

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Evaluación del concreto para adoquines de uso peatonal empleando  
agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición en el distrito  
de José Leonardo Ortiz, departamento de Lambayeque, 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Cinthia Medalith Chapia Fernandez**

**ASESOR**

**Fidel Ortiz Zapata**

<https://orcid.org/0000-0002-1239-7290>

**Chiclayo, 2022**

**Evaluación del concreto para adoquines de uso peatonal  
empleando agregados obtenidos de residuos de construcción y  
demolición en el distrito de José Leonardo Ortiz, departamento de  
Lambayeque, 2020**

PRESENTADA POR:

**Cinthia Medalith Chapia Fernandez**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

Carlos Rafael Tafur Jimenez

PRESIDENTE

Pedro Patazca Rojas

SECRETARIO

Fidel Ortiz Zapata

VOCAL

## **Dedicatoria**

Lleno de regocijo, amor y esperanza, dedico este proyecto, a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante. Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres María Fernández Llamos y Danny Chapia Calderón, porque ellos son la motivación de mi vida y guías a seguir.

A mis hermanos Shirli, Yareli, Braulio y Bryana, porque son la razón de sentirme orgullosa de culminar mi meta, gracias a ellos por confiar siempre en mí.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelitos, tíos y primos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

## **Agradecimientos**

Con júbilo y placer doy las gracias:

A mi asesor el Ing. Fidel Ortiz Zapata por el apoyo y seguimiento constante en el desarrollo de la presente investigación.

A los docentes de mi casa de estudios, quienes me han brindado sus conocimientos a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis amigos que me han brindado su apoyo a lo largo de mi carrera académica, como son: Carlos, Michel, Narcis, y especialmente a Boris, quién me ha acompañado, compartido experiencias y conocimientos en el desarrollo de mi investigación.

# TESIS 2\_CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
3	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://produccioncientificaluz.org">produccioncientificaluz.org</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

# Índice

Resumen .....	15
Abstract .....	16
I. Introducción .....	17
II. Marco teórico .....	22
2.1 Antecedentes .....	22
2.2 Bases teóricas .....	26
2.2.1. Normativa .....	26
2.2.2. Pavimento Intertrabado .....	31
2.2.3. Adoquines.....	31
2.2.4. Concreto .....	34
2.2.5. Residuos de construcción y demolición (RCD) .....	37
2.2.6. Impacto ambiental .....	39
III. Metodología .....	41
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	41
3.3. Población, muestra, muestreo.....	41
3.3.1. Población .....	41
3.3.2. Muestra.....	42
3.3.3. Muestreo.....	43
3.4. Criterios de selección .....	45
3.5. Operacionalización de variables.....	46
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.6.1. Técnicas.....	46
3.6.2. Instrumentos .....	46
3.7. Procedimientos .....	47
3.7.1. Recolección y trituración de residuos de construcción y demolición .....	47
3.7.2. Ensayos de los materiales.....	47
3.7.3. Ensayos a los adoquines .....	56
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos .....	60
3.9. Matriz de consistencia .....	63
3.10. Consideraciones éticas .....	65
IV. Resultados .....	65
4.1. Evaluación de los elementos de residuos de construcción y demolición .....	66
4.1.1. Evaluación de los residuos de concreto.....	66
4.1.2. Evaluación de los residuos de ladrillo.....	67
4.2. Proceso de trituración manual para la obtención del grueso y fino reciclado.....	68

4.3. Resumen de ensayos de agregados naturales .....	69
4.3.1. Evaluación del ensayo de humedad del agregado fino y grueso (NTP 339.185:2003) .....	69
4.3.2. Ensayo de granulometría de agregado fino y grueso (NTP 400.012:2013) .....	69
4.3.3. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado fino y agregado grueso (NTP 400.021:2020 y/o NTP 400.022:2013) .....	72
4.3.4. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino y agregado grueso (NTP 400.022 y/o NTP 400.017) .....	73
4.4. Resumen de ensayos de agregados reciclados .....	74
4.4.1. Evaluación del ensayo de humedad del agregado reciclado fino y grueso (NTP 339.185:2003) .....	74
4.4.2. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado reciclado fino y agregado reciclado grueso (NTP 400.021:2020 y/o NTP 400.022:2013) .....	74
4.4.3. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado reciclado fino y agregado reciclado grueso (NTP 400.022 y/o NTP 400.017) .....	75
4.4.4. Ensayo para determinar la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles (NTP.400 019:2020) ...	76
4.4.5. Ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto (NTP.400 024:2011) .....	77
4.4.6. Ensayo para determinar el contenido de sales solubles (NTP.399.152) .....	78
4.4.7. Ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos (NTP.399.177) .....	79
4.4.8. Ensayo para determinación cuantitativa de cloruros solubles (NTP.399.178) .....	79
4.5. Resumen de diseño de mezcla .....	80
4.6. Resumen de ensayos para el concreto en estado fresco (adoquines) .....	80
4.6.1. Ensayo de peso unitario: .....	80
4.7. Resumen de ensayos para el concreto endurecido (adoquines) .....	81
4.7.1. Tolerancia dimensional: .....	81
4.7.2. Resistencia a la compresión del adoquín de concreto .....	86
4.7.3. Resistencia a la flexión por tracción (Módulo de rotura) .....	92
4.7.4. Resistencia a la absorción .....	94
4.7.5. Resistencia a la abrasión .....	97
4.7.6. Durabilidad .....	97
4.8. Programa de operación, mantenimiento y control de cargas .....	98
4.8.1. Programa de operación .....	98
4.8.2. Programa de mantenimiento .....	98
4.8.3. Programa de control de cargas .....	99
V.    Discusión .....	101
5.1. Análisis de resultados .....	101
5.1.1. Ensayo de agregados naturales y reciclados .....	101

5.1.2. Concreto en estado fresco .....	103
5.1.3. Concreto en estado endurecido (adoquines de concreto) .....	105
VII. Conclusiones.....	114
VII. Recomendaciones .....	115
VIII. Referencias .....	117
IX. Anexos.....	120

## Lista de tablas

Tabla 1: Residuos de RCD depositados en espacios públicos por regiones en el Perú. Extraído de [10] .....	18
Tabla 2: Tabla de requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos. Extraído de [17]. .....	27
Tabla 3: Composición química del cemento Tipo II y V, según NTP 334.009. Extraído de [19] .....	28
Tabla 4: Requisitos de calidad de agua según NTP 334.088. Extraído de [20] .....	28
Tabla 5: Requisitos del agregado fino según NTP 400.037. Extraído de [21] .....	29
Tabla 6: Requisitos del agregado grueso según NTP 400.037. Extraído de [21] .....	30
Tabla 7: Clasificación de adoquines. Extraído de [24] (citado en [15, p. 16]) .....	32
Tabla 8: Espesor nominal y resistencia a la compresión. Extraído de [16]. .....	32
Tabla 9: Tolerancia dimensional (aplica a todos los tipos). Obtenido de [16]. .....	32
Tabla 10: Absorción máxima según el tipo de adoquín. Extraído de [26]. .....	33
Tabla 11: Resistencia a la flexión de adoquín. Extraído de [26]. .....	34
Tabla 12: Clasificación de los RCD. Basado en [4]. .....	37
Tabla 13: Matriz de Leopold de la problemática del RCD. ....	40
Tabla 14: Ensayos de resistencia a la compresión del G1 de adoquín patrón y con agregado grueso reciclado. ....	43
Tabla 15: Ensayos de resistencia a flexotracción del G1 de adoquín patrón y con agregado grueso reciclado. ....	43
Tabla 16: Ensayos de resistencia a abrasión del G1 de adoquín patrón y con agregado reciclado .....	44
Tabla 17: Ensayos absorción del G1 de adoquín patrón y con agregado reciclado .....	44
Tabla 18: Ensayos de resistencia a la compresión del G2 de adoquín patrón y con agregado grueso reciclado. ....	44
Tabla 19: Ensayos de resistencia a flexotracción del G2 de adoquín patrón y con agregado grueso reciclado. ....	45
Tabla 20: Ensayos de resistencia a abrasión del G2 de adoquín patrón y con agregado reciclado .....	45
Tabla 21: Ensayos absorción del G2 de adoquín patrón y con agregado reciclado .....	45
Tabla 22: Estrategias metodológicas para demostración de la hipótesis. ....	61
Tabla 23: Matriz de consistencia. ....	64
Tabla 24: Evaluación visual de los residuos de concreto .....	66
Tabla 25: Evaluación visual de los residuos de ladrillo .....	67
Tabla 26: Ensayo del análisis granulométrico del agregado grueso. ....	70
Tabla 27: Ensayo del análisis granulométrico del agregado fino. ....	71
Tabla 28: Datos empleados en el cálculo del peso específico del agregado fino. ....	72
Tabla 29: Peso específico y absorción del agregado fino .....	72
Tabla 30: Datos empleados en el cálculo del peso específico del agregado grueso .....	72
Tabla 31: Peso específico y absorción del agregado grueso .....	72
Tabla 32: Peos unitario suelto seco del agregado fino .....	73
Tabla 33: Peos unitario compactado del agregado fino .....	73
Tabla 34: Peos unitario suelto seco del agregado grueso .....	73
Tabla 35: Peos unitario compactado del agregado grueso .....	73
Tabla 36: Datos empleados en el cálculo del peso específico del agregado reciclado fino .....	75
Tabla 37: Peso específico y absorción del agregado reciclado fino. ....	75
Tabla 38: Datos empleados en el cálculo del peso específico del agregado reciclado grueso. 75	75

Tabla 39: Peso específico y absorción del agregado reciclado grueso .....	75
Tabla 40: Peos unitario suelto seco del agregado fino .....	75
Tabla 41: Peos unitario compactado del agregado fino .....	76
Tabla 42: Peos unitario suelto seco del agregado grueso .....	76
Tabla 43: Peos unitario compactado del agregado grueso .....	76
Tabla 44: Ensayo de resistencia a la abrasión del agregado grueso reciclado (residuo de concreto) mediante el Método de Los Ángeles. ....	77
Tabla 45: Ensayo de resistencia a la abrasión del agregado grueso reciclado (residuo de ladrillo) mediante el Método de Los Ángeles. ....	77
Tabla 46: Ensayo para la determinación de impurezas orgánicas. ....	78
Tabla 47: Ensayo para la determinación de contenido de sales solubles .....	78
Tabla 48: Ensayo para la determinación de contenido de sulfatos ( $SO_4^{2-}$ ) .....	79
Tabla 49: Ensayo para la determinación de contenido de cloruros ( $Cl^-$ ) .....	79
Tabla 50: Tabla resumen del diseño de mezcla ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ ) .....	80
Tabla 51: Ensayo de peso unitario en estado fresco del adoquín de concreto. ....	81
Tabla 52: Tolerancia dimensional en adoquines ensayados a los 3 días. ....	82
Tabla 53: Tolerancia dimensional en adoquines ensayados a los 7 días. ....	83
Tabla 54: Tolerancia dimensional en adoquines ensayados a los 14 días. ....	84
Tabla 55: Tolerancia dimensional en adoquines ensayados a los 28 días. ....	85
Tabla 56: Resistencia a la compresión de la muestra patrón de adoquín ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )..	86
Tabla 57: Resistencia a la compresión de la muestra patrón de adoquín ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )..	86
Tabla 58: Resistencia a la compresión de la muestra con 30% de reemplazo de AR grueso de adoquín ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ ).....	87
Tabla 59: Resistencia a la compresión de la muestra con 45% de reemplazo de AR grueso de adoquín ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ ).....	88
Tabla 60: Resistencia a la compresión de la muestra con 60% de reemplazo de AR grueso de adoquín ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ ).....	89
Tabla 61: Resistencia a la compresión de la muestra con 15% de reemplazo de AR grueso y fino de adoquín ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ ) .....	89
Tabla 62: Resistencia a la compresión de la muestra con 30% de reemplazo de AR grueso y fino de adoquín ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ ) .....	90
Tabla 63: Resistencia a la compresión de la muestra con 45% de reemplazo de AR grueso y fino de adoquín ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ ) .....	91
Tabla 64: Resistencia a la compresión de la muestra con 60% de reemplazo de AR grueso y fino de adoquín ( $f^c = 320 \text{ kg/cm}^2$ ) .....	92
Tabla 65: Módulo de rotura para la muestra patrón (MP).....	92
Tabla 66: Módulo de rotura para la muestra con 15% de reemplazo de AR grueso.....	92
Tabla 67: Módulo de rotura para la muestra con 30% de reemplazo de AR grueso.....	93
Tabla 68: Módulo de rotura para la muestra con 45% de reemplazo de AR grueso.....	93
Tabla 69: Módulo de rotura para la muestra con 60% de reemplazo de AR grueso.....	93
Tabla 70: Módulo de rotura para la muestra con 15% de reemplazo de AR grueso y fino .....	94
Tabla 71: Módulo de rotura para la muestra con 30% de reemplazo de AR grueso y fino .....	94
Tabla 72: Módulo de rotura para la muestra con 45% de reemplazo de AR grueso y fino .....	94
Tabla 73: Módulo de rotura para la muestra con 60% de reemplazo de AR grueso y fino .....	94
Tabla 74: Ensayo de resistencia a la absorción de la muestra patrón .....	95
Tabla 75: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 15% de AG ...	95
Tabla 76: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 30% de AG ...	95
Tabla 77: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 45% de AG ...	95
Tabla 78: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 60% de AG ...	96

Tabla 79: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 15% de AG y AF.....	96
Tabla 80: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 30% de AG y AF.....	96
Tabla 81: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 45% de AG y AF.....	96
Tabla 82: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 60% de AG y AF.....	96
Tabla 83: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 60% de AG y AF.....	97
Tabla 84: Indicadores de evaluación del pavimento de adoquines según el método MCI. ...	100
Tabla 85: Resultados de la resistencia a compresión en adoquines .....	108
Tabla 86: Comparación de estudios .....	109
Tabla 87: Análisis de costo unitario para la obtención del agregado reciclado .....	112
Tabla 88: Análisis de costo unitario para la elaboración de adoquín de concreto .....	113
Tabla 89: Análisis de costo unitario del concreto con agregados naturales (muestra patrón)	113
Tabla 90: Análisis de costo unitario del concreto con reemplazo del 15% de agregado reciclado grueso (muestra patrón) .....	113

## Lista de figuras

Figura 1: Punto crítico de RCD en carretera Panamericana Norte. ....	19
Figura 2: Punto crítico de RCD en carretera San José .....	19
Figura 3: Punto crítico de RCD en Av. Grau (altura de Chacupe Alto) .....	19
Figura 4: Punto crítico de RCD en carretera a Ferreñafe (cerca a la Urb. Vista Alegre – Galilea).....	19
Figura 5: Longitud, ancho y espesor de las unidades de concreto parapavimentos. Extraído de [16]. .....	33
Figura 6: Residuos de la actividad de la construcción. Extraído de [30]. .....	38
Figura 7: Ubicación de los botaderos de RCD. Extraído de Google Maps.....	42
Figura 8: Vista en diagrama del aparato para el ensayo para determinar la tracción por flexión en adoquines de concreto. Extraído de ITINTEC 339.124. ....	59
Figura 9: Ejemplo de una probeta ensayada mostrando una huella. Extraído de NTP 399.624 .....	60
Figura 10: Esquema de la obtención del agregado reciclado. ....	68
Figura 11: Ecuación por el método Maintenance Control Index. Extraído de [43]. ....	99
Figura 12: Sistema de evaluación de estado del PCI. Extraído de [43]. ....	101

## Lista de gráficos

Gráfico 1: Procedimiento para el agregado fino .....	49
Gráfico 2: Procedimiento para el agregado grueso .....	49
Gráfico 3: Procedimiento del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso ....	52
Gráfico 4: Esquema del cálculo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión .....	60
Gráfico 5: Variación del peso de la muestra de agregado grueso después de ingresar al horno. .....	69
Gráfico 6: Variación del peso de la muestra de agregado fino después de ingresar al horno..	69
Gráfico 7: Curva granulométrica del agregado fino.....	71
Gráfico 8: Variación del peso de la muestra de agregado reciclado grueso después de ingresar al horno.....	74
Gráfico 9: Variación del peso de la muestra de agregado reciclado fino después de ingresar al horno.....	74
Gráfico 10: Curva edad vs $f'c$ de la muestra patrón del adoquín de concreto ( $f'c = 320$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	86
Gráfico 11: Curva edad vs $f'c$ de la muestra con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	87
Gráfico 12: Curva edad vs $f'c$ de la muestra con 30% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	87
Gráfico 13: Curva edad vs $f'c$ de la muestra con 45% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	88
Gráfico 14: Curva edad vs $f'c$ de la muestra con 60% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	89
Gráfico 15: Curva edad vs $f'c$ de la muestra con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	90
Gráfico 16: Curva edad vs $f'c$ de la muestra con 30% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	90
Gráfico 17: Curva edad vs $f'c$ de la muestra con 45% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	91
Gráfico 18: Curva edad vs $f'c$ de la muestra con 60% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$ kg/cm <sup>2</sup> ).....	92
Gráfico 19: Ensayo de humedad de los agregados naturales y reciclados .....	101
Gráfico 20: Ensayo de peso específico de masa y absorción de los agregados naturales y reciclados.....	102
Gráfico 21: Ensayo de peso unitario suelto y compactado de los agregados naturales y reciclados.....	103
Gráfico 22: Peso unitario con diferentes % de reemplazo de agregado grueso reciclado en la elaboración de adoquines de concreto.....	104
Gráfico 23: Peso unitario con diferentes % de reemplazo de agregado reciclado fino y grueso en la elaboración de adoquines de concreto. ....	105
Gráfico 24: Resistencia a la compresión de la muestra con 15% de agregado reciclado grueso en el adoquín. ....	106
Gráfico 25: Curva $f'c$ vs edad (Porcentajes de reemplazo reciclado grueso) .....	106
Gráfico 26: Curva $f'c$ vs edad (Porcentajes de reemplazo reciclado fino y grueso).....	107
Gráfico 27: Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.....	107
Gráfico 28: Ensayo de resistencia a la flexión por tracción (Porcentajes de reemplazo reciclado).....	109
Gráfico 29: Ensayo de absorción en adoquines con porcentajes de reemplazo de agregado reciclado de 45% y 60% AF-AG y AG.....	110

Gráfico 30: Ensayo de absorción en adoquines con porcentajes de reemplazo de agregado reciclado fino y grueso ..... 110

Gráfico 31: Ensayo de abrasión en adoquines de concreto (Porcentajes de reemplazo reciclado fino y grueso) ..... 111

Gráfico 32: Comparación económica del adoquín patrón vs porcentaje de reemplazo de 15%.  
..... 114

## Lista de anexos

ANEXO 1: Informe de laboratorio de ensayo a los agregados y diseño de mezcla .....	121
ANEXO 2: Informe de laboratorio de ensayo de cloruros, sulfatos y sales solubles totales al agregado reciclado.....	153
ANEXO 3: Informe de laboratorio de ensayo de impurezas inorgánicas al agregado reciclado .....	155
ANEXO 4: Informe de laboratorio de ensayo de resistencia a la compresión del concreto ..	157
ANEXO 5: Informe de laboratorio de ensayo de resistencia a la flexión por tracción del concreto .....	162
ANEXO 6: Informe de laboratorio de ensayo de resistencia a la abrasión del concreto .....	165
ANEXO 7: Informe de laboratorio de ensayo de absorción del concreto.....	167
ANEXO 8: Certificado de calibración de los equipos utilizados en los ensayos.....	179
ANEXO 9: Ficha técnica del adoquín tipo I con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso .....	220
ANEXO 10: Cotizaciones del adoquín tipo I comercial .....	221

## Resumen

La siguiente y presente investigación, tiene por objetivo evaluar al concreto empleando agregados obtenidos mediante residuos de construcción y demolición, y así ser utilizado en adoquines para uso peatonal en el distrito de José Leonardo Ortiz, ya que actualmente existe un aumento desmedido de residuos de construcción y demolición (RCD) que no son aprovechados, generando un problema socioambiental. Para ello, se basa en el estudio de los agregados reciclados obtenidos de los botaderos informales de RCD mediante diferentes ensayos de laboratorio y posteriormente, se evalúa las propiedades mecánicas del adoquín tipo I con porcentajes de reemplazo entre 15% y 60%, con la finalidad de conocer cuál es el porcentaje óptimo de adición de agregado reciclado que puede ser añadido al concreto y así poder brindar un análisis comparativo de costos.

***Palabras clave:*** Agregado reciclado, residuo de concreto, residuo de ladrillo, RCD.

## **Abstract**

The objective of this research is to evaluate concrete using aggregates obtained from construction and demolition waste for the use of paving stones for pedestrian use in the José Leonardo Ortiz district, since there is currently an excessive increase in construction and demolition waste (RCD) that are not used, generating a socio-environmental problem. For this, it is based on the study of the recycled aggregates obtained from the informal dumps of RCD through different laboratory tests and later, the mechanical properties of type I paver are evaluated with replacement percentages between 5% and 30%, with the aim to know what is the optimal percentage of addition of recycled aggregate that can be added to concrete and thus be able to provide a comparative cost analysis.

**Keywords:** *Recycled aggregate, concrete waste, brick residue, CDW.*

## I. Introducción

El sector de la construcción considerado uno de los principales impulsores económicos a nivel mundial y contribuyente del desarrollo de cada país [1]. Sin embargo, la situación problemática radica en que aporta al planeta aproximadamente el 50% de los residuos sólidos inorgánicos, produciendo a su vez residuos de construcción y demolición (RCD) que dependen directamente del incremento poblacional y el desarrollo urbano [2]. Bajo esta premisa, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática [3], la provincia de Chiclayo ha tenido un incremento poblacional de 852 801 a 862 709 habitantes, en los años 2019 y 2020 respectivamente. Además, según el artículo 6: Definición de residuos sólidos de la construcción y demolición del Decreto Supremo N°019-2016-VIVIENDA [4], las actividades y procesos de construcción, remodelación, restauración, demolición y otras actividades relacionadas con el proyecto producen RCD. Asimismo, la producción de elevadas cantidades de estos residuos y el agotamiento de recursos naturales, están contribuyendo de forma negativa a la degradación ambiental [5].

En el ámbito internacional, el inadecuado manejo de estos residuos en Costa Rica está ocasionando botaderos clandestinos, colocando en riesgo de manera directa e indirecta la salud de la población, y también eleva los costos de mantenimiento y restauración ambiental [6]. Sumado a esto, en el año 2016, del 36.4% de los residuos del sector construcción generados por la Unión Europea (UE-28), se trataron 53.3% del total de residuos generados y el resto fue incinerado sin recuperación de energía o llevado a rellenos sanitarios [7]. Asimismo, en el artículo presentado por [8], resalta que en Australia se generan alrededor de 19.5 millones de toneladas de RCD anuales, donde tan solo un tercio es dispuesto directamente a vertederos y lo restante son arrojados junto a carreteras y terrenos baldíos.

En el Perú, la contaminación causada por RCD en Lima y Callao se observa en sectores donde éstos han sido abandonados sin tener en cuenta alguna protección ambiental, pues, un gran volumen es desechados a las orillas del mar o a la rivera de los ríos [9]. En consecuencia, se puede afirmar que existen una deficiencia institucional en relación al vacío legal para imponer a las municipalidades a proporcionar información y/o constancia de los residuos de construcción y proyectos menores, pese a que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento emitió una “Guía informativa de manejo de residuos de construcción y demolición en obras menores” y aprobó en el año 2020 el Decreto Legislativo N°1501, donde resalta en su

artículo 28: Gestión de residuos municipales especiales, que éstos son los encargados de su oportuna gestión.

Conforme con la Dirección General de Asuntos Ambientales del MINVIV [10], a lo largo de los años 2013 y 2014 se provocaron en el Perú 5 047 232 m<sup>3</sup> de RCD, en particular dentro de la zona de Lambayeque se identificaron 179 zonas, cuantificándose un total de 23 661 m<sup>3</sup> (ver Tabla 1). Cabe destacar que la municipalidad de Chiclayo en el año 2013, realizó un estudio donde se obtuvo que el total de residuos sólidos de construcción asciende a 13 178. 80 m<sup>3</sup> distribuidos de manera irregular en la ciudad.

Tabla 1: Residuos de RCD depositados en espacios públicos por regiones en el Perú. Extraído de [10]

REGIONES	CANTIDAD DE RCD (m3)	CANTIDAD DE PUNTOS
Amazonas	66.535	22
Ancash	1.600.439	304
Apurímac	415	27
Arequipa	177.642	474
Ayacucho	6.698	65
Cajamarca	31.162	61
Callao	607.777	162
Cusco	72.923	88
Huancavelica	14.201	9
Huánuco	686	42
Ica	592.197	828
Junín	23.116	357
La Libertad	145.465	745
Lambayeque	23.661	179
Lima Metropolitana	887.918	2246
Lima Provincias	109.098	328
Loreto	164	12
Madre de Dios	0	0
Moquegua	302.729	536
Pasco	198.632	183
Piura	38.995	746
Puno	2.487	81
San Martín	7.089	164
Tacna	128.730	969
Tumbes	7.508	31
Ucayali	965	151
<b>Total</b>	<b>5.047.232</b>	<b>8810</b>

Asimismo, según la información presentada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), señala que la municipalidad de José Leonardo Ortiz traslada los residuos sólidos hacia botaderos a cielo abierto, es decir, no existe previamente una gestión en cuanto al reciclaje de ciertos materiales [3]. De ahí que, se generan puntos críticos, en zonas como: Por el Norte, la carretera Panamericana Norte (PE-1N), por el Sur, Av. Grau (altura de Chacupe Alto), por el Oeste, Carretera San José y por el Este, Carretera a Ferreñafe, los cuales alcanzan un volumen aproximado de 5 184 m<sup>3</sup>. 2250.00 m<sup>3</sup>, 633.6 m<sup>3</sup> y 1 545 m<sup>3</sup> respectivamente, zonas degradadas con condiciones favorables para la propagación de enfermedades.



*Figura 1: Punto crítico de RCD en carretera Panamericana Norte.*



*Figura 2: Punto crítico de RCD en carretera San José*



*Figura 3: Punto crítico de RCD en Av. Grau (altura de Chacupe Alto)*



*Figura 4: Punto crítico de RCD en carretera a Ferreñafe (cerca a la Urb. Vista Alegre – Galilea)*

Esta realidad local no se encuentra distante del ámbito nacional, puesto que la escasez de lugares adecuados para reciclar estos residuos generan diversos problemas ambientales. Asimismo, como se detalla en el párrafo anterior, el último plan de gestión data del año 2013, es decir que, a la fecha no se encuentra ninguna actualización, mostrando una falta de solidez a las líneas de acción planteadas en dicho informe. Debido a la corrupción de las autoridades, falta de capacitación sobre RCD, inexistente gestión de RCD, desinterés de las empresas constructoras y la carencia en cuanto a conciencia ambiental por parte de los pobladores adyacentes, se suma la inexistencia de lugares de disposición final y plantas de tratamiento para RCD causado por la ausencia de un Sistema de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición de las edificaciones de la ciudad de Chiclayo por parte del gobierno local, ha producido efectos negativos en diferentes zonas (ver Figura 1,2,3 y 4). Se evidencia una pérdida de recursos naturales por la explotación de canteras, la contaminación ambiental reflejada en suelos inservibles, aguas subterráneas afectadas, daño de la calidad del aire por la proliferación de polvo que impactan de forma directa e indirecta en la salud humana. Y, por último, se genera un impacto visual paisajístico negativo que no permite contemplar lo que nos ofrece la naturaleza.

Habiendo analizado la situación problemática planteada, y teniendo en cuenta el tema de la reutilización del agregado reciclado en adoquines de concreto, surge la siguiente interrogante: ¿De qué manera influye en el comportamiento del adoquín de concreto de uso peatonal, la empleación de agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición en el distrito de José Leonardo Ortiz, 2020?

La justificación del presente estudio de investigación, en el aspecto económico se busca incentivar que empresas especializadas en este ámbito se enfoquen en efectuar el proceso de recolección, triturado, clasificación; puesto que, el agregado reciclado resultante generaría ganancias para la compañía. Por otro lado, los materiales convencionales serían reemplazados por agregados reciclados, asegurando la misma o mejor calidad y con ello se disminuirá el costo de la obra, en cuanto a la fabricación del adoquín, puesta en obra y mantenimiento.

En el aspecto científico y tecnológico, en base a la información técnica y estadística que se cuenta a la fecha, se desarrollará la propuesta para poder reciclar los RCD. Pues, en el Perú y a nivel local existen pocas investigaciones sobre el aprovechamiento de RCD, es por ello que se considera necesario hacer énfasis en este tema, promoviendo a los estudiantes y cualificado en el tema a la indagación de nuevas tecnologías para la reutilización de RCD. Por consiguiente,

con toda la información técnica y estadística que se cuenta a la fecha, se desarrollará la propuesta para poder reciclar los RCD.

En el aspecto ambiental y social existe un estado preocupante, debido al calentamiento global que sigue en aumento año tras año, generando que los residuos en la construcción aporten a que se agrave este problema; por eso, se realizó esta investigación con el fin de aliviar los impactos ambientales contraproducentes que surgen a raíz de la mala disposición y tratamiento de estos residuos. Asimismo, al convertirlos en agregados reciclados proporcionarían gran aporte en el mantenimiento de los recursos naturales, puesto que la demanda de extracción de las canteras del departamento de Lambayeque disminuiría. Además, los RCD son depositados en avenidas, parques, carreteras, etc., por tanto, son potenciales focos infecciosos de enfermedades. Para la investigación, los pobladores aledaños a la carretera Panamericana Norte (PE-1N), Av. Grau (altura de Chacupe Alto), Carretera San José y Carretera a Ferreñafe, se convierten en población vulnerable. Por ello, se busca que este agregado reciclado sea reutilizado en adoquines peatonales de concreto para espacios públicos en el Distrito de José Leonardo Ortiz, cuya finalidad es contribuir a los articuladores de la vida social, enriquecen el paisaje urbano y mejorar la calidad ambiental en el distrito.

En el aspecto personal, mediante el estudio del agregado reciclado en adoquines busco contribuir e incentivar a las próximas investigaciones de nuestra comunidad estudiantil, y a la vez aportar a nuestra sociedad con su reutilización, mitigando el impacto ambiental producto de los RCD. Además, considero una magnífica oportunidad para desarrollarme en mi carrera profesional, fortaleciendo y aplicando los conocimientos adquiridos durante mi formación universitaria.

Finalmente, para el desarrollo de este proyecto, se planteó una serie de objetivos, los que permitirán responder a la interrogante propuesta en la formulación del problema. A continuación se presenta el **objetivo general** que está orientada a la investigación:

- Analizar el concreto empleando agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición para la utilización en adoquines de uso peatonal en el distrito de José Leonardo Ortiz.

Y los **objetivos específicos** que contribuirán a su realización:

- Determinar la composición química del agregado adquiridos por residuos de construcción y demolición a través del ensayo de contenido de sales solubles e impurezas inorgánicas.

- Determinar la dureza del agregado adquiridos por residuos de construcción y demolición a través del ensayo de resistencia a la abrasión.
- Determinar el porcentaje óptimo del agregado obtenidos por residuos de construcción y demolición en la utilización de adoquines para uso peatonal.
- Realizar el diseño de mezcla del concreto con porcentajes de reemplazo de 0%, 15%, 30%, 45% y 60% del agregado adquiridos por residuos de construcción y demolición, a través del método ACI.
- Evaluar las propiedades físicas del agregado adquirido por residuos de construcción y demolición mediante los ensayos de granulometría, humedad, absorción, peso unitario y peso específico.
- Evaluar propiedades mecánicas en el adoquín para uso peatonal trabajado con un 0%, 15%, 30%, 45% y 60% de agregado adquiridos de residuos de construcción y demolición, por intermedio de los ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción
- Evaluar el análisis económico del adoquín para uso peatonal, comparando el porcentaje óptimo de agregado obtenidos de residuos de construcción y demolición y agregado convencional.

## **II. Marco teórico**

### **2.1 Antecedentes**

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

**J.L.Montiel Miguel, “Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales”, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería Civil – Construcción, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 2017.**

De acuerdo con la investigación de [11], expone que los problemas latentes en Ciudad de México están relacionados con la degradación al ambiente físico y biótico (flora y fauna), la obstrucción de arroyos, cañadas y barrancas, el impacto visual del entorno, entre otros; todo ello, provocado por residuos de la construcción, los cuales no disponen con la apropiada disposición final. Por tal motivo, el proyecto busca evaluar el posible uso de agregados reciclados en la elaboración de adoquines, este último se llevan a cabo para adoquines tipo A, B y C mediante la norma NMX-C-314-ONNCCE-2014, los cuales por medio del método del ACI se realizaron 4 diseños de mezcla con un  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>,  $f'c=360$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=480$  kg/cm<sup>2</sup> correspondientemente. Los resultados muestran que los agregados reciclados cuentan con una resistencia a la compresión proximo a los 90 días de 29.4 MPa para adoquines tipo A,

39.2 MPa tipo B y 44.1 MPa tipo C. Además, en el ensayo de resistencia a la abrasión se consiguen gran eficacia, logrando un máximo desgaste en la longitud de 19 mm, sobre el ensayo de resistencia a flexión, las piezas de adoquín fueran cortadas en longitudes de 20 cm con sección de 5 cm x 5 cm, llegan a cumplir con lo requerido en la norma UNE EN1338, presentando un valor de 4.2 MPa para esta ocasión en el adoquín de tránsito ligero y para el ensayo de absorción los mayores se encuentran por debajo del 6%. Los resultados que se obtienen demuestran la viabilidad de emplear el agregado reciclado como parte del concreto para la realización de adoquines, cumpliendo con las diferentes normas tanto mexicanas, como guatemaltecas y europeas.

**L. M. Jiménez Bolaños, N. F. Trochez Sánchez, Y. D. Díaz Rosero, “Estudio para aprovechamiento de RCD en Santiago de Cali como agregado en materiales de construcción”, Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, Bistua, 2019.**

En la investigación realizada por [12], nos hace mención que el rubro de la construcción contribuye aproximadamente 50% de los residuos inorgánicos del planeta y a la vez es generado por el aumento de la población. Esto es un gran problema si estos residuos no reciben un tratamiento para su reúso y no existen lugares de disposición final, ya que alteran el ecosistema. En la investigación se busca evaluar la viabilidad del RCD como agregado fino reciclado (ARF), según la NTC 174. Además de evaluar el desempeño físico y mecánico del ARF en la fabricación de ladrillos que cumplan la NTC 4026. Para lograr dicho fin se elaboraron ladrillos con ARF y escoria de parrilla. Según los resultados obtenidos, los materiales con alto índice representativo dentro del RCD estudiado son: 9.8% de cerámica, 18.7% de cerámica roja, 38% de concreto y un 25.6% de residuos mixtos (incluye residuos de ladrillos, concreto y mortero). El análisis granulométrico de la ARF de acuerdo con la NTC 174 especifica que el material tiene una capacidad de acomodación y distribución adecuada para una matriz a base de cemento aunque no esté contenido en su totalidad dentro de los límites inferior y superior recomendados como límites del agregado fino. El análisis de impurezas orgánicas por el método colorimétrico clasifica al ARF como N°3, lo que nos dice que el contenido de materia orgánica es apto para su empleo como agregado en la producción de hormigones y morteros. Finalmente, el ladrillo fabricado presenta resistencia a la compresión de 17.90 MPa y una absorción de 9.79% con una densidad de 1789 kg/m<sup>3</sup>, cumpliendo así con lo especificado en la norma NTC 4026. Esta norma requiere un valor como mínimo de 13 MPa en cuanto a resistencia de compresión y una absorción máxima total del 12% para ladrillos de peso mediado, los cuales disponen de una densidad entre 1680 y 2000 kg/m<sup>3</sup>. Se concluye que los RCD convertidos a

ARF cumplen con la gran parte de las especificaciones de la NTC 174 y todo lo requerido en NTC 4026, por lo cual se puede usar como agregado en la elaboración de ladrillos macizos para las construcciones realizadas con el sistema de albañilería confinada.

**R. A. Robayo Salazar, R. Mejía de Gutiérrez, A.J. Mulford Carvajal, “Producción de elementos constructivos a partir de residuos de ladrillo activados alcalinamente”, Revista Facultad de Ingeniería, Tunja-Boyacá, 2016**

Los autores de [13], expresan que la producción de ladrillos de arcilla cocida roja es cercano a 1500 billones de unidades al año, un porcentaje son desechados en la producción porque no cumplen los requisitos contemplados en la norma. Estos ladrillos desechados sumados a los RCD son un problema debido a los grandes volúmenes generados en todo el mundo. En la investigación se busca evaluar la viabilidad del uso de residuos de ladrillo (RL) como componente del mortero activado alcalinamente de tipo híbrido para fabricar bloques, adoquines y tejas. Se usó cemento Portland con un peso de 10% más que RL para hacer mortero híbrido, mientras que el peróxido de hidrógeno de grado industrial y el silicato de sodio comercial se usaron como activadores alcalinos. Estos resultados muestran que el mortero híbrido base (RL) presenta una resistencia a la compresión promedio a los 7 y 28 días de 27.3 MPa y 48.6 MPa, proporcionalmente. Además, los tiempos de fragua inicial y final son 160 y 290 minutos, correspondientemente. El bloque estructural presenta una resistencia a la compresión promedio a 28 días de 17.09 MPa, absorción de 7.3% y densidad de 2019.8 kg/m<sup>3</sup>. El adoquín presenta una resistencia a la compresión promedio en los 28 días de 24.60 MPa, absorción de 6.58% y una densidad de 2094.65 kg/m<sup>3</sup>. La teja presenta una carga de rotura de 995 N, una altura de resistencia al impacto de 2.50 m y una absorción de 8.70%. Los resultados logrados muestran la viabilidad de utilizar RL como componente del mortero activado alcalinamente de tipo híbrido, junto a solo 10% en peso de cemento Portland (OPC) para fabricar bloques, adoquines y tejas. Esto gracias a que los bloques de RL cumplen con la NTC 4006 para ser considerados bloques estructurales, los adoquines cumplen con la NTC 2017 y las tejas cumplen con la NTC 2086.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

**K.N. Esteban Montalvo, “Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018”, Facultad de Ingeniería, Universidad César Vallejo, Lima, 2018.**

Esteban [14], señala que el problema tanto para los residuos de construcción y demolición (RCD) provienen de tiempos remotos, donde el hombre ya empezaba a generar estos residuos. Actualmente, algunos conciben una economía lineal, en la que los productos que adquirimos tienen una duración limitada y no ven el aprovechamiento de estos. Al aumentar las obras de construcción y demolición se genera un alto volumen de estos residuos, los cuales requieren ser aprovechados para que no vayan a parar a calles, parques, ríos, etc. La investigación tiene como objetivo fijar el porcentaje adecuado de agregado de residuos reciclados de construcción y demolición para fabricar adoquines con propiedades físicas y mecánicas iguales a los modelos convencionales. Entonces, se elaboraron adoquines con RCD recogidos de la avenida Los Ciruelos – San Juan de Lurigancho y se obtuvieron como resultados que de los 85.98 kg recolectados (ladrillo, mayólica, concreto duro y suave), 64.892 kg son aprovechables y 21.088 no aprovechables. Respecto a la granulometría, el agregado reciclado logra los requerimientos fijados por la NTP 400.12. Los adoquines con 0%, 30%, 50% y 80% de agregado reciclado presentaron un peso promedio de 2.79 kg, 2.75 kg, 2.79 kg y 2.84 kg respectivamente. Además, la textura fue rugosa y el color gris oscuro para los adoquines antes mencionados. Respecto a resistencia de compresión promedio, los adoquines con 0%, 30%, 50% y 80% de agregado reciclado presentaron a los 28 días una resistencia de 45 MPa, 46 MPa, 47 MPa y 48 MPa respectivamente. Y la absorción promedio a los 28 días de los adoquines con 0%, 30%, 50% y 80% de agregado reciclado fue de 5.85%, 4.39%, 6.42% y 9.17% respectivamente. Según estos resultados, se demostró que sí es posible reaprovechar los RCD para la producción de adoquines con agregado reciclado, cooperando así a proteger el medio ambiente. Se efectuó con los requisitos de las NTP 399.611 y NTP 400.012 para alcanzar un agregado reciclado con características similares a los agregados naturales. En definitiva, lo recomendable para elaborar adoquines con agregado reciclado es de 50%, con 41 MPa de resistencia a la compresión y 6.42 % de absorción promedio, cumpliendo con los requerimientos de la NTP 399.611.

**J.A. Barrantes Villanueva, R.C. Holguin Romero, “Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano”, Facultad De Ingeniería , Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2015.**

De acuerdo con [15] mencionan que uno de los problemas del parque automotor liviano del centro histórico de Trujillo es la deficiente construcción de pavimentos de concreto, debido al mal diseño en su mezcla (arena, piedra, cemento y agua) producto de una inadecuada elección de los materiales. Por tal motivo, surgen agrietamientos, roturas y desagregación por salitre, ocasionando peligro para los peatones, incomodidad para transitar y posibles accidentes. Para dicha investigación, se incorporó diferentes porcentajes de ceniza volante como adición en el concreto en adoquines para tránsito liviano, en los cuales se evaluaron la influencia sobre la influencia sobre la resistencia a la compresión y absorción según las normas ASTM C109 y ASTM C20 respectivamente. Para ello, se laboraron, 30 probetas de 20 cm x 10cm x 4cm a base de arena, cemento, agua y con diferentes porcentajes de ceniza volante (10%, 20%, 30%, 40% y 50%), bajo la norma NTP 399.611 con un curado de 28 días. Según los resultados de las pruebas, la resistencia a la compresión asciende a medida que aumenta el porcentaje de ceniza reemplazada hasta un 20%. Según esto, la resistencia disminuye al 9% cuando el porcentaje de ceniza reemplazada aumenta al 30%. Por otro lado, la absorción es una propiedad que guarda una relación directa y proporcional con el porcentaje de ceniza reemplazada. Los resultados muestran que un adoquín con 20% de ceniza volante de reemplazo genera mayor resistencia a la compresión (35.43 MPa) y con un porcentaje de absorción de 5.32%, los cuales están dentro de los parámetros especificados por la norma NTP 399.611, concluyendo que, sí existen propiedades favorables para el concreto según su resistencia a la compresión; además, ayuda a minimizar los presupuestos de fabricación, evitar dañar el medio ambiente y mejorar la durabilidad en el servicio.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1. Normativa**

#### **2.2.2.1. Constitución Política del Perú**

Los logros normativos en todos los ámbitos se inician formalmente con la Constitución Política del Perú de 1993, detallándose esencialmente los derechos de la persona humana, la cual establece en el CAPÍTULO II: DERECHOS FUNDAMENTALES DE LA PERSONA,

Artículo 22°.- A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida [16].

### 2.2.2.2. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobada mediante Decreto Legislativo N° 1278 – 2017.

De acuerdo con la presente ley y su reglamento, tienen por objetivo principal establecer un marco legal que involucre tanto a Gobiernos Regionales y Locales, en cuanto a la gestión eficiente de los residuos, valorización material y energética, así como, su adecuada disposición final de los mismos.

### 2.2.2.3. Normativa Técnica CE. 010. Pavimentos Urbanos

El diseño estructural de pavimentos urbanos (cap. 4 de la NT CE-10), señala que en caso de pavimentos con adoquines, las condiciones mínimas que deben cumplir en relación a las especificaciones técnicas constructivas, son:

- Sub – rasante deberá contar con un 95% de compactación, diferenciando que para suelos granulares y suelos cohesivos se realizarán proctor modificado y proctor estándar respectivamente. Asimismo, el espesor compactado debe ser mayor que 250 mm para las vías locales y colectoras, para vías arteriales y expresas mayor a 3000mm.
- Sub – base, tendrá un CBR mayor e igual al 30%.
- Base, contará con un CBR mayor e igual al 80%.
- Capa de apoyo, estará conformada por una gruesa cama de arena con espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
- Entre las juntas de adoquines ira sello de arena fina .
- Capa de rodadura en vías locales contará con espesor mayor e igual a 60 mm.

Tabla 2: Tabla de requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos. Extraído de [17].

Elemento \ Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
		Sub-rasante	95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar  Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas	
Sub-base		CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %	
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm		NR**
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm <sup>2</sup> (3,4 MPa)	f <sub>c</sub> ≥ 380 Kg/cm <sup>2</sup> (38 MPa)

Notas: \* N.A.: No aplicable; \*\* N.R.: No Recomendable; \*\*\* El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el Proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado.

