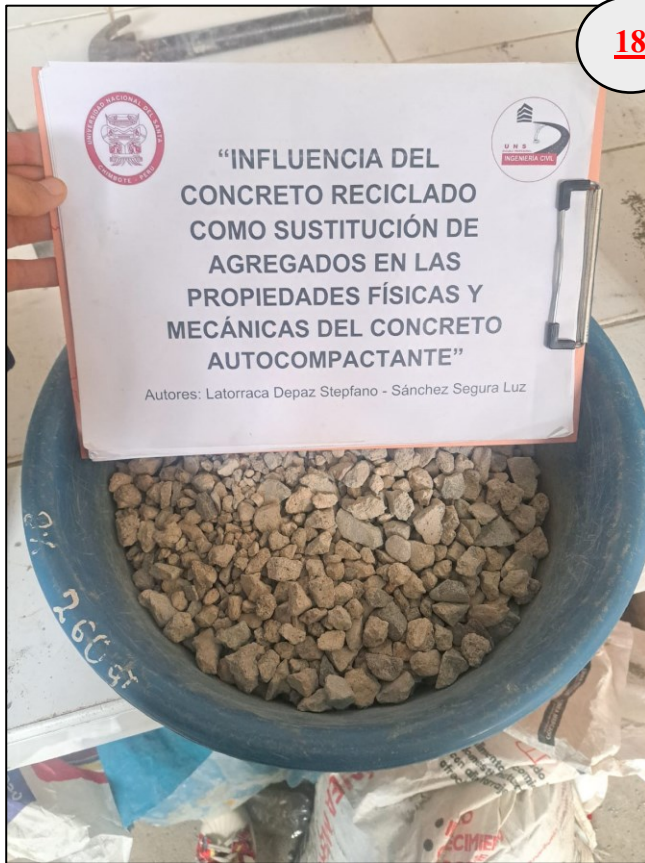


Imagen 15,16,17:

Para llegar al estado de superficialmente seco el agregado grueso se ayuda con el secado con toallas, esa misma muestra se sumerge en el balde prueba.



I. Ensayo de Contenido de Humedad de los agregados (NTP 339.185)



J. Ensayo de Resistencia a la Degradación por Abrasión e Impacto en la Máquina los Ángeles (NTP 400.019)



K. Protocolo del tiempo de mezclado

Secuencia de Mezclado	Tiempo de Mezclado (min)	Tiempo Acumulado (min)
Agua (15%)	0.5	0.5
Agregado grueso (100%)	0.5	1
Agregado fino (100%)	0.5	1.5
Agua (15%) + Aditivo Retard. (100%)	1.5	3
Cemento Portland Ms (100%)	1.5	4.5
Aditivo Plast. (100%) + Agua (20%)	2.5	7
Agua (50%)	1	8
Mezclado	4	12
Reposo	1.5	13.5
Mezclado Final	3	16.5
Descarga al buggy	0.5	17

Fuente: Propio.

L. Elaboración y Curado de especímenes de Concreto Autocompactante en laboratorio (ASTM C1758-15) (NTP 339.183)



Imagen 23, 24, 25:

Se realizó el moldeado de los especímenes de 4" x 8" para su posterior ensayo, es indispensable para mejores resultados, moldear todos los testigos según su dosificación de una misma tanda..

M. Prueba de Consistencia (Slump Flow), T50 e Índice de Estabilidad Visual (ASTM C 1611- ACI 237R-07)

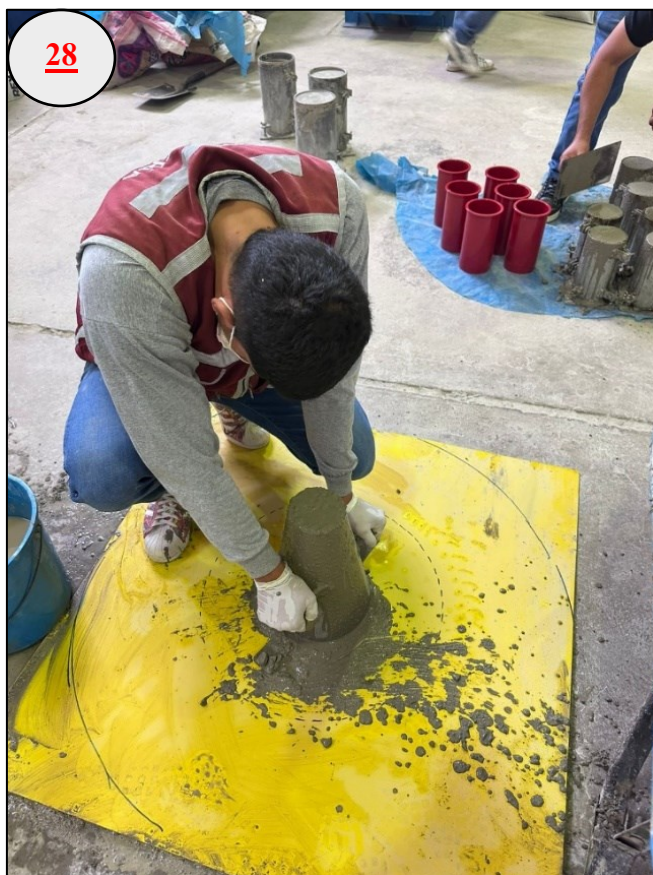


Imagen 26, 27, 28:

Para mejores resultados del presente ensayo se deberá usar una superficie del mismo material para todas las muestras, en este caso se optó por una plancha metálica.

N. Ensayo de caja en L (Directrices Europeas - ACI 237R-07)



Imagen 29 y 30:

Pedir ayuda de un tercero para la toma de tiempos, t_{20} - t_{40} , para mejores resultados. Para el ensayo se utilizó una caja en L con 3 barras refuerzos de 12mm con una separación de 0.34 m entre barras.

O. Ensayo de embudo en V (Directrices Europeas 2005)

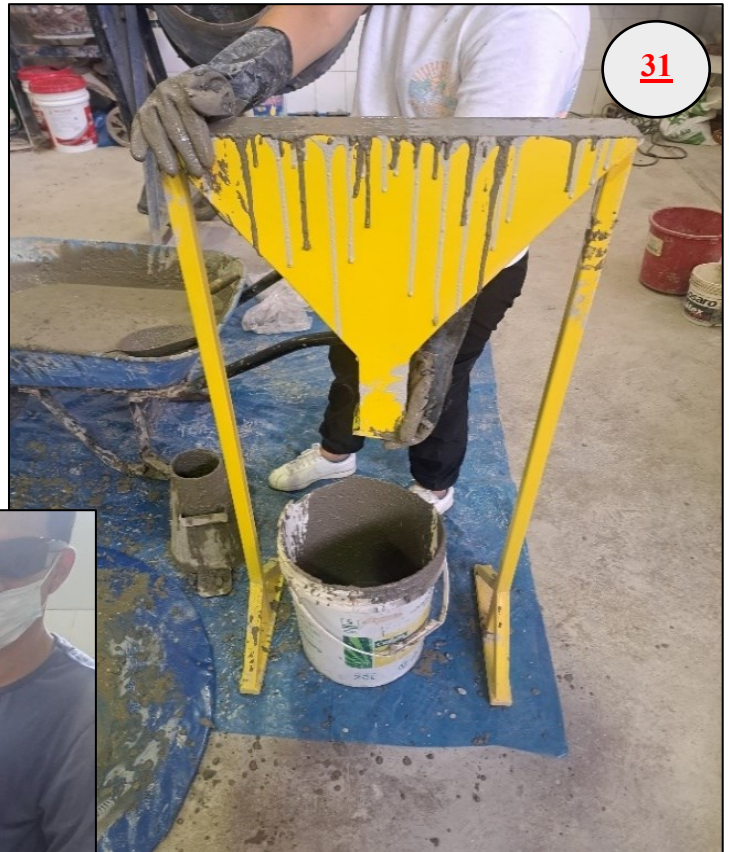


Imagen 31 y 32:

Para el V-funnel es aconsejable medir el tiempo que descarga el flujo al menos 2 veces en menos de 5 minutos y obtener una media.

Además, autores recomiendan dejar reposar 5 minutos la mezcla antes de abrir la compuerta para valorar su tendencia a segregarse.

P. Peso Unitario del Concreto (NTP 339.046)



Q. Ensayo de Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)



Imagen 35:

Toma de medidas de los testigos cilíndricos de concreto autocompactante por el técnico del Laboratorio Kae Ingeniería.



Imagen 36, 37, 38:

Realización del ensayo de resistencia a la compresión con la rotura de probetas cilíndricas de diferentes dosificaciones a las edades de 7,14,28 y 56 días.