Además, en su anexo 6, expone que los adoquines verán estar conforme a la norma NTP 399.611-2003.

### 2.2.2.3. Adoquines: NTP 399.611

Los pavimentos de uso peatonal se encuentran estipulados en esta normativa, donde establece los requisitos que deben cumplir.

### 2.2.2.4. Cementos: NTP 334.009, NTP 334.082, NTP 334.090

Demostrará sobre los adoquines de concreto que alcanzarán resistencia, moderada a sulfatos, gracias a que estarán fabricados por un tipo de cemento con propiedades resistentes a los sulfatos (Tipo II o Tipo V), también deberán ser producidos con maquinaria que garantice un vibrado y comprimido óptimo para una buena consistencia y larga vida útil [18].

Tabla 3: Composición química del cemento Tipo II y V, según NTP 334.009. Extraído de [19]

Composición química	Tipo II	Tipo V
Dióxido de silicio, ( $SiO_2$ ), % mín.	20,0	-
Óxido de aluminio, ( $Al_2O_3$ ), % máx..	6,0	-
Óxido férrico, ( $Fe_2O_3$ ) % máx..	6,0	-
Óxido de Magnesio, ( $MgO$ ) % máx..	6,0	6,0
Trióxido de azufre, ( $SO_3$ ), % máx..		
Cuando ( $C_3A$ ) $\leq$ 8	3,0	2,3
Cuando ( $C_3A$ ) $>$ 8	No aplica	No aplica
Pérdida por ignición, % máx..	3,0	3,0
Residuo insoluble, % máx..	0,75	0,75
Silicato tricálcico, ( $C_3S$ ), % máx..	-	-
Silicato dicálcico, ( $C_2S$ ), % mín.	-	-
Aluminato Tricálcico, ( $C_3A$ ), % máx..	8	5
Alumino-ferrito tetracálcico, más dos veces el aluminato tricálcico o solución sólida, como sea aplicable, % máx.	-	25

### 2.2.2.5. Agua de mezcla: NTP 334.088

La Norma indica que el agua que será empleada para el amasado y curado del concreto debe: estar libre de ácidos, materias orgánicas, aceites, colorante nulo, libre de azúcares. Asimismo, no deberá poseer materia que ocasione efectos negativos para la fragua, resistencia, durabilidad y aspecto del concreto.

Tabla 4: Requisitos de calidad de agua según NTP 334.088. Extraído de [20]

Descripción	Límite permisible
Límite en suspensión	5000 ppm máx.
Materia orgánica	3 ppm máx.
Alcalinidad ( $NaHCO_3$ )	1000 ppm máx.
Sulfato (Ion $SO_4$ )	600 ppm máx.
Cloruro (Ion $Cl^-$ )	1000 ppm máx.
pH	5,5 a 8
Alcalinidad total	1000 ppm mín.

### 2.2.2.6. Agregados: NTP 400.037

Establece parámetros de gradación, límite de sustancias deletéreas e ineltrarabilidad para concreto expuestos a la presencia de congelación y deshielo, considerando el agregado fino y grueso. Además, asignan los límites granulométricos del agregado global. Por otro lado, en caso tanto el agregado grueso y fino no cumplan con lo mencionado en la norma, se permite su uso, siempre y cuando se garantice un material resistente y de buena calidad solicitado por el cliente o proveedor.

Tabla 5: Requisitos del agregado fino según NTP 400.037. Extraído de [21]

TIPO DE ENSAYO	REQUISITOS NPT 400.037:2002	TIPO DE ENSAYO	REQUISITOS NPT 400.037:2002
<b>REQUISITOS OBLIGATORIOS</b>		<b>REQUISITOS COMPLEMENTARIOS</b>	
Muestreo		Pérdida por ataque de sulfatos (inalterabilidad – agregados que va estar sujeto a problemas de congelación y deshielo)	
Agregado fino	Muestra mínima $\geq$ 10 kg	Agregado fino	Máximo 10% si se utiliza sulfato de sodio. Máximo 15% si se utiliza el sulfato de magnesio.
Análisis granulométricos		<b>REQUISITOS OPCIONALES</b>	
Agregado fino	Tabla N°2 NTP 400.037 (*)	Reactividad potencial alcalina cemento – agregado (Método químico)	
Partículas delezables		Agregado fino	AGREGADO INOCUO
Agregado fino	Máximo 3%	Reactividad potencial alcalina cemento – agregado (Método de la barra de mortero)	
Material más fino que pasa el tamiz N° 200		Agregado fino	Agregado INOCUO si se cumple: La expansión a 16 días $<$ 0.10 %. Ó La expansión a 28 días $\leq$ 0.2%
Agregado fino natural	Máximo 3% para concreto sujeto a abrasión. Máximo 5% para otros concretos	Equivalente de arena	
Agregado fino chancado	Máximo 5% para concreto sujeto a abrasión. Máximo 7% para otros concretos	Agregado fino	Igual ó mayor a 75% para concreto de $f_c \geq 210$ kg/cm <sup>2</sup> para pavimento.
Agregado fino natural/chancado	Se podrá usar agregados que no cumplan con los requisitos pero cumplirán con los "PARAMETROS DE CONTROL MAXIMOS DEL PASANTE MALLA #200"	Agregado fino	Igual ó mayor a 65% para concreto de $f_c \geq 210$ kg/cm <sup>2</sup> .
Carbón y Lignito		<b>REQUISITOS OBLIGATORIOS PARA DOSIFICACION</b>	
Agregado fino	Máximo 0.5%	Contenido de Humedad	
Impurezas Orgánicas		Agregado fino	No Aplica
Agregado fino	No demuestre presencia nociva de materia orgánica La resistencia comparativa a 7 días. Mínimo 95% respecto al agregado lavado.	Peso Especifico y absorción	
		Agregado fino	No Aplica.

Tabla 6: Requisitos del agregado grueso según NTP 400.037. Extraído de [21]

TIPO DE ENSAYO	REQUISITOS NPT 400.037:2002	TIPO DE ENSAYO	REQUISITOS NPT 400.037:2002
<b>REQUISITOS OBLIGATORIOS</b>		<b>REQUISITOS OPCIONALES</b>	
Muestreo		Índice de espesor	
Agregado grueso	Muestra mínima $\geq 10$ kg	Agregado grueso	Máximo 50% agregados naturaleza. Máximo 35% en agregados triturados.
Análisis granulométricos		Reactividad potencial alcalina cemento – agregado (Método químico)	
Agregado grueso	Tabla N°2 NTP 400.037 (*)	Agregado grueso	AGREGADO INOCUO
Partículas deleznales		Reactividad potencial alcalina cemento – agregado (Método de la barra de mortero)	
Agregado grueso	Máximo 3%	Agregado grueso	Agregado INOCUO si se cumple: La expansión a 16 días $< 0.10$ %. ó La expansión a 28 días $\leq 0.2\%$
Material más fino que pasa el tamiz N° 200		<b>REQUISITOS OBLIGATORIOS PARA DOSIFICACION</b>	
Agregado grueso	Se podrá usar agregados que no cumplan con el requisito indicado (1%), pero cumplirán con los "PARAMETROS DE CONTROL MAXIMOS DEL PASANTE MALLA #200"	Contenido de Humedad	
Carbón y Lignito		Agregado grueso	No Aplica
Agregado grueso	Máximo 0.5%	Peso Especifico y absorción	
<b>REQUISITOS COMPLEMENTARIOS</b>		Agregado grueso	No Aplica.
Resistencia mecánica de los agregados – Abrasión (Método de los Angeles)		<b>CARACTERISTICAS QUIMICAS</b>	
Agregado grueso	Máxima perdida 50 %	Contenido de cloruros solubles con agua.	
Resistencia mecánica de los agregados – Abrasión (Método de los Angeles)		Agregado grueso	Concreto simple máximo 0.15%
Agregado grueso	Máximo 12 % usando sulfato de sodio. Máximo 18 % usando sulfato de magnesio.	Contenido de sulfatos solubles con agua.	
		Agregado grueso	Máximo 0.06 % ó 600 ppm

### 2.2.2.7. Manejo de residuos de la actividad de la construcción: NTP 400.050

Esta norma orienta el correcto empleo de los residuos ocasionados por la actividad de la construcción, brindando una clasificación y alternativa de reutilización para cada tipo de residuo, así como su adecuada disposición final.

### 2.2.2.8. ACI 211

El Instituto Americano del Concreto establece los criterios generales para el diseño de mezcla con el fin de crear un concreto bajo las mínimas propiedades, como: durabilidad, resistencia y trabajabilidad. En el procedimiento establecido por el ACI se incluyen los ajustes de humedad de los agregados, donde se considerará la relación entre agua/cemento, la resistencia a la compresión mínima que alcanzará, el tamaño máximo del agregado y el contenido de aire.

### 2.2.2.9. UNE-EN 1338

Normativa realizada por el Comité Técnico AEN/CTN 127, donde establece las especificaciones de los adoquines en función de las características del pavimento. Así como, los métodos de ensayo para la fabricación y su instalación.

Esta normativa europea, brinda las especificaciones de los materiales y propiedades; así como sus requisitos y métodos de ensayos para la preparación de adoquines prefabricados de concreto y elementos complementarios en cuanto a su uso peatonal.

### **2.2.2. Pavimento Intertrabado**

Según la Norma Técnica CE.010 de Pavimentos Urbanos, un pavimento con superficie rodada es aquel que tradicionalmente se compone de unidades de adoquín, madera o arcilla.

Actualmente, las unidades de hormigón se colocan encima de una fina capa de arena y los espacios se rellenan (sellos) con el material. De manera similar, los pavimentos asfálticos cuentan con una base y una sub-base además de tener una base. Uno puede describir el desempeño como un "pavimento semiflexible" [22].

### **2.2.3. Adoquines**

#### **2.2.3.1. Definición**

De acuerdo con la NTP 399.611 es un elemento prefabricado de concreto simple, el cual cumplirá con parámetros implantados en dicha norma. Asimismo, la norma UNE-EN 1338:2004, en su artículo 22.23: Adoquines de hormigón para pavimentos, lo define como: “elementos prefabricados utilizados como material de pavimentación”.

Además, en la investigación realizada por [23] señala que, los adoquines son piezas macizas rectangulares de concreto simple elaborados mediante el proceso de vibro compactación, donde los insumos está conformada de cemento, agregado fino y agregado grueso y agua. Por lo que, habrá de tenerse en consideración el análisis y ensayo de laboratorio de los agregados, para poder obtener un producto de calidad.

#### **2.2.3.2. Clasificación:**

Los adoquines de concreto fabricados según las exigencias de la NTP 399.611, son clasificados en tres tipos (ver Tabla 7):

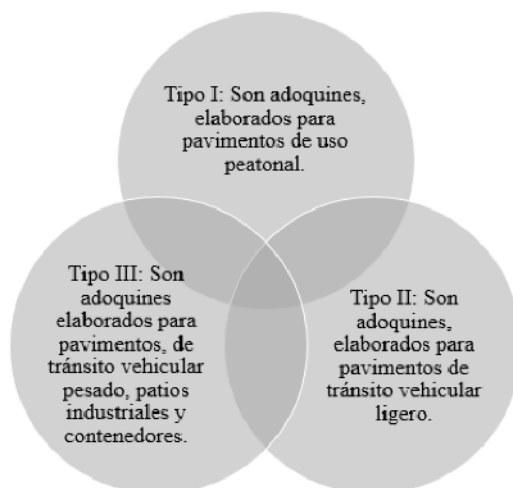


Tabla 7: Clasificación de adoquines. Extraído de [24] (citado en [15, p. 16])

Tipo	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
I	20	10	4
II	20	10	6
III	20	10	8

### 2.2.3.3. Propiedades físicas:

- Dimensiones

Se encontró en [23] que las dimensiones de los adoquines son variables, puesto que dependen de la medida molde y cómo se desea fabricar. Sin embargo, la norma NTP 399.611 establece que su espesor estará en función del uso y resistencia a la compresión mínima (ver Tabla 8). Asimismo, las variaciones permisibles en las dimensiones, en cuanto a su longitud y ancho deben estar dentro del rango de  $\pm 1.6$  mm y en espesor de  $\pm 3.2$  mm.

Tabla 8: Espesor nominal y resistencia a la compresión. Extraído de [16].

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (Pecatonal)	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	$\geq 80$	55 (561)	50 (510)

Tabla 9: Tolerancia dimensional (aplica a todos los tipos). Obtenido de [16].

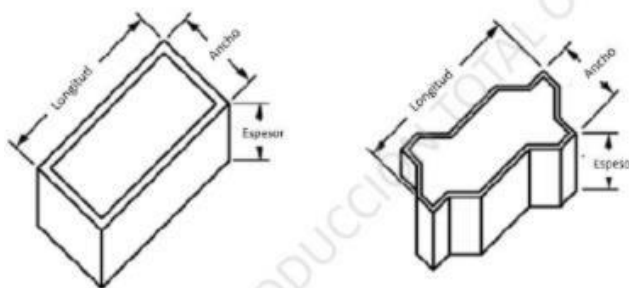


Figura 5: Longitud, ancho y espesor de las unidades de concreto parapavimentos. Extraído de [16].

Tolerancia dimensional, máx. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
± 1,6	± 1,6	± 3,2

- **Peso**

De acuerdo con Cabrera [25] señala que, en relación al peso de los adoquines, estos varían, ya que dependerá de las medidas con que se fabrica y los materiales usados.

- **Textura**

Según Cabrera [25] menciona que la rugosidad es distinta, pues depende del uso en el que será empleado.

- **Color**

“Los colores de los adoquines, se tiene que mantener con el pasar de los años para cualquier uso” [25].

- **Absorción del agua**

Conforme con la NTP 399.611, la absorción del elemento prefabricado va a depender del tipo de adoquín (ver Tabla 8), para ello se establece parámetros de absorción máxima para la unidad individual, así como el promedio de 3 unidades (ver Tabla 10).

Tabla 10: Absorción máxima según el tipo de adoquín. Extraído de [26].

Tipo de Adoquín	Absorción, máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
<b>I y II</b>	6	7,5
<b>III</b>	5	7

#### 2.2.3.4. Propiedades mecánicas

- *Resistencia a compresión*

Según la NTP 399.611 establece que la resistencia a compresión es el lazo que dispone la carga de rotura entre el adoquín y su sección. Asimismo, la norma dispone que, para este tipo de ensayo, se debe evaluar tanto el promedio de 3 como para 1 unidad de adoquines. La resistencia mínima se encuentra en función del tipo de adoquín elegido y el espesor nominal del mismo (ver Tabla 8). Además, para los autores de [27] sugiere que los ensayos se realicen a los 28 días con el fin de alcanzar un nivel de resistencia máxima.

- *Resistencia a la abrasión*

Acorde con la NTP 399.625 para determinar las características de este ensayo en adoquines de concreto se realizará según la muestra al choque de arena de sílice inyectada con aire, debido a que simula la acción de abrasivos transportados con agua y abrasivos bajo tráfico sobre zonas de concreto. Por lo que, se efectúa una acción de corte que tiende a desgastar más severamente a los elementos menos resistentes del concreto. Asimismo, se recalca que los adoquines no tendrán una disminución de volumen mayor de  $15 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^3$ , y la pérdida del espesor no mayor a 3 mm [26].

- *Resistencia a la flexión*

Según la NTP 399.611, establece que se debe asegurar que el adoquín soporte los esfuerzos máximos a flexión sin llegar a la rotura.

*Tabla 11: Resistencia a la flexión de adoquín. Extraído de [26]*

Tipo	Resistencia mínima a flexión del adoquín Mpa(kg/cm <sup>2</sup> )	
	Promedio de 3 adoquines	Mínimo de un adoquín individual
I	5.4(55)	4.6(46.8)
II	4.1(42)	3.5(35.7)
III	4.1(42)	3.5(35.7)

## 2.2.4. Concreto

### 2.2.4.1. Definición

De acuerdo con el Ing. Enrique Rivva López, el concreto es un producto artificial, en el se encuentran dentro de la pasta (medio ligante) las partículas del agregado (medio ligado).

### 2.2.4.2. Composición

Según [28], los materiales intervinientes en una mezcla de concreto son:

- **Cemento**

Esencial componente del concreto, ocupa de 7% a 15% del volumen de la mezcla. De acuerdo con la NTP 334.001, este cemento hidráulico es producto de la pulverización del clinker de portland compuesto principalmente por silicatos de calcio hidráulico, el cual junto con agua obtiene propiedades resistentes y adherentes [29].

Se definen cinco muestras de cemento, tales como:



Además, según la NTP 334.082, brinda los requerimiento de desempeño del cemento portland para usos generales y especiales, clasificándolos de la siguiente manera:



#### ▪ Agua

Componente del concreto que permite formar una pasta con el cemento al hidratarlo, el cual le otorga trabajabilidad y la capacidad de fraguar y endurecer con el tiempo. Abarca un 14% a 18% del volumen de la mezcla.

#### ▪ Agregados

“Conjunto de partículas de origen natural o artificial que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidas en los límites fijados por la NTP 400.037” [30]. Ocupan mayor parte del volumen del concreto (60% - 75%), por eso varias propiedades del concreto en estado tanto fresco como endurecido, dependerán de las características de los agregados.

##### - Agregado fino

“Material proveniente de la desintegración natural o artificial de la desintegración natural o artificial del agregado que pasa por el tamiz 9.5mm (3/8”) según NTP 350.001 y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037” [30].

- *Agregado grueso*

“Agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas” [24].

- **Aire**

En la mezcla encontramos al aire atrapado o natural (1% - 3 %) y/o aire incorporado (3% - 7 %). El primero depende de los materiales conformantes de la mezcla; y el segundo de las condiciones de la obra, insertándose mediante aditivos.

- **Aditivos**

Usados para mejorar una o varias propiedades en específico del concreto en estado fresco o endurecido.

### **2.2.4.3. Etapas del proceso de elaboración**

- **Dosificación**

En primer lugar, para la elaboración de adoquines es necesario la dosificación óptima de los materiales, para ello se establecen las proporciones a emplear para alcanzar las propiedades deseadas. Sin menos importancia, se determina sus características, tales como: granulometría del agregado, humedad, absorción y tipo de cemento [31].

- **Mezclado**

Los materiales deben mezclarse mecánicamente o de forma manual, sin embargo, esto último no garantiza un resultado uniforme. Según [31], el cemento y los agregados se combinan en seco, posteriormente se añade agua y se continúa mezclando, esto último de acuerdo con la norma ASTM C94/C 94M-07 [32], especifica que el tiempo de mezclado aceptable para mezcladoras con capacidades de 1 yd<sup>3</sup> (0.76 m<sup>3</sup>) o menos debe ser no menos de 1 min, y para mezcladoras de mayor capacidad, se debe incrementar este mínimo en 15 segundos por cada yarda cúbica (m<sup>3</sup>). Asimismo, [31] resalta que entre el tiempo de mezclado y moldeo de los adoquines, no debe transcurrir ser extenso ya que puede ocasionar que la mezcla presente inicios de fraguado.

- **Moldeado**

De acuerdo con [31], se debe tener moldes limpios para su posterior llenado con la mezcla de concreto. Además, especifica que en el caso de adoquines debe pasar por un proceso de vibrocompactación, con un tiempo aproximado de 12 segundos para proveer al adoquín de mejores propiedades físicas y mecánicas.

### ▪ **Hidratación y curado del concreto**

Según Rivva [33] la hidratación y curado del concreto se encuentra íntimamente relacionados, pues el primer término mencionado, al ser una reacción química en presencia de agua, requerirá la existencia de humedad, tiempo y condiciones de curado favorables. En este último, se deberá mantener la temperatura y condiciones de humedad para obtener una hidratación del cemento y alcanzar la resistencia con la que fue diseñada.

### ▪ **Control de calidad**

Para el adoquín de concreto, el control de calidad se rige bajo la NTP 399.611, pues establece parámetros que regulan sus propiedades mecánicas que debe alcanzar.

## **2.2.5. Residuos de construcción y demolición (RCD)**

### **2.2.5.1. Definición**

De acuerdo con [4], los restos (residuos) de construcción y demolición son todos los desechos resultantes durante la ejecución de un proyecto de obra civil, descritas en el expediente técnico. Además, integran a los residuos originados en el proceso de remoción, demolición, levantamiento, reparación, reforzamiento o adecuación para uso general. Pues según lo mencionado por [27], se harán más frecuente en la sociedad moderna y se encuentran constituidos principalmente por residuos de concreto, cerámicos, maderas, metales entre otros.

### **2.2.5.2. Clasificación de los RCD**

Los residuos de construcción y demolición (RCD), según el Decreto Supremo N°019-2016-VIVIENDA en su artículo 7: Clasificación de residuos sólidos de la construcción y demolición [4], se clasifican en:

*Tabla 12: Clasificación de los RCD. Basado en [4].*

<b>Residuos peligrosos</b>	<b>Residuos no peligrosos</b>
Restos de madera tratada.	Instalaciones: Mobiliario fijo de cocina.
Envases de removedores de pintura, aerosoles.	Fachadas: puertas, ventanas, elementos prefabricados de hormigón.
Envases de removedores de grasa, adhesivos.	Estructura: vigas y pilares, elementos prefabricados de hormigón.
Restos de tubos de fluorescentes, transformadores, condensadores, etc.	Cubiertas: tejas, tragaluces y claraboyas, soleras prefabricadas.
Restos de PVC.	Particiones interiores: mamparas, tabiquerías móviles, puertas, barandillas, ventanas.
Restos de planchas de fibrocemento (con asbesto, paneles divisorios)	Acabados interiores: cieloraso, pavimentos flotantes, alicatados.
Envases de solventes.	
Restos de cerámicos, baterías.	

### 2.2.5.3. Aprovechamiento de los RCD

El aprovechamiento del RCD, se basa principalmente en dos actividades: el reciclaje y la reutilización. En primer caso, se extraen los residuos de materiales y se procesa para añadirlos como elemento de otros productos; en cambio, en el segundo, la utilización es directa [30].

De acuerdo con el Decreto Supremo N°003-2013-VIVIENDA en su anexo 4, especifica los materiales de los RCD pueden ser reaprovechados, destacando entre ellos: materiales de demolición (concreto, residuos de mampostería, cerámicos, entre otros), elementos prefabricados de concreto, desmonte limpio, tabiquería, etc [4].

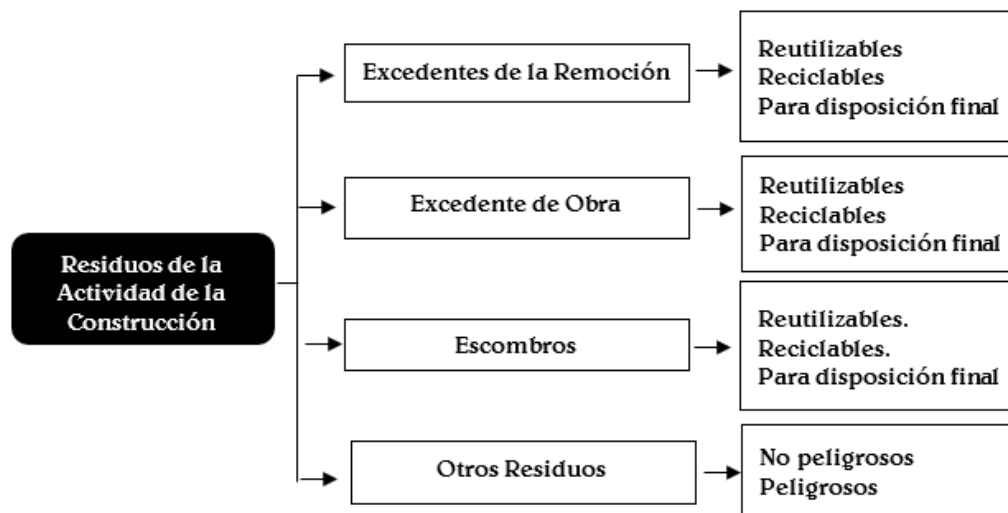


Figura 6: Residuos de la actividad de la construcción. Extraído de [30].

#### ▪ Residuos de mampostería:

Agregados reciclados provenientes de los residuos de mampostería, es uno de los más utilizados según las investigaciones de [34], pues sirven en la fabricación de concretos y morteros.

Sin embargo, señalan que las propiedades físicas y mecánicas finales pueden decaer dependiendo del porcentaje de reemplazo, por lo que, es recomendable su uso en ladrillos, bloques y adoquines. Estos últimos elementos, necesitan de mezclas con menos exigencia en cuanto a su resistencia y manejabilidad. Un limitante en cuanto al uso en prefabricados es el porcentaje de absorción de agua, pues no debe superar el 6%.

De la misma manera, su uso como un estabilizador de terrenos o de materia prima para fabricar agregados expandidos van en función a la actividad puzolánica del residuo [35].

- **Residuos de concreto:**

Los residuos de concreto son los que más sobresalen en el conjunto de los RCD, pues su desempeño en la fabricación de concretos ha sido positivo, llegando a alcanzar un 30% más de resistencia a compresión en cuanto a comparación a los concretos realizados con agregados convencionales.

Asimismo, según las investigaciones referentes a la producción de concreto, han llegado a determinar que el porcentaje de reemplazo se encuentra entre el 40% y 60% e incluso alcanzó mejorar las propiedades de aislamiento térmico, acústico y la resistencia al fuego [36].

En carreteras, estos residuos podrán ser usados como material de base y sub base, ya que permitirán lograr una estabilización adecuada y en consecuencia obtener resultados positivos al ser incorporados con el concreto [36].

### **2.2.6. Impacto ambiental**

Se define como aquel impacto producido por un proyecto de ingeniería en relación al tema ambiental, donde se altera favorable o desfavorablemente el medio o en algún componente producido por una acción [37]. Para ello, se detalla los actuales problemas mediante una Matriz de Leopold (ver Tabla 13).

Tabla 13: Matriz de Leopold de la problemática del RCD.

MAGNITUD	IMPORTANCIA	ACCIONES											SUMA		
		LIMPIEZA DE TERRENO	TRASLADO DE RCD A LO LARGO DE CARRETERAS Y/O PARQUES	ARROJO DE RESIDUOS DE RCD A LO LARGO DE CARRETERAS.	ACUMULACIÓN DE RCD A LO LARGO DE CARRETERAS.	ARROJO DE RESIDUOS DE RCD EN PARQUES.	ACUMULACIÓN DE RCD EN PARQUES.	ARROJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.	PROLIFERACIÓN DE INSECTOS Y ANIMALES.	MANIPULACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	MODIFICACION DEL HÁBITAT	MAGNITUD	IMPORTANCIA	PROMEDIO	
<b>AIRE</b>															
EMISIÓN DE GASES		0	-3	0	-3	0	-3	-3	0	0	0	0	-12	12	-36
PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN		-3	-1	-3	-5	-3	-5	-3	0	0	0	0	-23	27	-107
NIVEL DE RUIDO		-1	-2	0	-3	0	-3	0	0	0	0	0	-9	8	-21
<b>AGUA</b>															
ESCORRENTÍA		0	0	0	0	0	0	-3	0	-2	0	-5	5	-13	
AGUA SUPERFICIAL		0	0	0	0	0	0	-2	0	-1	0	-3	4	-6	
AGUA SUBTERRÁNEA		0	0	0	0	0	0	-3	0	-2	0	-5	5	-12	
CALIDAD		0	0	0	0	0	0	0	0	-3	0	-3	4	-12	
<b>SUELO</b>															
CALIDAD DE SUELO		-1	0	-3	0	-3	0	-3	0	0	0	-10	10	-28	
<b>FLORA</b>															
ARBUSTOS		0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	-5	8	-25	
ÁRBOLES		0	0	0	0	0	0	-4	0	0	0	-4	4	-16	
FOLLAJE		-2	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	-5	4	-11	
CULTIVOS		0	0	0	-4	0	0	-3	0	0	0	-7	9	-32	
<b>FAUNA</b>															
AVES		0	0	-1	-3	-1	-3	-1	3	0	0	-6	15	-21	
INSECTOS		-2	0	0	2	0	2	5	3	0	0	10	19	62	
ANIMALES TERRESTRES		-1	0	0	2	0	2	4	2	0	0	9	16	41	
<b>ÁREAS AMBIENTALES</b>															
SUELOS AGRÍCOLAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>CALIDAD VISUAL</b>															
PAISAJE		0	0	-2	-5	-2	-5	-2	-4	0	-4	-24	35	-131	
<b>FACTOR SOCIOECONÓMICO</b>															
GENERACIÓN DE EMPLEO		0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4	4	4	
RECREACIÓN		0	0	0	0	0	-5	0	-2	0	-5	-12	13	-59	
CALIDAD DE VIDA		0	0	-4	-5	-4	-5	-4	-3	0	-4	-29	28	-120	
UTILIZACION DE AREAS DE TERRENO		0	0	-2	-4	-2	-4	-2	0	0	-4	-18	19	-64	
MAGNITUD		-10	-5	-14	-28	-14	-29	-31	-1	-8	-17			-607	
	IMPORTANCIA	11	7	18	45	18	45	59	18	11	17				
PROMEDIO		-16	-14	-46	-153	-46	-160	-75	1	-24	-74	-607		CORRECTO	

FACTORES AMBIENTALES

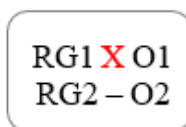
### III. Metodología

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

La finalidad de la investigación es aplicada porque tiene como propósito apoyar en la solución de un problema específico de una determinada zona de la ciudad de Chiclayo para mejorar su calidad de vida y utilizar los conocimientos alcanzados en la carrera de Ingeniería Civil Ambiental.

Según los tipos de datos analizados [38], la investigación es cuantitativa porque se realizará una medición numérica de los resultados para analizarse posteriormente con técnicas estadísticas.

El diseño de investigación es de tipo experimental puro, puesto que se manipuló la variable independiente mediante ensayos de laboratorio, con la finalidad de analizar el comportamiento del concreto añadiéndole en diversos porcentajes el agregado obtenido de RCD en la utilización de adoquines para uso peatonal. Asimismo, se realizará una representación del análisis sobre el tema a investigar mediante la recolección de datos.



R: elección al azar.

G: adoquín

X: agregado obtenido de RCD.

O: observación o resultado de la medición de la variable dependiente.

-: no aplica variable independiente.

#### 3.3. Población, muestra, muestreo

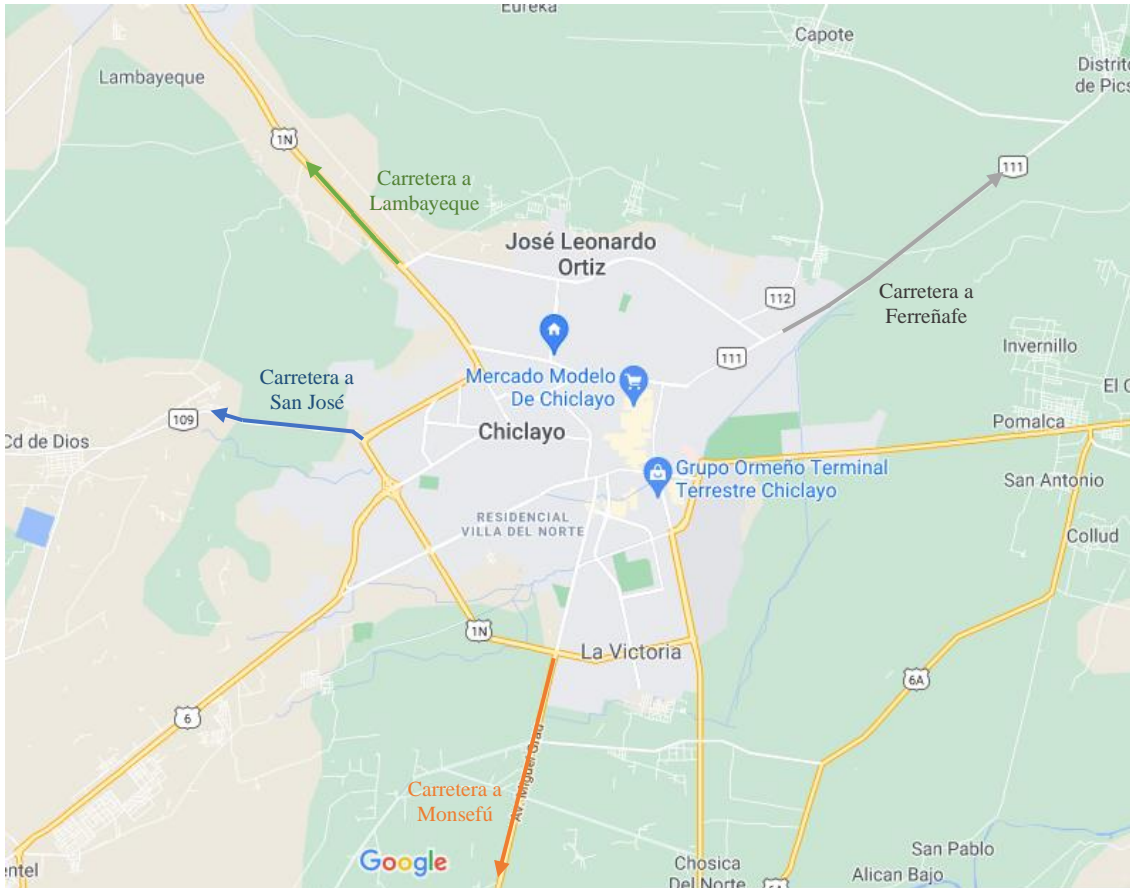
##### 3.3.1. Población

La población de la investigación se encuentra representada por los residuos de construcción y demolición (RCD), identificados a lo largo de diferentes carreteras que conectan la ciudad de Chiclayo. Por tal motivo, se seleccionaron 4 botaderos de RCD, ya que se encuentra una gran cantidad de volumen de RCD. A continuación, se indica su ubicación (ver Figura 7):

- Por el Norte: Carretera a Lambayeque (PE-1N).
- Por el Sur: Av. Miguel Grau, carretera a Monsefú (altura del centro poblado Chacupe Alto).

- Por el Este: Carretera a Ferreñafe.
- Por el Oeste: Carretera a San José.

Figura 7: Ubicación de los botaderos de RCD. Extraído de Google Maps



### 3.3.2. Muestra

El número de adoquines (muestra) se relacionan con la NTP 399:611: Adoquines de concreto para pavimentos, por lo cual se elaborarán adoquines de concreto patrón y adoquines añadiendo agregado grueso reciclado y fino, bajo los siguientes criterios:

Grupo 1 (G1): Adoquín con porcentaje de reemplazo de agregado reciclado.

- Agregado grueso reciclado: 80% residuos de concreto y 20% residuos de ladrillo.
- Agregado fino reciclado: Solo residuos de concreto.

Grupo 2 (G2): Adoquín con porcentaje de reemplazo de agregado reciclado.

- Agregado grueso reciclado: 80% residuos de concreto y 20% residuos de ladrillo.

Por lo cual, se adicionará en porcentajes de 0%, 15%, 30%, 45% y 60% considerando adoquines tipo I según la norma, con el fin de obtener el óptimo porcentaje de agregado reciclado. Posteriormente, se detalla el total de adoquines de concreto como muestra patrón y adicionado.

### 3.3.3. Muestreo

De acuerdo con las investigaciones de Pimienta [39] y Espinoza [40], el procedimiento usado es el muestreo probabilístico estratificado, debido a que la muestra incorpora subgrupos representativos (estratos) de los elementos de estudio con características específicas y heterogéneas entre ellos. Asimismo, en cada estrato se evaluará a través del muestreo probabilístico aleatorio simple, ya que individualmente el Grupo 1 (G1) y Grupo 2 (G2) presentan las mismas características, por lo tanto, cualquiera de los 180 adoquines en estudio puede ser seleccionado.

Tabla 14: Ensayos de resistencia a la compresión del G1 de adoquín patrón y con agregado grueso reciclado.

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
Edad en días		7 días	14 días	28 días
Muestra patrón		3 und de 0%	3 und de 0%	3 und de 0%
G1: Porcentaje de agregado reciclado	Muestras con diferentes % de agregado reciclado	3 und de 15%	3 und de 15%	3 und de 15%
		3 und de 30%	3 und de 30%	3 und de 30%
		3 und de 45%	3 und de 45%	3 und de 45%
		3 und de 60%	3 und de 60%	3 und de 60%
Unidades de adoquín		15	15	15
<b>TOTAL</b>		<i>45 und de adoquines con y sin agregado reciclado</i>		

Tabla 15: Ensayos de resistencia a flexotracción del G1 de adoquín patrón y con agregado grueso reciclado

ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXOTRACCIÓN		
Edad en días		28 días
Muestra patrón		3 und de 0%
G1: Porcentaje de agregado reciclado	Muestras con diferentes % de agregado reciclado	3 und de 15%
		3 und de 30%
		3 und de 45%
		3 und de 60%
Unidades de adoquín		15
<b>TOTAL</b>		<i>15 und de adoquines con y sin agregado reciclado</i>

Tabla 16: Ensayos de resistencia a abrasión del G1 de adoquín patrón y con agregado reciclado

ENSAYOS DE RESISTENCIA A ABRASIÓN		
Edad en días		28 días
Muestra patrón		3 und de 0%
G1: Porcentaje de agregado reciclado	Muestras con diferentes % de agregado reciclado	3 und de 15%
		3 und de 30%
		3 und de 45%
		3 und de 60%
Unidades de adoquín		15
<b>TOTAL</b>		<i>15 und de adoquines con y sin agregado reciclado</i>

Tabla 17:

Ensayos

absorción del G1 de adoquín patrón y con agregado reciclado

ENSAYOS DE ABSORCIÓN		
Edad en días		28 días
Muestra patrón		3 und de 0%
G1: Porcentaje de agregado reciclado	Muestras con diferentes % de agregado reciclado	3 und de 15%
		3 und de 30%
		3 und de 45%
		3 und de 60%
Unidades de adoquín		15
<b>TOTAL</b>		<i>15 und de adoquines con y sin agregado reciclado</i>

Tabla 18: Ensayos de resistencia a la compresión del G2 de adoquín patrón y con agregado grueso reciclado.

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
Edad en días		7 días	14 días	28 días
Muestra patrón		3 und de 0%	3 und de 0%	3 und de 0%
G2: Porcentaje de agregado reciclado	Muestras con diferentes % de agregado reciclado	3 und de 15%	3 und de 15%	3 und de 15%
		3 und de 30%	3 und de 30%	3 und de 30%
		3 und de 45%	3 und de 45%	3 und de 45%
		3 und de 60%	3 und de 60%	3 und de 60%
Unidades de adoquín		15	15	15
<b>TOTAL</b>		<i>45 und de adoquines con y sin agregado reciclado</i>		

Tabla 19: Ensayos de resistencia a flexotracción del G2 de adoquín patrón y con agregado grueso reciclado

<b>ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXOTRACCIÓN</b>	
Edad en días	28 días
Muestra patrón	3 und de 0%
G2: Porcentaje de agregado reciclado	Muestras con diferentes % de agregado reciclado
	3 und de 15%
	3 und de 30%
	3 und de 45%
	3 und de 60%
Unidades de adoquín	15
<b>TOTAL</b>	<i>15 und de adoquines con y sin agregado reciclado</i>

Tabla 20: Ensayos de resistencia a abrasión del G2 de adoquín patrón y con agregado reciclado

<b>ENSAYOS DE RESISTENCIA A ABRASIÓN</b>	
Edad en días	28 días
Muestra patrón	3 und de 0%
G2: Porcentaje de agregado reciclado	Muestras con diferentes % de agregado reciclado
	3 und de 15%
	3 und de 30%
	3 und de 45%
	3 und de 60%
Unidades de adoquín	15
<b>TOTAL</b>	<i>15 und de adoquines con y sin agregado reciclado</i>

Tabla 21: Ensayos absorción del G2 de adoquín patrón y con agregado reciclado

<b>ENSAYOS DE ABSORCIÓN</b>	
Edad en días	28 días
Muestra patrón	3 und de 0%
G2: Porcentaje de agregado reciclado	Muestras con diferentes % de agregado reciclado
	3 und de 15%
	3 und de 30%
	3 und de 45%
	3 und de 60%
Unidades de adoquín	15
<b>TOTAL</b>	<i>15 und de adoquines con y sin agregado reciclado</i>

### 3.4. Criterios de selección

Según la NTP 339.183: Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio, establece el uso de 3 especímenes a más para cada edad (7 y 28 días para hallar la resistencia a la compresión) y condiciones de prueba (reemplazos de agregado reciclado). Para este estudio se fabricaron 3 especímenes para las edades de 7, 14

y 28 días para visualizar un mejor desarrollo de la resistencia a la compresión en la curva edad vs  $f_c$ .

Asimismo, la NTP 399:611: Adoquines de concreto para pavimentos, reafirma el empleo de 3 especímenes para su posterior análisis frente a los diferentes ensayos mecánicos ha realizar en el adoquín de concreto.

### 3.5. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	
<b>INDEPENDIENTE</b>	Agregados obtenidos de los residuos de construcción y demolición .	Composición del agregado grueso reciclado	Porcentaje de concreto (80%) Porcentaje de ladrillo (20%)
		Propiedades físicas del agregado grueso reciclado	Ensayo de granulometría
			Ensayo de humedad
			Ensayo de absorción
			Ensayo de peso específico
			Ensayo de peso unitario
		Propiedad química del agregado grueso reciclado	Ensayo de contenido sales solubles.
			Ensayo de contenido impurezas inorgánicas.
		Propiedad mecánica del agregado grueso reciclado	Ensayo de resistencia a la abrasión.
		Composición del agregado fino reciclado	Porcentaje de concreto (100%)
		Propiedades físicas del agregado fino reciclado	Ensayo de granulometría
			Ensayo de humedad
			Ensayo de absorción
Ensayo de peso específico			
Ensayo de peso unitario			
Propiedad química del agregado fino obtenidos del RCD	Ensayo de contenido sales solubles. Ensayo de contenido impurezas inorgánicas.		
<b>DEPENDIENTE</b>	Adoquín de concreto	Propiedades física del adoquín.	Ensayos de absorción.
		Propiedades mecánicas del adoquín.	Ensayos de resistencia a la compresión.
			Ensayos de resistencia a la flexotracción
			Ensayos de resistencia a la abrasión.

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1. Técnicas

La investigación tiene como técnica la observación directa, mediante el cual se observa el fenómeno, registra y recoge toda la información.

#### 3.6.2. Instrumentos

Para el posterior análisis, se usará como instrumentos recolectores de datos:

- Ficha recolector de datos.

- Guía de ensayos de laboratorio.

### 3.7. Procedimientos

#### 3.7.1. Recolección y trituración de residuos de construcción y demolición

Basándose en la inspección visual de los lugares de extracción planteado en la problemática sumado a lugares específicos de construcción, se recolectará los residuos de construcción y demolición asociado a los residuos de concreto y ladrillo que serán utilizados para la investigación, sin embargo, previamente se realizará un ensayo de sales con la finalidad de obtener el agregado reciclado, lo menos contaminado posible para su posterior trituración (ver Tabla 24 y Tabla 25) .

#### 3.7.2. Ensayos de los materiales

##### 3.7.2.1. Ensayo de humedad del agregado fino y grueso- NTP 339.185:2013

Con el presente ensayo obtendremos la cifra existente de agua para los agregados (fino y grueso), será expresada en porcentaje, y utilizada en el diseño del concreto. Para el desarrollo del ensayo se emplearán los siguientes equipos: recipiente, balanza y horno.

*Para el agregado fino y agregado grueso:*

Empleamos la siguiente fórmula para el contenido de humedad:

$$H = \frac{Wn - Ws}{Ws}$$

Donde:

Ws: Peso en estado seco del agregado.

Wn: Peso en estado seco del agregado.

H: Contenido de humedad.

### **3.7.2.2. Ensayo de granulometría de agregado fino y grueso – NTP 400.012:2013.**

El análisis granulométrico distribuye determinada cantidad de agregados en diferentes tamaños.

La finalidad de este análisis es conocer los diferentes tamaños de partículas y su distribución para cada muestra de agregado (fino y grueso), empleando una serie de tamices con una normativa ya establecida. Las propiedades del concreto van de la mano de estos tamaños; por ello su importancia.

*Para el desarrollo del ensayo se emplearán los siguientes equipos:*

- Agregados
- Tamices (según tipo de agregado a analizar)
- Brocha
- Balanza
- Tazón

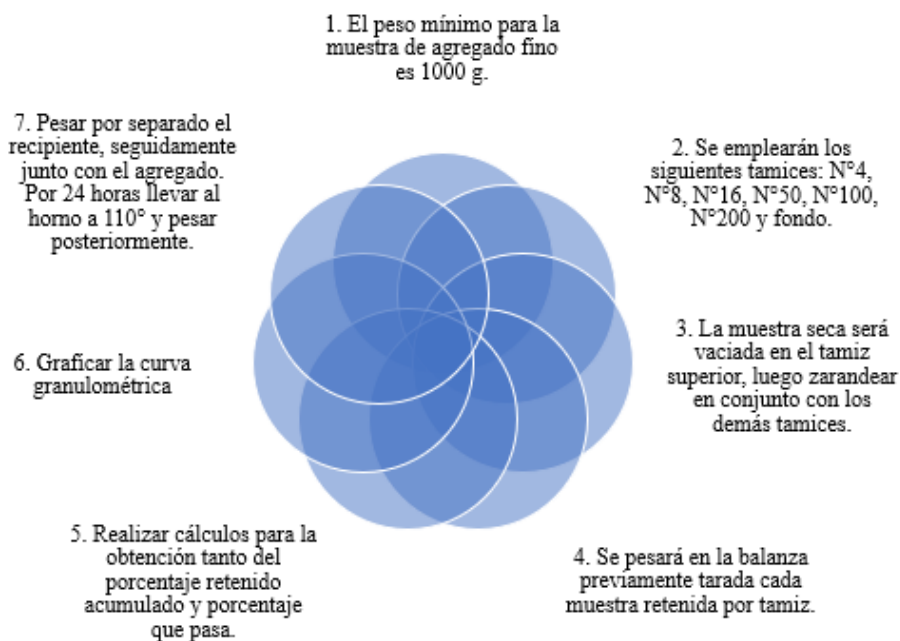
Previamente se deberá recordar los siguientes conceptos:

- Tamaño máximo: Menor tamiz por el cual pasa el agregado grueso.
- Tamaño máximo nominal: Menor tamiz en la serie que genera el primer retenido de la muestra.
- Módulo de fineza: Índice de grosor del conjunto de partículas en el agregado. Se calcula sumando cada porcentaje acumulado retenido obtenido de las mallas: 3'', 1/2'', 3/4'', 3/8'', N°4, N°16, N°30, N°50 y N°100.
- Curva granulométrica: Representación gráfica de los datos obtenidos en cuanto al porcentaje de peso retenido.
- Husos granulométricos: Son los límites granulométricos normados, cuya finalidad es verificar la correcta distribución de tamaños de un determinado muestreo.

*Procedimientos:*

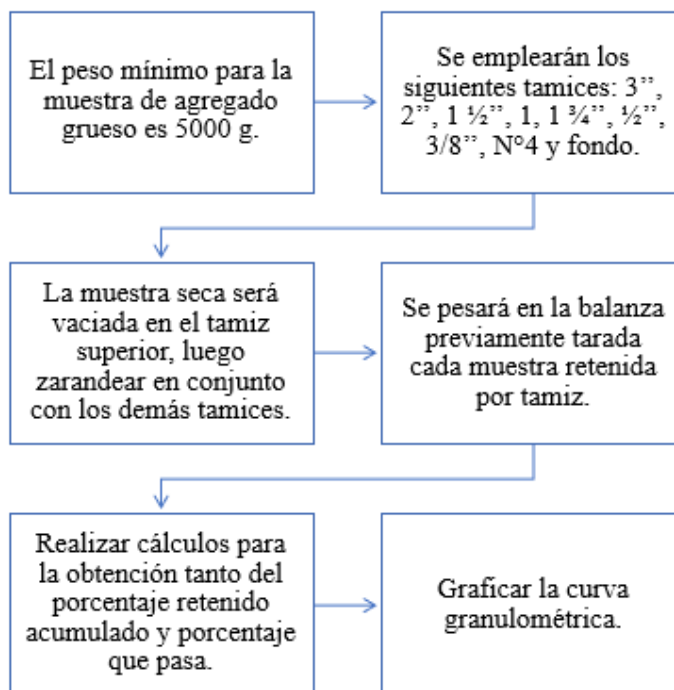
Para el agregado fino

Gráfico 1: Procedimiento para el agregado fino



Para el agregado grueso

Gráfico 2: Procedimiento para el agregado grueso



### 3.7.2.3. Ensayo de peso específico de masa de agregado fino y agregado grueso NTP 400.021:2020 y/o NTP 400.022:2013

Para conocer el valor del peso específico en los agregados, deben encontrarse en estado húmedo y seco. Dicho valor es un indicador de calidad; puesto que un valor bajo

significa que estamos frente a un agregado débil, poroso y absorbente; mientras que un valor alto indica un buen comportamiento.

Para el desarrollo del ensayo se emplearán los siguientes *equipos*:

- Balanza
- Bandeja
- Matraz de 500 cm<sup>3</sup>
- Recipiente de plástico
- Cono de absorción y pilón
- Franela
- Horno
- Canastilla

*Procedimientos:*

Para el agregado fino

1. El peso mínimo para la muestra de agregado fino es 2000 g.
2. Sumergir en agua por 24 horas, así se logra el saturado del agregado.
3. Pasado las 24 horas se deja el material totalmente extendido bajo sombra y corriente de aire.
4. Con ayuda del cono de absorción verificamos el estado saturado superficialmente seca, añadiendo en tres capas y dando 25 golpes por cada una de ellas. Si al retirar el pilón se queda la  $\frac{3}{4}$  parte del cono, estamos frente a un estado saturado superficialmente seco (SSS).
5. Tomamos y pesamos 500 g del material en estado SSS.
6. Pesamos el matriz de 500 cm<sup>3</sup>.
7. Vaciar la muestra obtenida al matraz, llenar aproximadamente 400 cm<sup>3</sup>; para luego agitar ligeramente y así el aire sea expulsado. Posteriormente dejar reposar 24 horas.
8. Pesamos y llenamos el matraz hasta 500 cm<sup>3</sup>, luego de haber pasado las 24 horas de reposo.
9. En un recipiente extraemos toda el agua junto al material para dejar reposar, y así obtener partículas sedimentadas.
10. Por último, llevamos la muestra al horno con una temperatura de 110°C durante 24 horas, luego pesamos la muestra seca.

Empleamos la siguiente fórmula para el peso específico en el agregado fino:

$$\gamma = \frac{W_s}{W_{sss} - W_{ag}}$$

Donde:

$\gamma$ : Peso específico de masa del agregado

$W_s$ : Peso de la muestra en estado seco

$W_{sss}$ : Peso de la muestra en estado saturado superficialmente seco

$W_{ag}$ : Peso del volumen de agua del frasco

Empleamos la siguiente fórmula para el peso del volumen de agua en estado saturado superficialmente seco, respecto a la muestra:

$$W_{ag} = W_t - (W_m + W_{sss})$$

Donde:

$W_{ag}$ : Peso del agua del frasco

$W_t$ : Peso de matraz, muestra y agua

$W_{sss}$ : Peso de la muestra en estado superficialmente seco

$W_m$ : Peso de matraz

Para el agregado grueso

1. Lavar el agregado y así eliminar partículas como polvo; luego sumergir por 24 horas.
2. Para alcanzar el estado saturado superficialmente seco, previamente se retira del agua y dejamos bajo sombra.
3. Se toma el peso sumergido pasadas las 24 horas.

$$\gamma = \frac{W_s}{W_{sss} - W_{ag}}$$

Donde:

$\gamma$ : Peso específico de masa del agregado

$W_s$ : Peso de la muestra en estado seco

$W_{sss}$ : Peso de la muestra en estado saturado superficialmente seco

$W_{ag}$ : Peso del volumen de agua del frasco

### 3.7.2.4. Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso NTP 400.021:2020

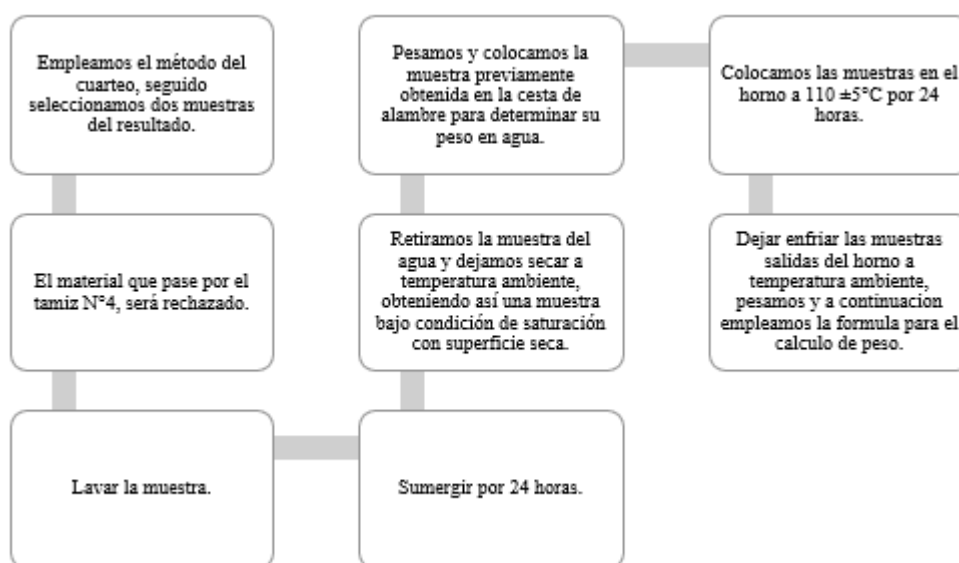
Definimos al peso específico como la relación de masas tanto del volumen unitario del material y el volumen de agua destilada, libre de gas y con una temperatura específica. Puede determinarse en condición seca o saturada con superficie seca, según su condición de humedad.

*Para el desarrollo del ensayo se emplearán los siguientes equipos:*

- Balanza
- Cesta con malla de alambre
- Horno
- Tamices
- Recipiente

*Procedimientos:*

Gráfico 3: Procedimiento del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso



**Para el cálculo del peso específico:**

- Peso específico de masa (Pem):

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

Donde:

A= Peso de la muestra seca al aire en gramos.

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

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pess):

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

- Peso específico aparente (Pea)

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

**Para el cálculo del % de absorción:**

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

### **3.7.2.5. Ensayo de peso específico y absorción de agregados finos NTP.400 022.**

La finalidad del ensayo es determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción luego de 24 horas de sumergido, respecto al agregado fino.

*Para el desarrollo del ensayo se emplearán los siguientes equipos:*

- Balanza
- Horno

*Procedimientos:*

1. Empleamos el método del cuarteo, seguido seleccionamos dos muestras del resultado de 500 g cada una.
2. Tomar el peso de c/u de las fiolas y anotar los datos.
3. Procedemos a llenar c/u de las fiolas con 500 g de material y agua hasta alcanzar la marca de 500 cm<sup>3</sup>.
4. Realizamos rotación del frasco sobre una superficie plana hasta eliminar las burbujas de aire.
5. Dejar reposar por 1 hora y llenamos con agua 500 cm<sup>3</sup>.
6. El peso total del agua introducida en el frasco se determina con 0.1 g de aproximación.
7. Utilizando una pipeta extraemos el agua.
8. En recipientes depositamos el material y dejamos reposar por aproximadamente 15 minutos, luego con la ayuda de un chupón extraemos el agua.
9. Llevamos la muestra a un horno con temperatura de 110 ±5°C por 24 horas.
10. Obtenidas las muestras salidas del horno, procedemos a pesar y anotar los datos y así calcular el peso específico.

**Para el cálculo de:**

- Peso específico (Pe):

$$pe = \frac{W_o}{(V - Va)}$$

Donde:

V= Volumen del frasco (cm<sup>3</sup>)

W<sub>o</sub> =Peso en el aire de la muestra secada en estufa (g)

Va = Peso en g o en volumen (cm<sup>3</sup>) del agua añadida al frasco.

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (P<sub>esss</sub>):

$$P_{esss} = \frac{W_o}{(W_o - Va)} \times 100$$

- Peso específico aparente (Pea)

$$P_{ea} = \frac{W_o}{(V - Va) - (V - W_o)}$$

**Para el cálculo del % de absorción:**

$$A_B \% = \frac{(500 - W_o)}{W_o} \times 100$$

**3.7.2.6. Ensayo para determinar la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles NTP.400 019:2020**

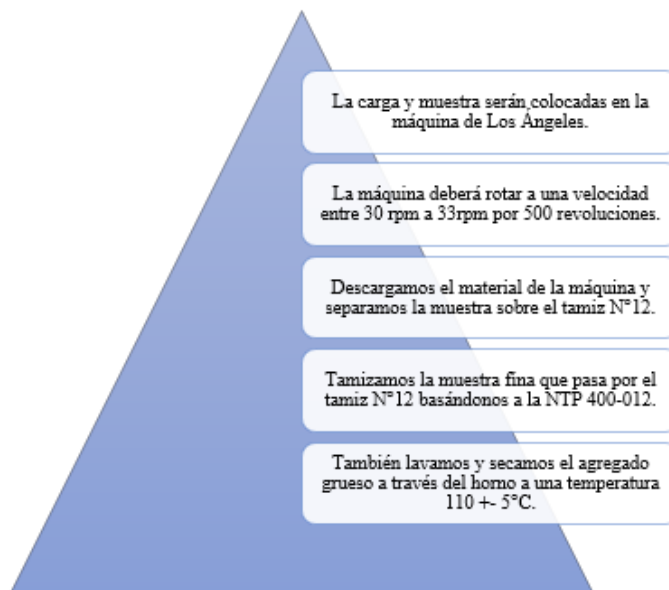
El La finalidad del ensayo es determinar la resistencia a la degradación de agregados grueso con tamaño 1½”, a través de la máquina de Los Ángeles.

*Para el desarrollo del ensayo se emplearán los siguientes equipos:*

- Máquina de Los Ángeles.
- Tamices.
- Balanza
- Esfera de acero de 46.8mm de diámetro con una masa entre 390g y 445g.

*Procedimientos:*

Gráfico 4: Procedimiento para determinar la resistencia al desgaste en AG.

**Para el cálculo de:**

La resistencia al desgaste del agregado grueso se calculará por diferencia entre las masas inicial y final del ensayo; es decir, la masa perdida será un porcentaje de la masa original del experimento probado.

### **3.7.2.7. Ensayo para determinar el contenido de sales solubles en el suelo NTP 339.152**

Basándonos en la NTP 399.604, serán ensayados los adoquines.

*Para el desarrollo del ensayo se emplearán los siguientes equipos:*

- Balanza analítica con precisión 0.1mg.
- Embudo de filtración.
- Equipo de filtración al vacío: bomba de vacío y presión eléctrica de 220V.
- Barra agitadora
- Pipeta volumétrica de 25ml.
- Capsulas de evaporación de 100ml.

*Procedimientos:*

1. De la muestra de suelo preparada para el análisis, pesamos 100g en un frasco Erlenmeyer de 500ml previamente secada al aire o a no más de 60°C y pasada por el tamiz N°10.
2. Se añade 300ml de agua destilada al frasco y agitamos mecánicamente por 1 hora, se deja sedimentar por una hora más.

3. Finalmente se filtra la suspensión del filtro de microfibra de vidrio o papel filtro con diámetro de 110mm en el embudo de Bucher. Debemos observar que: si el filtrado inicial es turbio debe ser retornado al embudo, y si la turbidez continua se puede intentar la centrifugación para luego emplear una segunda filtración por un disco de micro fibra con diámetro de 47mm.

**Para el cálculo de:**

- En la muestra de suelo:

$$SS = \frac{(m2 - m1)xD}{E} \times 10^6$$

Donde:

SS= total de sales solubles, en ppm (mg/kg)

(m2-m1) = Peso de residuo de evaporación, en g.

D = relación de la mezcla suelo.

E= volumen de extracto acuoso evaporado (ml)

### **3.7.2.8. Ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto NTP 400.024:2011**

*Equipos*

- Botella de vidrio graduada (240 ml a 470 ml)
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH)

*Procedimientos:*

1. Teniendo el muestreo del agregado fino, se llenará una botella de vidrio aproximadamente 130ml.
2. Se agitará 200ml de agregado fino y liquido dentro de la fiola, para luego añadirle hidróxido de sodio.
3. Dejamos reposar por 24h, luego de haber agitado y tapado la botella.

### **3.7.3. Ensayos a los adoquines**

#### **3.7.3.1. Ensayo para determinar la absorción, ITINTEC 339.124**

- La NTP 399.611 precisa que: para la unidad de adoquín tipo I, su absorción individual máxima es 7.5% y el promedio de 6% (observar Tabla 10)

*Equipos*

- Estufa, donde la temperatura varíe entre 110°C y 115°C.
- Balanza, con capacidad mínima de 8 kg y precisión de 1,0 g.

- Recipiente

*Procedimientos:*

1. Se sumerge el adoquín en el recipiente, bajo una temperatura de 15°C y 30°C por 24 horas.
2. Pasado el tiempo, retirar el recipiente.
3. Con la ayuda de una franela secamos el agua y procedemos a pesar.
4. Durante 5 horas dejamos al adoquín en la estufa bajo una temperatura de 110°C y 115°C.
5. El Ps se obtiene una vez enfriado el adoquín a temperatura ambiente y luego ser pesado.

**Para el cálculo de:**

- El cálculo de la absorción del adoquín, se calcula de la siguiente manera:

$$A = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

En donde:

A: absorción de agua (%)

Ph: peso del espécimen saturado luego de 54 horas inmersos en el agua (N).

Ps: peso del espécimen seco (N).

**3.7.3.2. Ensayo de resistencia a la compresión, NTP 399.604:2002**

Nos basamos en la NTP 399.604 para el muestreo y ensayo de los adoquines.

*Para el desarrollo del ensayo se emplearán los siguientes equipos:*

- Máquina de ensayo de resistencia a la compresión

*Procedimientos:*

1. Utilizamos el ensayo de compresión al adoquín, llevando a cabo la aplicación de la carga perpendicular sobre la sección de mayor superficie.
2. En caso de que la máquina no disponga de la capacidad de carga suficiente para generar la ruptura completa, se deberá cortar por la mitad tomando el eje más corto y seguido ensayar una mitad.
3. Respecto al espécimen, este debe ser simétrico alrededor de los dos ejes.

**Para el cálculo:**

- Se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

$R_c$  = resistencia a la compresión (MPa).

$P$  = carga de rotura del espécimen (N).

$A$  = área del espécimen, normal a la carga (mm<sup>2</sup>).

### 3.7.3.3. Ensayo de resistencia a flexotracción del concreto, ITINTEC 339.124

La finalidad de emplear este ensayo sobre el adoquín es: determinar su resistencia a la tracción por flexión, generando una carga lineal uniformemente distribuida en el centro de luz libre a lo largo del ancho y gradualmente creciente; hasta producir la rotura.

*Para el desarrollo del ensayo se emplearán los siguientes equipos:*

- Máquina de ensayo de resistencia a flexión.

*Procedimientos:*

1. Pasado las 24 horas de ser removidos del almacenamiento húmedo, se deberán realizar los ensayos de flexión a cada espécimen curado en húmedo.
2. Ubicar el adoquín sobre la plataforma de la máquina y, equidistante a su centro.
3. Dos de las barras en las cuales se apoya el adoquín, serán colocadas paralelamente y con separación "1" igual al largo del espécimen menos 50mm.
4. Obtenemos la rotura, aplicando gradualmente una carga a la tercera barra que es colocada paralelamente y equidistante a los apoyos sobre el adoquín.
5. El área de rotura del adoquín es determinada mediante la aproximación milimétrica del ancho y su espesor promedio.

**Para el cálculo de:**

- La resistencia a la tracción por flexión, utilizamos la siguiente ecuación:

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Donde:

$R$  = módulo de ruptura (MPa).

$P$  = carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo (N).

$L$  = longitud de la separación de apoyos, (mm).

$b$  = ancho promedio del espécimen, en la fractura (mm).

$d$  = espesor promedio del espécimen, en la fractura (mm).

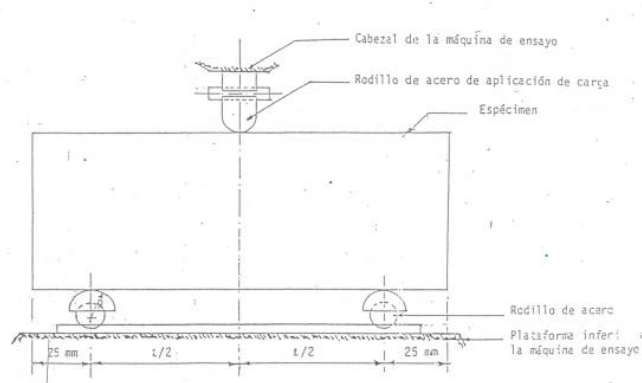


Figura 8: Vista en diagrama del aparato para el ensayo para determinar la tracción por flexión en adoquines de concreto. Extraído de ITINTEC 339.124.

### 3.7.3.4. Ensayo de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión de adoquines de concreto utilizando máquina de desgaste, NTP 399.624

El ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión, en condiciones normalizadas, se emplea lo siguiente:

#### Equipos

- Máquina de desgaste.
- Regla de acero
- Material abrasivo (corindón)
- Disco ancho de abrasión

#### Procedimientos:

1. Preparar el espécimen de concreto basándonos en un elemento completo o un corte de pieza, cuyo corte mida aproximadamente 100x70 mm e incorporar la cara vista de la unidad.
2. Con la ayuda de una regla de puente rígida y una galga (ambos de acero), medimos la parte superior de cara vista a ser ensayada. Esta debe ser plana dentro de una tolerancia de  $\pm 1$  mm.
3. Verificamos si la parte superior de la cara vista consta de textura rugosa, de ser así se debe pulir para obtener la superficie lisa.
4. En cuanto a la limpieza de la superficie a ensayar, esta deberá ser con un cepillo de cerdas fuertes y así ser cubierta con tinte superficial para facilitar la medición de la huella.

5. Seguido, se coloca en contacto con el disco de abrasión, luego se abre la válvula de control y así arranque el motor cuya finalidad es dar al disco de abrasión el alcance de 75 revoluciones en  $(60 \pm 3)$  s.
6. Finalmente se detiene el flujo del abrasivo y del disco, pasadas las 75 revoluciones.

**Para el cálculo:**

Gráfico 5: Esquema del cálculo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión

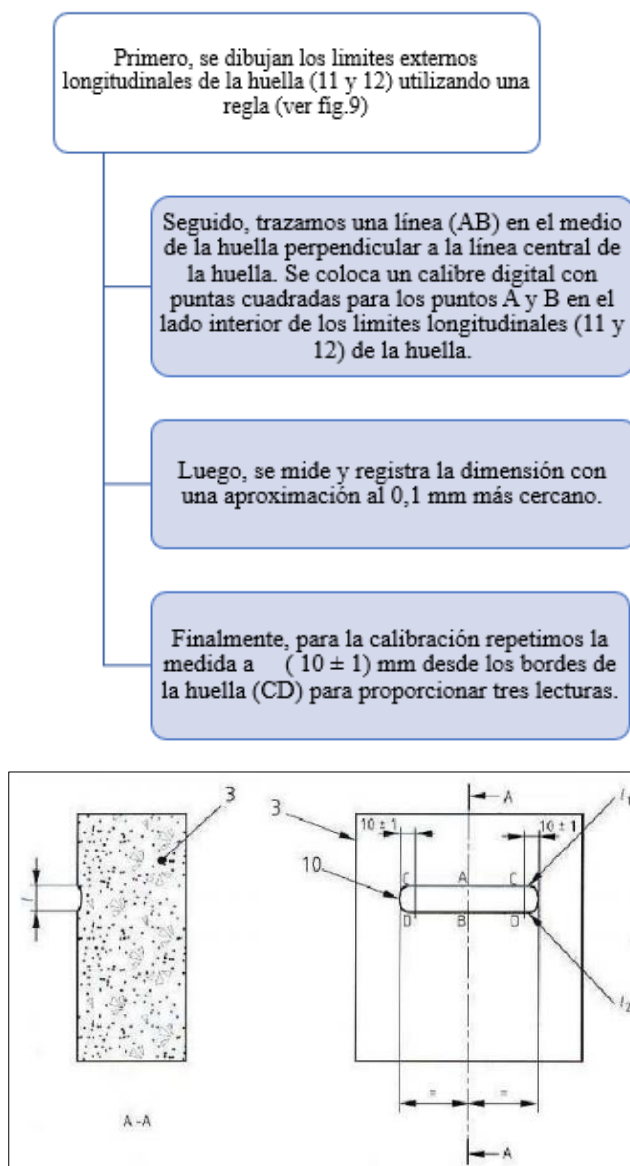


Figura 9: Ejemplo de una probeta ensayada mostrando una huella. Extraído de NTP 399.624

### 3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

La demostración de la hipótesis se realizará mediante las fases indicadas (Ver Tabla 22), considerando los requerimientos de las Normas Técnicas Peruanas cuando se lleven a

cabo los diferentes ensayos de agregados obtenidos de los RCD y convencionales, así como para el concreto endurecido para adoquines.

Tabla 22: Estrategias metodológicas para demostración de la hipótesis.

<b>FASE I</b>	<p><u>Obtención de la información bibliográfica</u></p> <p>Búsqueda virtual de investigaciones relacionados con el reaprovechamiento de agregado reciclado en la fabricación de concreto, así como, indagación sobre conceptos relaciones al tema, mediante el uso de diferentes bases de datos como Google académico, Redalyc, Scielo, Alicia, Dialnet, obteniendo varios artículos y tesis relacionados al tema de investigación, ingresando palabras claves para el proceso de búsqueda; estas fueron “RCD”, “agregado reciclado”, “árido reciclado”, “aprovechamiento de RCD”.</p>
	<p><u>Revisión de la normativa nacional vigente</u></p> <p>Revisión de la normativa nacional acorde al tema de investigación, relacionado con el adoquín tipo I y agregados, donde se considera la Normativa Técnica Peruana (NTP) obtenida del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y el Manual de ensayos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.</p>
	<p><u>Visita a campo a los botaderos identificados de RCD</u></p> <p>Visita de las 4 zonas de estudio, identificadas como principales botaderos informales de residuos de construcción y demolición, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por el Norte: Carretera a Lambayeque (PE-1N).</li> <li>- Por el Sur: Av. Miguel Grau, carretera a Monsefú (altura del centro poblado Chacupe Alto).</li> <li>- Por el Este: Carretera a Ferreñafe.</li> <li>- Por el Oeste: Carretera a San José.</li> </ul>
<b>FASE II</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Inspección visual a las muestras de los 4 botaderos identificados</u></li> </ul> <p>Realización de una inspección visual a los 4 botaderos identificados en la ciudad de Chiclayo y resaltados en la problemática de la investigación, con la finalidad de obtener los residuos de construcción y demolición, bajo condiciones “óptimas” para su uso como agregado reciclado.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Obtención de los agregados del RCD</u> (muestras del norte, sur, este, oeste)</li> </ul> <p>Extracción de los agregados reciclados (residuos de concreto y residuos de ladrillo) según la NTP 400.010 en los 4 botaderos identificados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por el Norte: Carretera a Lambayeque (PE-1N).</li> <li>- Por el Sur: Av. Miguel Grau, carretera a Monsefú (altura del centro poblado Chacupe Alto).</li> <li>- Por el Este: Carretera a Ferreñafe.</li> <li>- Por el Oeste: Carretera a San José.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Proceso de trituración para la obtención del grueso y fino manualmente</u></li> </ul> <p>Proceso de trituración de agregado reciclado (residuos de concreto y residuos de ladrillo) para la obtención y uso como agregado grueso y fino.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Ensayos a los agregados convencionales y agregados obtenidos del RCD</u></li> </ul> <p>Ensayos de laboratorio al agregado reciclado y agregado convencional que serán usados en la preparación del concreto, considerando la normativa correspondiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión parcial por parte del asesor de tesis.</li> </ul>
<b>FASE III</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesamiento de información de los ensayos respectivos (ensayo de los agregados convencionales y reciclados).</li> <li>• Diseño de mezcla del concreto con porcentajes de reemplazo de 0%, 15%, 30%, 45% y 60% del agregado obtenidos de RCD.</li> </ul>
<b>FASE IV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de concreto para adoquines.</li> <li>• Ensayos de concreto endurecido para adoquines.</li> <li>• Registro de datos de los ensayos.</li> </ul>

---

<b>FASE V</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Obtención y análisis de resultados.</li><li>• Determinación del porcentaje óptimo de agregado obtenidos de RCD.</li><li>• Análisis de costos.</li><li>• Conclusiones y recomendaciones.</li></ul>
---------------	---

---

### 3.9. Matriz de consistencia

Tabla 23: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA								
TÍTULO: Evaluación del concreto para adoquines de uso peatonal empleando agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición en el distrito de José Leonardo Ortiz, departamento de Lambayeque, 2020								
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	POBLACIÓN Y MUESTRA	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿De qué manera influye en el comportamiento del adoquín de concreto de uso peatonal, el empleo de agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición en el distrito de José Leonardo Ortiz, 2020?	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar el concreto empleando agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición para la utilización de adoquines para uso peatonal en el distrito de José Leonardo Ortiz.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la composición química del agregado obtenidos de residuos de construcción y demolición mediante el ensayo de contenido de sales solubles e impurezas inorgánicas.</li> <li>- Determinar la dureza del agregado obtenidos de residuos de construcción y demolición mediante el ensayo de resistencia a la abrasión.</li> <li>- Determinar el porcentaje óptimo de agregado obtenidos de residuos de construcción y demolición en la utilización de adoquines para uso peatonal.</li> <li>- Realizar el diseño de mezcla del concreto con porcentajes de reemplazo entre 5% y 30% del agregado obtenidos de residuos de construcción y demolición, mediante el método ACI.</li> <li>- Evaluar las propiedades físicas del agregado obtenidos de residuos de construcción y demolición mediante los ensayos de granulometría, humedad, absorción, peso unitario y peso específico.</li> <li>- Evaluar las propiedades mecánicas del adoquín para uso peatonal elaborado con porcentajes entre 5% y 30% de agregado obtenidos de residuos de construcción y demolición, mediante los ensayos de resistencia a la compresión, flexotracción y abrasión.</li> <li>- Realizar el control de cargas del producto terminado e instalado para comprobar el cumplimiento de las propiedades físicas del adoquín para uso peatonal.</li> <li>- Evaluar el análisis económico del adoquín para uso peatonal, comparando el porcentaje óptimo de agregado obtenidos de residuos de construcción y demolición y agregado convencional.</li> <li>- Proponer un programa de operación y mantenimiento para lograr una mayor durabilidad durante su vida útil de la estructura de pavimento de adoquín para uso peatonal.</li> </ul>	<p>La incorporación de agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición influye positivamente en el comportamiento del concreto para adoquines de uso peatonal en el distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo 2020.</p>	<p><b>Independiente:</b></p> <p>Agregados obtenidos de los residuos de construcción y demolición .</p>	Composición del agregado grueso reciclado	<p>Porcentaje de concreto (80%)</p> <p>Porcentaje de ladrillo (20%)</p>	<p><b>Técnica:</b></p> <p>- Observación directa</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>La población de la investigación se encuentra representada por los 4 botaderos de residuos de construcción y demolición (RCD), identificados a lo largo de diferentes carreteras que conectan la ciudad de Chiclayo.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Corresponde a los 96 adoquines de concreto para la muestra patrón y aquellos con incorporación de 10%, 15% y 20 % de agregados reciclados finos para el tiempo de curado a los 7, 14 y 28 días.</p>	<p>La finalidad de la investigación es aplicada porque tiene como propósito apoyar en la solución de un problema específico de una determinada zona de la ciudad de Chiclayo para mejorar su calidad de vida y se utilizan los conocimientos obtenidos en la carrera de Ingeniería Civil Ambiental. De acuerdo al tipo de datos analizados [38], la investigación es cuantitativa porque se realizará una medición numérica de los resultados para analizarse posteriormente con técnicas estadísticas.</p> <p>El diseño de investigación es de tipo experimental puro, ya que se manipuló la variable independiente mediante ensayos de laboratorio.</p>
				Propiedades físicas del agregado grueso reciclado	<p>Ensayo de granulometría</p> <p>Ensayo de humedad</p> <p>Ensayo de absorción</p> <p>Ensayo de peso específico</p> <p>Ensayo de peso unitario</p>	<p><b>Instrumentos:</b></p> <p>- Ficha de recolección de datos</p> <p>- Guía de ensayos de laboratorio.</p>		
				Propiedad química del agregado grueso reciclado	<p>Ensayo de contenido sales solubles.</p> <p>Ensayo de contenido impurezas inorgánicas.</p>			
				Propiedad mecánica del agregado grueso reciclado	Ensayo de resistencia a la abrasión.			
				Composición del agregado fino reciclado	Porcentaje de concreto (100%)			
				Propiedades físicas del agregado fino reciclado	<p>Ensayo de granulometría</p> <p>Ensayo de humedad</p> <p>Ensayo de absorción</p> <p>Ensayo de peso específico</p> <p>Ensayo de peso unitario</p>			
				Propiedad química del agregado fino obtenidos del RCD	<p>Ensayo de contenido sales solubles.</p> <p>Ensayo de contenido impurezas inorgánicas.</p>			
				Propiedades física del adoquín.	Ensayos de absorción.			
				<b>Dependiente:</b> Adoquín de concreto	Propiedades mecánicas del adoquín.	<p>Ensayos de resistencia a la compresión.</p> <p>Ensayos de resistencia a la flexotracción</p> <p>Ensayos de resistencia a la abrasión.</p>		

### **3.10. Consideraciones éticas**

La deontología como ética profesional define el comportamiento de una persona en este entorno sin desconocer los valores que esa persona ha demostrado. En este contexto, el conjunto de características individuales específicas, tales como responsabilidad, puntualidad, viabilidad, buena capacidad, etc., constituyen el término deontológico definido de cada individuo. Así mismo, tiene por finalidad asegurar que se practiquen con sentido de responsabilidad y enfocándolas hacia la defensa del interés general [41].

De acuerdo, con el Código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú, en su Título III: De las medidas disciplinarias y de las faltas ontra la ética profesional, Capítulo II: Para la sociedad, artículo 29, menciona la responsabilidad del ingeniero en la gestión de los recursos naturales y urbanos, así como en su conservación, para mejorar la calidad de vida de los habitantes. Como resultado, este estudio tiene como objetivo proporcionar información precisa sobre las propiedades mecánicas de los agregados recuperados de los residuos de demolición y construcción (RCD) cuando se utilizan en adoquines de uso peatonal. Se espera que esto, a su vez, aumente nuestra comprensión de cómo funcionan estos materiales. Siendo este código un documento que agrupa criterios apoyado en la deontología basado en normas y valores que formulan y asumen quienes llevan a cabo correctamente una actividad profesional [41].

Por otro lado, se hará uso de citas y referencias bibliográficas, respetando la propiedad intelectual de los autores. Además, cada uno de los ensayos será firmado por el ingeniero responsable del laboratorio de mecánica de suelos, obteniendo datos fidedignos sumado a la respectiva evidencia fotográfica de este estudio, tanto del proceso durante su desarrollo como de los resultados, comprometida a realizar un investigación detallado y verídica que aporte con el desarrollo del conocimiento, cumpliendo con los principios fundamentales mencionados, ejecutándolo de forma correcta, adecuadad y eficiente.

## **IV. Resultados**

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos a los agregados tanto finos como gruesos, así como también los ensayos pertinentes a los residuos de construcción y demolición (RCD), entre ellos encontrándose los residuos de concreto y residuos de ladrillo.

#### 4.1. Evaluación de los elementos de residuos de construcción y demolición


##### 4.1.1. Evaluación de los residuos de concreto

Tabla 24: Evaluación visual de los residuos de concreto

ZONAS DE ESTUDIO	TIPO DE ELEMENTO	FOTOGRAFÍA	TIPO DE PATOLOGÍA VISUAL		DESCRIPCIÓN
Por el Este: Carretera a Ferreñafe.	Cimiento corrido		<u>ACCIÓN BIOLÓGICA:</u> - Biodeterioro	No	Mediante una inspección visual no se detecto la presencia de microorganismos de origen animal y/o vegetal. Asimismo, no se visualizó acciones químicas en el elemento, tales como: erosión, descascaramiento o eflorescencia.
			<u>ACCIÓN QUÍMICA:</u> - Eflorescencia  - Erosión	No	
Por el Oeste: Carretera a San José.	Losa		<u>ACCIÓN BIOLÓGICA:</u> - Biodeterioro	No	Mediante una inspección visual no se detecto la presencia de microorganismos de origen animal y/o vegetal. Asimismo, no se visualizó acciones químicas en el elemento, tales como: erosión, descascaramiento o eflorescencia.
			<u>ACCIÓN QUÍMICA:</u> - Eflorescencia - Erosión	No	

#### 4.1.2. Evaluación de los residuos de ladrillo

Tabla 25: Evaluación visual de los residuos de ladrillo

ZONAS DE ESTUDIO	TIPO DE ELEMENTO	FOTOGRAFÍA	TIPO DE PATOLOGÍA VISUAL		DESCRIPCIÓN
Por el Norte: Carretera a Lambayeque (PE-1N).	Ladrillo de mampostería		<u>ACCIÓN BIOLÓGICA:</u> - Biodeterioro	No	Mediante una inspección visual no se detectó la presencia de microorganismos de origen animal y/o vegetal. Asimismo, no se visualizó acciones químicas en el elemento, tales como: erosión, descascaramiento o eflorescencia.
			<u>ACCIÓN QUÍMICA:</u> - Eflorescencia - Erosión	No	
Por el Sur: Av. Miguel Grau, carretera a Monsefú (altura del centro poblado Chacupe Alto).	Ladrillo de mampostería		<u>ACCIÓN BIOLÓGICA:</u> - Biodeterioro	No	Mediante una inspección visual no se detectó la presencia de microorganismos de origen animal, solo de origen vegetal, como: plantas que no atacan directamente al elemento en análisis. Asimismo, no se visualizó acciones químicas en el elemento, tales como: erosión, descascaramiento o eflorescencia.
			<u>ACCIÓN QUÍMICA:</u> - Eflorescencia - Erosión	No	

#### 4.2. Proceso de trituración manual para la obtención del grueso y fino reciclado

Inicialmente, el residuo de construcción y demolición (RCD) acopiado de los 4 puntos de identificados en el departamento de Lambayeque, se trituran manual y posteriormente se tamiza por la malla 3/8" y N°4 para obtener el agregado reciclado grueso y fino respectivamente.

Figura 10: Esquema de la obtención del agregado reciclado.



### 4.3. Resumen de ensayos de agregados naturales

#### 4.3.1. Evaluación del ensayo de humedad del agregado fino y grueso (NTP 339.185:2003)

Para el presente ensayo se trabajó de acuerdo con lo estipulado por la norma referenciada, en donde el agregado grueso y agregado fino presentan una humedad de 0.40% y 0.83% respectivamente.

Gráfico 6: Variación del peso de la muestra de agregado grueso después de ingresar al horno.

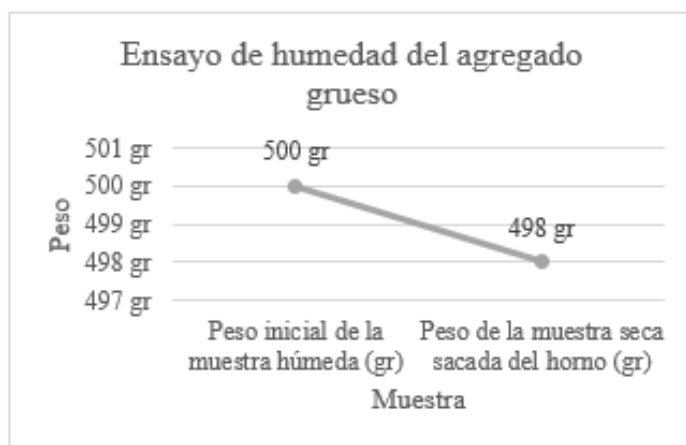
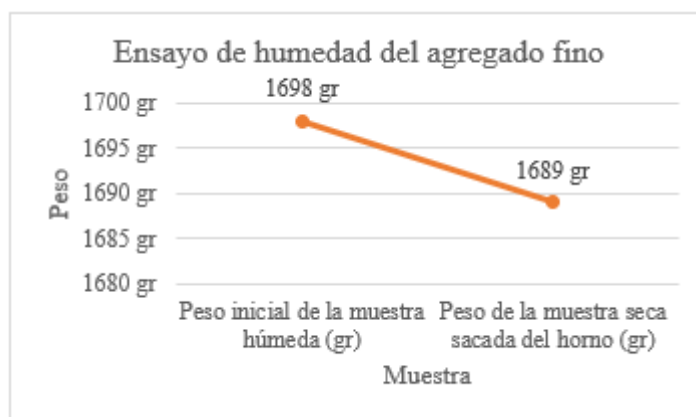


Gráfico 7: Variación del peso de la muestra de agregado fino después de ingresar al horno.



#### 4.3.2. Ensayo de granulometría de agregado fino y grueso (NTP 400.012:2013)

Para la elección del **agregado grueso** se tuvo en consideración las canteras representativas de la región Lambayeque, seleccionando el agregado proveniente de la Cantera La Victoria (distrito de Pátapo) y la Cantera Tres Tomas (distrito de Mesones Muro).

A ambos agregados de las diferentes canteras se les realizó el respectivo análisis granulométrico, encontrándose dentro de los rangos del uso N°67 (NTP 400.037), por lo cual es apto en el empleo para la fabricación del concreto (adoquín).

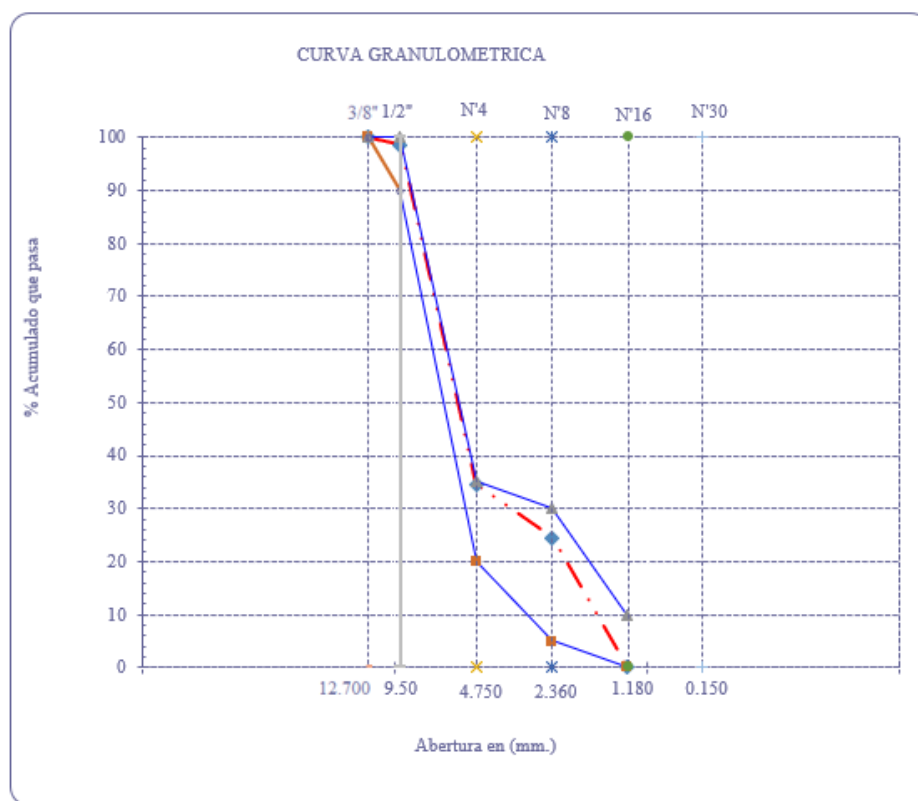
En consecuencia, se decidió emplear el agregado proveniente de la cantera La Victoria para la elaboración de los especímenes de la presente tesis.

Tabla 26: Ensayo del análisis granulométrico del agregado grueso.