R. Ensayo de Resistencia a la Flexión (NTP 339.078)

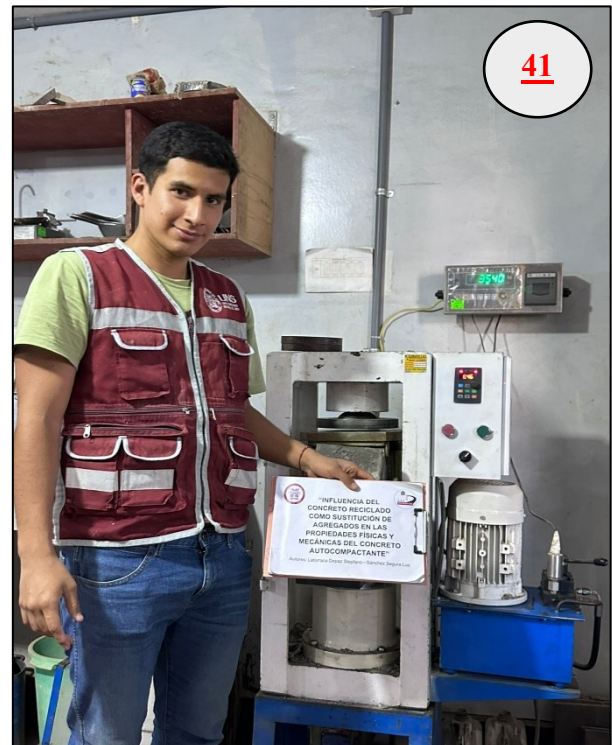


Imagen 39, 40, 41:

Realización del ensayo de resistencia a la flexión con la rotura de vigas prismáticas de diferentes dosificaciones a las edades de 14 y 28 días.

Anexo 8. DOCUMENTO DE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PARA PRENSA DE CONCRETO REALIZADO EN EL LABORATORIO DE KAE INGENIERÍA



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0110 - 2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente 4983-2023
2. Solicitante KAE INGENIERIA SAC
3. Dirección INT. A LT. 1 MZ. 36 P.J. MIRAFLORES ALTO - ANCASH SANTA CHIMBOTE

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).

4. Equipo PRENSA DE CONCRETO

Capacidad 120000 kgf
Marca PERUTEST
Modelo PC-120
Número de Serie 1054
Procedencia PERÚ
Identificación NO INDICA
Indicación DIGITAL
Marca HIGH WEIGHT
Modelo 315-X5 P
Número de Serie NO INDICA
Resolución 10 kgf

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

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

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

Ubicación NO INDICA

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

5. Fecha de Calibración 2024-05-05

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2024-05-05

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0110 - 2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de FUERZA de PERUTEST S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50 B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.2 °C	21.3 °C
Humedad Relativa	68 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 093-23 (B)

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.





PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0110 - 2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

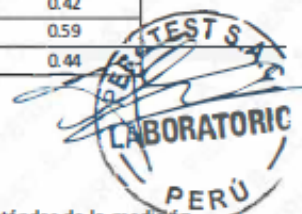
Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000	10016	10021	10026	10021
20	20000	20047	20042	20052	20047
30	30000	30082	30087	30077	30082
40	40000	40075	40080	40070	40075
50	50000	50072	50082	50062	50072
60	60000	60088	60098	60083	60089
70	70000	70087	70097	70082	70089
80	80000	80211	80206	80196	80204
90	90000	90218	90213	89319	89917
100	100000	100294	100299	100289	100294
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U ($k=2$) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa σ (%)	
10000	-0.21	0.10	0.00	0.10	0.35
20000	-0.09	0.05	0.57	0.05	0.45
30000	-0.16	0.03	0.48	0.03	0.41
40000	-0.08	0.03	0.45	0.03	0.40
50000	-0.04	0.04	0.45	0.02	0.40
60000	-0.04	0.03	0.46	0.02	0.41
70000	-0.01	0.02	0.48	0.01	0.41
80000	-0.13	0.02	0.50	0.01	0.42
90000	0.14	1.00	0.53	0.01	0.59
100000	-0.16	0.01	0.56	0.01	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (ϵ_0)	0.00 %
--	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Anexo 9. CERTIFICADO DE USO DE LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL - UNS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
“Estructurando tu futuro con seguridad y eficiencia”



Urb. Bellamar s/n 02712 – Nuevo Chimbote, Santa, Ancash

Marzo del 2025

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONCRETO

El que suscribe es el encargado de los Laboratorios de Ensayos de Materiales y Concreto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Santa.

CERTIFICA

Que los bachilleres en Ingeniería Civil, **LATORRACA DEPAZ STEPFANO BOCCELY** con DNI N.º 75944228 y **SÁNCHEZ SEGURA LUZ AURORA** con DNI N.º 74880230, ex alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa han registrado su asistencia a estos laboratorios en los periodos de Mayo 2024 – Enero 2025; desarrollando una serie de ensayos correspondientes para cumplir los objetivos de la tesis profesional designada “**INFLUENCIA DEL CONCRETO RECICLADO COMO SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE**”, cuyos resultados se obtuvieron en estos laboratorios.

Se expide el presente a solicitud de los interesados con fines que se estime conveniente.

Bach. Javier Ramos Paredes
Técnico de Laboratorios de la Escuela
Profesional de Ingeniería Civil