Cantera : La Victoria

P. Inicial S. 498.0

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.52	7.2	1.4	1.4	98.6		
Nº 04	4.75	114.7	23.0	24.5	75.5		
Nº 08	2.36	254.5	51.1	75.6	24.4		
Nº 16	1.19	121.6	24.4	100.0	0.0		
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	25.00	498.0		
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	19.00			



Por otro lado, el **agregado fino** seleccionado para la investigación proviene de la Cantera Tres Tomas (distrito de Mesones Muro) ubicado a 30 km de la ciudad de Chiclayo.

Tabla 27: Ensayo del análisis granulométrico del agregado fino.

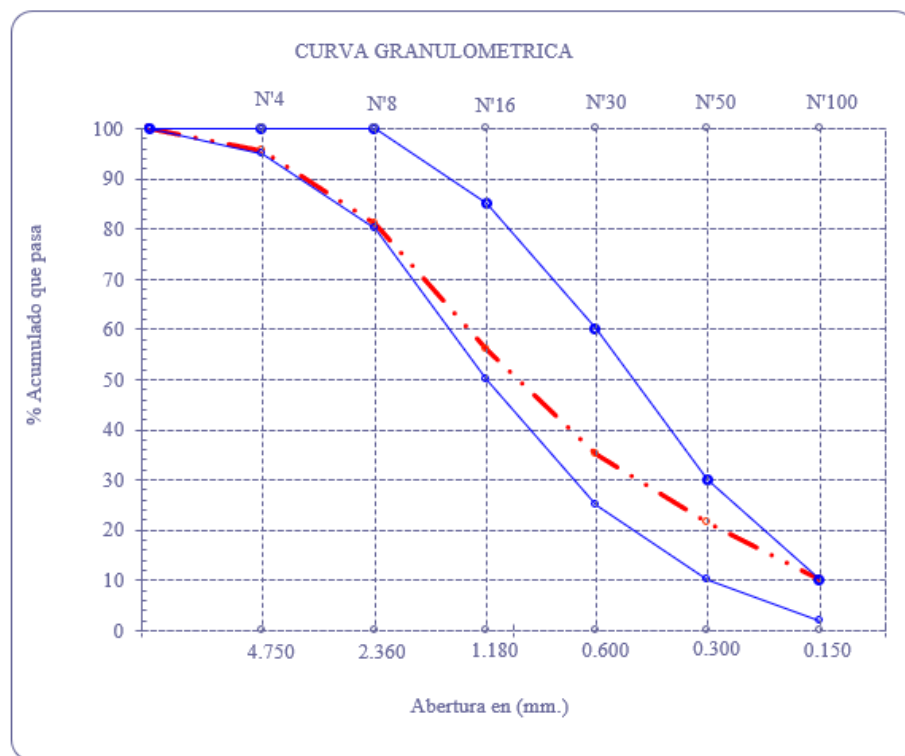
Cantera : Cantera Tres Tomas

P. Inicial S 496.1

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	22	4.4	4.4	95.6	95	100
Nº 08	2.360	72.1	14.5	19.0	81.0	80	100
Nº 16	1.180	123.5	24.9	43.9	56.1	50	85
Nº 30	0.600	104.6	21.1	64.9	35.1	25	60
Nº 50	0.300	67.3	13.6	78.5	21.5	10	30
Nº 100	0.150	57.2	11.5	90.0	10.0	2	10
Fondo		53.2	10.7	100.8	-0.8		
Módulo de Fineza				3.008			
Abertura de malla de referencia				2.360			

Asimismo, se obtuvo un módulo de fineza de 3.008, dicho resultado está comprendido entre los límites de 2.3 a 3.1 especificados en la norma NTP 400.037. También, se puede observar en la Tabla 27 que el mayor porcentaje retenido se encuentra en el tamiz Nº 16 (24.9%), siendo menor al señalado como máximo en la norma de 45%.

Gráfico 8: Curva granulométrica del agregado fino.



### 4.3.3. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado fino y agregado grueso (NTP 400.021:2020 y/o NTP 400.022:2013)

A continuación, se muestra el cálculo del peso específico y absorción del **agregado fino**.

Tabla 28: Datos empleados en el cálculo del peso específico del agregado fino

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.		500.0	500.0
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso	(g)	991.5	991.5
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	677.8	677.8
3.- Peso del Agua	(g)	313.7	313.7
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	673.8	673.8
5.- Peso del Frasco	(g)	177.8	177.8
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

Tabla 29: Peso específico y absorción del agregado fino

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.662
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.684
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.721
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.81

A continuación, se muestra el cálculo del peso específico y absorción del **agregado grueso**.

Tabla 30: Datos empleados en el cálculo del peso específico del agregado grueso

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.		500.0	500.0
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso	(g)	973.0	973.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	668.0	668.0
3.- Peso del Agua	(g)	305	305
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	666	666
5.- Peso del Frasco	(g)	168	168
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	498
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

Tabla 31: Peso específico y absorción del agregado grueso

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.554
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.564
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.580
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.40

#### 4.3.4. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino y agregado grueso (NTP 400.022 y/o NTP 400.017)

A continuación, se muestra el cálculo del peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

Tabla 32: Peos unitario suelto seco del agregado fino

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7064</b>	<b>7011</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4515	4462
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1354	1338
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1334.58</b>	

Tabla 33: Peos unitario compactado del agregado fino

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7539</b>	<b>7546</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4990	4997
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0035	0.0035
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1441	1443
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1430</b>	

A continuación, se muestra el cálculo del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

Tabla 34: Peos unitario suelto seco del agregado grueso

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>6745</b>	<b>6761</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4196	4212
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00343	0.00343
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1222	1227
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1219.28</b>	

Tabla 35: Peos unitario compactado del agregado grueso

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7064</b>	<b>7011</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4515.0	4462.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00343	0.00343
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1315	1299
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1301.79</b>	

#### 4.4. Resumen de ensayos de agregados reciclados

##### 4.4.1. Evaluación del ensayo de humedad del agregado reciclado fino y grueso (NTP 339.185:2003)

Para el presente ensayo se trabajó de acuerdo con lo estipulado por la norma referenciada, en donde el agregado grueso y agregado fino presentan una humedad de 0.60% y 1.63% respectivamente.

Gráfico 9: Variación del peso de la muestra de agregado reciclado grueso después de ingresar al horno.

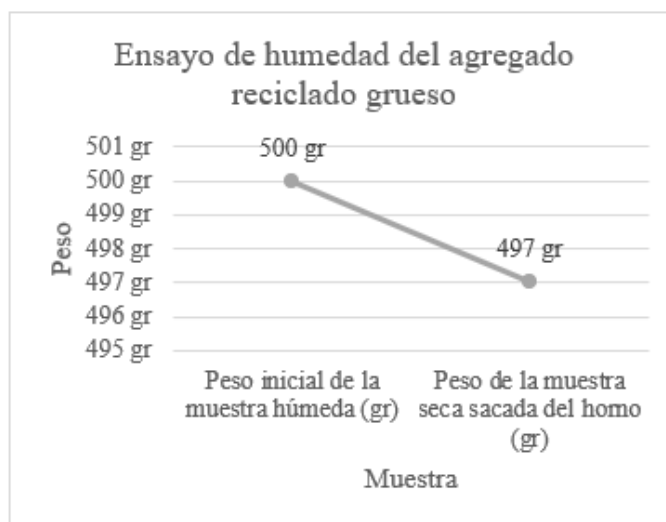
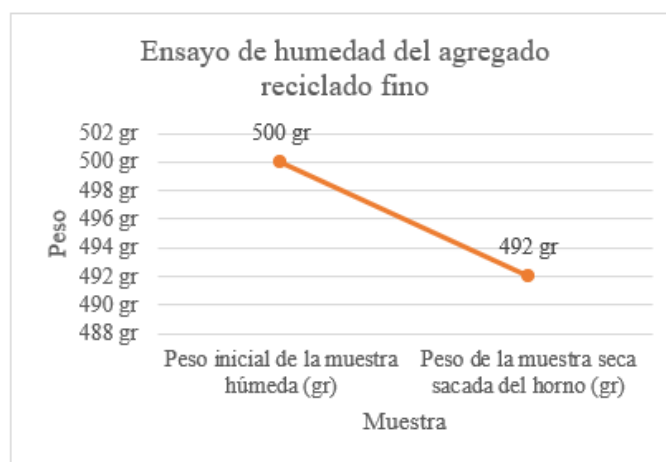


Gráfico 10: Variación del peso de la muestra de agregado reciclado fino después de ingresar al horno.



##### 4.4.2. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado reciclado fino y agregado reciclado grueso (NTP 400.021:2020 y/o NTP 400.022:2013)

A continuación, se muestra el cálculo del peso específico y absorción del **agregado reciclado fino**.

Tabla 36: Datos empleados en el cálculo del peso específico del agregado reciclado fino

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca:		500.0	500.0
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Ac	(g)	950.0	950.0
2.- Peso c Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	648.0	648.0
3.- Peso del Agua	(g)	302	302
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	640	640
5.- Peso del Frasco	(g)	148	148
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	492	492
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

Tabla 37: Peso específico y absorción del agregado reciclado fino

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.485
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.525
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.589
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.63

A continuación, se muestra el cálculo del peso específico y absorción del **agregado reciclado grueso**.

Tabla 38: Datos empleados en el cálculo del peso específico del agregado reciclado grueso

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.		500.0	500.0
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del	(g)	972.0	972.0
2.- Peso   Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	664.0	664.0
3.- Peso del Agua	(g)	308	308
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	657	657
5.- Peso del Frasco	(g)	164	164
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	493	493
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

Tabla 39: Peso específico y absorción del agregado reciclado grueso

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.568
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.604
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.665
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.42

#### 4.4.3. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado reciclado fino y agregado reciclado grueso (NTP 400.022 y/o NTP 400.017)

A continuación, se muestra el cálculo del peso unitario suelto y compactado del **agregado reciclado fino**.

Tabla 40: Peos unitario suelto seco del agregado fino

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>6315</b>	<b>6339</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		3766	3790
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1129	1136
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1114.48</b>	

Tabla 41: Peos unitario compactado del agregado fino

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>6888</b>	<b>6904</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4339	4355
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0035	0.0035
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1253	1257
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1235</b>	

A continuación, se muestra el cálculo del peso unitario suelto y compactado del agregado reciclado grueso.

Tabla 42: Peos unitario suelto seco del agregado grueso

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>5525</b>	<b>5541</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		2976	2992
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00343	0.00343
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	867	871
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>863.71</b>	

Tabla 43: Peos unitario compactado del agregado grueso

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7064</b>	<b>7011</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4515.0	4462.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00343	0.00343
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1315	1299
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1299.18</b>	

#### 4.4.4. Ensayo para determinar la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles (NTP.400 019:2020)

Para el presente ensayo, se utilizó el agregado grueso reciclado previamente triturado, para ello se consideró tanto los residuos de concreto como residuos de ladrillo, en donde se obtiene un desgaste por abrasión de 41.5% y 36.1% respectivamente, los cuales de acuerdo con la NTP 400.020 y NTP 400.038, el Método de los Ángeles, cumplen al no ser mayor que el

50% como lo estipula. Para dicho ensayo, se usó la gradación "A", con 12 esferas y un total de 500 revoluciones.

*Tabla 44: Ensayo de resistencia a la abrasión del agregado grueso reciclado (residuo de concreto) mediante el Método de Los Ángeles.*

ENSAYO N°	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5500.0
1 1/2" - 1"	0.0
1" - 3/4"	2280.0
3/4" - 1/2"	2280.0
1/2" - 3/8"	940.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	3215.0
% RETENIDO N° 12	58.45 %
% DESGASTE	41.55 %
% UNIFORMIDAD	0.53 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	41.5 %

*Tabla 45: Ensayo de resistencia a la abrasión del agregado grueso reciclado (residuo de ladrillo) mediante el Método de Los Ángeles.*

ENSAYO N°	2
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5500.0
1 1/2" - 1"	0.0
1" - 3/4"	2250.0
3/4" - 1/2"	2250.0
1/2" - 3/8"	1000.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	3515.0
% RETENIDO N° 12	63.91 %
% DESGASTE	36.09 %
% UNIFORMIDAD	0.61 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	36.1 %

#### **4.4.5. Ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto (NTP.400 024:2011)**

Para el presente ensayo, se tomó como referencia la NTP 400.024:2011 con la finalidad de proporcionar una advertencia sobre el uso de este agregado. Por lo que, al evaluar el agregado fino reciclado se obtuvo que no existe presencia de agentes contaminantes, tales como: arcillas,

limos y principalmente materia orgánica, indicándonos que este agregado es apto para la elaboración de adoquines de concreto.

Tabla 46: Ensayo para la determinación de impurezas orgánicas.

<u>Muestra</u> : M-01	
Indicador de patrón Gardner	N° 3
Denominación	No Presenta impurezas orgánicas

<u>Muestra</u> : M-01	
Indicador de patrón Gardner	N° 3
Denominación	No Presenta impurezas orgánicas

<u>Muestra</u> : M-01	
Indicador de patrón Gardner	N° 3
Denominación	No Presenta impurezas orgánicas

<u>Muestra</u> : M-01	
Indicador de patrón Gardner	N° 3
Denominación	No Presenta impurezas orgánicas

#### 4.4.6. Ensayo para determinar el contenido de sales solubles (NTP.399.152)

Para el presente ensayo, se tomó como referencia la NTP 399.152 con la finalidad de proporcionar una advertencia sobre el uso de este agregado. Por lo que, al evaluar el agregado reciclado dos muestras (agregado reciclado fino y grueso), se obtuvo en la muestra N°01 (M-01) un total de 2450 ppm, lo cual representa un 0.25% de sales solubles totales y de la muestra N°02 (M-02) presentó un total 3090 ppm, es decir un 0.31% del total de sales solubles. Por lo tanto, nos indica que este agregado es apto para la elaboración de adoquines de concreto.

Tabla 47: Ensayo para la determinación de contenido de sales solubles

		M-01	M-02
Sales Solubles Totales	ppm	2450	3090
	%	0.25	0.31

#### 4.4.7. Ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos (NTP.399.177)

Para el presente ensayo, se tomó como referencia la NTP 399.177 con la finalidad de proporcionar una advertencia sobre el uso de este agregado. Por lo que, al evaluar el agregado reciclado dos muestras (agregado reciclado fino y grueso), se obtuvo en la muestra N°01 (M-01) un total de 1020 ppm, lo cual representa un 0.10% de cloruros y de la muestra N°02 (M-02) presentó un total 1450 ppm, es decir un 0.15% del total de cloruros. Por lo tanto, nos indica que este agregado es apto para la elaboración de adoquines de concreto.

Tabla 48: Ensayo para la determinación de contenido de sulfatos ( $SO_4^{2-}$ )

		M-01	M-02
Sulfatos	ppm	1250	1150
$SO_4^{2-}$	%	0.13	0.12

#### 4.4.8. Ensayo para determinación cuantitativa de cloruros solubles (NTP.399.178)

Para el presente ensayo, se tomó como referencia la NTP 399.178 con la finalidad de proporcionar una advertencia sobre el uso de este agregado. Por lo que, al evaluar el agregado reciclado dos muestras (agregado reciclado fino y grueso), se obtuvo en la muestra N°01 (M-01) un total de 1250 ppm, lo cual representa un 0.13% de sulfatos y de la muestra N°02 (M-02) presentó un total 1150 ppm, es decir un 0.12% del total de sulfatos. Por lo tanto, nos indica que este agregado es apto para la elaboración de adoquines de concreto.

Tabla 49: Ensayo para la determinación de contenido de cloruros ( $Cl^-$ )

		M-01	M-02
Cloruros	ppm	1020	1450
$Cl^-$	%	0.10	0.15

#### 4.5. Resumen de diseño de mezcla

Tabla 50: Tabla resumen del diseño de mezcla ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

	RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA (F'C = 320 KG/CM2)								
	0%	15%		30%		45%		60%	
<b>CEMENTO</b>	485.92 kg/m <sup>3</sup>	485.92 kg/m <sup>3</sup>	485.92 kg/m <sup>3</sup>	485.92 kg/m <sup>3</sup>	485.92 kg/m <sup>3</sup>	485.92 kg/m <sup>3</sup>	485.92 kg/m <sup>3</sup>	485.92 kg/m <sup>3</sup>	485.92 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>	1000.22 kg/m <sup>3</sup>	1000.71 kg/m <sup>3</sup>	850.61 kg/m <sup>3</sup>	1001.21 kg/m <sup>3</sup>	700.84 kg/m <sup>3</sup>	1001.21 kg/m <sup>3</sup>	700.84 kg/m <sup>3</sup>	1001.21 kg/m <sup>3</sup>	700.84 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO NATURAL</b>	580.08 kg/m <sup>3</sup>	493.07 kg/m <sup>3</sup>	493.07 kg/m <sup>3</sup>	406.05 kg/m <sup>3</sup>	406.05 kg/m <sup>3</sup>	406.05 kg/m <sup>3</sup>	406.05 kg/m <sup>3</sup>	406.05 kg/m <sup>3</sup>	406.05 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>	-	87.19 kg/m <sup>3</sup>	87.19 kg/m <sup>3</sup>	174.37 kg/m <sup>3</sup>	174.37 kg/m <sup>3</sup>	174.37 kg/m <sup>3</sup>	174.37 kg/m <sup>3</sup>	174.37 kg/m <sup>3</sup>	174.37 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO RECICLADO</b>	-	-	151.30 kg/m <sup>3</sup>	-	302.74 kg/m <sup>3</sup>	-	302.74 kg/m <sup>3</sup>	-	302.74 kg/m <sup>3</sup>
<b>AGUA EFECTIVA</b>	206.80 lt/m <sup>3</sup>	208.50 lt/m <sup>3</sup>	208.53 lt/m <sup>3</sup>	210.21 lt/m <sup>3</sup>	210.27 lt/m <sup>3</sup>	210.21 lt/m <sup>3</sup>	210.27 lt/m <sup>3</sup>	210.21 lt/m <sup>3</sup>	210.27 lt/m <sup>3</sup>

#### 4.6. Resumen de ensayos para el concreto en estado fresco (adoquines)

##### 4.6.1. Ensayo de peso unitario:

El ensayo de peso unitario para el concreto en estado fresco se muestra en la Tabla 51, detallando los adoquines como muestra patrón, así como los diferentes porcentajes de agregado reciclado grueso y/o fino.

Tabla 51: Ensayo de peso unitario en estado fresco del adoquín de concreto.

% de reemplazo	Nº	Elemento	DIMENSIONES			Peso (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario promedio (kg/m <sup>3</sup> )
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ESPESOR (m)				
Muestra patrón	1	MP-1	0.201	0.101	0.042	1.962	0.00085	2318.62	2430.80
	2	MP-2	0.200	0.102	0.040	1.975	0.00080	2459.62	
	3	MP-3	0.201	0.102	0.039	1.987	0.00079	2514.16	
15% AR Grueso	1	15%AG-1	0.201	0.101	0.042	1.989	0.00085	2349.97	2411.60
	2	15%AG-2	0.201	0.101	0.041	2.019	0.00083	2432.90	
	3	15%AG-3	0.202	0.101	0.040	1.996	0.00081	2451.91	
30% AR Grueso	1	30%AG-1	0.200	0.100	0.042	2.079	0.00084	2481.88	2409.28
	2	30%AG-2	0.200	0.101	0.040	1.987	0.00081	2462.42	
	3	30%AG-3	0.202	0.101	0.043	1.996	0.00087	2283.55	
45% AR Grueso	1	45%AG-1	0.201	0.100	0.041	1.994	0.00082	2423.78	2399.46
	2	45%AG-2	0.200	0.100	0.041	1.986	0.00082	2415.24	
	3	45%AG-3	0.201	0.101	0.042	2.001	0.00085	2359.37	
60% AR Grueso	1	60%AG-1	0.202	0.101	0.040	1.981	0.00081	2443.04	2393.16
	2	60%AG-2	0.200	0.102	0.040	1.901	0.00082	2328.59	
	3	60%AG-3	0.201	0.100	0.042	2.011	0.00084	2407.86	
15% AR Grueso y Fino	1	15%AF-AG-1	0.200	0.100	0.040	1.996	0.00081	2459.87	2403.81
	2	15%AF-AG-2	0.201	0.101	0.042	2.016	0.00086	2346.68	
	3	15%AF-AG-3	0.201	0.101	0.041	1.992	0.00083	2404.89	
30% AR Grueso y Fino	1	30%AF-AG-1	0.201	0.101	0.043	2.147	0.00088	2450.97	2400.87
	2	30%AF-AG-2	0.202	0.101	0.040	1.995	0.00082	2418.63	
	3	30%AF-AG-3	0.200	0.101	0.043	2.017	0.00086	2333.02	
45% AR Grueso y Fino	1	45%AF-AG-1	0.200	0.102	0.041	1.964	0.00084	2341.80	2398.32
	2	45%AF-AG-2	0.201	0.100	0.042	2.01	0.00084	2405.22	
	3	45%AF-AG-3	0.201	0.101	0.040	1.975	0.00081	2447.94	
60% AR Grueso y Fino	1	60%AF-AG-1	0.201	0.101	0.040	1.954	0.00081	2403.27	2384.83
	2	60%AF-AG-2	0.200	0.101	0.041	1.96	0.00084	2346.03	
	3	60%AF-AG-3	0.200	0.101	0.040	1.939	0.00081	2405.19	

#### 4.7. Resumen de ensayos para el concreto endurecido (adoquines)

##### 4.7.1. Tolerancia dimensional:

La tolerancia dimensional fue efectuada para cada adoquín individualmente cuyas medidas de longitud, anchura y espesor se compararon con las tolerancias máximas (cm) especificadas en la NTP 399.611. Así mismo, dicha verificación se realizó para los adoquines con curado a los 3, 7, 14 y 28 días, en donde de acuerdo con las Tabla 52, Tabla 53, Tabla 54 y Tabla 55 cumplen con la tolerancia establecida por normativa.

Tabla 52: Tolerancia dimensional en adoquines ensayados a los 3 días.

N°	ELEMENTO	%DE REEMPLAZO (RCD)	DIMENSIONES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONALES			VERIFICACIONES		
			LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPE SOR (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPE SOR (cm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPE SOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPE SOR (mm)
1	MP-1	0%	20.15	10.12	4.16	20.00	10.00	4.00	1.50	1.20	1.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	MP-2		19.98	10.15	3.96	20.00	10.00	4.00	0.22	1.50	0.43	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3	MP-3		20.16	10.15	3.87	20.00	10.00	4.00	1.56	1.50	1.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	15%AG-1	15%	20.09	10.09	4.18	20.00	10.00	4.00	0.90	0.85	1.78	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	15%AG-2		20.16	10.16	4.09	20.00	10.00	4.00	1.58	1.58	0.85	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6	15%AG-3		20.15	10.13	3.99	20.00	10.00	4.00	1.48	1.26	0.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	30%AG-1	30%	20.00	10.02	4.18	20.00	10.00	4.00	0.00	0.20	1.80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8	30%AG-2		20.01	10.15	3.98	20.00	10.00	4.00	0.10	1.45	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9	30%AG-3		20.15	10.16	4.28	20.00	10.00	4.00	1.48	1.56	2.75	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
10	45%AG-1	45%	20.10	10.00	4.10	20.00	10.00	4.00	1.00	0.05	0.95	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
11	45%AG-2		20.03	10.03	4.10	20.00	10.00	4.00	0.30	0.25	0.95	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
12	45%AG-3		20.12	10.15	4.16	20.00	10.00	4.00	1.20	1.45	1.55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
13	60%AG-1	60%	20.00	9.99	3.99	20.00	10.00	4.00	0.00	0.10	0.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
14	60%AG-2		20.14	10.11	4.11	20.00	10.00	4.00	1.40	1.10	1.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
15	60%AG-3		19.99	10.16	4.13	20.00	10.00	4.00	0.10	1.56	1.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
16	15%AF-AG-1	15%	19.98	10.04	4.05	20.00	10.00	4.00	0.20	0.40	0.45	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
17	15%AF-AG-2		20.14	10.12	4.22	20.00	10.00	4.00	1.40	1.20	2.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
18	15%AF-AG-3		20.16	10.14	4.06	20.00	10.00	4.00	1.58	1.39	0.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
19	30% AF-AG-1	30%	20.07	10.12	4.32	20.00	10.00	4.00	0.70	1.15	3.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
20	30% AF-AG-2		20.16	10.16	4.05	20.00	10.00	4.00	1.57	1.58	0.45	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
21	30% AF-AG-3		20.05	10.07	4.28	20.00	10.00	4.00	0.47	0.70	2.83	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
22	45%AF-AG-1	45%	19.85	10.00	4.03	20.00	10.00	4.00	1.50	0.05	0.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
23	45%AF-AG-2		20.14	10.01	3.99	20.00	10.00	4.00	1.40	0.10	0.11	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
24	45%AF-AG-3		20.16	10.15	3.99	20.00	10.00	4.00	1.56	1.50	0.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
25	60%AF-AG-1	60%	19.99	10.14	4.01	20.00	10.00	4.00	0.15	1.40	0.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
26	60%AF-AG-2		20.13	10.03	4.11	20.00	10.00	4.00	1.30	0.30	1.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
27	60%AF-AG-3		20.10	10.16	4.13	20.00	10.00	4.00	1.00	1.58	1.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 53: Tolerancia dimensional en adoquines ensayados a los 7 días.

N°	ELEMENTO	% DE REEMPLAZO (RCD)	DIMENSIONES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONALES MAX			VERIFICACIONES		
			LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESESOR (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESESOR (cm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESESOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESESOR (mm)
1	MP-1	0%	20.10	10.12	4.16	20.00	10.00	4.00	1.00	1.20	1.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	MP-2		19.99	10.15	3.96	20.00	10.00	4.00	0.10	1.50	0.43	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3	MP-3		20.12	10.15	3.87	20.00	10.00	4.00	1.20	1.50	1.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	15%AG-1	15%	20.09	10.09	4.18	20.00	10.00	4.00	0.90	0.85	1.78	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	15%AG-2		20.11	10.10	4.09	20.00	10.00	4.00	1.10	1.02	0.85	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6	15%AG-3		20.15	10.14	3.99	20.00	10.00	4.00	1.50	1.38	0.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	30%AG-1	30%	20.00	10.02	4.18	20.00	10.00	4.00	0.00	0.20	1.80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8	30%AG-2		20.01	10.15	3.98	20.00	10.00	4.00	0.10	1.45	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9	30%AG-3		20.15	10.15	4.28	20.00	10.00	4.00	1.54	1.45	2.75	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
10	45%AG-1	45%	20.10	10.00	4.10	20.00	10.00	4.00	1.00	0.05	0.95	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
11	45%AG-2		20.03	10.03	4.10	20.00	10.00	4.00	0.30	0.25	0.95	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
12	45%AG-3		20.12	10.15	4.16	20.00	10.00	4.00	1.20	1.45	1.55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
13	60%AG-1	60%	20.16	10.06	4.00	20.00	10.00	4.00	1.56	0.60	0.01	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
14	60%AG-2		19.99	10.16	4.02	20.00	10.00	4.00	0.10	1.59	0.20	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
15	60%AG-3		20.15	9.99	4.15	20.00	10.00	4.00	1.45	0.10	1.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
16	15%AF-AG-1	15%	19.98	10.04	4.05	20.00	10.00	4.00	0.20	0.40	0.45	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
17	15%AF-AG-2		20.14	10.12	4.22	20.00	10.00	4.00	1.40	1.20	2.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
18	15%AF-AG-3		20.14	10.13	4.06	20.00	10.00	4.00	1.40	1.30	0.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
19	30% AF-AG-1	30%	20.07	10.12	4.32	20.00	10.00	4.00	0.70	1.15	3.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
20	30% AF-AG-2		20.15	10.12	4.05	20.00	10.00	4.00	1.50	1.20	0.45	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
21	30% AF-AG-3		20.05	10.07	4.28	20.00	10.00	4.00	0.47	0.70	2.83	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
22	45%AG-1	45%	19.99	10.16	4.13	20.00	10.00	4.00	0.11	1.59	1.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
23	45%AG-2		20.13	9.99	4.16	20.00	10.00	4.00	1.30	0.11	1.56	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
24	45%AG-3		20.10	10.06	3.99	20.00	10.00	4.00	1.00	0.60	0.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
25	60%AG-1	60%	20.05	10.10	4.02	20.00	10.00	4.00	0.50	1.00	0.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
26	60%AG-2		20.00	10.14	4.12	20.00	10.00	4.00	0.02	1.40	1.20	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
27	60%AG-3		19.99	10.11	3.99	20.00	10.00	4.00	0.10	1.10	0.11	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 54: Tolerancia dimensional en adoquines ensayados a los 14 días.

N°	ELEMENTO	% DE REEMPLAZO (RCD)	DIMENSIONES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONALES MÁX.			VERIFICACIONES		
			LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)
1	MP-1	0%	20.02	10.08	4.30	20.00	10.00	4.00	0.20	0.75	2.95	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	MP-2		19.98	10.14	4.16	20.00	10.00	4.00	0.20	1.35	1.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3	MP-3		20.14	10.15	4.05	20.00	10.00	4.00	1.40	1.50	0.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	15%AG-1	15%	20.07	10.16	3.81	20.00	10.00	4.00	0.70	1.55	1.90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	15%AG-2		20.10	10.12	4.23	20.00	10.00	4.00	1.00	1.20	2.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6	15%AG-3		20.04	10.03	4.00	20.00	10.00	4.00	0.40	0.25	0.05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	30%AG-1	30%	19.96	10.11	3.98	20.00	10.00	4.00	0.40	1.10	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8	30%AG-2		20.05	10.06	4.00	20.00	10.00	4.00	0.50	0.60	0.05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9	30%AG-3		20.03	10.14	4.05	20.00	10.00	4.00	0.30	1.43	0.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
10	45%AG-1	45%	20.00	10.00	4.26	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	2.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
11	45%AG-2		20.05	10.13	4.26	20.00	10.00	4.00	0.50	1.30	2.55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
12	45%AG-3		20.01	10.07	4.05	20.00	10.00	4.00	0.10	0.65	0.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
13	60%AG-1	60%	20.07	10.04	4.29	20.00	10.00	4.00	0.70	0.40	2.90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
14	60%AG-2		20.04	10.14	4.21	20.00	10.00	4.00	0.40	1.35	2.05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
15	60%AG-3		20.00	10.03	4.29	20.00	10.00	4.00	0.00	0.25	2.90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
16	15%AF-AG-1	15%	20.16	10.07	4.05	20.00	10.00	4.00	1.56	0.72	0.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
17	15%AF-AG-2		20.15	10.06	4.03	20.00	10.00	4.00	1.50	0.58	0.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
18	15%AF-AG-3		20.14	9.98	4.06	20.00	10.00	4.00	1.40	0.20	0.55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
19	30% AF-AG-1	30%	19.96	10.10	4.13	20.00	10.00	4.00	0.40	1.00	1.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
20	30% AF-AG-2		20.05	10.00	3.91	20.00	10.00	4.00	0.50	0.05	0.90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
21	30% AF-AG-3		19.93	10.10	4.00	20.00	10.00	4.00	0.70	1.00	0.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
22	45%AF-AG-1	45%	20.02	10.05	4.01	20.00	10.00	4.00	0.20	0.50	0.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
23	45%AF-AG-2		19.98	10.07	4.01	20.00	10.00	4.00	0.20	0.65	0.05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
24	45%AF-AG-3		19.89	10.02	4.01	20.00	10.00	4.00	1.10	0.20	0.05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
25	60%AF-AG-1	60%	20.10	10.12	4.14	20.00	10.00	4.00	1.00	1.20	1.35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
26	60%AF-AG-2		20.00	10.15	4.27	20.00	10.00	4.00	0.00	1.50	2.70	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
27	60%AF-AG-3		20.08	10.14	4.26	20.00	10.00	4.00	0.80	1.35	2.55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 55: Tolerancia dimensional en adoquines ensayados a los 28 días.

N°	ELEMENTO	% DE REEMPLAZO (RCD)	DIMENSIONES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONALES MÁX.			VERIFICACIONES		
			LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)
1	MP-1	0%	20.01	10.09	4.29	20.00	10.00	4.00	0.10	0.85	2.85	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	MP-2		19.99	10.14	4.16	20.00	10.00	4.00	0.10	1.35	1.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3	MP-3		20.12	10.12	4.05	20.00	10.00	4.00	1.20	1.20	0.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	15%AG-1	15%	20.07	10.12	3.93	20.00	10.00	4.00	0.70	1.15	0.75	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	15%AG-2		20.08	10.12	4.22	20.00	10.00	4.00	0.80	1.20	2.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6	15%AG-3		20.04	10.03	4.01	20.00	10.00	4.00	0.42	0.25	0.05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
7	30%AG-1	30%	19.96	10.11	4.02	20.00	10.00	4.00	0.40	1.10	0.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
8	30%AG-2		20.05	10.06	4.01	20.00	10.00	4.00	0.50	0.60	0.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
9	30%AG-3		20.03	10.16	4.06	20.00	10.00	4.00	0.30	1.55	0.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
10	45%AG-1	45%	20.00	10.00	4.25	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	2.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
11	45%AG-2		20.05	10.13	4.25	20.00	10.00	4.00	0.50	1.30	2.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
12	45%AG-3		20.01	10.07	4.03	20.00	10.00	4.00	0.10	0.65	0.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
13	60%AG-1	60%	20.07	10.04	4.28	20.00	10.00	4.00	0.70	0.40	2.80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
14	60%AG-2		20.04	10.14	4.21	20.00	10.00	4.00	0.40	1.35	2.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
15	60%AG-3		20.00	10.03	4.23	20.00	10.00	4.00	0.00	0.25	2.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
16	15%AF-AG-1	15%	20.16	10.16	4.07	20.00	10.00	4.00	1.59	1.55	0.65	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
17	15%AF-AG-2		20.14	10.14	4.03	20.00	10.00	4.00	1.40	1.35	0.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
18	15%AF-AG-3		20.15	10.15	4.09	20.00	10.00	4.00	1.50	1.53	0.85	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
19	30% AF-AG-1	30%	19.96	10.10	4.13	20.00	10.00	4.00	0.40	1.00	1.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
20	30% AF-AG-2		20.05	10.00	3.91	20.00	10.00	4.00	0.50	0.05	0.90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
21	30% AF-AG-3		19.93	10.10	4.00	20.00	10.00	4.00	0.70	1.00	0.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
22	45%AF-AG-1	45%	20.11	10.05	4.01	20.00	10.00	4.00	1.10	0.55	0.05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
23	45%AF-AG-2		19.98	10.07	4.02	20.00	10.00	4.00	0.20	0.70	0.20	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
24	45%AF-AG-3		19.99	10.11	4.06	20.00	10.00	4.00	0.10	1.05	0.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
25	60%AF-AG-1	60%	20.12	10.16	4.14	20.00	10.00	4.00	1.20	1.55	1.35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
26	60%AF-AG-2		20.11	10.09	4.27	20.00	10.00	4.00	1.10	0.90	2.70	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
27	60%AF-AG-3		19.99	10.14	4.18	20.00	10.00	4.00	0.10	1.35	1.75	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

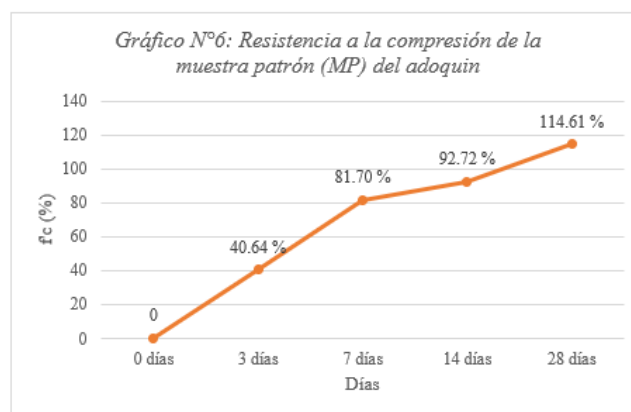
#### 4.7.2. Resistencia a la compresión del adoquín de concreto

En la Tabla 56, se muestran los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión de la muestra patrón de los adoquines de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611.

Tabla 56: Resistencia a la compresión de la muestra patrón de adoquín ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	LECTURA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Promedio	PESO (gr)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)									
1	MP-1	28-Abr	01-May	20.15	10.12	4.16	3	203.92	26105	128.017	320	40.01	130.06	40.64	1823
2	MP-2	28-Abr	01-May	19.98	10.15	3.96	3	202.78	25047	123.520	320	38.60			1770
3	MP-3	28-Abr	01-May	20.16	10.15	3.87	3	204.58	28364	138.643	320	43.33			1701
4	MP-4	28-Abr	05-May	20.10	10.12	4.16	7	203.41	54186	266.385	320	83.25	261.43	81.70	1823
5	MP-5	28-Abr	05-May	19.99	10.15	3.96	7	202.90	51331	252.989	320	79.06			1770
6	MP-6	28-Abr	05-May	20.12	10.15	3.87	7	204.22	54102	264.923	320	82.79			1701
7	MP-7	28-Abr	12-May	20.02	10.08	4.30	14	201.70	54927	272.318	320	85.10	296.71	92.72	1862
8	MP-8	28-Abr	12-May	19.98	10.14	4.16	14	202.50	66401	327.911	320	102.47			1858
9	MP-9	28-Abr	12-May	20.14	10.15	4.05	14	204.42	59259	289.887	320	90.59			1780
10	MP-10	28-Abr	26-May	20.01	10.09	4.29	28	201.80	72910	361.297	320	112.91	366.75	114.61	1862
11	MP-11	28-Abr	26-May	19.99	10.14	4.16	28	202.60	76221	376.217	320	117.57			1858
12	MP-12	28-Abr	26-May	20.12	10.12	4.05	28	203.61	73859	362.740	320	113.36			1780

Gráfico 11: Curva edad vs  $f'c$  de la muestra patrón del adoquín de concreto ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

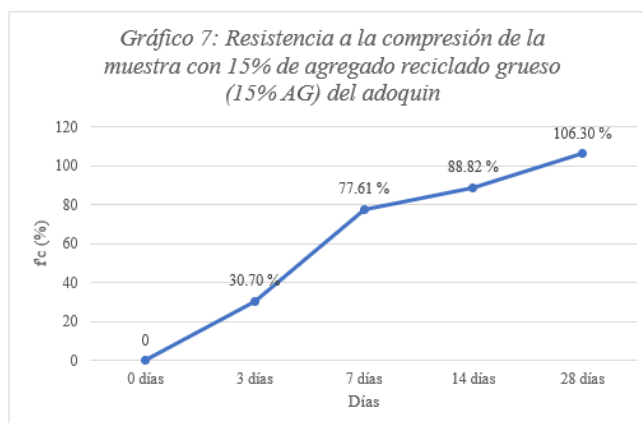


En la Tabla 57, se muestran los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso (15%AG) en los adoquines de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611.

Tabla 57: Resistencia a la compresión de la muestra patrón de adoquín ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	LECTURA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub> Promedio
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)								
1	15%AG-1	28-Abr	01-May	20.09	10.09	4.18	3	202.61	20154	99.473	320	31.09	98.25	30.70
2	15%AG-2	28-Abr	01-May	20.16	10.16	4.09	3	204.76	18654	91.100	320	28.47		
3	15%AG-3	28-Abr	01-May	20.15	10.15	3.87	3	204.50	21304	104.175	320	32.55		
4	15%AG-4	28-Abr	05-May	20.09	10.09	4.16	7	202.61	51622	254.788	320	79.62	248.36	77.61
5	15%AG-5	28-Abr	05-May	20.11	10.10	4.09	7	203.15	50002	246.132	320	76.92		
6	15%AG-6	28-Abr	05-May	20.15	10.14	3.99	7	204.28	49876	244.154	320	76.30		
7	15%AG-7	28-Abr	12-May	20.07	10.16	3.81	14	203.81	62547	306.887	320	95.90	284.21	88.82
8	15%AG-8	28-Abr	12-May	20.10	10.12	4.23	14	203.41	59441	292.220	320	91.32		
9	15%AG-9	28-Abr	12-May	20.04	10.03	4.00	14	200.90	50932	253.518	320	79.22		
10	15%AG-10	28-Abr	26-May	20.07	10.12	3.93	28	203.01	68547	337.657	320	105.52	340.16	106.30
11	15%AG-11	28-Abr	26-May	20.08	10.12	4.22	28	203.21	68541	337.292	320	105.40		
12	15%AG-12	28-Abr	26-May	20.04	10.03	4.01	28	200.92	69423	345.524	320	107.98		

Gráfico 12: Curva edad vs  $f'_c$  de la muestra con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

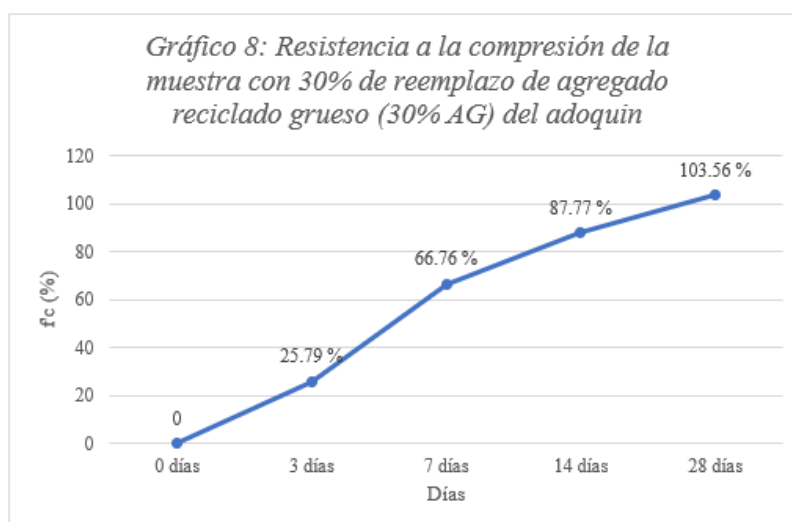


En la Tabla 58, se muestran los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 30% de reemplazo de agregado reciclado grueso (30% AG) en los adoquines de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611.

Tabla 58: Resistencia a la compresión de la muestra con 30% de reemplazo de AR grueso de adoquín ( $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	LECTURA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_c$ DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% $f'_c$	$f'_c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% $f'_c$ Promedio
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)								
1	30% AG-1	28-Abr	01-May	20.00	10.02	4.18	3	200.40	18563	92.630	320	28.95	82.52	25.79
2	30% AG-2	28-Abr	01-May	20.01	10.15	3.98	3	203.00	16248	80.039	320	25.01		
3	30% AG-3	28-Abr	01-May	20.15	10.16	4.28	3	204.62	15326	74.899	320	23.41		
4	30% AG-4	28-Abr	05-May	20.00	10.02	4.18	7	200.40	42135	210.254	320	65.70	213.64	66.76
5	30% AG-5	28-Abr	05-May	20.01	10.15	3.98	7	203.00	44523	219.324	320	68.54		
6	30% AG-6	28-Abr	05-May	20.15	10.15	4.28	7	204.46	43212	211.345	320	66.05		
7	30% AG-7	28-Abr	12-May	19.96	10.11	3.98	14	201.80	56949	282.211	320	88.19	280.85	87.77
8	30% AG-8	28-Abr	12-May	20.05	10.06	4.00	14	201.70	54923	272.296	320	85.09		
9	30% AG-9	28-Abr	12-May	20.03	10.14	4.05	14	203.15	58516	288.037	320	90.01		
10	30% AG-10	28-Abr	26-May	19.96	10.11	4.02	28	201.80	68989	341.876	320	106.84	331.38	103.56
11	30% AG-11	28-Abr	26-May	20.05	10.06	4.01	28	201.70	66145	327.933	320	102.48		
12	30% AG-12	28-Abr	26-May	20.03	10.16	4.06	28	203.40	65972	324.339	320	101.36		

Gráfico 13: Curva edad vs  $f'_c$  de la muestra con 30% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

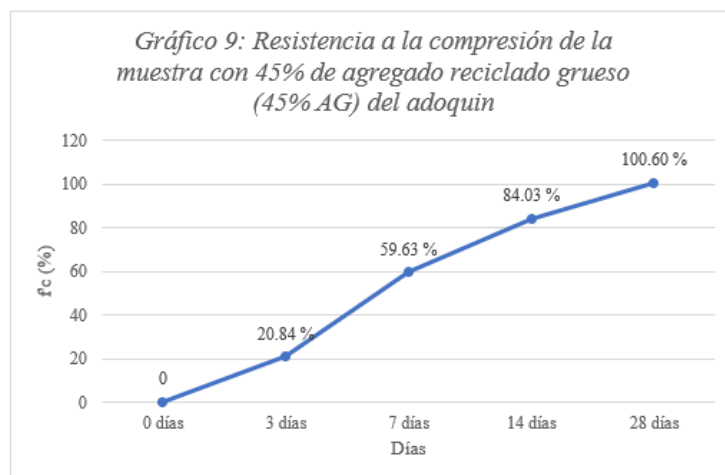


En la Tabla 59, se muestran los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 45% de reemplazo de agregado reciclado grueso (45%AG) en los adoquines de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611.

Tabla 59: Resistencia a la compresión de la muestra con 45% de reemplazo de AR grueso de adoquín ( $f'c = 320$  kg/cm<sup>2</sup>)

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	LECTURA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub> Promedio
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)								
1	45% AG-1	28-Abr	01-May	20.10	10.00	4.10	3	200.90	14235	70.856	320	22.14	66.68	20.84
2	45% AG-2	28-Abr	01-May	20.03	10.03	4.10	3	200.80	12598	62.739	320	19.61		
3	45% AG-3	28-Abr	01-May	20.12	10.15	4.16	3	204.12	13562	66.442	320	20.76		
4	45% AG-4	28-Abr	05-May	20.10	10.00	4.10	7	200.90	39854	198.378	320	61.99	190.81	59.63
5	45% AG-5	28-Abr	05-May	20.03	10.03	4.10	7	200.80	38752	192.987	320	60.31		
6	45% AG-6	28-Abr	05-May	20.12	10.15	4.16	7	204.12	36957	181.058	320	56.58		
7	45% AG-7	28-Abr	12-May	20.00	10.00	4.26	14	200.00	66826	334.130	320	104.42	268.91	84.03
8	45% AG-8	28-Abr	12-May	20.05	10.13	4.26	14	203.11	41536	204.504	320	63.91		
9	45% AG-9	28-Abr	12-May	20.01	10.07	4.05	14	201.40	53994	268.092	320	83.78		
10	45% AG-10	28-Abr	26-May	20.00	10.00	4.25	28	200.00	68023	340.115	320	106.29	321.92	100.60
11	45% AG-11	28-Abr	26-May	20.05	10.13	4.25	28	203.11	62536	307.898	320	96.22		
12	45% AG-12	28-Abr	26-May	20.01	10.07	4.03	28	201.40	63995	317.750	320	99.30		

Gráfico 14: Curva edad vs  $f'c$  de la muestra con 45% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$  kg/cm<sup>2</sup>)

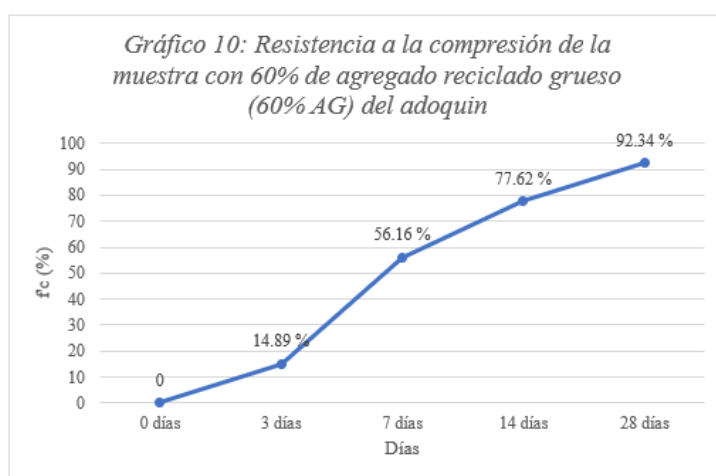


En la Tabla 60, se muestran los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 60% de reemplazo de agregado reciclado grueso (60%AG) en los adoquines de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611.

Tabla 60: Resistencia a la compresión de la muestra con 60% de reemplazo de AR grueso de adoquín ( $f'c = 320$  kg/cm<sup>2</sup>)

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	LECTURA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c	f'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c Promedio
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)								
1	60%AG-1	28-Abr	01-May	20.00	9.99	3.99	3	199.80	9054	45.315	320	14.16	47.63	14.89
2	60%AG-2	28-Abr	01-May	20.14	10.11	4.11	3	203.62	10211	50.148	320	15.67		
3	60%AG-3	28-Abr	01-May	19.99	10.16	4.13	3	203.02	9631	47.439	320	14.82		
4	60%AG-4	28-Abr	05-May	20.16	10.06	4.00	7	202.77	35641	175.771	320	54.93	179.72	56.16
5	60%AG-5	28-Abr	05-May	19.99	10.16	4.02	7	203.08	36457	179.522	320	56.10		
6	60%AG-6	28-Abr	05-May	20.15	9.99	4.15	7	201.25	37002	183.862	320	57.46		
7	60%AG-7	28-Abr	12-May	20.07	10.04	4.29	14	201.50	56669	281.232	320	87.88	248.38	77.62
8	60%AG-8	28-Abr	12-May	20.04	10.14	4.21	14	203.11	58967	290.327	320	90.73		
9	60%AG-9	28-Abr	12-May	20.00	10.03	4.29	14	200.50	34802	173.576	320	54.24		
10	60%AG-10	28-Abr	26-May	20.07	10.04	4.28	28	201.50	58923	292.418	320	91.38	295.48	92.34
11	60%AG-11	28-Abr	26-May	20.04	10.14	4.21	28	203.11	60459	297.673	320	93.02		
12	60%AG-12	28-Abr	26-May	20.00	10.03	4.23	28	200.50	59421	296.364	320	92.61		

Gráfico 15: Curva edad vs  $f'c$  de la muestra con 60% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320$  kg/cm<sup>2</sup>)

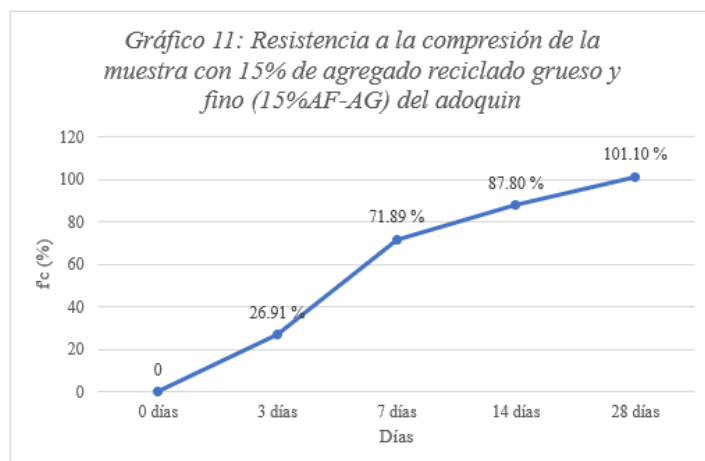


En la Tabla 61, se muestran los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso y fino (15%AF-AG) en los adoquines de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611.

Tabla 61: Resistencia a la compresión de la muestra con 15% de reemplazo de AR grueso y fino de adoquín ( $f'c = 320$  kg/cm<sup>2</sup>)

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	LECTURA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c	f'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c Promedio
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)								
1	15%AF-AG-1	28-Abr	01-May	19.98	10.04	4.05	3	200.60	18523	92.338	320	28.86	86.10	26.91
2	15%AF-AG-2	28-Abr	01-May	20.14	10.12	4.22	3	203.82	16354	80.239	320	25.07		
3	15%AF-AG-3	28-Abr	01-May	20.16	10.14	4.06	3	204.38	17523	85.737	320	26.79		
4	15%AF-AG-4	28-Abr	05-May	19.98	10.04	4.05	7	200.60	47520	236.890	320	74.03	230.04	71.89
5	15%AF-AG-5	28-Abr	05-May	20.14	10.12	4.22	7	203.82	46523	228.259	320	71.33		
6	15%AF-AG-6	28-Abr	05-May	20.14	10.13	4.06	7	204.02	45896	224.960	320	70.30		
7	15%AF-AG-7	28-Abr	12-May	20.16	10.07	4.05	14	203.02	57730	284.354	320	88.86	280.96	87.80
8	15%AF-AG-8	28-Abr	12-May	20.15	10.06	4.03	14	202.67	56533	278.943	320	87.17		
9	15%AF-AG-9	28-Abr	12-May	20.14	9.98	4.06	14	201.00	56193	279.571	320	87.37		
10	15%AF-AG-10	28-Abr	26-May	20.16	10.16	4.07	28	204.71	66730	325.966	320	101.86	323.52	101.10
11	15%AF-AG-11	28-Abr	26-May	20.14	10.14	4.03	28	204.12	64533	316.154	320	98.80		
12	15%AF-AG-12	28-Abr	26-May	20.15	10.15	4.09	28	204.57	67193	328.455	320	102.64		

Gráfico 16: Curva edad vs  $f'c$  de la muestra con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )



En la Tabla 62, se muestran los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 30% de reemplazo de agregado reciclado grueso y fino (30%AF-AG) en los adoquines de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611.

Tabla 62: Resistencia a la compresión de la muestra con 30% de reemplazo de AR grueso y fino de adoquín ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	LECTURA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'c$ DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% $f'c$	$f'c$ Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% $f'c$ Promedio
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)								
1	30% AF-AG-1	28-Abr	01-May	20.07	10.12	4.32	3	203.01	14523	71.539	320	22.36	69.20	21.62
2	30% AF-AG-2	28-Abr	01-May	20.16	10.16	4.05	3	204.75	12642	61.742	320	19.29		
3	30% AF-AG-3	28-Abr	01-May	20.05	10.07	4.28	3	201.88	15002	74.312	320	23.22		
4	30% AF-AG-4	28-Abr	05-May	20.07	10.12	4.32	7	203.01	40125	197.652	320	61.77	193.05	60.33
5	30% AF-AG-5	28-Abr	05-May	20.15	10.12	4.05	7	203.92	39854	195.441	320	61.08		
6	30% AF-AG-6	28-Abr	05-May	20.05	10.07	4.28	7	201.88	37562	186.063	320	58.14		
7	30% AF-AG-7	28-Abr	12-May	19.96	10.10	4.13	14	201.60	58146	288.428	320	90.13	279.26	87.27
8	30% AF-AG-8	28-Abr	12-May	20.05	10.00	3.91	14	200.40	50789	253.438	320	79.20		
9	30% AF-AG-9	28-Abr	12-May	19.93	10.10	4.00	14	201.29	59565	295.912	320	92.47		
10	30% AF-AG-10	28-Abr	26-May	19.96	10.10	4.13	28	201.60	63146	313.230	320	97.88	299.15	93.48
11	30% AF-AG-11	28-Abr	26-May	20.05	10.00	3.91	28	200.40	54789	273.399	320	85.44		
12	30% AF-AG-12	28-Abr	26-May	19.93	10.10	4.00	28	201.29	62565	310.816	320	97.13		

Gráfico 17: Curva edad vs  $f'c$  de la muestra con 30% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

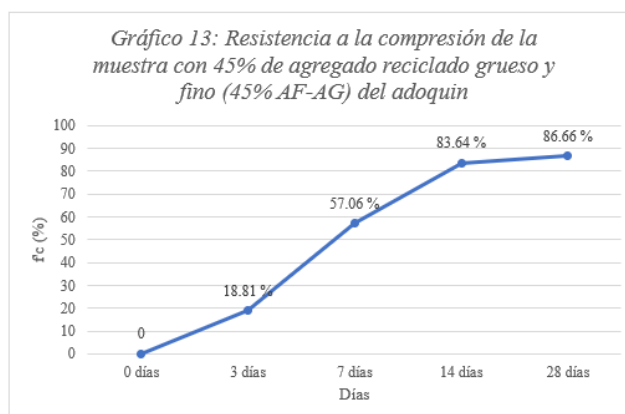


En la Tabla 63, se muestran los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 45% de reemplazo de agregado reciclado grueso y fino (45% AF-AG) en los adoquines de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611.

Tabla 63: Resistencia a la compresión de la muestra con 45% de reemplazo de AR grueso y fino de adoquín ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	LECTURA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub> Promedio
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPE SOR (cm)								
1	45%AF-AG-1	28-Abr	01-May	19.85	10.00	4.03	3	198.40	12564	63.326	320	19.79	60.18	18.81
2	45%AF-AG-2	28-Abr	01-May	20.14	10.01	3.99	3	201.60	13547	67.197	320	21.00		
3	45%AF-AG-3	28-Abr	01-May	20.16	10.15	3.99	3	204.58	10234	50.024	320	15.63		
4	45%AF-AG-4	28-Abr	05-May	19.99	10.16	4.13	7	203.07	35421	174.429	320	54.51	182.59	57.06
5	45%AF-AG-5	28-Abr	05-May	20.13	9.99	4.16	7	201.08	36547	181.755	320	56.80		
6	45%AF-AG-6	28-Abr	05-May	20.10	10.06	3.99	7	202.21	38742	191.597	320	59.87	267.64	83.64
7	45%AF-AG-7	28-Abr	12-May	20.02	10.05	4.01	14	201.20	42356	210.516	320	65.79		
8	45%AF-AG-8	28-Abr	12-May	19.98	10.07	4.01	14	201.10	59631	296.526	320	92.66		
9	45%AF-AG-9	28-Abr	12-May	19.89	10.02	4.01	14	199.29	58965	295.879	320	92.46	277.30	86.66
10	45%AF-AG-10	28-Abr	26-May	20.11	10.05	4.01	28	202.20	55213	273.067	320	85.33		
11	45%AF-AG-11	28-Abr	26-May	19.98	10.07	4.02	28	201.20	58147	289.003	320	90.31		
12	45%AF-AG-12	28-Abr	26-May	19.99	10.11	4.06	28	202.00	54508	269.843	320	84.33		

Gráfico 18: Curva edad vs  $f'c$  de la muestra con 45% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

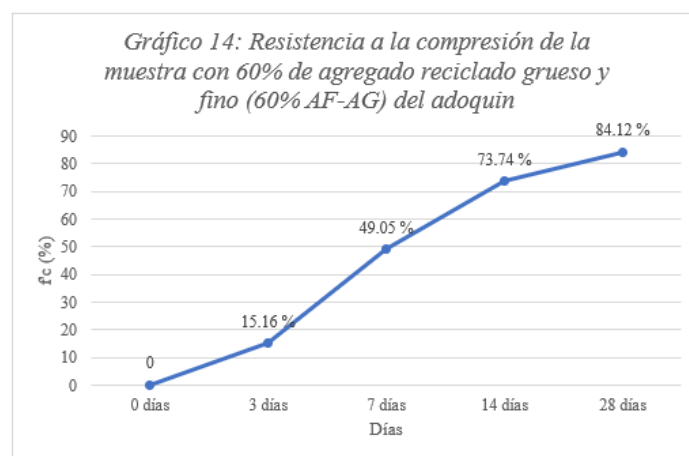


En la Tabla 64, se muestran los resultados obtenidos mediante el ensayo de resistencia a la compresión de la muestra con 60% de reemplazo de agregado reciclado grueso y fino (60% AF-AG) en los adoquines de concreto a los 3, 7, 14 y 28 días, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la NTP 399.611.

Tabla 64: Resistencia a la compresión de la muestra con 60% de reemplazo de AR grueso y fino de adoquín ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (días)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	LECTURA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub> Promedio
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)								
1	60%AF-AG-1	28-Abr	01-May	19.99	10.14	4.01	3	202.65	10002	49.357	320	15.42	48.51	15.16
2	60%AF-AG-2	28-Abr	01-May	20.13	10.03	4.11	3	201.90	9654	47.815	320	14.94		
3	60%AF-AG-3	28-Abr	01-May	20.10	10.16	4.13	3	204.18	9874	48.360	320	15.11		
4	60%AF-AG-4	28-Abr	05-May	20.05	10.10	4.02	7	202.51	30124	148.757	320	46.49	156.97	49.05
5	60%AF-AG-5	28-Abr	05-May	20.00	10.14	4.12	7	202.78	33201	163.729	320	51.17		
6	60%AF-AG-6	28-Abr	05-May	19.99	10.11	3.99	7	202.10	32015	158.413	320	49.50		
7	60%AF-AG-7	28-Abr	12-May	20.10	10.12	4.14	14	203.41	48359	237.739	320	74.29	235.97	73.74
8	60%AF-AG-8	28-Abr	12-May	20.00	10.15	4.27	14	203.00	32796	161.557	320	50.49		
9	60%AF-AG-9	28-Abr	12-May	20.08	10.14	4.26	14	203.51	62805	308.608	320	96.44		
10	60%AF-AG-10	28-Abr	26-May	20.12	10.16	4.14	28	204.32	53024	259.516	320	81.10	269.17	84.12
11	60%AF-AG-11	28-Abr	26-May	20.11	10.09	4.27	28	202.91	54210	267.163	320	83.49		
12	60%AF-AG-12	28-Abr	26-May	19.99	10.14	4.18	28	202.60	56896	280.831	320	87.76		

Gráfico 19: Curva edad vs  $f'c$  de la muestra con 60% de reemplazo de agregado reciclado grueso del adoquín de concreto ( $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ )



#### 4.7.3. Resistencia a la flexión por tracción (Módulo de rotura)

El presente ensayo de resistencia a la flexión por tracción se realizó a los adoquines para uso peatonal (edad 28 días) en concordancia con lo establecido en la norma ITINTEC 339.124.1988, por lo cual se encontraron los siguientes resultados para el promedio de 3 unidades de la muestra patrón ( $f'c=320 \text{ kg/cm}^2$ ).

Tabla 65: Módulo de rotura para la muestra patrón (MP)

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	Luz entre apoyos (mm)	LECTURA (P)		MÓDULO DE ROTURA (MPa)	$\sigma$	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)			(kg)	(N)			
1	MP-1	28-Abr	26-May	200.10	100.85	42.85	28	150.00	587	5758.47	6.997	0.13	6.85
2	MP-2	28-Abr	26-May	199.90	101.35	41.60	28	150.00	551	5405.31	6.934		
3	MP-3	28-Abr	26-May	201.20	101.20	40.50	28	150.00	540	5297.4	7.181		
<b>PROMEDIO</b>											7.037		

Asimismo, se realizó el ensayo para los adoquines con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso, obteniendo un módulo de rotura como se muestra en la Tabla 66.

Tabla 66: Módulo de rotura para la muestra con 15% de reemplazo de AR grueso

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	Luz entre apoyos (mm)	LECTURA (P)		MÓDULO DE ROTURA (MPa)	$\sigma$	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESESOR (mm)			(kg)	(N)			
1	15%AG-1	28-Abr	26-May	200.70	101.20	39.30	28	150.00	605	5935.05	8.544	0.67	6.92
2	15%AG-2	28-Abr	26-May	200.80	101.20	42.20	28	150.00	589	5778.09	7.214		
3	15%AG-3	28-Abr	26-May	200.40	100.30	40.10	28	150.00	587	5758.47	8.033		
PROMEDIO											7.930		

En la Tabla 67, se muestra el resultado del módulo de rotura del ensayo para los adoquines con 30% de reemplazo de agregado reciclado grueso.

Tabla 67: Módulo de rotura para la muestra con 30% de reemplazo de AR grueso

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	Luz entre apoyos (mm)	LECTURA (P)		MÓDULO DE ROTURA (MPa)	$\sigma$	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESESOR (mm)			(kg)	(N)			
1	30%AG-1	28-Abr	26-May	199.60	101.10	40.20	28	150.00	607	5954.67	8.200	0.64	7.01
2	30%AG-2	28-Abr	26-May	200.50	100.60	40.10	28	150.00	621	6092.01	8.473		
3	30%AG-3	28-Abr	26-May	200.30	101.60	40.60	28	150.00	550	5395.5	7.249		
PROMEDIO											7.974		

En la Tabla 68, se muestra el resultado del módulo de rotura del ensayo para los adoquines con 45% de reemplazo de agregado reciclado grueso.

Tabla 68: Módulo de rotura para la muestra con 45% de reemplazo de AR grueso

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	Luz entre apoyos (mm)	LECTURA (P)		MÓDULO DE ROTURA (MPa)	$\sigma$	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESESOR (mm)			(kg)	(N)			
1	45%AG-1	28-Abr	26-May	201.00	100.00	42.60	28	150.00	621	6092.01	7.553	0.33	7.13
2	45%AG-2	28-Abr	26-May	200.30	101.30	42.60	28	150.00	611	5993.91	7.336		
3	45%AG-3	28-Abr	26-May	201.20	100.70	40.50	28	150.00	597	5856.57	7.978		
PROMEDIO											7.622		

En la Tabla 69, se muestra el resultado del módulo de rotura del ensayo para los adoquines con 60% de reemplazo de agregado reciclado grueso.

Tabla 69: Módulo de rotura para la muestra con 60% de reemplazo de AR grueso

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	Luz entre apoyos (mm)	LECTURA (P)		MÓDULO DE ROTURA (MPa)	$\sigma$	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPESESOR (mm)			(kg)	(N)			
1	60%AG-1	28-Abr	26-May	201.60	100.60	40.00	28	150.00	611	5993.91	8.379	0.45	7.28
2	60%AG-2	28-Abr	26-May	199.90	101.60	40.20	28	150.00	598	5866.38	8.039		
3	60%AG-3	28-Abr	26-May	201.50	99.90	41.50	28	150.00	583	5719.23	7.479		
PROMEDIO											7.966		

En la

Tabla 70, se muestra el resultado del módulo de rotura del ensayo para los adoquines con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso y fino.

Tabla 70: Módulo de rotura para la muestra con 15% de reemplazo de AR grueso y fino

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	Luz entre apoyos (mm)	LECTURA (P)		MÓDULO DE ROTURA (MPa)	$\sigma$	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)			(kg)	(N)			
1	15%AF-AG-1	28-Abr	26-May	199.80	100.40	40.50	28	150.00	587	5758.47	7.868	0.49	6.90
2	15%AF-AG-2	28-Abr	26-May	201.40	101.20	42.20	28	150.00	577	5660.37	7.067		
3	15%AF-AG-3	28-Abr	26-May	201.40	101.30	40.60	28	150.00	601	5895.81	7.944		
PROMEDIO											7.626		

En la Tabla 71, se muestra el resultado del módulo de rotura del ensayo para los adoquines con 30% de reemplazo de agregado reciclado grueso y fino.

Tabla 71: Módulo de rotura para la muestra con 30% de reemplazo de AR grueso y fino

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	Luz entre apoyos (mm)	LECTURA (P)		MÓDULO DE ROTURA (MPa)	$\sigma$	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)			(kg)	(N)			
1	30%AF-AG-1	28-Abr	26-May	200.70	101.20	43.20	28	150.00	587	5758.47	6.860	0.18	6.70
2	30%AF-AG-2	28-Abr	26-May	201.50	101.20	40.50	28	150.00	517	5071.77	6.875		
3	30%AF-AG-3	28-Abr	26-May	200.50	100.70	42.80	28	150.00	600	5886	7.179		
PROMEDIO											6.971		

En la Tabla 72, se muestra el resultado del módulo de rotura del ensayo para los adoquines con 45% de reemplazo de agregado reciclado grueso y fino.

Tabla 72: Módulo de rotura para la muestra con 45% de reemplazo de AR grueso y fino

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	Luz entre apoyos (mm)	LECTURA (P)		MÓDULO DE ROTURA (MPa)	$\sigma$	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)			(kg)	(N)			
1	45%AF-AG-1	28-Abr	26-May	198.50	100.00	40.30	28	150.00	526	5160.06	7.149	0.41	6.67
2	45%AF-AG-2	28-Abr	26-May	201.40	100.10	39.90	28	150.00	559	5483.79	7.743		
3	45%AF-AG-3	28-Abr	26-May	201.60	101.50	41.60	28	150.00	554	5434.74	6.962		
PROMEDIO											7.284		

En la Tabla 73, se muestra el resultado del módulo de rotura del ensayo para los adoquines con 60% de reemplazo de agregado reciclado grueso y fino.

Tabla 73: Módulo de rotura para la muestra con 60% de reemplazo de AR grueso y fino

N°	ELEMENTO	FECHA		DIMENSIONES			EDAD (Días)	Luz entre apoyos (mm)	LECTURA (P)		MÓDULO DE ROTURA (MPa)	$\sigma$	MÓDULO DE ROTURA (MPa)
		MOLDEO	ROTURA	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESPEJOR (mm)			(kg)	(N)			
1	60%AF-AG-1	28-Abr	26-May	201.00	101.60	41.40	28	150.00	546	5356.26	6.921	0.28	6.44
2	60%AF-AG-2	28-Abr	26-May	200.00	100.90	42.50	28	150.00	587	5758.47	7.109		
3	60%AF-AG-3	28-Abr	26-May	199.90	101.40	41.80	28	150.00	526	5160.06	6.553		
PROMEDIO											6.861		

#### 4.7.4. Resistencia a la absorción

La absorción de los adoquines tipo I de la presente investigación, se realizó con la finalidad de comparar lo que indica la norma NTP 399.611, pues conforme a ello, los resultados

obtenidos deben cumplir que el promedio de tres unidades como máximo será de 6% e individualmente de 7.5%.

Por lo cual, para los adoquines como muestra patrón ( $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup>), se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 74. Asimismo, las Tablas 75,76,77 y 78, muestran los valores obtenidos para los porcentajes de reemplazo de 15%, 30%, 45% y 60% de agregado reciclado grueso respectivamente. De igual forma, las Tablas 79, 80, 81 y 82, para los reemplazos de 15%, 30%, 45% y 60% de agregado reciclado grueso y agregado fino correspondientemente.

Tabla 74: Ensayo de resistencia a la absorción de la muestra patrón

Nº	Elemento	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción máx ind.(%)	Absorción máx (%) - Según Norma
1	MP-1	2194	2245	2.32%	3.60%	7.50%	6%
2	MP-2	2110	2191	3.84%			
3	MP-3	2044	2139	4.65%			

Tabla 75: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 15% de AG

Nº	Elemento	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción máx ind.(%)	Absorción máx (%) - Según Norma
1	15%AG-1	2108	2205	4.60%	4.19%	7.50%	6%
2	15%AG-2	2211	2289	3.53%			
3	15%AG-3	2044	2135	4.45%			

Tabla 76: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 30% de AG

Nº	Elemento	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción máx ind.(%)	Absorción máx (%) - Según Norma
1	30%AG-1	2134	2220	4.03%	5.16%	7.50%	6%
2	30%AG-2	2009	2104	4.73%			
3	30%AG-3	2037	2174	6.73%			

Tabla 77: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 45% de AG

Nº	Elemento	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción máx ind.(%)	Absorción máx (%) - Según Norma
1	45%AG-1	2130	2295	7.75%	6.19%	7.50%	6%
2	45%AG-2	2007	2117	5.48%			
3	45%AG-3	2134	2248	5.34%			

Tabla 78: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 60% de AG

Nº	Elemento	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción máx ind.(%)	Absorción máx (%) - Según Norma
1	60%AG-1	1998	2117	5.96%	6.24%	7.50%	6%
2	60%AG-2	2010	2161	7.51%			
3	60%AG-3	2127	2239	5.27%			

Tabla 79: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 15% de AG y AF

Nº	Elemento	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción máx ind.(%)	Absorción máx (%) - Según Norma
1	15%AF-AG-1	2137	2234	4.54%	4.49%	7.50%	6%
2	15%AF-AG-2	2010	2101	4.53%			
3	15%AF-AG-3	2048	2138	4.39%			

Tabla 80: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 30% de AG y AF

Nº	Elemento	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción máx ind.(%)	Absorción máx (%) - Según Norma
1	30%AF-AG-1	2117	2245	6.05%	5.65%	7.50%	6%
2	30%AF-AG-2	2014	2122	5.36%			
3	30%AF-AG-3	2022	2134	5.54%			

Tabla 81: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 45% de AG y AF

Nº	Elemento	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción máx ind.(%)	Absorción máx (%) - Según Norma
1	45%AF-AG-1	2054	2235	8.81%	6.41%	7.50%	6%
2	45%AF-AG-2	1998	2101	5.16%			
3	45%AF-AG-3	2032	2139	5.27%			

Tabla 82: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 60% de AG y AF

Nº	Elemento	Peso seco (gr)	Peso saturado (gr)	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción máx ind.(%)	Absorción máx (%) - Según Norma
1	60%AF-AG-1	2034	2187	7.52%	7.37%	7.50%	6%
2	60%AF-AG-2	2007	2138	6.53%			
3	60%AF-AG-3	2044	2209	8.07%			

#### 4.7.5. Resistencia a la abrasión

El ensayo de resistencia a la abrasión se realizó conforme a lo estipulado en la norma ASTM C944 – 99, el cual se utilizó un cortador giratorio realizando 3 ciclos de 2 minutos con una carga un newton (1N) en tres posiciones representativas del espécimen en análisis. Por lo que, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 83: Ensayo de resistencia a la absorción del adoquín con reemplazo de 60% de AG y AF

% de reemplazo	Nº	Elemento	Peso de muestra				Desgaste (%)	Promedio (%)
			Masa inicial (gr)	Masa del Primer Ciclo (gr)	Masa del Segundo Ciclo (gr)	Masa del Tercer Ciclo (gr)		
Muestra patrón	1	MP-1	2247	2245	2239	2237	0.45%	0.39%
	2	MP-2	2145	2141	2140	2138	0.33%	
	3	MP-3	2045	2043	2039	2037	0.39%	
15% AR Grueso	1	15%AG-1	2104	2100	2096	2095	0.43%	0.42%
	2	15%AG-2	2075	2073	2069	2067	0.39%	
	3	15%AG-3	2114	2111	2109	2104.5	0.45%	
30% AR Grueso	1	30%AG-1	1998	1996	1992	1990	0.40%	0.47%
	2	30%AG-2	2018	2014	2012	2008	0.50%	
	3	30%AG-3	2103	2098	2094	2092	0.52%	
45% AR Grueso	1	45%AG-1	2004	2002	1997	1996	0.40%	0.50%
	2	45%AG-2	2140	2136	2134	2127	0.61%	
	3	45%AG-3	2234	2232	2227	2223	0.49%	
60% AR Grueso	1	60%AG-1	1999	1997.5	1993.5	1988.5	0.53%	0.52%
	2	60%AG-2	2146	2143.5	2142	2136	0.47%	
	3	60%AG-3	2075	2071	2067	2063	0.58%	
15% AR Grueso y Fino	1	15%AF-AG-1	2140	2136	2133	2131	0.42%	0.44%
	2	15%AF-AG-2	2200	2195	2191	2186	0.64%	
	3	15%AF-AG-3	1996	1994	1991.5	1990.5	0.28%	
30% AR Grueso y Fino	1	30%AF-AG-1	2045	2043	2039	2036	0.44%	0.46%
	2	30%AF-AG-2	2160	2154	2153	2146	0.65%	
	3	30%AF-AG-3	2041	2039	2038	2035	0.29%	
45% AR Grueso y Fino	1	45%AF-AG-1	2014	2010	2008	2004	0.50%	0.55%
	2	45%AF-AG-2	1995	1991	1987	1986	0.45%	
	3	45%AF-AG-3	2104	2099.5	2094.5	2089	0.71%	
60% AR Grueso y Fino	1	60%AF-AG-1	2230	2227	2222.5	2219	0.49%	0.59%
	2	60%AF-AG-2	2140	2138	2132	2128.5	0.54%	
	3	60%AF-AG-3	1996	1991.5	1985.5	1981.5	0.73%	

#### 4.7.6. Durabilidad

La Guía para la durabilidad del hormigón del Comité ACI 201.2R – 01, lo define como la capacidad del concreto para soportar la acción de ataques químicos, meteorización o abrasión, y afirma que la resistencia a la abrasión del concreto inicialmente está relacionada con la resistencia a la compresión, ya que a medida que la pasa se desgasta, los agregados finos y gruesos quedan expuestos [42].

Por lo que, con los resultados obtenidos, se establece que al aumentar el módulo de rotura conforme se incorpora el agregado reciclado al adoquín de concreto, nos permite afianzar que existirá un buen desempeño ante las sollicitaciones de cargas, así como un mejor desempeño, ausencia de fisuras o agrietamientos a temprana edad una vez puesta en obra.

Asimismo, mediante el ensayo de cloruros, sulfatos y sales se observa que se encuentra dentro de los rangos permisibles, por tal motivo, la presente investigación concluye que no habrá indicios de patologías ni lesiones en el adoquín que afecten su durabilidad

#### **4.8. Programa de operación, mantenimiento y control de cargas**

##### **4.8.1. Programa de operación**

El diseño estructural de pavimentos urbanos (cap. 4 de la NT CE-10), señala que en caso de pavimentos con adoquines, las condiciones mínimas que deben cumplir en relación a las especificaciones técnicas constructivas, son:

- Sub – rasante deberá contar con un 95% de compactación, diferenciando que para suelos granulares y suelos cohesivos se realizarán proctor modificado y proctor estándar respectivamente. Asimismo, el espesor compactado debe ser mayor que 250 mm para las vías locales y colectoras , para vías arteriales y expresas mayor a 3000mm.
- Sub – base, tendrá un CBR mayor e igual al 30%.
- Base, contará con un CBR mayor e igual al 80%.
- Capa de apoyo, estará conformada por una gruesa cama de arena con espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
- Entre las juntas de adoquines ira sello de arena fina .
- Capa de rodadura en vías locales contará con espesor mayor e igual a 60 mm.

##### **4.8.2. Programa de mantenimiento**

La conservación de los pavimentos conlleva una serie de actividades, que van desde la planificación de proyectos de construcción hasta la ejecución de actuaciones de reparación o restauración. En una escala de planificación, se llevan a cabo rutinariamente una serie de tareas intermedias que comienzan con:

- Un inventario de las áreas pavimentadas que tenga en cuenta la longitud, la geometría, el tráfico y el diseño estructural existente.
- Una sistematización de los deterioros para permitir su identificación en terreno.

- Un sistema de auscultación que puede incluir inspecciones visuales, pruebas no destructivas y, en última instancia, métodos para evaluar el estado general del pavimento.
- Un catálogo de reparaciones estándar asociadas con el tipo de daño del suelo encontrado e incluye soluciones estándar y los costos asociados.

Dado que actualmente no existen modelos universalmente aceptados de cómo deben comportarse los pavimentos de adoquines, es conveniente que las evaluaciones y los planes de intervención estén estrechamente relacionados con las evaluaciones de su estado para actuar en respuesta a las necesidades inmediatas y conocer período a período cómo el daño está progresando.

### 4.8.3. Programa de control de cargas

La inspección y catalogación de los daños está íntimamente relacionada con la evaluación del estado de los pavimentos de adoquines. De acuerdo con [43] considerando las dos primeras tareas en mención se obtienen las variables de entrada necesarias para medir el estado del pavimento y luego evaluarlo. Por ello, los métodos que propone para la obtención de indicadores se basan en los enfoques Japonés (MCI), de Hein et.al (2099) (PCI) y colombiano (ICP).

#### 4.8.3.1. Método Maintenance Control Index (MCI)

Este método, que actualmente se está utilizando en Japón, estima un índice agregado denominado MCI (Maintenance Control Index), que asigna una puntuación entre 1 y 10 al pavimento, mediante la siguiente formulación:

$$\begin{aligned} \text{MCI} &= 10 - 1,51C^{0,3} - 0,30D^{0,7} \\ \text{MCI} &= 10 - 1,48C^{0,3} - 0,29D^{0,7} - 0,247R^{0,2} \end{aligned}$$

Figura 11: Ecuación por el método Maintenance Control Index. Extraído de [43].

En donde:

D: ahuellamiento promedio (mm)

R: rugosidad media (mm)

C: tasa de deterioro del pavimento (%)

Por lo cual, se establece un rango de niveles que ayuda a determinar la necesidad o no de mantenimiento, según:

Tabla 84: Indicadores de evaluación del pavimento de adoquines según el método MCI.

Nivel "A"	Pavimento se encuentra en buen estado y no se aprecian deficiencias. MCI varía entre 8 y 10.
Nivel "B"	Pavimento se encuentra en buen estado a pesar que exhibe algunas deficiencias. El MCI varía entre 6 y 8
Nivel "C"	El pavimento posee deficiencias pero no requiere mantenimiento. El MCI varía entre 4 y 6
Nivel "D"	El pavimento necesita mantención menor. El MCI varía entre 2 y 4.
Nivel "E"	El pavimento requiere mantención mayor. El MCI es inferior a 2.

#### 4.8.3.2. Método PCI

Este método es una adaptación del método PCI (ASTM, 2007) utilizado por el sistema PAVER para evaluar el estado de los estacionamientos y calles de poco tráfico. Fue realizado por Hein y Burak en 2007, teniendo en cuenta, además, componentes del método de medición del deterioro de Geller (1996). El método hace uso del sistema PCI para la evaluación del estado, como se muestra en la Figura 12. El método requiere fundamentalmente un catálogo de daños, al que se le pueden asociar curvas de transformación según la magnitud y severidad del daño, entre los cuales se encuentran:

---

Adoquines dañados

---

Depresiones

---

Restricciones de borde

---

Ancho de junta excesivo

---

Escalonamiento

---

Abultamientos

---

Desplazamientos horizontales

---

Pérdida de arena de las juntas

---

Adoquines desprendidos

---

Presencia de parches

---

Ahuellamiento.

---

Por lo que, crearon un catálogo para cada uno de ellos que incluye una descripción, su ubicación en la propiedad, el tipo y la unidad de medida de cada daño, así como tres niveles de gravedad (alta, media y baja) para cada daño.

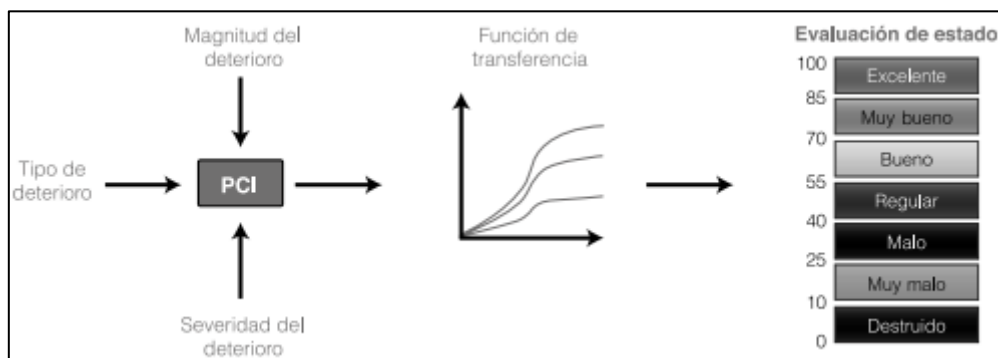


Figura 12: Sistema de evaluación de estado del PCI. Extraído de [43].

## V. Discusión

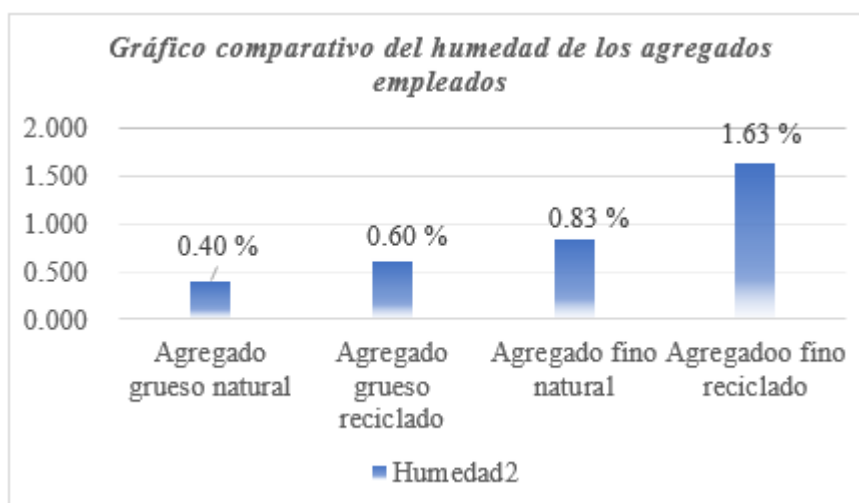
### 5.1. Análisis de resultados

#### 5.1.1. Ensayo de agregados naturales y reciclados

##### 5.1.1.1. Ensayo de humedad de agregados

Para obtener este parámetro se realizó el ensayo correspondiente al agregado grueso en un laboratorio y se obtuvo como resultado un contenido de humedad de 0.40 % (agregado natural) y 0.60% (agregado reciclado). Para el agregado fino se realizaron los mismos procedimientos de ensayo resultando un contenido de humedad de 0.83% (agregado natural) y 1.63% (agregado reciclado). La variación que se observa a través del Gráfico 15, depende del ambiente en el que se encuentran almacenados y expuestos los agregados.

Gráfico 20: Ensayo de humedad de los agregados naturales y reciclados



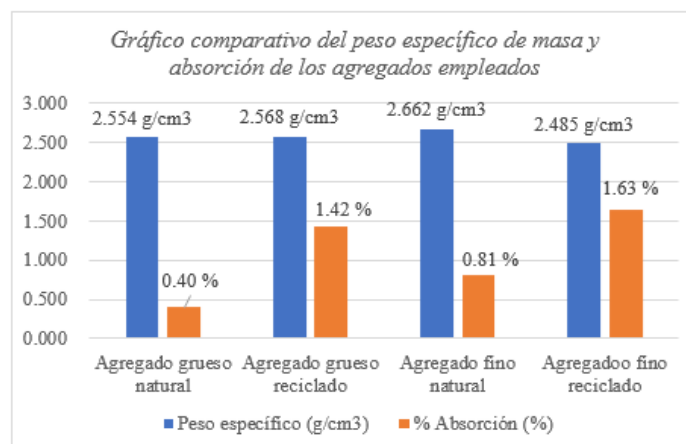
### 5.1.1.2. Ensayo de peso específico de masa y absorción del agregado reciclado fino y agregado reciclado grueso

Para el agregado grueso se obtuvo un grado de absorción de 0,40% (agregado natural) y 1,42% (agregado reciclado), y para el árido final se obtuvo un grado de absorción de 0,81% (agregado natural) y 1,63% (agregado reciclado).

Una vez realizados los correspondientes ensayos de laboratorio, se obtuvo un peso específico de 2,554 g/cm<sup>3</sup> (agregado natural) y 2,568 g/cm<sup>3</sup> (agregado reciclado) y un peso específico de 2,662 g/cm<sup>3</sup> (para árido natural) y 2,485 g/cm<sup>3</sup> (agregado reciclado) se obtuvieron (agregado reciclado).

Como se observa en el Gráfico 16, existe una alta absorción de los agregados reciclados en comparación con los agregados naturales, lo cuales pueden ser un índice de alta porosidad. Asimismo, se puede esperar que el peso unitario del concreto disminuya, conforme se aumente los porcentajes de reemplazo, esto debido, al valor bajo de gravedad específica del agregado reciclado fino, que influye directamente sobre el peso unitario del concreto.

Gráfico 21: Ensayo de peso específico de masa y absorción de los agregados naturales y reciclados

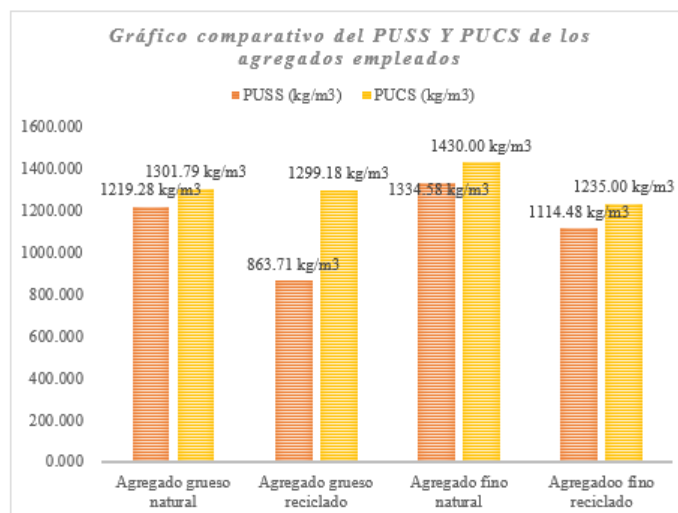


### 5.1.1.3. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado reciclado fino y agregado reciclado grueso

Mediante el ensayo de peso unitario suelto se obtuvo los valores mostrados en la Gráfica 17; en donde se resalta que el agregado grueso natural vs reciclado decae de 1219.28 kg/m<sup>3</sup> a 863.71 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Lo mismo sucede con al agregado fino, pero en menor medida, pues el agregado natural alcanza un valor de 1334.58 kg/m<sup>3</sup> en comparación con el agregado reciclado cuyo valor es de 1114.48 kg/m<sup>3</sup>.

Asimismo, con el ensayo de peso unitario compacto, estos valores son mayores a los obtenidos en los pesos unitarios sueltos.

Gráfico 22: Ensayo de peso unitario suelto y compactado de los agregados naturales y reciclados



## 5.1.2. Concreto en estado fresco

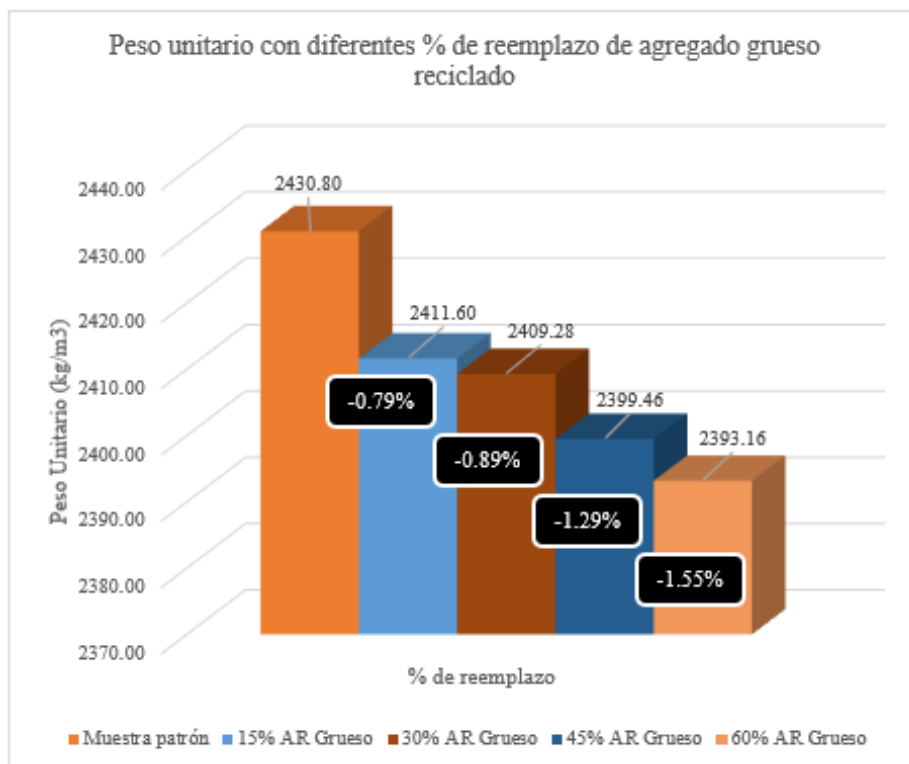
### 5.1.2.1. Ensayo de peso unitario

Según el

Gráfico 23, se observa que cuando el porcentaje de reemplazo de agregado reciclado grueso es mayor, el peso unitario del concreto con dicha incorporación es menor que el peso unitario de la muestra patrón.

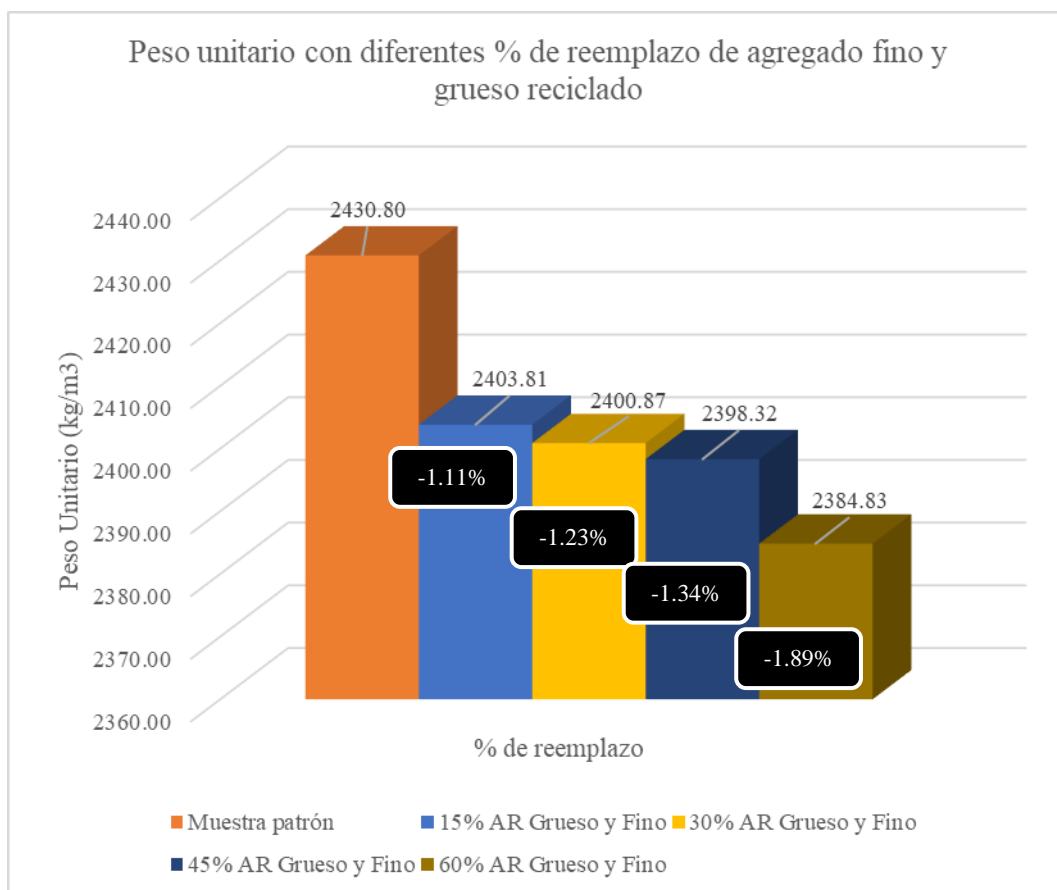
- Cuando se reemplaza el 15% de agregado reciclado grueso, el resultado es un peso unitario inferior en 0,79% al peso unitario de la muestra patrón del adoquín de concreto.
- Cuando se reemplaza el 30% de agregado reciclado grueso, el resultado es un peso unitario inferior en 0,89% al peso unitario de la muestra patrón del adoquín de concreto.
- Cuando se reemplaza el 45% de agregado reciclado grueso, el resultado es un peso unitario inferior en 1.29% al peso unitario de la muestra patrón del adoquín de concreto.
- Cuando se reemplaza el 60% de agregado reciclado grueso, el resultado es un peso unitario inferior en 1.55% al peso unitario de la muestra patrón del adoquín de concreto.

Gráfico 23: Peso unitario con diferentes % de reemplazo de agregado grueso reciclado en la elaboración de adoquines de concreto.



- Cuando se reemplaza el 15% de agregado reciclado fino y grueso, el resultado es un peso unitario inferior en 1.11% al peso unitario de la muestra patrón del adoquín de concreto.
- Cuando se reemplaza el 30% de agregado reciclado fino y grueso, el resultado es un peso unitario inferior en 1.23% al peso unitario de la muestra patrón del adoquín de concreto.
- Cuando se reemplaza el 45% de agregado reciclado fino y grueso, el resultado es un peso unitario inferior en 1.34% al peso unitario de la muestra patrón del adoquín de concreto.
- Cuando se reemplaza el 60% de agregado reciclado fino y grueso, el resultado es un peso unitario inferior en 1.89% al peso unitario de la muestra patrón del adoquín de concreto.

Gráfico 24: Peso unitario con diferentes % de reemplazo de agregado reciclado fino y grueso en la elaboración de adoquines de concreto.



La disminución del valor de los pesos con relación a los reemplazos de agregado reciclado se debe a que en las pruebas preliminares de este agregado se descubrió que su peso es menor al del agregado natural, lo que se traduce en una disminución del peso unitario a medida que se añade los diferentes porcentajes como agregado natural.

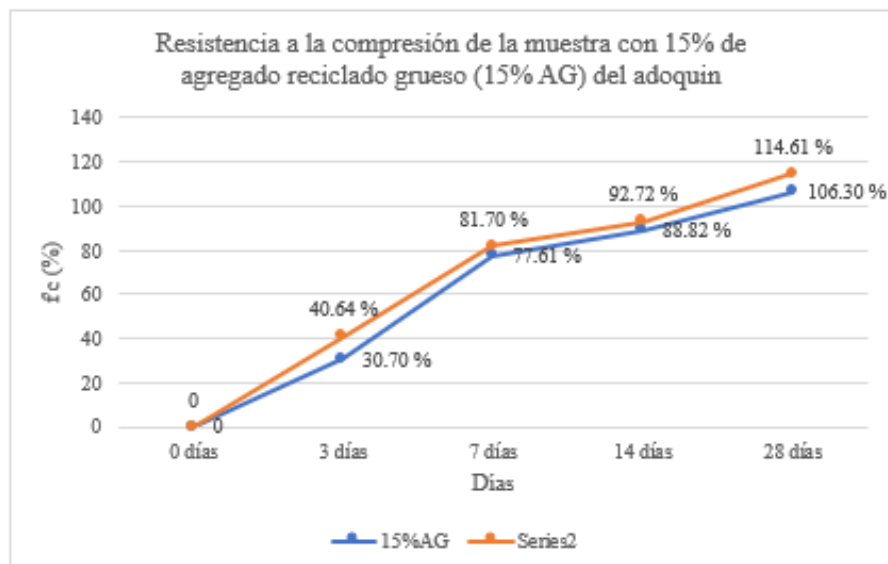
### 5.1.3. Concreto en estado endurecido (adoquines de concreto)

#### 5.1.3.1. Ensayo de resistencia a la compresión

La curva de resistencia a la compresión del diseño con reemplazo de 15% de agregado reciclado grueso presenta un comportamiento con tendencia similar a la muestra patrón ( $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup>), logrando alcanzar a los 7 días el 71.61% de la resistencia de diseño, a los 14 días el 88.82% y a los 28 días el 106.30%, ésta última resistencia se encuentra por debajo del diseño patrón en un 7.25% (*ver*

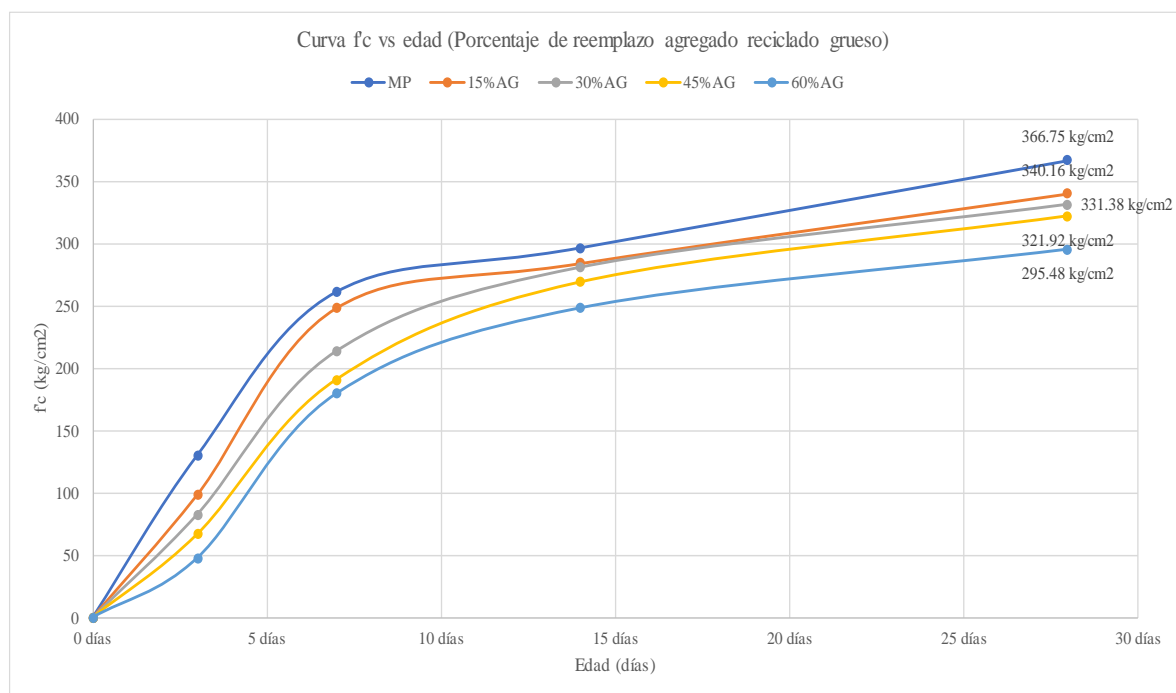
Gráfico 25).

Gráfico 25: Resistencia a la compresión de la muestra con 15% de agregado reciclado grueso en el adoquín.



Asimismo, la resistencia alcanzada con los porcentajes de reemplazo de 30% y 45% de agregado reciclado grueso exceden la resistencia de diseño en un 3.56% (331.38 kg/cm<sup>2</sup>) y 0.60% (321.92 kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente. Sin embargo, la incorporación del 60% de agregado reciclado grueso en la elaboración del adoquín de concreto, no llega a cumplir con la resistencia mínima exigida por la norma NTP 399.611, alcanzando un desarrollo del 92.34% de la resistencia de diseño establecida.

Gráfico 26: Curva  $f'c$  vs edad (Porcentajes de reemplazo reciclado grueso)



Por otro lado, la resistencia alcanzada con el reemplazo de 15% de agregado reciclado fino y grueso presenta un mejor comportamiento en relación con los demás porcentajes, logrando alcanzar una resistencia de 323.52 kg/cm<sup>2</sup>. No obstante, la incorporación del 30%, 45% y 60% de agregado reciclado fino y grueso no presentan un buen comportamiento, estando por debajo respecto a lo establecido en norma en un 6.52%, 13.34% y 15.88% correspondientemente.

Gráfico 27: Curva  $f_c$  vs edad (Porcentajes de reemplazo reciclado fino y grueso)

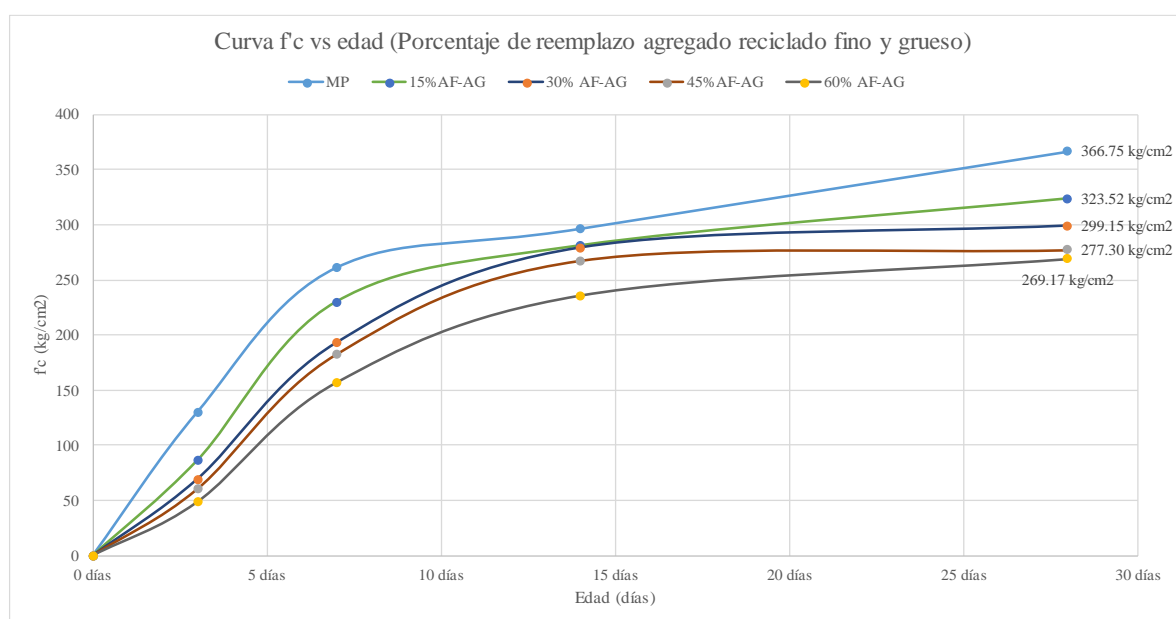
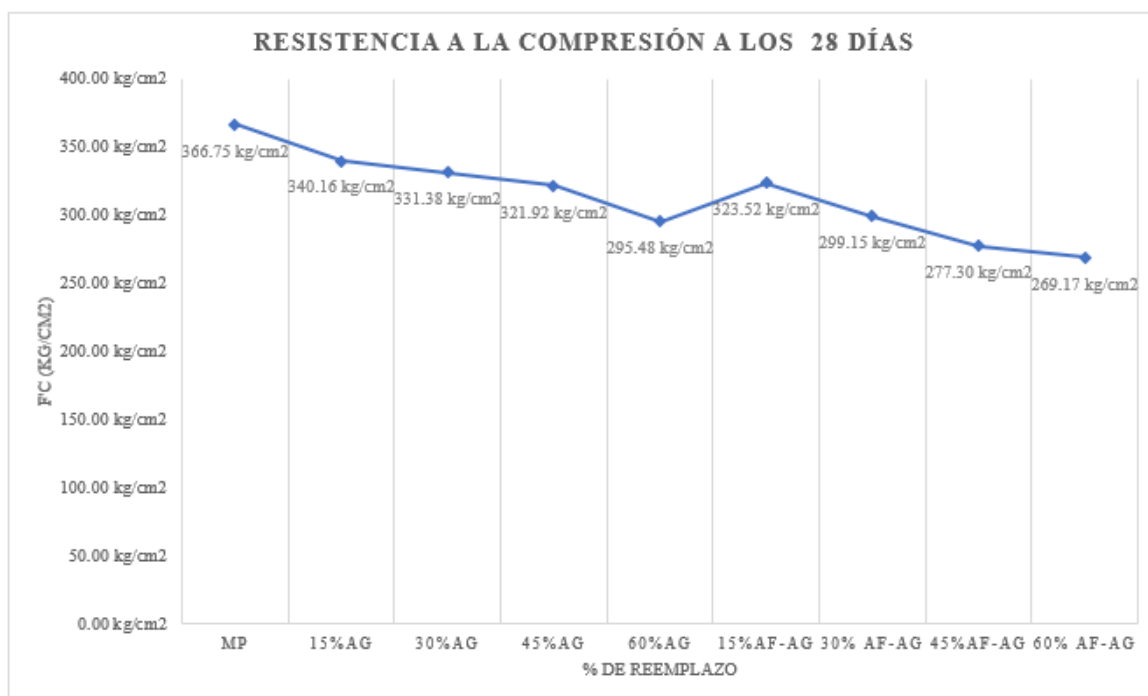


Gráfico 28: Resistencia a la compresión a la edad de 28 días



Por otra parte, la investigación realizada por [11], detalla que los adoquines con incorporación del 100% de agregado reciclado grueso, ensayados a las edades de 7, 14 y 28 días no lograron alcanzar la resistencia de diseño, por lo que se optó por evaluarlos a los 14, 42 y 90 días. Éstos, fueron evaluados con la norma NMX-C-314-ONNCCE-2014, cuya mínima resistencia individual a la compresión para un adoquín de tránsito peatonal es 24.5 MPa (250 kg/cm<sup>2</sup>), encontrando resultados favorables a la edad de 90 días.

Tabla 85: Resultados de la resistencia a compresión en adoquines

Nomenclatura	Edad	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	Resistencia a de diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )
CAR-1	90 días	357.14	357.14	480
CAR-2	90 días	316.50	353.40	420
CAR-2	90 días	390.29		
CAR-3	90 días	341.99	361.38	360
CAR-3	90 días	380.77		
CAR-4	90 días	329.95	310.50	250
CAR-4	90 días	291.05		

**Resistencia a compresión en adoquines hueso**

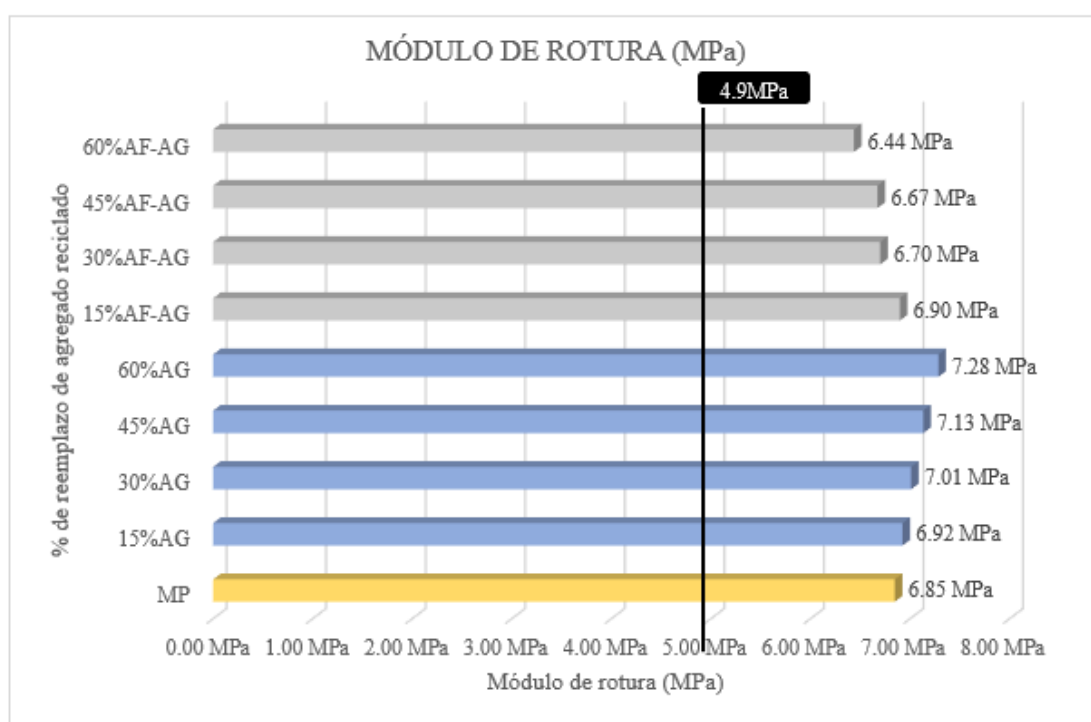
### 5.1.3.2. Ensayo de resistencia a la flexión por tracción (Módulo de rotura)

En el

Gráfico 29, se observa que el módulo de rotura a los 28 días a medida que se le añade los porcentajes de reemplazo de agregado reciclado en los adoquines de concreto, la resistencia va reduciendo respecto al resultado obtenido de la muestra patrón. Sin embargo, todos los porcentajes con agregado reciclado tanto fino como grueso, llegan a cumplir con lo establecido en la norma ITINTEC 339.124, cuya resistencia mínima es de 4.9 MPa.

Detallando, la muestra patrón alcanza una resistencia a flexión por tracción de 6.85MPa, lo cual representa un 39.80% respecto a lo estipulado en la norma. Además, al añadir los porcentajes de reemplazo de 15%, 30%, 45% y 60% de agregado reciclado grueso, se obtiene valores de 6.92MPa, 7.01MPa, 7.13MPa y 7.28MPa respectivamente. Asimismo, al incorporar los porcentajes de reemplazo de 15%, 30%, 45% y 60% de agregado reciclado fino y grueso, se obtiene valores de 6.90MPa, 6.70MPa, 6.67MPa y 6.44MPa correspondientemente.

Gráfico 29: Ensayo de resistencia a la flexión por tracción (Porcentajes de reemplazo reciclado)



No obstante, la investigación realizada por [11] utiliza como guía para la prueba de flexión la norma guatemalteca NTG 41086, la cual tiene un valor mínimo de 4.1 MPa (42 kg/cm<sup>2</sup>) para el promedio de tres adoquines y un valor mínimo de 3.5 MPa (35,7 kg/cm<sup>2</sup>) para cada unidad individual. Como resultado, la prueba arroja un valor de 4,5 MPa (45,2 kg/cm<sup>2</sup>), que es inferior a los valores obtenidos en el presente estudio.

Tabla 86: Comparación de estudios

### Comparación de estudios según el ensayo de resistencia a la flexión por tracción

J. L. Cottier Caviedes	Presente investigación
4.5 MPa	4.9 MPa

En suma, la contribución del agregado reciclado grueso es notable ya que se cumple con holgura la resistencia mínima exigida por normativa, logrando así que el elemento prefabricado de concreto se desempeñe mejor y no tenga fisuras o agrietamientos a una edad temprana después de su colocación y puesta en obra.

#### 5.1.3.3. Ensayo de resistencia a la absorción

Según la NTP 399.611, se requiere que la absorción máxima promedio máxima no supere el 6%, ni la absorción individual supere el 7,5%. Como resultado, se puede mostrar en la Gráfico 26 que el patrón de la muestra presenta una absorción más baja en comparación con los porcentajes de reemplazo del material fino y grueso reciclado agregado. En cambio, se obtiene una mayor absorción del 6% en promedio e individualmente hasta el 7,5% cuando se agregan entre un 45% y 60% de agregado fino y grueso reciclado.

Gráfico 30: Ensayo de absorción en adoquines con porcentajes de reemplazo de agregado reciclado de 45% y 60% AF-AG y AG.

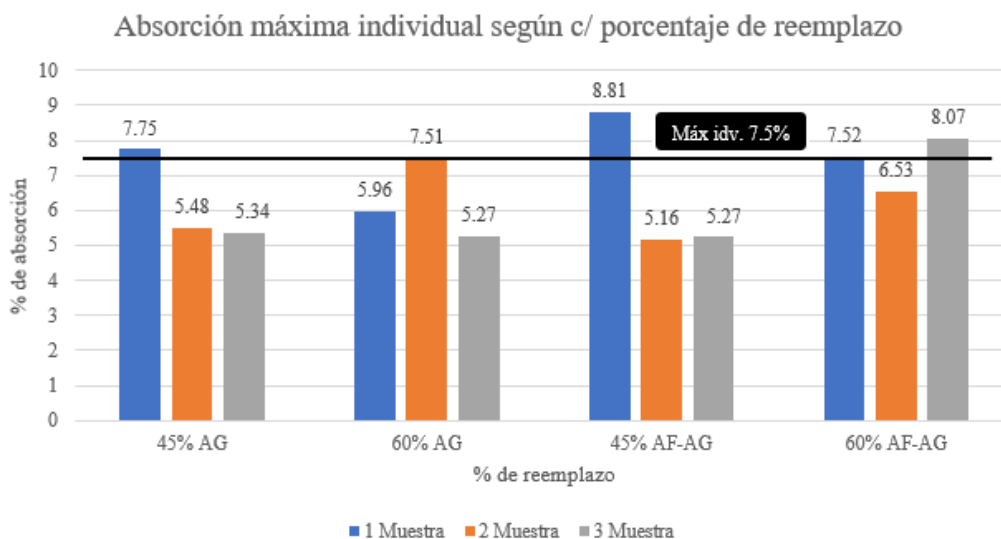
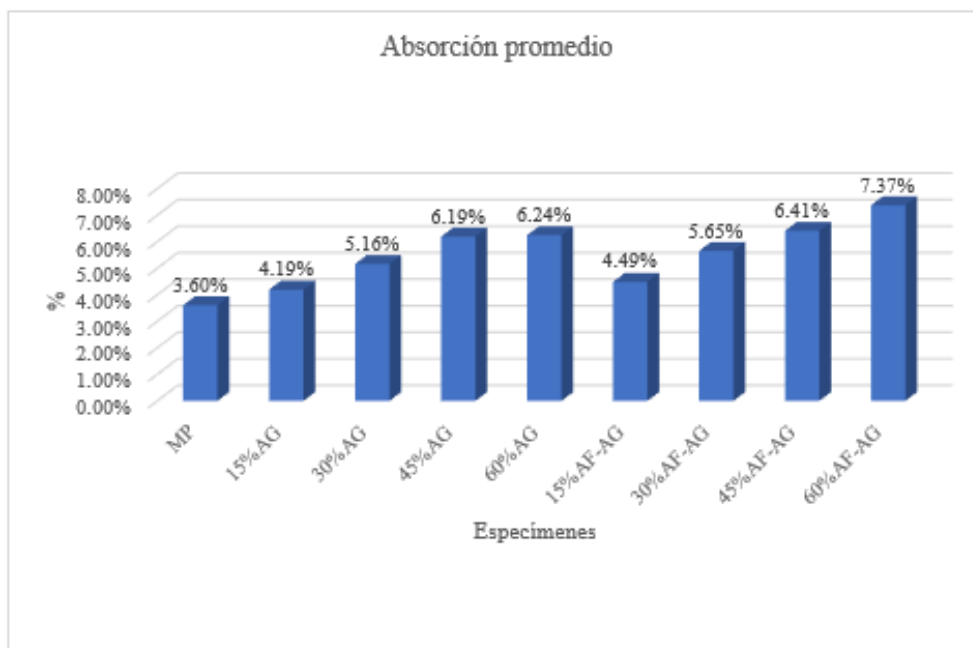


Gráfico 31: Ensayo de absorción en adoquines con porcentajes de reemplazo de agregado reciclado fino y grueso



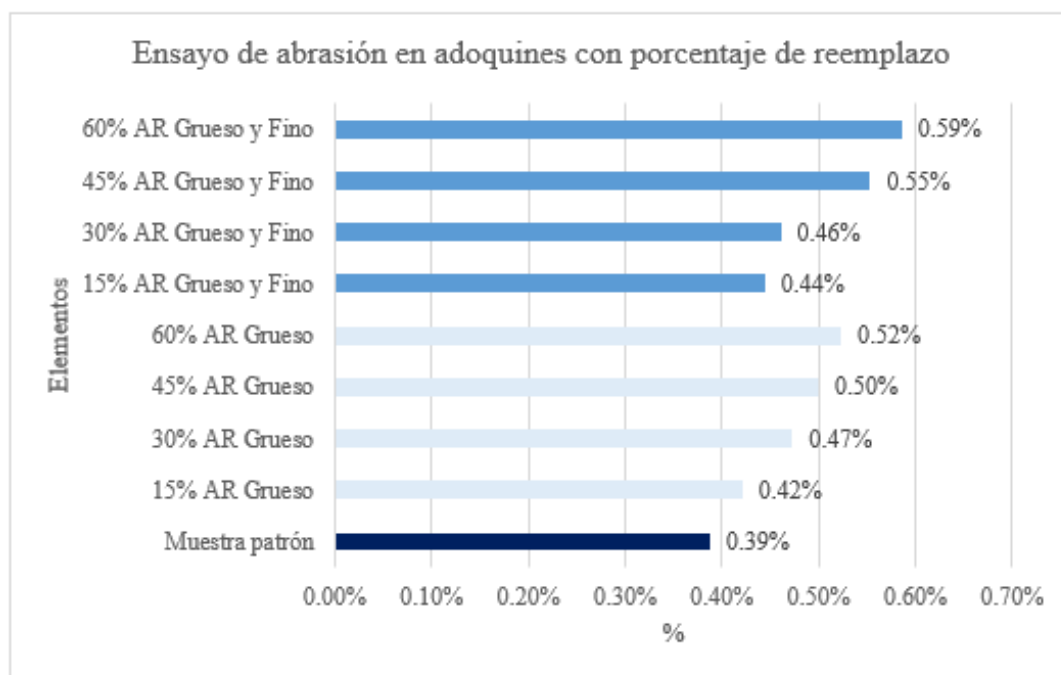
Los autores de [13], en su investigación expresan que al incorporar los residuos de ladrillo en la elaboración de adoquines tipo 2, como agregado reciclado fino, obtienen una absorción de 6.58% el cual cumple con la norma NTC 2017 que establece como máximo un 7%. Sin embargo, este resultado no se ajusta a la normativa peruana y no se encontraría fuera del rango delimitado.

#### 5.1.3.4. Ensayo de resistencia a la abrasión

El ensayo de resistencia a la abrasión se realizó conforme a lo estipulado en la norma ASTM C944 – 99, el cual se utilizó un cortador giratorio realizando 3 ciclos de 2 minutos con una carga 1N en tres posiciones representativas del espécimen en análisis. Por ello, se obtuvieron los siguientes resultados:

- La muestra patrón obtuvo un 0.38% de desgaste lo cual equivale a un 10gr de pérdida de la superficie del adoquín de concreto.
- Las muestras con porcentaje de reemplazo de 15%, 30%, 45% y 60% de agregado reciclado grueso, obtuvieron un desgaste promedio de 0.42%, 0.47%, .50% y 0.52% respectivamente.
- Las muestras con porcentaje de reemplazo de 15%, 30%, 45% y 60% de agregado reciclado fino y grueso, obtuvieron un desgaste promedio de 0.44%, 0.46%, .55% y 0.59% respectivamente.

Gráfico 32: Ensayo de abrasión en adoquines de concreto (Porcentajes de reemplazo reciclado fino y grueso)



### 5.1.3.5. Evaluaci3n econ3mica

Para cumplir con la resistencia m3nima a la compresi3n de 320 kg/cm<sup>2</sup> para adoquines tipo peatonal especificada en la NTP 399.611, se realiz3 un an3lisis de costos unitarios tanto para la mezcla MP como para el porcentaje ideal con 15% de reposici3n de ARG.

El costo de los materiales utilizados, como cemento, confitillo y arena gruesa, se tom3 en cuenta como parte de los gastos realizados para adquirirlos para el presente estudio. El costo de la mano de obra y equipos se obtuvo de la revista Suplemento t3cnico (mayo 2022).

Tabla 87: An3lisis de costo unitario para la obtenci3n del agregado reciclado

MANO DE OBRA, COSTO DE MATERIALES Y EQUIPOS OBTENIDOS DE PRECIOS REALES REALIZADOS POR EL AUTOR A LA FECHA 05/06/2022						
Partida	RECOLECCI3N Y TRANSPORTE DE RCD					
<b>Rendimiento:</b>		40	kg/Dia			
<b>Jorn. Laboral:</b>		8	Horas			
<b>PRECIOS DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS NO INCLUYEN IGV - TIPO DE CA</b>						
					<b>Total:</b>	<b>S/14.28</b>
Descripci3n	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>					<b>10.68</b>	
Pe3n	hh	3.00	0.6000	17.80	10.68	
<b>Materiales</b>					<b>0.00</b>	
RCD	kg	-	40.0000	0.00	0.00	
<b>Equipos y herramientas</b>					<b>3.60</b>	
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%M.O		2%	10.68	0.21	
Motocarguera	hm	1.00000	0.2000	16.95	3.39	

Partida	3					TRITURADO DE RCD EN AGREGADO RECICLADO TAMIZ #4 -100mm		
<b>Rendimiento:</b>		<b>25</b>	<b>kg/Día</b>					
<b>Jorn. Laboral:</b>		<b>8</b>	<b>Horas</b>					
<b>OS DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS NO INCLUYEN IGV - TIPO DE CAMBIO :</b>							<b>Total:</b>	<b>S/5.67</b>
Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio parcial S/.			
Mano de Obra					5.56			
Peón	hh	1.00	0.3200	17.38	5.56			
Materiales					0.00			
Botellas de vidrio	Kg	-	40.0000	0.00	0.00			
Equipos y herramientas					0.11			
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%M.O		2%	5.56	0.11			
Tamix #4	hm	1.00	0.2000	0.00	0.00			

Partida	2					TRITURADO DE RCD EN AGREGADO RECICLADO TAMIZ 3/8" - 9,5mm		
<b>Rendimiento:</b>		<b>15</b>	<b>kg/Día</b>					
<b>Jorn. Laboral:</b>		<b>8</b>	<b>Horas</b>					
<b>OS DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS NO INCLUYEN IGV - TIPO DE CAMBIO :</b>							<b>Total:</b>	<b>S/9.45</b>
Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio parcial S/.			
Mano de Obra					9.27			
Peón	hh	1.00	0.5333	17.38	9.27			
Materiales					0.00			
RCD	Kg	-	40.0000	0.00	0.00			
Equipos y herramientas					0.19			
DESGASTE DE HERRAMIENTAS	%M.O		2%	9.27	0.19			
Tamix 3/8"	hm	1.00	0.2000	0.00	0.00			

AGREGADO RECICLADO	Costo unitario por kg
AR-GRUESO	S/ 23.74
AR-FINO	S/ 19.96

Tabla 88: Análisis de costo unitario para la elaboración de adoquín de concreto

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
<b>Partida:</b>	Elaboración de Adoquín de concreto					
<b>Rendimiento:</b>	580	und./día				
					<b>TOTAL:</b>	<b>0.98</b>
<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio Unitario</i>	<i>Precio Parcial</i>	
<b>Mano de Obra</b>					<b>0.814</b>	
Operario	día	1	0.014	24.3	0.335	
Peón	día	2	0.028	17.34	0.478	
<b>Equipos y Herramientas</b>					<b>0.162</b>	
Mezcladora	día	1	0.002	50	0.086	
Máquina vibro-compactadora	día	1	0.002	30	0.052	
Desgaste de herramientas	%MO		3%	0.81	0.024	

Tabla 89: Análisis de costo unitario del concreto con agregados naturales (muestra patrón)

**PORCENTAJE DE 0% (Muestra patrón)**

COSTO DEL CONCRETO + 0% RCD					
<i>Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo (S/.)</i>	<i>Peso (Kg)</i>	<i>Parcial (S//Kg)</i>	<i>Total (S/.)</i>
Cemento tipo MS	bls	23.56	505.35	0.5543	280.135
A. Grueso (Confitillo)	m3	63.56	603.28	0.0521	31.448
A. Fino	m3	50.85	1040.23	0.0381	39.633
Agua	m3	5.00	215.07	0.0050	1.075
<b>Costo de elaboración de adoquín de concreto</b>					<b>980.000</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1332.292</b>

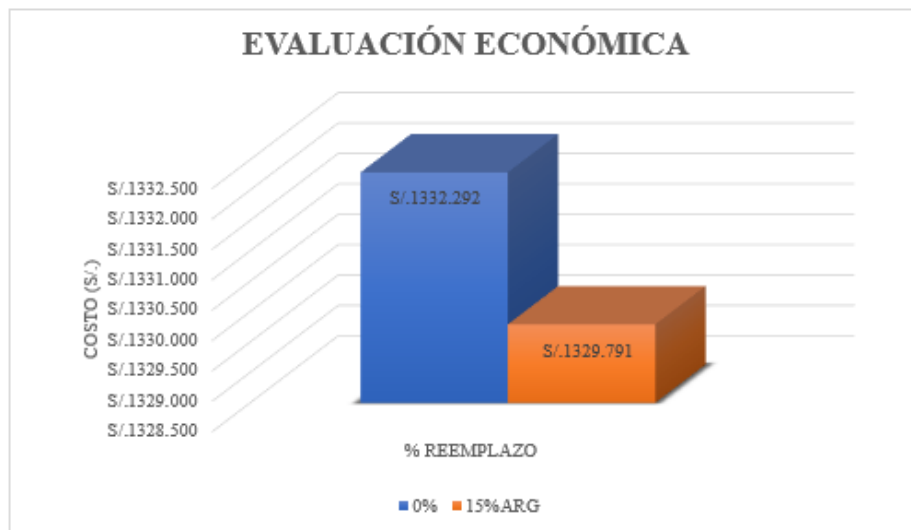
Tabla 90: Análisis de costo unitario del concreto con reemplazo del 15% de agregado reciclado grueso (muestra patrón)

**PORCENTAJE DE 15% ARG (15% Agregado Reciclado Grueso)**

COSTO DEL CONCRETO + 15% ARG					
<i>Insumo</i>	<i>Medida</i>	<i>Costo (S/.)</i>	<i>Peso (Kg)</i>	<i>Parcial (S//Kg)</i>	<i>Total (S/.)</i>
Cemento tipo MS	bls	23.56	505.35	0.5543	280.135
A. Grueso	m3	63.56	512.79	0.0521	26.731
ARG	kg	23.74	90.67	0.0241	2.188
A. Fino	m3	50.85	1040.74	0.0381	39.653
Agua	m3	5.00	216.84	0.0050	1.084
<b>Costo de elaboración de adoquín de concreto</b>					<b>980.000</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1329.791</b>

Para la muestra patrón se obtuvo un costo de 1332.30 soles para un millar de adoquines. Por otro lado, con un reemplazo de 15% de residuos de concreto como agregado grueso, se obtiene un costo de 1329.80 soles para un millar de adoquines, obteniéndose una disminución en los costos en un 0.19% respecto de la muestra patrón.

Gráfico 33: Comparación económica del adoquín patrón vs porcentaje de reemplazo de 15%.



## VII. Conclusiones

1. La composición química del agregado reciclado se determinó mediante el ensayo de contenido de sales solubles (según NTP 399.152), encontrándose un valor de 0.25% equivalente a 2450 ppm de sal en la muestra analizada en cuanto al agregado reciclado fino y respecto al agregado reciclado grueso se obtuvo un 0.31% (3090 ppm) de sales solubles totales.

La composición química del agregado reciclado se obtuvo mediante el ensayo de impurezas orgánicas, por lo cual se puede afirmar que la muestra de agregado reciclado fino y grueso no existe presencia de materiales orgánicos que pueden afectar e influir en la preparación de concreto para la elaboración de adoquines tipo I.

La composición química del agregado reciclado se obtuvo mediante el ensayo de cloruros, cuyos valores de la muestra en análisis de agregado reciclado fino y grueso es de 1020 ppm y 1450ppm respectivamente, dichos valores se encuentran dentro de lo establecido de la norma NTP 339.178.

La composición química del agregado reciclado se obtuvo mediante el ensayo de sulfatos, cuyos valores de la muestra en análisis de agregado reciclado fino y grueso es de 1250ppm y 1150ppm respectivamente, dichos valores se encuentran dentro de lo establecido de la norma NTP 339.177.

2. La dureza del agregado se obtuvo mediante el ensayo de abrasión a través de la máquina de los Ángeles, obteniendo un resultado favorable de acuerdo con la norma NTP 400.020 y NTP 400.038, cuyo desgaste por abrasión fue de 41.5%, el cual cumple al no ser mayor que el 50% como lo estipula.

3. La resistencia a la compresión con los diferentes porcentajes de reemplazos de agregado reciclado como agregado grueso (15%, 30% y 45%) cumplen con la resistencia nominal de  $320 \text{ kg/cm}^2$  ensayados a los 28 días; sin embargo, el reemplazo de 60% de agregado reciclado grueso alcanza una resistencia a la compresión de  $295.48 \text{ kg/cm}^2$ , por lo cual se descarta la incorporación de este porcentaje como agregado reciclado grueso en la preparación de concreto para la elaboración de adoquines tipo I.
4. La resistencia a la compresión con los diferentes porcentajes de reemplazos de agregado reciclado como agregado grueso y fino, tan solo el 15% cumple con la resistencia nominal de  $320 \text{ kg/cm}^2$  ensayados a los 28 días; por lo que, el reemplazo de 30%, 45% y 60% de agregado reciclado grueso y fino no alcanza la resistencia a la compresión requerida, por lo cual se descarta en la utilización como agregados en la preparación del concreto para la creación del producto.
5. La resistencia a la flexión por tracción nos determina que la incorporación de agregado reciclado en la elaboración de adoquines de concreto contribuye al buen desempeño del elemento prefabricado, ya que su módulo de rotura se encuentra por arriba de lo establecido en la norma ITINTEC 339.124.
6. El porcentaje óptimo para la elaboración de adoquines de concreto tipo I es de 15% de agregado reciclado grueso, pues se ajusta a las condiciones de diseño de la muestra patrón de diseño de la presente investigación.
7. Evaluando el análisis económico del adoquín para uso peatonal, se determina que los costos de concreto comparando el agregado grueso natural y el 15% de reemplazo de agregado reciclado (porcentaje óptimo) por 1 millar de adoquines existe una reducción de costos de S/ 2.5, lo cual nos indica que su uso en futuros proyectos traería mayores ganancias para las empresas contratistas.

## **VII. Recomendaciones**

1. Se recomienda la implementación de normativas que avalen el uso adecuado de los residuos de la construcción y demolición como incorporación en elementos estructurales y no estructurales.
2. Se recomienda implementar ensayos de durabilidad al concreto endurecido (adoquín) ya que estas unidades se encuentran expuestas a intemperismo elevado.

3. Se recomienda indagar el aporte de los residuos de cerámica o desperdicios de acero con la finalidad de minimizar el impacto ambiental que generan las obras de construcción.
4. Se recomienda un tiempo de vibro-compactado no menor de 35 segundos, ya que es el tiempo empleado en la presente investigación.

## VIII. Referencias

- [1] A. L. Sánchez Luyo, «Análisis de residuos de construcción y demolición para su reutilización como materia prima de agregados de construcción, Lima-2018,» Lima, 2019.
- [2] C. A. Pacheco Bustos, L. G. Fuentes Pumarejo, É. H. Sánchez Cotte y H. Rondón Quintana, «Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de Barranquilla desde su modelo de gestión,» *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 35, n° 2, pp. 533-555, 2017.
- [3] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), «Lambayeque, compendio estadístico 2017,» Lambayeque, 2019.
- [4] Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento, «Decreto Supremo que modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N°019-2016-VIVIENDA,» *Diario Oficial El Peruano*, 2016.
- [5] B. González Fonteboa, S. Seara Paz, J. de Brito, I. González Taboada, F. Martínez Abella and R. Vasco Silva, "Recycled concrete with coarse recycled aggregate. An overview," *Materiales de construcción*, vol. 68, no. 330, pp. 1-29, 2018.
- [6] Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN), «Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción., San José, 2011.,» UICN/Oficina Regional para Mesoamérica y la Iniciativa Caribe, San José, 2011.
- [7] EUROSTAT, «Energy, transport and environment statistics,» 2019. [En línea]. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-statistical-books/-/KS-DK-19-001>.
- [8] M. Menegaki y D. Damigos, «A review on current situation and challenges of construction and demolition waste management,» *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, vol. 13, pp. 8-15, Octubre 2018.
- [9] M. A. Carbajal Silva, «Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en la ciudad de Lima y Callao,» Lima, 2018.
- [10] Dirección General de Asuntos Ambientales, MINVIV, «Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición,» 2015.
- [11] J. L. Cottier Caviedes, «Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas y pasos peatonales,» Ciudad de México, 2017.
- [12] L. Jimenez Bolaños, N. Trochez Sánchez y Y. Díaz Rosero, «Estudio para aprovechamiento de RCD en Santiago de Cali como agregado en materiales de construcción,» *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 17, n° 1, pp. 87-93, 2019.
- [13] R. Robayo Salazar, R. Mejía de Gutiérrez y A. J. Mulford Carvajal, «Producción de elementos constructivos a partir de residuos de ladrillo activados alcalinamente,» vol. 25, n° 43, pp. 21-30, 2016.
- [14] K. Esteban Montalvo, «Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018,» Lima, 2018.

- [15] J. A. Barrantes Villanueva and R. C. Holguin Romero, "Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano," Trujillo, 2016.
- [16] Congreso de la República, «Constitución Política del Perú 1993,» 1993.
- [17] Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Norma técnica CE.010. Pavimentos urbanos, Lima, 2010.
- [18] R. M. C. Seminario Chávez, K. V. Chorres Panta, R. J. Rivas Machare, G. M. Ruesta Izaguirre y D. A. Sota Calderón, «Diseño de una planta productora de adoquines con agregados de concha de abanico,» Piura, 2018.
- [19] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 334.009:2020: CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. 7a Edición,» 11 Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/zonescx/ntp-334009-cementos-portland-requisitos>.
- [20] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 339.088:2014 (revisada el 2019): Requisitos de calidad de agua para el concreto,» 2006.
- [21] Organización Internacional de Normalización (ISO), «Especificaciones técnicas de adoquines de concreto. ISO 9001:2000,» 2015.
- [22] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Norma técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, Lima, 2010.
- [23] J. Mamani Quispe and L. Tipiana Contreras, "Uso del concreto reciclado como agregado y su comportamiento en la resistencia, en adoquines de uso peatonal, Lima 2019," Lima, 2019.
- [24] A. Olguin, *Diseño de pavimentos con adoquines de concreto*, 2012.
- [25] L. Cabrera Barboza, "Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014," Cajamarca, 2014.
- [26] Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, "NTP 399.611: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos,," 2017.
- [27] W. Martínez Molina, A. Torres Acosta, E. M. Alonso Guzmán, H. L. Chávez García, H. Hernández Barrios, C. Lara Gómez, W. Martínez Alonso, J. T. Pérez Quiroz, J. A. Bedolla Arroyo y F. M. González Valdéz, «Concreto reciclado: una revisión,» *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, vol. 5, n° 3, pp. 235-248, 2015.
- [28] A. Torre Carrillo, «Curso básico de tecnología del concreto,» 2018. [En línea]. Available: [https://www.academia.edu/9191423/CURSO\\_BASICO\\_DE\\_TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO\\_PARA\\_INGENIEROS\\_CIVILES](https://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES).
- [29] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 334.001:2019: CEMENTOS. Terminología relacionada al cemento hidráulico. 4a Edición,» Lima, 2019.
- [30] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 400.050:2017: Manejo de residuos de la actividad de la construcción. Generalidades,» 2017.
- [31] M. I. Cabezas Fierro, «Elaboración de un manual de procesos constructivos del adoquinado,» QUITO/EPN/2014, 2014.
- [32] ASTM Internacional, «Especificación Normalizado para concreto premezclado: ASTM C 94/C 94M-07,» 2007.
- [33] E. Rivva López, *Naturaleza y materiales del concreto*, Lima: ICG, 2000.

- [34] C. Triantafyllos Galbenis y S. Tsimas, «Use of construction and demolition wastes as raw materials in cement clinker productio,» *Worl Scientific*, vol. 4, n° 2, pp. 83-85, 2006.
- [35] A. Mueller, «The manufacture of lightweight aggregates from recycled masonry rubble,» *Construction and Building Materials*, vol. 98, pp. 376-387, 2015.
- [36] L. Chica Osorio y J. Beltrán Montoya, «Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso,» *DYNA*, vol. 85, p. 206, 2018.
- [37] Vítora, "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental," *Mundi Prensa*, 2010.
- [38] M. B. Suárez, *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*, Chiclayo, 2016.
- [39] R. Pimienta Lastra, «Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas,» *Política y Cultura*, n° 13, pp. 263-276, 2000.
- [40] I. Espinoza Salvadó, *Tipos de muestreo*, vol. 22, 2016, p. 66.
- [41] E. E. Caraguay Pullaguari y J. S. Quishpe Gaibor, «Aplicación de la deontología como práctica profesional,» *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 2019.
- [42] American Concrete Institute, «Guía para la durabilidad del Hormigón. Informe del Comité ACI 201,» American Concrete Institute, 2001.
- [43] T. Echaveguren Navarro, *Manual de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón*, Providencia, Santiago: Instituto del cemento y del hormigón de Chile (ICH), 2013.
- [44] C. y. S. Ministerio de Vivienda, «Decreto Supremo N°003-2013-Vivienda,» *Diario El Peruano*, 8 Febrero 2013.
- [45] Municipalidad provincial de Chiclayo, "Plan de gestión de los residuos de construcción y demolición depositados en espacios públicos y de obras menores," 28 Abril 2014. [Online]. Available: [https://www.munichiclayo.gob.pe/Documentos/db2af3\\_I%20PLAN%20DE%20GESTION%20DE%20LOS%20RESIDUOS%20DE%20LA%20CONSTRUCCION%20Y%20DEMOLICI.pdf](https://www.munichiclayo.gob.pe/Documentos/db2af3_I%20PLAN%20DE%20GESTION%20DE%20LOS%20RESIDUOS%20DE%20LA%20CONSTRUCCION%20Y%20DEMOLICI.pdf).
- [46] R. E. Ucros Oyola y C. Venegas Pérez, «Aprovechamiento de escombros como agregado grueso para la fabricación de adoquines estándar,» *Cartagena*, 2015.
- [47] F. L. Sánchez Muñoz y R. D. Tapia Medina, «Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3,7,14,28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días,» *Trujillo*, 2015.
- [48] R. Barriga Peña, «Aprovechamiento de residuos de construcción y demolición para la elaboración de adoquines tipo I en la ciudad de Chiclayo,» *Chiclayo*, 2019.
- [49] K. J. Castañeda Cruz and E. L. Vasquez Barreto, "Aplicación de concreto reciclado en la producción de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad de Chiclayo," *Pimentel*, 2014.
- [50] B. Bueno de la Cuesta, *La reutilización de ladrillos, ventajas ecológicas y viabilidad constructiva*, Madrid, 2018.
- [51] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 400.011:2020: AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados,» 2020.
- [52] ASTM International, *Norma ASTM C78-072*.

## **IX. Anexos**

*ANEXO 1: Informe de laboratorio de ensayo a los agregados  
y diseño de mezcla*

**LMSCEACH**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO - Chiclayo

**Formato Interno**

**Expediente N<sup>a</sup>** : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C  
**Solicitante** : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH  
**Atención** : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 : EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL  
**Obra** : EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
 DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO  
 DE LAMBAYEQUE, 2020  
**Lugar** : -  
**Fecha de ensayo** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera Tres Tomas

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.2	500.2
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	496.1	496.1
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.83	0.83
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.83	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera Tres Tomas

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	498	498
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.40	

**Observaciones :**


DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898



LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO - Chiclayo

Formato Interno

Expediente N<sup>o</sup> : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH  
 Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 : EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO  
 PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE  
 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL  
 DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE  
 LAMBAYEQUE, 2020

Lugar -

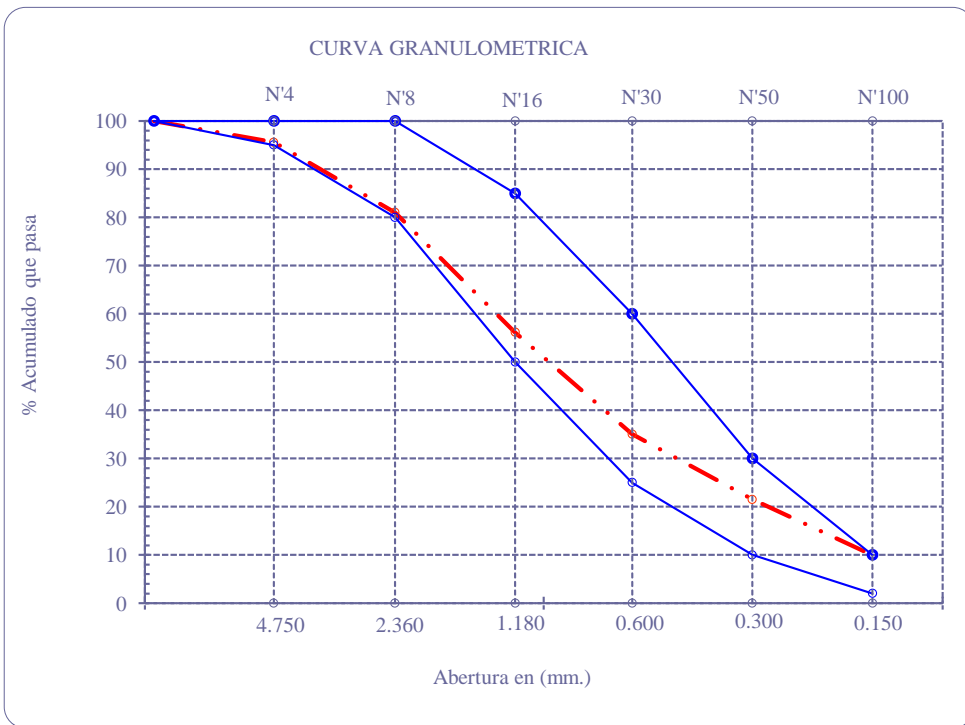
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera Tres Tomas

P. Inicial S 496.1

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	22	4.4	4.4	95.6	95	100
N° 08	2.360	72.1	14.5	19.0	81.0	80	100
N° 16	1.180	123.5	24.9	43.9	56.1	50	85
N° 30	0.600	104.6	21.1	64.9	35.1	25	60
N° 50	0.300	67.3	13.6	78.5	21.5	10	30
N° 100	0.150	57.2	11.5	90.0	10.0	2	10
Fondo		53.2	10.7	100.8	-0.8		
Módulo de Fineza				3.008			
Abertura de malla de referencia				2.360			




J. Torres  
 JEFE DE LABORATORIO



P. Sánchez  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 147896

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO - Chiclayo

Formato Interno

Expediente N<sup>o</sup> : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH  
 Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 : EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO  
 PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS  
 DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ  
 LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020  
 Obra  
 Lugar -

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

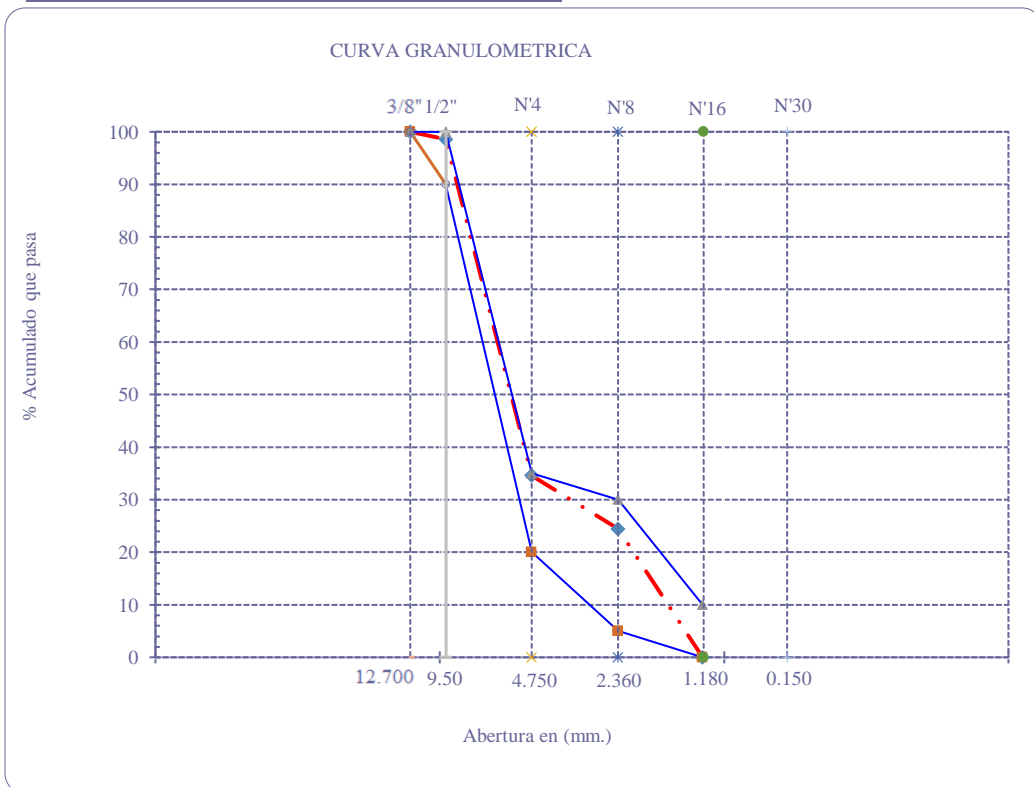
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : La Victoria

P. Inicial S 498.0

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.000	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.000	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.520	7.2	1.4	1.4	98.6	90	100
Nº 04	4.750	318.5	64.0	65.4	34.6	20	35
Nº 08	2.360	50.7	10.2	75.6	24.4	5	30
Nº 16	1.190	121.6	24.4	100.0	0.0	0	10
Fondo		0	0.0	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1/2"	25.000			
Tamaño Maximo Nominal			3/8"	19.00			

*(Handwritten signatures and stamps)*  
 INGENIERIA CIVIL  
 INCORPORACION  
 REG. DIF. N° 147888



**LMSCEACH****LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO - Chiclayo****Formato Interno**

**Expediente N<sup>a</sup>** : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C  
**Solicitante** : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH  
**Atención** : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
**Obra** : EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL  
 EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
 DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE  
 LAMBAYEQUE, 2020  
**Lugar** : -  
**Fecha de ensayo** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

**Ensayo** : Peso unitario del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Canetra** : Cantera Tres Tomas**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7064</b>	<b>7011</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4515	4462
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1354	1338
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1334.58</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7539</b>	<b>7546</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4990	4997
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0035	0.0035
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1441	1443
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1430</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>500.2</b>	<b>500.2</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>496.1</b>	<b>496.1</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.8	0.8
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.83</b>	

**Observaciones :**

  
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 147898

  
 LMSCEACH  
 JORGE ARSAL  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 147898

**LMSCEACH**

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO - Chiclayo

**Formato Interno**

**Expediente N<sup>a</sup>** : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C  
**Solicitante** : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH  
**Atención** : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 : EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL  
 EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
 DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO  
 DE LAMBAYEQUE, 2020  
**Obra** :  
**Lugar** :  
**Fecha de ensayo** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022  
**Fecha de emisión** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera Tres Tomas

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>6745</b>	<b>6761</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4196	4212
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00343	0.00343
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1222	1227
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1219.28</b>	

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>7064</b>	<b>7011</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4515.0	4462.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00343	0.00343
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1315	1299
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1301.79</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>500</b>	<b>500</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>498</b>	<b>498</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.40	0.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.40</b>	

**Observaciones :**

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JOSÉ MANUEL ROMÁNCA COTTA  
 INGENIERO CIVIL EN PAVIMENTOS

**LMSCEACH****LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO - Chiclayo****Formato Interno**

Expediente N° : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C

Solicitante : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH

Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

Obra

: EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020

Lugar

Fecha de ensayo : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado finoReferencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera Tres Tomas

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Muestr. Sat. Sup. Seca.		<b>500.0</b>	<b>500.0</b>
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del A	(g)	<b>991.5</b>	<b>991.5</b>
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	677.8	677.8
3.- Peso del Agua	(g)	313.7	313.7
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	673.8	673.8
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>177.8</b>	<b>177.8</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>496</b>	<b>496</b>
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.662</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.684
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.721
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.81</b>

Observaciones :



RESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898



LMSCEACH  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO

**LMSCEACH****LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO - Chiclayo****Formato Interno**

Expediente N° : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH  
 Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 : EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL  
 EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE  
 CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO  
 ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020  
 Obra :  
 Lugar :  
 Fecha de ensayo : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera Tres Tomas

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.		500.0	500.0
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del A	(g)	973.0	973.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	668.0	668.0
3.- Peso del Agua	(g)	305	305
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	666	666
5.- Peso del Frasco	(g)	168	168
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	498
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.554
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.564
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.580
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.40

Observaciones :

  
 DESIGNER MANUEL  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO  
 CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH  
 INGENIERA CIVIL AMBIENTAL

**LMSCEACH**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.- Chiclayo

**Formato Interno**

**Solicitante** : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH  
**Atención** : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 : EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL  
**Obra** : EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
 DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO  
 DE LAMBAYEQUE, 2020

**Lugar** : -**Fecha de ensayo** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022**Fecha de emisión** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino RCD**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Residuo : Lambayeque

I.- Datos


A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500 gr	500 gr
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	492 gr	492 gr
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.63	1.63
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.63	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso RCD**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Lambayeque

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500 gr	500 gr
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	497 gr	497 gr
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.6	0.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.60	

  
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

**Observaciones :**

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS  
 CHICLAYO E.I.R.L. - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL DOMÍNGUEZ BÚRTA  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**LMSCEACH****LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.- C****Formato Interno****Expediente N°** : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C**Solicitante** : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH**Atención** : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**Obra** : EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL  
EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE  
LAMBAYEQUE, 2020**Lugar** : -**Fecha de ensayo** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022**Fecha de emisión** : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022**Ensayo** : Peso unitario del agregado fino RCD**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017**Canetra** : Cantera Tres Tomas**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>6315</b>	<b>6339</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		3766	3790
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1129	1136
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1114.48</b>	

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>6888</b>	<b>6904</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	2549.0	2549.0
3.- Peso del material		4339	4355
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0035	0.0035
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1253	1257
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1235</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino RCD**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>500</b>	<b>500</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>492</b>	<b>492</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.6	1.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.63</b>	

**Observaciones :**

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.- C  
JOSÉ LEONARDO TOMAFASCA BARTA  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. O.P. N° 147898

**LMSCEACH****LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.-****Formato Interno**

Expediente N° : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C

Solicitante : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH

Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

Obra

: EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020

Lugar

Fecha de ensayo : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso RCDReferencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera Tres Tomas

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Muestr. Sat. Sup. Seca.		500.0	500.0
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del A	(g)	972.0	972.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	664.0	664.0
3.- Peso del Agua	(g)	308	308
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	657	657
5.- Peso del Frasco	(g)	164	164
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	493	493
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.568
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.604
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.665
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.42

Observaciones :



LMSCEACH  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898

**LMSCEACH****LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.-****Formato Interno**

Expediente N° : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C

Solicitante : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH

Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

Obra

: EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020

Lugar

Fecha de ensayo : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino RCDReferencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera Tres Tomas

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.		500.0	500.0
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del A	(g)	950.0	950.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	648.0	648.0
3.- Peso del Agua	(g)	302	302
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	640	640
5.- Peso del Frasco	(g)	148	148
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	492	492
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.485
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.525
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.589
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.63

Observaciones :



**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898

**LMSCEACH****LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.-****Formato Interno**

Expediente N° : 059 - 2022 L.E.M. AMAZING S.A.C

Solicitante : CHAPIA FERNANDEZ CINTHIA MEDALITH

Atención : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

Obra

: EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020

Lugar

Fecha de ensayo : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de Marzo del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso RCDReferencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera Tres Tomas

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.		500.0	500.0
1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del A	(g)	972.0	972.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	664.0	664.0
3.- Peso del Agua	(g)	308	308
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	657	657
5.- Peso del Frasco	(g)	164	164
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	493	493
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.568
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.604
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.665
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.42

Observaciones :



LMSCEACH  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 147898

**INFORME DE ENSAYO N° 3570**

(Pág. 03 de 07)

Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Obra : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 : PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE  
 Lugar :  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 abril del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")  
 REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

**EXAMEN CUANTITATIVO**

**Muestra** : Residuos de concreto

**I.- DATOS**

ENSAYO N°	1	2
GRADUACION	"A"	"A"
ESFERAS	12	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0	5000.0
1 1/2" - 1"	0.0	1250.0
1" - 3/4"	2280.0	1250.0
3/4" - 1/2"	2280.0	1250.0
1/2" - 3/8"	940.0	1250.0
VUELTAS	500	500.0
RETENCION N° 12	3215.0	3215.0
% RETENIDO N° 12	58.45 %	64.30 %
% DESGASTE	41.55 %	35.70 %
% UNIFORMIDAD	0.53 %	
% TOTAL	100 %	100.00 %
PROMEDIO	41.5 %	

**NOTA :**

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**IMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO  
E.I.R.L.

**DISEÑO DE MEZCLA F'C = 320 KG/CM2**

**Ensayo** : Diseño de mezcla de concreto  
**Referencia** : Metodo del comité 211 del ACI

**Título** : Evaluación del concreto para adoquines de uso peatonal empleando agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición en el distrito de José Leonardo Ortiz, departamento de Lambayeque, 2020  
**Tesista** : Chapia Fernandez Cinthia Medalith

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos

**Grueso:** La Victoria

**Fino:** Tres tomas

- a) Tamaño máximo nominal
- b) Peso Unitario suelto seco
- c) Peso Unitario compactado seco
- d) Peso específico de masa seco
- e) Contenido de humedad
- f) Contenido de absorción
- g) Módulo de fineza (adimensional)

**f'c = 320 kg/cm2**

	<b>Grueso</b>	<b>Fino</b>	
	3/8"	-----	pulgadas
	1219.28	1334.57	kg/m <sup>3</sup>
	1301.25	1430.34	kg/m <sup>3</sup>
	2.55	2.6624	kg/m <sup>3</sup>
	0.40	0.83	%
	0.40	0.81	%
	-----	2.98	

**Cemento:**

Tipo= Tipo MS

P.E. = 2960 kg/m<sup>3</sup>

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

f<sub>c</sub>= 320 kg/cm<sup>2</sup>  
f'(cr)= **404 kg/cm<sup>2</sup>**

	<b>f'c</b>	<b>f'cr</b>
70	< 210	f <sub>c</sub> +70
84	210-350	f <sub>c</sub> +84
98	>350	f'c+98

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N.= 3/8"  
**% Aire= 3 %**

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N.= 3/8"  
Slump= 1  
**Agua= 207 l/m<sup>3</sup>**

**5) RELACIÓN a/c**

f(cr)= 404 kg/cm<sup>2</sup>  
**a/c= 0.426**

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua= 207 l/m<sup>3</sup>  
a/c= 0.426  
**c= 485.92 kg**

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls  
c= 485.92 kg  
**F.C= 11.43 bls/m<sup>3</sup>**

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"  
 b/br= 0.444  
 P.U.S.C= 1301.25 kg/m<sup>3</sup>  
**Peso A.G= 577.76 kg**

### 9) VOLUMEN ABSOLUTO

Cemento= 485.92 kg -----> 0.16 m<sup>3</sup>  
 Ag. Grueso= 577.76 kg -----> 0.23 m<sup>3</sup>  
**Ag. Fino= 992.02 kg -----> 0.373**  
 Aire= 3 % -----> 0.03  
 Agua= 207 l/m<sup>3</sup> -----> 0.207 m<sup>3</sup>  
**1 m<sup>3</sup>**

### 10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado Fino: Tres tomas  
 Agregado Grueso: La Victoria  
 Ag. Grueso= 577.76 kg -----> 580.08 kg  
 Ag. Fino= 992.02 kg -----> 1000.22 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.83 %

### 11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

Agregado Fino: Tres tomas  
 Agregado Grueso: La Victoria  
 Ag. Grueso= 577.76 kg -----> 0.00 lts  
 Ag. Fino= 992.02 kg -----> 0.20 lts  
**0.20 lts**

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.81

### 12) AGUA EFECTIVA

Agua= 207 lts  
 Aporte= 0.20 lts  
**A.E= 206.80**

### 13) PROPORCIONES DEL DISEÑO

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
485.92 kg	580.08 kg	1000.22 kg	206.80

#### PESO:

Cemento	A. Grueso	A Fino	Agua
1.00	1.19	2.06	18.09

#### VOLUMEN:

Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1.00	1.46	2.30	40.74

### 14) PESOS PARA UNA TANDA

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	18	0.001040	0.01872

#### Adoquines:

Cemento	9.096 kg
A. Grueso	10.859 kg
A Fino	18.724 kg
Agua=	3.871 lts

  
**LMSCEACH**  
 JORGE ARZABAL COMPAÑÍA BARTA  
 TÉCNICO DE BÚZLOS Y PAVIMENTOS

  
**DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898



**DISEÑO DE MEZCLA - RCD 15%**

**Ensayo** : Diseño de mezcla de concreto  
**Referencia** : Metodo del comité 211 del ACI

**Título** : Evaluación del concreto para adoquines de uso peatonal empleando agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición en el distrito de José Leonardo Ortiz, departamento de Lambayeque, 2020

**Tesista** : Cinthia Medalith Chapia Fernandez

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos

**Grueso:** La Victoria

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

**Fino:** Tres tomas

**RCD:** Lambayeque

a) Tamaño máximo nominal

b) Peso Unitario suelto seco

c) Peso Unitario compactado seco

d) Peso específico de masa seco

e) Contenido de humedad

f) Contenido de absorción

g) Módulo de fineza (adimensional)

Grueso	Fino	A.G RCD (15%)	
3/8"	-	3/8"	pulgadas
1219.28	1334.57	983.71	kg/m <sup>3</sup>
1301.25	1430.34	1142.12	kg/m <sup>3</sup>
2.55	2.66	2.57	kg/m <sup>3</sup>
0.40	0.83	0.60	%
0.40	0.81	2.57	%
-----	2.98		

**Cemento:**

Tipo= TipoMS

Peso esp.= 2960 kg/m<sup>3</sup>

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	70	$f'c$	$f'cr$
$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$	84	< 210	$f'c+70$
	98	210-350	$f'c+84$
		>350	$f'c+98$

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N=	3/8"
<b>% Aire=</b>	<b>3 %</b>

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N=	3/8"
Slump=	1
<b>Agua=</b>	<b>207 l/m<sup>3</sup></b>

**5) RELACIÓN a/c**

$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$
<b>a/c= 0.426</b>

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua=	207 l/m <sup>3</sup>
a/c=	0.426
<b>c=</b>	<b>485.92 kg</b>

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls=	42.5 kg/bls
c=	485.92 kg
<b>F.C=</b>	<b>11.43 bls/m<sup>3</sup></b>

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"  
b/br= 0.444  
P.U.S.C= 1301.25 kg/m<sup>3</sup>

**Peso A.G= 577.756944 kg** 86.66354165

### 9) VOLUMEN ABSOLUTO

Cemento=	485.92 kg	----->	0.1641606 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso=	491.09 kg	----->	0.1922956 m <sup>3</sup>
Ag. Fino=	992.51 kg	----->	0.37279
Aire=	3 %	----->	0.03
A.G RCD	86.66 kg	----->	0.034
Agua=	207 l/m <sup>3</sup>	----->	0.207 m <sup>3</sup>
			1 m <sup>3</sup>

### 10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD=	Lambayeque		
Ag. Grueso=	491.09 kg	----->	493.07 kg
Ag. Fino=	992.51 kg	----->	1000.71 kg
RCD =	86.66 kg	----->	87.19 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.826446 %
Lambayeque	0.60	-

### 11) APOORTE DE AGUA A LA MEZCLA

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD :	Lambayeque		
Ag. Grueso=	491.09 kg	----->	0.00 lts
Ag. Fino=	992.51 kg	----->	0.20 lts
RCD=	86.66 kg	----->	-1.70 lts
			-1.50 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.81
Lambayeque	2.57	-

### 12) AGUA EFECTIVA

Agua= 207 lts  
Aporte= -1.50 lts  
A.E= 208.50

### 13) PROPORCIONES DEL DISEÑO

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
485.92 kg	493.07 kg	87.19 kg	1000.71 kg	208.5037 lts

#### PESO:

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
1.00	1.01	0.18	2.0594	18.236519 lts

#### VOLUMEN:

Cemento	A Grueso	RCD (25%)	A. Fino	Agua
0.37	0.38	0.08	0.70	41.073241 lts

### 14) PESOS PARA UNA TANDA

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	18	0.0010m <sup>3</sup>	0.01872

Adoquines:	Cemento	9.096 kg
	A. Grueso	9.230 kg
	AG RCD	1.632 kg
	A Fino	18.733 kg
	Agua=	3.903 lts

  
**JORGE ANIBAL COMAPARCA BUNTA**  
 TÍTULO DE INGENIERO CIVIL Y PAVIMENTOS

  
**DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

**DISEÑO DE MEZCLA - RCD 30%**

**Ensayo** : Diseño de mezcla de concreto  
**Referencia** : Metodo del comité 211 del ACI

**Título** : Evaluación del concreto para adoquines de uso peatonal empleando agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición en el distrito de José Leonardo Ortiz, departamento de Lambayeque, 2020

**Tesista** : Cinthia Medalith Chapia Fernandez

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

**Grueso:** La Victoria  
**Fino:** Tres tomas  
**RCD:** Lambayeque  
a) Tamaño máximo nominal  
b) Peso Unitario suelto seco  
c) Peso Unitario compactado seco  
d) Peso específico de masa seco  
e) Contenido de humedad  
f) Contenido de absorción  
g) Módulo de fineza (adimensional)

Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Grueso	Fino	A.G RCD (30%)	
3/8"	-	3/8"	pulgadas
1219.28	1334.57	983.71	$\text{kg/m}^3$
1301.25	1430.34	1142.12	$\text{kg/m}^3$
2.55	2.66	2.57	$\text{kg/m}^3$
0.40	0.83	0.60	%
0.40	0.81	2.57	%
-----	2.98		

**Cemento:**

Tipo= TipoMS  
Peso esp.= 2960  $\text{kg/m}^3$

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$		$f'c$	$f'cr$
$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$	70	< 210	$f'c+70$
	84	210-350	$f'c+84$
		>350	$f'c+98$

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N= 3/8"  
**% Aire= 3 %**

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N= 3/8"  
Slump= 1  
**Agua= 207 l/m<sup>3</sup>**

**5) RELACIÓN a/c**

$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$   
**a/c= 0.426**

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua= 207 l/m<sup>3</sup>  
a/c= 0.426  
**c= 485.92 kg**

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls  
c= 485.92 kg  
**F.C= 11.43 bls/m<sup>3</sup>**

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"  
 b/br= 0.444  
 P.U.S.C= 1301.25 kg/m<sup>3</sup>

**Peso A.G= 577.756944 kg** 173.3270833

### 9) VOLUMEN ABSOLUTO

Cemento=	485.92 kg	----->	0.1641606 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso=	404.43 kg	----->	0.1583611 m <sup>3</sup>
Ag. Fino=	993.00 kg	----->	0.37298
Aire=	3 %	----->	0.03
RCD	173.33 kg	----->	0.068
Agua=	207 l/m <sup>3</sup>	----->	0.207 m <sup>3</sup>
			1 m <sup>3</sup>

### 10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD=	Lambayeque		
Ag. Grueso=	404.43 kg	----->	406.05 kg
Ag. Fino=	993.00 kg	----->	1001.21 kg
RCD =	173.33 kg	----->	174.37 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.826446281 %
Lambayeque	0.60	-

### 11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD :	Lambayeque		
Ag. Grueso=	404.43 kg	----->	0.00 lts
Ag. Fino=	993.00 kg	----->	0.20 lts
RCD=	173.33 kg	----->	-3.40 lts
			-3.21 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.81
Lambayeque	2.57	-

### 12) AGUA EFECTIVA

Agua=	207 lts
Aporte=	-3.21 lts
A.E=	210.21

### 13) PROPORCIONES DEL DISEÑO

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
485.92 kg	406.05 kg	174.37 kg	1001.21 kg	210.20575 lts

#### PESO:

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
1.00	0.84	0.36	2.0605	18.385387 lts

#### VOLUMEN:

Cemento	A Grueso	RCD (25%)	A. Fino	Agua
0.37	0.31	0.15	0.70	41.408529 lts

### 14) PESOS PARA UNA TANDA

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	18	0.0010m <sup>3</sup>	0.01872

Adoquines:	Cemento	9.096 kg
	A. Grueso	7.601 kg
	AG RCD	3.264 kg
	A Fino	18.743 kg
	Agua=	3.935 lts

  
**JMSCEACH**  
 JORGE ARRIBAL FOMAPASCA BASTA  
 TEC. DE SUZOS Y PAVIMENTOS

  
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

**DISEÑO DE MEZCLA - RCD 45%**

**Ensayo** : Diseño de mezcla de concreto  
**Referencia** : Metodo del comité 211 del ACI

**Título** : Evaluación del concreto para adoquines de uso peatonal empleando agregados obtenidos de residuos de construcción y demolición en el distrito de José Leonardo Ortiz, departamento de Lambayeque, 2020

**Tesista** : Cinthia Medalith Chapia Fernandez

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

**Grueso:** La Victoria  
**Fino:** Tres tomas  
**RCD:** Lambayeque  
a) Tamaño máximo nominal  
b) Peso Unitario suelto seco  
c) Peso Unitario compactado seco  
d) Peso específico de masa seco  
e) Contenido de humedad  
f) Contenido de absorción  
g) Módulo de fineza (adimensional)

Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Grueso	Fino	A.G RCD (45%)
3/8"	-	3/8"
1219.28	1334.57	983.71
1301.25	1430.34	1142.12
2.55	2.66	2.57
0.40	0.83	0.60
0.40	0.81	2.57
-----	2.98	

pulgadas

$\text{kg/m}^3$

$\text{kg/m}^3$

$\text{kg/m}^3$

%

%

**Cemento:**

Tipo= TipoMS  
Peso esp.= 2960  $\text{kg/m}^3$

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$		$f'c$	$f'cr$
$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$	70	< 210	$f'c+70$
	84	210-350	$f'c+84$
		>350	$f'c+98$

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N=	3/8"
<b>% Aire=</b>	<b>3 %</b>

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N=	3/8"
Slump=	1
<b>Agua=</b>	<b>207 l/m3</b>

**5) RELACIÓN a/c**

$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$
<b>a/c= 0.426</b>

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua=	207 l/m3
a/c=	0.426
<b>c=</b>	<b>485.92 kg</b>

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls=	42.5 kg/bls
c=	485.92 kg
<b>F.C=</b>	<b>11.43 bls/m3</b>

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"  
 b/br= 0.444  
 P.U.S.C= 1301.25 kg/m<sup>3</sup>

**Peso A.G= 577.756944 kg** 259.9906249

### 9) VOLUMEN ABSOLUTO

Cemento=	485.92 kg	----->	0.1641606 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso=	317.77 kg	----->	0.1244266 m <sup>3</sup>
Ag. Fino=	993.49 kg	----->	0.37316
Aire=	3 %	----->	0.03
RCD	259.99 kg	----->	0.101
Agua=	207 l/m <sup>3</sup>	----->	0.207 m <sup>3</sup>
			1 m <sup>3</sup>

### 10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado Fino:	Tres tomas	
Agregado Grueso:	La Victoria	
RCD=	Lambayeque	
Ag. Grueso=	317.77 kg	-----> 319.04 kg
Ag. Fino=	993.49 kg	-----> 1001.70 kg
RCD =	259.99 kg	-----> 261.56 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.826446281 %
Lambayeque	0.60	-

### 11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

Agregado Fino:	Tres tomas	
Agregado Grueso:	La Victoria	
RCD :	Lambayeque	
Ag. Grueso=	317.77 kg	-----> 0.00 lts
Ag. Fino=	993.49 kg	-----> 0.20 lts
RCD=	259.99 kg	-----> -5.11 lts
		-4.91 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.81
Lambayeque	2.57	-

### 12) AGUA EFECTIVA

Agua=	207 lts
Aporte=	-4.91 lts
A.E=	211.91

### 13) PROPORCIONES DEL DISEÑO

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
485.92 kg	319.04 kg	261.56 kg	1001.70 kg	211.9078 lts

#### PESO:

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
1.00	0.66	0.54	2.0615	18.534254 lts

#### VOLUMEN:

Cemento	A Grueso	RCD (25%)	A. Fino	Agua
0.37	0.25	0.23	0.70	41.743816 lts

### 14) PESOS PARA UNA TANDA

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	18	0.0010m <sup>3</sup>	0.01872

Adoquines:	Cemento	9.096 kg
	A. Grueso	5.972 kg
	AG RCD	4.896 kg
	A Fino	18.752 kg
	Agua=	3.967 lts

**INSOBEACH**  
 Ingeniería de Obras de Construcción y Pavimentación  
 Jorge Arrial Pomapasca Banta  
 Ing. de Obras y Pavimentos

DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

**DISEÑO DE MEZCLA - RCD 60%**

**Ensayo** : Diseño de mezcla de concreto  
**Referencia** : Metodo del comité 211 del ACI

**Título** : Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019

**Tesista** : Cinthia Medalith Chapia Fernandez

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos

**Grueso:** La Victoria

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

**Fino:** Tres tomas

**RCD:** Lambayeque

a) Tamaño máximo nominal

b) Peso Unitario suelto seco

c) Peso Unitario compactado seco

d) Peso específico de masa seco

e) Contenido de humedad

f) Contenido de absorción

g) Módulo de fineza (adimensional)

Grueso	Fino	A.G RCD (60%)	
3/8"	-	3/8"	pulgadas
1219.28	1334.57	983.71	kg/m <sup>3</sup>
1301.25	1430.34	1142.12	kg/m <sup>3</sup>
2.55	2.66	2.57	kg/m <sup>3</sup>
0.40	0.83	0.60	%
0.40	0.81	2.57	%
-----	2.98		

**Cemento:**

Tipo= TipoMS

Peso esp.= 2960 kg/m<sup>3</sup>

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

$f'c$	$f'cr$
$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$	70
$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$	84
	98

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N=	3/8"
<b>% Aire=</b>	<b>3 %</b>

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N=	3/8"
Slump=	1
<b>Agua=</b>	<b>207 l/m<sup>3</sup></b>

**5) RELACIÓN a/c**

$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$
<b>a/c= 0.426</b>

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua=	207 l/m <sup>3</sup>
a/c=	0.426
<b>c=</b>	<b>485.92 kg</b>

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls=	42.5 kg/bls
c=	485.92 kg
<b>F.C=</b>	<b>11.43 bls/m<sup>3</sup></b>

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"

$$\begin{aligned} b/br &= 0.444 \\ P.U.S.C &= 1301.25 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Peso A.G} &= \underline{577.756944 \text{ kg}} \quad 346.6541666 \end{aligned}$$

**9) VOLUMEN ABSOLUTO**

Cemento=	485.92 kg	----->	0.1641606 m <sup>3</sup>
Ag. Grueso=	231.10 kg	----->	0.0904921 m <sup>3</sup>
Ag. Fino=	993.98 kg	----->	0.37334
Aire=	3 %	----->	0.03
A.G RCD	346.65 kg	----->	0.135
Agua=	207 l/m <sup>3</sup>	----->	0.207 m <sup>3</sup>
1 m <sup>3</sup>			

**10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD=	Lambayeque		
Ag. Grueso=	231.10 kg	----->	232.03 kg
Ag. Fino=	993.98 kg	----->	1002.19 kg
RCD =	346.65 kg	----->	348.75 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.826446281 %
Lambayeque	0.60	-

**11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA**

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD :	Lambayeque		
Ag. Grueso=	231.10 kg	----->	0.00 lts
Ag. Fino=	993.98 kg	----->	0.20 lts
RCD=	346.65 kg	----->	-6.81 lts
-6.61 lts			

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.81
Lambayeque	2.57	-

**12) AGUA EFECTIVA**

Agua=	207 lts
Aporte=	<u>-6.61 lts</u>
A.E=	213.61

**13) PROPORCIONES DEL DISEÑO**

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
485.92 kg	232.03 kg	348.75 kg	1002.19 kg	213.60985 lts

**PESO:**

Cemento	A. Grueso	RCD (25%)	A Fino	Agua
1.00	0.48	0.72	2.0625	18.683122 lts

**VOLUMEN:**

Cemento	A Grueso	RCD (25%)	A. Fino	Agua
0.37	0.18	0.31	0.70	42.079104 lts

**14) PESOS PARA UNA TANDA**

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	18	0.0010m <sup>3</sup>	0.01872

Adoquines:	Cemento	9.096 kg
	A. Grueso	4.344 kg
	AG RCD	6.529 kg
	A Fino	18.761 kg
	Agua=	3.999 lts

  
**LMSCEACH**  
 S.R.L.  
 JORGE ARIBAL TOMAPASCA BANTA  
 INGENIERO DE SUAVES Y PAVIMENTOS

  
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898



**DISEÑO DE MEZCLA - RCD 15%**

**Ensayo** : Diseño de mezcla de concreto  
**Referencia** : Metodo del comité 211 del ACI

**Título** : Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019

**Tesista** : Cinthia Medalith Chapia Fernandez

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

**Grueso:** La Victoria

**Fino:** Tres tomas

**RCD:** Lambayeque

a) Tamaño máximo nominal

b) Peso Unitario suelto seco

c) Peso Unitario compactado seco

d) Peso específico de masa seco

e) Contenido de humedad

f) Contenido de absorción

g) Módulo de fineza (adimensional)

Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

Grueso	Fino	A.G RCD (15%)	A.F RCD (15%)
3/8"	-	3/8"	
1219.28	1334.57	983.71	1114.48
1301.25	1430.34	1142.12	1234.83
2.55	2.66	2.57	2.48
0.40	0.83	0.60	1.63
0.40	0.81	2.57	1.63
-----	2.98		

pulgadas  
 $\text{kg/m}^3$   
 $\text{kg/m}^3$   
 $\text{kg/m}^3$   
%  
%

**Cemento:**

Tipo= TipoMS

Peso esp.= 2960  $\text{kg/m}^3$

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$   
 $f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$

	$f'c$	$f'cr$
70	< 210	$f'c+70$
84	210-350	$f'c+84$
	>350	$f'c+98$

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N= 3/8"

**%Aire= 3 %**

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N= 3/8"

Slump= 1

**Agua= 207 l/m3**

**5) RELACIÓN a/c**

$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$

**a/c= 0.426**

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua= 207 l/m3

a/c= 0.426

**c= 485.92 kg**

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls

c= 485.92 kg

**F.C= 11.43 bls/m3**

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"

b/br= 0.444

P.U.S.C= 1301.3  $\text{kg/m}^3$

**Peso A.G= 577.75694 kg**

      86.6635

**9) VOLUMEN ABSOLUTO**

Cemento=	485.92 kg	----->	0.1641606 m3
Ag. Grueso=	491.09 kg	----->	0.1922956 m3
Ag. Fino=	992.51 kg	----->	0.37279
Aire=	3 %	----->	0.03
A.G RCD	86.66 kg	----->	0.034
Agua=	207 l/m3	----->	0.207 m3
			1 m3

**10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD=	Lambayeque		
Ag. Grueso=	491.09 kg	----->	493.07 kg
Ag. Fino=	843.64 kg	----->	850.61 kg
Ag. RCD =	86.66 kg	----->	87.19 kg
Af. RCD =	148.88 kg	----->	151.30 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.826446281 %
Lambayeque	0.60	-
Lambayeque	-	1.63

**11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA**

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD :	Lambayeque		
Ag. Grueso=	491.09 kg	----->	0.00 lts
Ag. Fino=	843.64 kg	----->	0.17 lts
AG.RCD=	86.66 kg	----->	-1.70 lts
AF RCD=	148.88 kg	----->	0.00 lts
			-1.53 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.81
Lambayeque	2.57	-
Lambayeque	-	1.63

**12) AGUA EFECTIVA**

Agua=	207 lts		
Aporte=	-1.53 lts	-----	
A.E=	208.53		

**13) PROPORCIONES DEL DISEÑO**

Cemento	A. Grueso	AG RCD (15%)	A Fino	Agua	AF RCD (15%)
485.92 kg	493.07 kg	87.19 kg	850.61 kg	208.5335 lts	151.30 kg

**PESO:**

Cemento	A. Grueso	AG RCD (15%)	A Fino	Agua	AF RCD (15%)
1.00	1.01	0.18	1.7505	18.23912 lts	0.31

**VOLUMEN:**

Cemento	A Grueso	AG RCD (15%)	A. Fino	Agua	AF RCD (15%)
0.37	0.38	0.08	0.59	41.0791 lts	0.12

**14) PESOS PARA UNA TANDA**

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	1000	0.0010m3	1.04

<b>Adoquines:</b>	Cemento	505.352 kg
	A. Grueso	512.788 kg
	AG RCD	90.674 kg
	A Fino	884.632 kg
	Agua=	216.875 lts
	AF RCD	157.350 kg

  
**IMSCEACH**  
INSTITUTO MICHIGANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
  
**JORGE URBINAL TOMAPARCA BENTA**  
ING. DE SUZOS Y PAVIMENTOS

  
**DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. CIP. N° 147898

**DISEÑO DE MEZCLA - RCD 30%**

**Ensayo** : Diseño de mezcla de concreto  
**Referencia** : Metodo del comité 211 del ACI

**Título** : Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019

**Tesista** : Cinthia Medalith Chapia Fernandez

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos

**Grueso:** La Victoria

**f'c =** 320 kg/cm<sup>2</sup>

**Fino:** Tres tomas

**RCD:** Lambayeque

a) Tamaño máximo nominal

b) Peso Unitario suelto seco

c) Peso Unitario compactado seco

d) Peso específico de masa seco

e) Contenido de humedad

f) Contenido de absorción

g) Módulo de fineza (adimensional)

Grueso	Fino	A.G RCD (30%)	A.F RCD (30%)	
3/8"	-	3/8"		pulgadas
1219.28	1334.57	983.71	1114.48	kg/m <sup>3</sup>
1301.25	1430.34	1142.12	1234.83	kg/m <sup>3</sup>
2.55	2.66	2.57	2.48	kg/m <sup>3</sup>
0.40	0.83	0.60	1.63	%
0.40	0.81	2.57	1.63	%
-----	2.98			

**Cemento:**

Tipo= TipoMS

Peso esp.= 2960 kg/m<sup>3</sup>

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

f'c= 320 kg/cm<sup>2</sup>  
**f'(cr)= 404 kg/cm<sup>2</sup>**

	f'c	f'cr
70	< 210	f'c+70
84	210-350	f'c+84
	>350	f'c+98

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N= 3/8"

**% Aire= 3 %**

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N= 3/8"

Slump= 1

**Agua= 207 l/m<sup>3</sup>**

**5) RELACIÓN a/c**

f'(cr)= 404 kg/cm<sup>2</sup>

**a/c= 0.426**

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua= 207 l/m<sup>3</sup>

a/c= 0.426

**c= 485.92 kg**

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls

c= 485.92 kg

**F.C= 11.43 bls/m<sup>3</sup>**

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"

b/br= 0.444

P.U.S.C= 1301.3 kg/m<sup>3</sup>

**Peso A.G= 577.75694 kg** 173.3271

### 9) VOLUMEN ABSOLUTO

Cemento=	485.92 kg	----->	0.16416064 m3
Ag. Grueso=	404.43 kg	----->	0.15836109 m3
Ag. Fino=	993.00 kg	----->	0.37298
Aire=	3 %	----->	0.03
A.G RCD	173.33 kg	----->	0.068
Agua=	207 l/m3	----->	0.207 m3
			1 m3

### 10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD=	Lambayeque		
Ag. Grueso=	404.43 kg	----->	406.05 kg
Ag. Fino=	695.10 kg	----->	700.84 kg
Ag. RCD =	173.33 kg	----->	174.37 kg
Af. RCD =	297.90 kg	----->	302.74 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.826446281 %
Lambayeque	0.60	-
Lambayeque	-	1.63

### 11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD :	Lambayeque		
Ag. Grueso=	404.43 kg	----->	0.00 lts
Ag. Fino=	695.10 kg	----->	0.14 lts
AG.RCD=	173.33 kg	----->	-3.40 lts
AF RCD=	297.90 kg	----->	0.00 lts
			-3.27 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.81
Lambayeque	2.57	-
Lambayeque	-	1.63

### 12) AGUA EFECTIVA

Agua=	207 lts
Aporte=	-3.27 lts
A.E=	210.27

### 13) PROPORCIONES DEL DISEÑO

Cemento	A. Grueso	AG RCD (30%)	A Fino	Agua	AF RCD (30%)
485.92 kg	406.05 kg	174.37 kg	700.84 kg	210.2653 lts	302.74 kg

#### PESO:

Cemento	A. Grueso	AG RCD (30%)	A Fino	Agua	AF RCD (30%)
1.00	0.84	0.36	1.4423	18.3906 lts	0.62

#### VOLUMEN:

Cemento	A Grueso	AG RCD (30%)	A. Fino	Agua	AF RCD (30%)
0.37	0.31	0.15	0.49	41.42026 lts	0.25

### 14) PESOS PARA UNA TANDA

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	18	0.0010m3	0.01872

Adoquines:	Cemento	9.096 kg
	A. Grueso	7.601 kg
	AG RCD	3.264 kg
	A Fino	13.120 kg
	Agua=	3.936 lts
	AG RCD	5.667 kg

**UMSCEACH**  
 URSULA MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 147898

**DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

**DISEÑO DE MEZCLA - RCD 45%**

**Ensayo** : Diseño de mezcla de concreto  
**Referencia** : Metodo del comité 211 del ACI

**Título** : Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019

**Tesista** : Cinthia Medalith Chapia Fernandez

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos

**Grueso:** La Victoria

**f'c =** 320 kg/cm<sup>2</sup>

**Fino:** Tres tomas

**RCD:** Lambayeque

a) Tamaño máximo nominal

b) Peso Unitario suelto seco

c) Peso Unitario compactado seco

d) Peso específico de masa seco

e) Contenido de humedad

f) Contenido de absorción

g) Módulo de fineza (adimensional)

Grueso	Fino	A.G RCD (45%)	A.F RCD (45%)	
3/8"	-	3/8"		pulgadas
1219.28	1334.57	983.71	1114.48	kg/m <sup>3</sup>
1301.25	1430.34	1142.12	1234.83	kg/m <sup>3</sup>
2.55	2.66	2.57	2.48	kg/m <sup>3</sup>
0.40	0.83	0.60	1.63	%
0.40	0.81	2.57	1.63	%
-----	2.98			

**Cemento:**

Tipo= TipoMS

Peso esp.= 2960 kg/m<sup>3</sup>

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

f'c= 320 kg/cm<sup>2</sup>  
**f'(cr)= 404 kg/cm<sup>2</sup>**

	f'c	f'cr
70	< 210	f'c+70
84	210-350	f'c+84
	>350	f'c+98

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N= 3/8"

**% Aire= 3 %**

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N= 3/8"

Slump= 1

**Agua= 207 l/m<sup>3</sup>**

**5) RELACIÓN a/c**

f'(cr)= 404 kg/cm<sup>2</sup>

**a/c= 0.426**

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua= 207 l/m<sup>3</sup>

a/c= 0.426

**c= 485.92 kg**

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls

c= 485.92 kg

**F.C= 11.43 bls/m<sup>3</sup>**

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"

b/br= 0.444

P.U.S.C= 1301.3 kg/m<sup>3</sup>

**Peso A.G= 577.75694 kg**

259.9906

### 9) VOLUMEN ABSOLUTO

Cemento=	485.92 kg	----->	0.16416064 m3
Ag. Grueso=	317.77 kg	----->	0.124426571 m3
Ag. Fino=	993.49 kg	----->	0.37316
Aire=	3 %	----->	0.03
A.G RCD	259.99 kg	----->	0.101
Agua=	207 l/m3	----->	0.207 m3
			1 m3

### 10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD=	Lambayeque		
Ag. Grueso=	317.77 kg	----->	319.04 kg
Ag. Fino=	546.42 kg	----->	550.93 kg
Ag. RCD =	259.99 kg	----->	261.56 kg
Af. RCD =	447.07 kg	----->	454.34 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.826446281 %
Lambayeque	0.60	-
Lambayeque	-	1.63

### 11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD :	Lambayeque		
Ag. Grueso=	317.77 kg	----->	0.00 lts
Ag. Fino=	546.42 kg	----->	0.11 lts
AG.RCD=	259.99 kg	----->	-5.11 lts
AF RCD=	447.07 kg	----->	0.00 lts
			-5.00 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.81
Lambayeque	2.57	-
Lambayeque	-	1.63

### 12) AGUA EFECTIVA

Agua=	207 lts
Aporte=	-5.00 lts
A.E=	212.00

### 13) PROPORCIONES DEL DISEÑO

Cemento	A. Grueso	AG RCD (45%)	A Fino	Agua	AF RCD (45%)
485.92 kg	319.04 kg	261.56 kg	550.93 kg	211.9972 lts	454.34 kg

#### PESO:

Cemento	A. Grueso	AG RCD (45%)	A Fino	Agua	AF RCD (45%)
1.00	0.66	0.54	1.1338	18.54207 lts	0.94

#### VOLUMEN:

Cemento	A Grueso	AG RCD (45%)	A. Fino	Agua	AF RCD (45%)
0.37	0.25	0.23	0.39	41.76143 lts	0.37

### 14) PESOS PARA UNA TANDA

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	18	0.0010m3	0.01872

Adoquines:	Cemento	9.096 kg
	A. Grueso	5.972 kg
	AG RCD	4.896 kg
	A Fino	10.313 kg
	Agua=	3.969 lts
	AG RCD	8.505 kg

**LMSC EACH**  
INSTITUTO PERUANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN  
 JOSE ANTONIO TORRES  
 INGENIERO EN SISTEMAS DE INGENIERÍA  
 ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE INGENIERÍA

**DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

**DISEÑO DE MEZCLA - RCD 60%**

**Ensayo** : Diseño de mezcla de concreto  
**Referencia** : Metodo del comité 211 del ACI

**Título** : Elaboración de prefabricados para uso peatonal con residuos de concreto triturado como agregado grueso en el distrito de Lambayeque, 2019

**Tesista** : Cinthia Medalith Chapia Fernandez

**1) DATOS PARA EL DISEÑO:**

Según norma C.E. 010 Pavimentos Urbanos

**Grueso:** La Victoria  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

**Fino:** Tres tomas

**RCD:** Lambayeque

a) Tamaño máximo nominal

b) Peso Unitario suelto seco

c) Peso Unitario compactado seco

d) Peso específico de masa seco

e) Contenido de humedad

f) Contenido de absorción

g) Módulo de fineza (adimensional)

Grueso	Fino	A.G RCD (60%)	A.F RCD (60%)
3/8"	-	3/8"	
1219.28	1334.57	983.71	1114.48
1301.25	1430.34	1142.12	1234.83
2.55	2.66	2.57	2.48
0.40	0.83	0.60	1.63
0.40	0.81	2.57	1.63
-----	2.98		

**Cemento:**

Tipo= TipoMS

Peso esp.= 2960 kg/m<sup>3</sup>

**2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)**

$f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$   
 $f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$

$f'c$	$f'cr$
< 210	$f'c+70$
210-350	$f'c+84$
>350	$f'c+98$

**3) CONTENIDO DE AIRE**

T.M.N= 3/8"  
**% Aire= 3 %**

**4) CONTENIDO DE AGUA**

T.M.N= 3/8"  
 Slump= 1  
**Agua= 207 l/m<sup>3</sup>**

**5) RELACIÓN a/c**

$f'(cr) = 404 \text{ kg/cm}^2$   
**a/c= 0.426**

**6) CONTENIDO DE CEMENTO**

Agua= 207 l/m<sup>3</sup>  
 a/c= 0.426  
**c= 485.92 kg**

**7) FACTOR CEMENTO**

1 bls= 42.5 kg/bls  
 c= 485.92 kg  
**F.C= 11.43 bls/m<sup>3</sup>**

**8) PESO AGREGADO GRUESO**

T.M.N= 3/8"  
 b/br= 0.444  
 P.U.S.C= 1301.3 kg/m<sup>3</sup>

**Peso A.G= 577.75694 kg**

346.6542

**9) VOLUMEN ABSOLUTO**

Cemento=	485.92 kg	----->	0.16416064 m3
Ag. Grueso=	231.10 kg	----->	0.090492052 m3
Ag. Fino=	993.98 kg	----->	0.37334
Aire=	3 %	----->	0.03
A.G RCD	346.65 kg	----->	0.135
Agua=	207 l/m3	----->	0.207 m3
			1 m3

**10) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD=	Lambayeque		
Ag. Grueso=	231.10 kg	----->	232.03 kg
Ag. Fino=	397.59 kg	----->	400.88 kg
Ag. RCD =	346.65 kg	----->	348.75 kg
Af. RCD =	596.39 kg	----->	606.08 kg

Humedad (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.826446281 %
Lambayeque	0.60	-
Lambayeque	-	1.63

**11) APORTE DE AGUA A LA MEZCLA**

Agregado Fino:	Tres tomas		
Agregado Grueso:	La Victoria		
RCD :	Lambayeque		
Ag. Grueso=	231.10 kg	----->	0.00 lts
Ag. Fino=	397.59 kg	----->	0.08 lts
AG.RCD=	346.65 kg	----->	-6.81 lts
AF RCD=	596.39 kg	----->	0.00 lts
			-6.73 lts

Absorción (%)		
Agreg.	Grueso	Fino
La Victoria	0.40	-
Tres tomas	-	0.81
Lambayeque	2.57	-
Lambayeque	-	1.63

**12) AGUA EFECTIVA**

Agua=	207 lts
Aporte=	-6.73 lts
A.E=	213.73

**13) PROPORCIONES DEL DISEÑO**

Cemento	A. Grueso	AG RCD (45%)	A Fino	Agua	AF RCD (60%)
485.92 kg	232.03 kg	348.75 kg	400.88 kg	213.7291 lts	606.08 kg

**PESO:**

Cemento	A. Grueso	AG RCD (45%)	A Fino	Agua	AF RCD (60%)
1.00	0.48	0.72	0.8250	18.69355 lts	1.25

**VOLUMEN:**

Cemento	A Grueso	AG RCD (45%)	A. Fino	Agua	AF RCD (60%)
0.37	0.18	0.31	0.28	42.10259 lts	0.49

**14) PESOS PARA UNA TANDA**

(Adoquines de 10 x 20 x 4 cm)

Elemento	Cantidad	Volumen	Total
Adoquines	18	0.0010m3	0.01872

Adoquines:	Cemento	9.096 kg
	A. Grueso	4.344 kg
	AG RCD	6.529 kg
	A Fino	7.504 kg
	Agua=	4.001 lts
	AG RCD	11.346 kg

**FMSCEACH**  
 ORGANISMO DE REGISTRO DE INGENIEROS, ARQUITECTOS Y DISEÑADORES  
 JORGE CENTRAL COMAPASCA SANTA  
 DE SUZUELO Y FAVINISTON

**DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

*ANEXO 2: Informe de laboratorio de ensayo de cloruros, sulfatos y sales solubles totales al agregado reciclado*



Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Obra : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Lugar : CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 Fecha de emisión : Chiclayo 19 de Abril del 2022

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.  
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.177 :2002  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.  
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.178 :2003

**Tipo de Análisis : Analisis Químico**

		M-01	M-02
Sales Solubles	ppm	2450	3090
	Totales %	0.25	0.31
Cloruros	ppm	1020	1450
	Cl <sup>-</sup> %	0.10	0.15
Sulfatos	ppm	1250	1150
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> %	0.13	0.12

**Observaciones:**

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**CEACH E.I.R.L.**  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*ANEXO 3: Informe de laboratorio de ensayo de impurezas orgánicas al agregado reciclado*



(PÁGINA 01 de 01)

Atención : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Lugar : CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Abril del 2022

**ENSAYO** AGREGADOS. Método de ensayo para determinar cualitativamente las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto

**REFERENCIA** : NORMA NTP 400.024 / ASTM C-40

<u>Muestra</u> : M-01	
Indicador de patrón Gardner	Nº 3
Denominación	No Presenta impurezas orgánicas

<u>Muestra</u> : M-01	
Indicador de patrón Gardner	Nº 3
Denominación	No Presenta impurezas orgánicas

<u>Muestra</u> : M-01	
Indicador de patrón Gardner	Nº 3
Denominación	No Presenta impurezas orgánicas

<u>Muestra</u> : M-01	
Indicador de patrón Gardner	Nº 3
Denominación	No Presenta impurezas orgánicas

**OBSERVACIONES :**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- La solución usada : Hidróxido de sodio

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. Nº 147898

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO  
 JORGE ANTIBAL COMAPASCA BANTA  
 JEFE DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*ANEXO 4: Informe de laboratorio de ensayo de resistencia a  
la compresión del concreto*



Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Obra : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Lugar : CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 Fecha de emisión : Chiclayo 28 de Mayo 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño
01	MP-1	28/04/2022	01/05/2022	3	128.02	320
02	MP-2	28/04/2022	01/05/2022	3	123.52	320
03	MP-3	28/04/2022	01/05/2022	3	138.64	320
04	15%AG-1	28/04/2022	01/05/2022	3	99.47	320
05	15%AG-2	28/04/2022	01/05/2022	3	91.10	320
06	15%AG-3	28/04/2022	01/05/2022	3	104.42	320
07	30%AG-1	28/04/2022	01/05/2022	3	92.63	320
08	30%AG-2	28/04/2022	01/05/2022	3	80.04	320
09	30%AG-3	28/04/2022	01/05/2022	3	74.90	320
10	45%AG-1	28/04/2022	01/05/2022	3	70.86	320
11	45%AG-2	28/04/2022	01/05/2022	3	62.74	320
12	45%AG-3	28/04/2022	01/05/2022	3	66.44	320
13	60%AG-1	29/04/2022	02/05/2022	3	45.32	320
14	60%AG-2	29/04/2022	02/05/2022	3	50.15	320
15	60%AG-3	29/04/2022	02/05/2022	3	47.44	320
16	15%AF-AG-1	28/04/2022	01/05/2022	3	92.34	320
17	15%AF-AG-2	28/04/2022	01/05/2022	3	80.24	320
18	15%AF-AG-3	28/04/2022	01/05/2022	3	85.74	320
19	30% AF-AG-1	28/04/2022	01/05/2022	3	71.54	320
20	30% AF-AG-2	28/04/2022	01/05/2022	3	61.74	320
21	30% AF-AG-3	28/04/2022	01/05/2022	3	74.31	320
22	45%AF-AG-1	29/04/2022	02/05/2022	3	63.33	320
23	45%AF-AG-2	29/04/2022	02/05/2022	3	67.20	320
24	45%AF-AG-3	29/04/2022	02/05/2022	3	50.02	320
25	60%AF-AG-1	29/04/2022	02/05/2022	3	49.36	320
26	60%AF-AG-2	29/04/2022	02/05/2022	3	47.81	320
27	60%AF-AG-3	29/04/2022	02/05/2022	3	48.36	320

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
 LMSCEACH S.A.S.  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Obra : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Lugar : CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 Fecha de emisión : Chiclayo 28 de Mayo 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño
01	MP-4	28/04/2022	05/05/2022	7	266.39	320
02	MP-5	28/04/2022	05/05/2022	7	252.99	320
03	MP-6	28/04/2022	05/05/2022	7	264.92	320
04	15%AG-4	28/04/2022	05/05/2022	7	254.79	320
05	15%AG-5	28/04/2022	05/05/2022	7	246.13	320
06	15%AG-6	28/04/2022	05/05/2022	7	244.15	320
07	30%AG-4	28/04/2022	05/05/2022	7	210.25	320
08	30%AG-5	28/04/2022	05/05/2022	7	219.32	320
09	30%AG-6	28/04/2022	05/05/2022	7	211.34	320
10	45%AG-4	28/04/2022	05/05/2022	7	198.38	320
11	45%AG-5	28/04/2022	05/05/2022	7	192.99	320
12	45%AG-6	28/04/2022	05/05/2022	7	181.06	320
13	60%AG-4	29/04/2022	06/05/2022	7	175.77	320
14	60%AG-5	29/04/2022	06/05/2022	7	179.52	320
15	60%AG-6	29/04/2022	06/05/2022	7	183.86	320
16	15%AF-AG-4	28/04/2022	05/05/2022	7	236.89	320
17	15%AF-AG-5	28/04/2022	05/05/2022	7	228.26	320
18	15%AF-AG-6	28/04/2022	05/05/2022	7	224.96	320
19	30% AF-AG-4	28/04/2022	05/05/2022	7	197.65	320
20	30% AF-AG-5	28/04/2022	05/05/2022	7	195.44	320
21	30% AF-AG-6	28/04/2022	05/05/2022	7	186.06	320
22	45%AF-AG-4	29/04/2022	06/05/2022	7	174.43	320
23	45%AF-AG-5	29/04/2022	06/05/2022	7	181.75	320
24	45%AF-AG-6	29/04/2022	06/05/2022	7	191.60	320
25	60%AG-4	29/04/2022	06/05/2022	7	148.76	320
26	60%AG-5	29/04/2022	06/05/2022	7	163.73	320
27	60%AG-6	29/04/2022	06/05/2022	7	158.41	320

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ARIBAL FOMASPASCA PANTA.  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



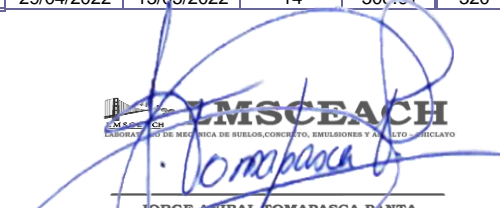
Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Obra : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Lugar : CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 Fecha de emisión : Chiclayo 28 de Mayo 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño
01	MP-7	28/04/2022	12/05/2022	14	272.32	320
02	MP-8	28/04/2022	12/05/2022	14	327.91	320
03	MP-9	28/04/2022	12/05/2022	14	289.89	320
04	15%AG-7	28/04/2022	12/05/2022	14	306.89	320
05	15%AG-8	28/04/2022	12/05/2022	14	292.22	320
06	15%AG-9	28/04/2022	12/05/2022	14	253.52	320
07	30%AG-7	28/04/2022	12/05/2022	14	282.21	320
08	30%AG-8	28/04/2022	12/05/2022	14	272.30	320
09	30%AG-9	28/04/2022	12/05/2022	14	288.04	320
10	45%AG-7	28/04/2022	12/05/2022	14	334.13	320
11	45%AG-8	28/04/2022	12/05/2022	14	204.50	320
12	45%AG-9	28/04/2022	12/05/2022	14	268.09	320
13	60%AG-7	29/04/2022	13/05/2022	14	281.23	320
14	60%AG-8	29/04/2022	13/05/2022	14	290.33	320
15	60%AG-9	29/04/2022	13/05/2022	14	173.58	320
16	15%AF-AG-7	28/04/2022	12/05/2022	14	284.35	320
17	15%AF-AG-8	28/04/2022	12/05/2022	14	278.94	320
18	15%AF-AG-9	28/04/2022	12/05/2022	14	279.57	320
19	30% AF-AG-7	28/04/2022	12/05/2022	14	288.43	320
20	30% AF-AG-8	28/04/2022	12/05/2022	14	253.44	320
21	30% AF-AG-9	28/04/2022	12/05/2022	14	295.91	320
22	45%AF-AG-7	29/04/2022	13/05/2022	14	210.52	320
23	45%AF-AG-8	29/04/2022	13/05/2022	14	296.53	320
24	45%AF-AG-9	29/04/2022	13/05/2022	14	295.88	320
25	60%AF-AG-7	29/04/2022	13/05/2022	14	237.74	320
26	60%AF-AG-8	29/04/2022	13/05/2022	14	161.56	320
27	60%AF-AG-9	29/04/2022	13/05/2022	14	308.51	320

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS




Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Obra : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Lugar : CHICLAYO-LAMBAYEQUE  
 Fecha de emisión : Chiclayo 28 de Mayo 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad en Días	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c Diseño
01	MP-10	28/04/2022	26/05/2022	28	361.30	320
02	MP-11	28/04/2022	26/05/2022	28	376.22	320
03	MP-12	28/04/2022	26/05/2022	28	362.74	320
04	15%AG-10	28/04/2022	26/05/2022	28	337.66	320
05	15%AG-11	28/04/2022	26/05/2022	28	337.29	320
06	15%AG-12	28/04/2022	26/05/2022	28	345.52	320
07	30%AG-10	28/04/2022	26/05/2022	28	341.88	320
08	30%AG-11	28/04/2022	26/05/2022	28	327.93	320
09	30%AG-12	28/04/2022	26/05/2022	28	324.34	320
10	45%AG-10	28/04/2022	26/05/2022	28	340.12	320
11	45%AG-11	28/04/2022	26/05/2022	28	307.90	320
12	45%AG-12	28/04/2022	26/05/2022	28	317.75	320
13	60%AG-10	29/04/2022	27/05/2022	28	292.42	320
14	60%AG-11	29/04/2022	27/05/2022	28	297.67	320
15	60%AG-12	29/04/2022	27/05/2022	28	296.36	320
16	15%AF-AG-10	28/04/2022	26/05/2022	28	325.97	320
17	15%AF-AG-11	28/04/2022	26/05/2022	28	316.15	320
18	15%AF-AG-12	28/04/2022	26/05/2022	28	328.46	320
19	30% AF-AG-10	28/04/2022	26/05/2022	28	313.23	320
20	30% AF-AG-11	28/04/2022	26/05/2022	28	273.40	320
21	30% AF-AG-12	28/04/2022	26/05/2022	28	310.82	320
22	45%AF-AG-10	29/04/2022	27/05/2022	28	273.07	320
23	45%AF-AG-11	29/04/2022	27/05/2022	28	289.00	320
24	45%AF-AG-12	29/04/2022	27/05/2022	28	269.84	320
25	60%AF-AG-10	29/04/2022	27/05/2022	28	259.52	320
26	60%AF-AG-11	29/04/2022	27/05/2022	28	267.16	320
27	60%AF-AG-12	29/04/2022	27/05/2022	28	280.83	320

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*ANEXO 5: Informe de laboratorio de ensayo de resistencia a la flexión por tracción del concreto*




Tesista : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Atención : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.  
 Obra "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Lugar Chiclayo, Lambayeque

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Modulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	$\sigma$	Módulo de Rotura (MPa) *Considerando $\sigma$
01	Muestra patrón - MP	28/04/2022	26/05/2022	5758.47	28	7.00	0.128	6.845
02	Muestra patrón - MP	28/04/2022	26/05/2022	5405.31	28	6.93		
03	Muestra patrón - MP	28/04/2022	26/05/2022	5297.40	28	7.18		
04	Adoquín con agregado reciclado grueso 15%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5935.05	28	8.544	0.671	6.924
05	Adoquín con agregado reciclado grueso 15%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5935.05	28	7.214		
06	Adoquín con agregado reciclado grueso 15%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5778.09	28	8.033		
07	Adoquín con agregado reciclado grueso 30%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5954.67	28	8.20	0.643	7.010
08	Adoquín con agregado reciclado grueso 30%ARG	28/04/2022	26/05/2022	6092.01	28	8.47		
09	Adoquín con agregado reciclado grueso 30%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5395.50	28	7.25		
10	Adoquín con agregado reciclado grueso 45%ARG	28/04/2022	26/05/2022	6092.01	28	7.55	0.326	7.133
11	Adoquín con agregado reciclado grueso 45%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5993.91	28	7.34		
12	Adoquín con agregado reciclado grueso 45%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5856.57	28	7.98		
13	Adoquín con agregado reciclado grueso 60%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5993.91	28	8.38	0.454	7.284
14	Adoquín con agregado reciclado grueso 60%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5866.38	28	8.04		
15	Adoquín con agregado reciclado grueso 60%ARG	28/04/2022	26/05/2022	5719.23	28	7.48		

  
 DISEÑER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.  
 JORGE ARRIBAL TOMAPASCA BANTA  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



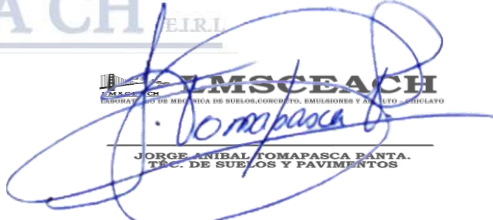
Tesista : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Atención : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.  
 Obra "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Lugar Chiclayo, Lambayeque

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017

Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Modulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra Nº	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	$\sigma$	Módulo de Rotura (MPa) *Considerando $\sigma$
01	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 15%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5758.47	28	7.87	0.486	6.897
02	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 15%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5660.37	28	7.07		
03	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 15%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5895.81	28	7.94		
04	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 30%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5758.47	28	6.860	0.180	6.701
05	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 30%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5071.77	28	6.875		
06	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 30%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5886.00	28	7.179		
07	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 45%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5160.06	28	7.15	0.408	6.673
08	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 45%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5483.79	28	7.74		
09	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 45%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5434.74	28	6.96		
10	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 60%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5356.26	28	6.92	0.283	6.437
11	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 60%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5758.47	28	7.11		
12	Adoquín con agregado reciclado fino y grueso 60%AF-AG	28/04/2022	26/05/2022	5160.06	28	6.55		

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
 LMSCEACH E.I.R.L.  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA BANTA.  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS


*ANEXO 6: Informe de laboratorio de ensayo de resistencia a la abrasión del concreto*



Tesista : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Atención : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS (C)  
 Obra "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Lugar Chiclayo, Lambayeque

Norma : ASTM C-944  
 Título : Método de prueba estándar para la resistencia a la abrasión de superficies de hormigón o mortero mediante el método del cortador giratorio

% de reemplazo	N°	Elemento	Peso de muestra				Desgaste (%)	Promedio (%)
			Masa inicial (gr)	Masa del Primer Ciclo (gr)	Masa del Segundo Ciclo (gr)	Masa del Tercer Ciclo (gr)		
Muestra patrón	1	MP-1	2247	2245	2239	2237	0.45%	0.39%
	2	MP-2	2145	2141	2140	2138	0.33%	
	3	MP-3	2045	2043	2039	2037	0.39%	
15% AR Grueso	1	15%AG-1	2104	2100	2096	2095	0.43%	0.42%
	2	15%AG-2	2075	2073	2069	2067	0.39%	
	3	15%AG-3	2114	2111	2109	2104.5	0.45%	
30% AR Grueso	1	30%AG-1	1998	1996	1992	1990	0.40%	0.47%
	2	30%AG-2	2018	2014	2012	2008	0.50%	
	3	30%AG-3	2103	2098	2094	2092	0.52%	
45% AR Grueso	1	45%AG-1	2004	2002	1997	1996	0.40%	0.50%
	2	45%AG-2	2140	2136	2134	2127	0.61%	
	3	45%AG-3	2234	2232	2227	2223	0.49%	
60% AR Grueso	1	60%AG-1	1999	1997.5	1993.5	1988.5	0.53%	0.52%
	2	60%AG-2	2146	2143.5	2142	2136	0.47%	
	3	60%AG-3	2075	2071	2067	2063	0.58%	
30% AR Grueso y Fino	2	30%AF-AG-2	2160	2154	2153	2146	0.65%	0.46%
	3	30%AF-AG-3	2041	2039	2038	2035	0.29%	
45% AR Grueso y Fino	1	45%AF-AG-1	2014	2010	2008	2004	0.50%	0.55%
	2	45%AF-AG-2	1995	1991	1987	1986	0.45%	
	3	45%AF-AG-3	2104	2099.5	2094.5	2089	0.71%	
60% AR Grueso y Fino	1	60%AF-AG-1	2230	2227	2222.5	2219	0.49%	0.59%
	2	60%AF-AG-2	2140	2138	2132	2128.5	0.54%	
	3	60%AF-AG-3	1996	1991.5	1985.5	1981.5	0.73%	

  
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
 JORGE ENRIQUE TOMAPASCA BANTA  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*ANEXO 7: Informe de laboratorio de ensayo de absorción del  
concreto*



Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 28 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005


Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra Patrón (MP)	2245	2194	2.3
02	Muestra Patrón (MP)	2191	2110	3.8
03	Muestra Patrón (MP)	2139	2044	4.6
<b>Promedio</b>			<b>3.6</b>	


**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 28 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 15% Agregado reciclado grueso (15%AG)	2205	2108	4.6
02	Muestra 15% Agregado reciclado grueso (15%AG)	2289	2211	3.5
03	Muestra 15% Agregado reciclado grueso (15%AG)	2135	2044	4.5
<b>Promedio</b>				<b>4.2</b>

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 28 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

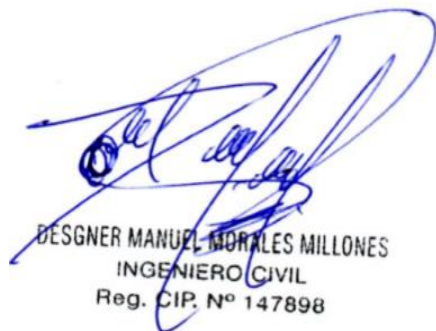
Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 30% Agregado reciclado grueso (30%AG)	2220	2134	4.0
02	Muestra 30% Agregado reciclado grueso (30%AG)	2104	2009	4.7
03	Muestra 30% Agregado reciclado grueso (30%AG)	2174	2037	6.7
<b>Promedio</b>			<b>5.2</b>	

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio



DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898



**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 28 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005


Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 30% Agregado reciclado grueso (30%AG)	2220	2134	4.0
02	Muestra 30% Agregado reciclado grueso (30%AG)	2104	2009	4.7
03	Muestra 30% Agregado reciclado grueso (30%AG)	2174	2037	6.7
<b>Promedio</b>			<b>5.2</b>	


**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 28 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 45% Agregado reciclado grueso (45%AG)	2295	2130	7.7
02	Muestra 45% Agregado reciclado grueso (45%AG)	2117	2007	5.5
03	Muestra 45% Agregado reciclado grueso (45%AG)	2248	2134	5.3
<b>Promedio</b>			<b>6.2</b>	

**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 29 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005


Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 60% Agregado reciclado grueso (60%AG)	2117	1998	6.0
02	Muestra 60% Agregado reciclado grueso (60%AG)	2161	2010	7.5
03	Muestra 60% Agregado reciclado grueso (60%AG)	2239	2127	5.3
<b>Promedio</b>			<b>6.2</b>	


**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 29 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005


Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 15% Agregado reciclado fino y grueso (15%AF-AG)	2245	2117	6.0
02	Muestra 15% Agregado reciclado fino y grueso (15%AF-AG)	2122	2014	5.4
03	Muestra 15% Agregado reciclado fino y grueso (15%AF-AG)	2134	2022	5.5
<b>Promedio</b>			<b>5.6</b>	

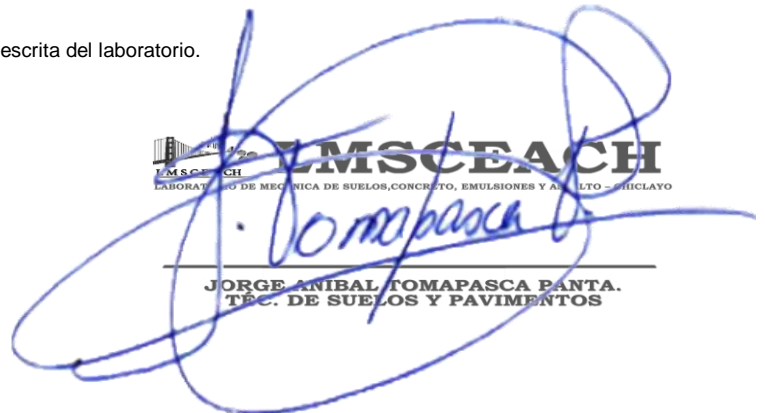
**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 28 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005


Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 30% Agregado reciclado fino y grueso (30%AF-AG)	2245	2117	6.0
02	Muestra 30% Agregado reciclado fino y grueso (30%AF-AG)	2122	2014	5.4
03	Muestra 30% Agregado reciclado fino y grueso (30%AF-AG)	2134	2022	5.5
<b>Promedio</b>			<b>5.6</b>	

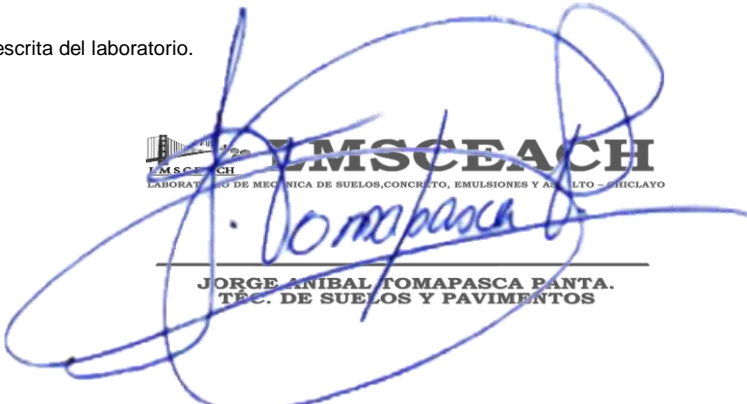
**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 29 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005


Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 45% Agregado reciclado fino y grueso (45%AF-AG)	2235	2054	8.8
02	Muestra 45% Agregado reciclado fino y grueso (45%AF-AG)	2101	1998	5.2
03	Muestra 45% Agregado reciclado fino y grueso (45%AF-AG)	2139	2032	5.3
<b>Promedio</b>			<b>6.4</b>	

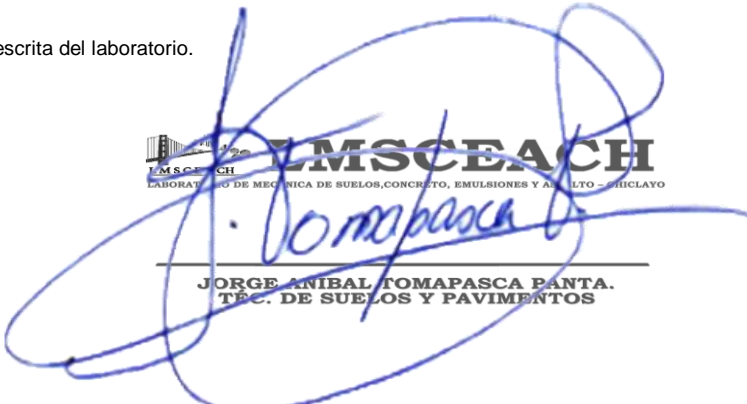
**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 29 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005


Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 45% Agregado reciclado fino y grueso (45%AF-AG)	2235	2054	8.8
02	Muestra 45% Agregado reciclado fino y grueso (45%AF-AG)	2101	1998	5.2
03	Muestra 45% Agregado reciclado fino y grueso (45%AF-AG)	2139	2032	5.3
<b>Promedio</b>			<b>6.4</b>	

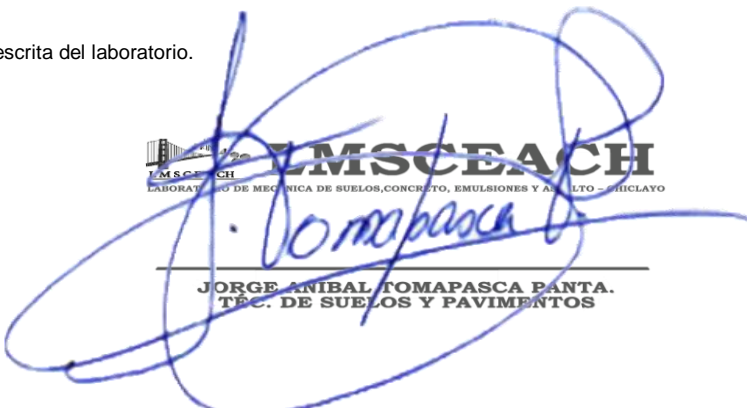
**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



(Pág. 01 de 01)

Solicitante : CINTHIA MEDALITH CHAPIA FERNANDEZ  
 Tesis : "EVALUACIÓN DEL CONCRETO PARA ADOQUINES DE USO PEATONAL EMPLEANDO AGREGADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020"  
 Ubicación : Chiclayo, Lambayeque  
 Fecha : Chiclayo, 29 de abril del 2022

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción  
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005


Muestra N°	Denominación de la unidad	G4 (g)	G3 (g)	A (%)
01	Muestra 60% Agregado reciclado fino y grueso (60%AF-AG)	2187	2034	7.5
02	Muestra 60% Agregado reciclado fino y grueso (60%AF-AG)	2138	2007	6.5
03	Muestra 60% Agregado reciclado fino y grueso (60%AF-AG)	2209	2044	8.1
<b>Promedio</b>			<b>7.4</b>	

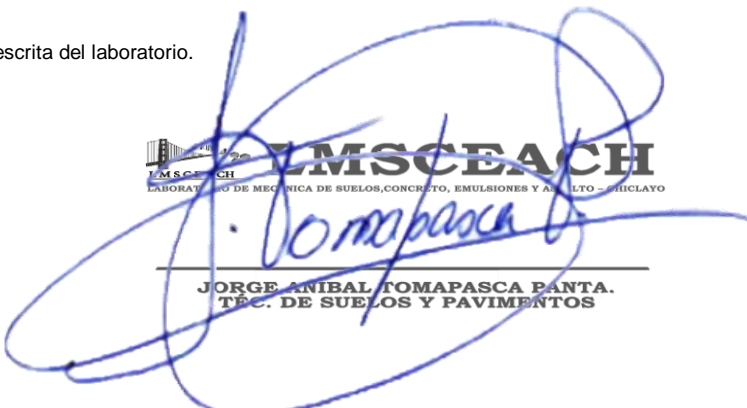
**DONDE:**

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSION EN AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS.  
 A : ES LA ABSORCION DE AGUA, EXPRESADA EN PORCENTAJE

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo de unidades de albañilería realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 DESGNER MANUEL MORALES MILLONES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 147898

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

*ANEXO 8: Certificado de calibración de los equipos  
utilizados en los ensayos*



Fecha de emisión	2021/07/19
Solicitante	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
Dirección	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	<b>PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO</b>
Identificación	0454-075-2021
Marca	C&M
Modelo	PM20
Serie	202002
Capacidad	100,000 kgf
Indicador	FORNEY
Serie	NO INDICA
Bomba	ELECTRICA
Procedencia	USA
Lugar de calibración	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.
Fecha de calibración	2021/07/19

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C  
*[Signature]*  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	INF-LE 175-21.

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10000	9999.4	9999.8	-0.01	0	9999.6	-0.004	0.00
20000	19994.5	19987.9	-0.03	-0.06	19991.2	-0.04	0.02
30000	29998.7	29997.9	0	-0.01	29998.3	-0.01	0.00
40000	40001.1	39998.4	0	0	39999.8	0.00	0.00
50000	49997.1	49894.1	-0.01	-0.21	49945.6	-0.11	0.15
60000	59985.5	59971.5	-0.02	-0.05	59978.5	-0.04	0.02
70000	69985.1	69985.4	-0.02	-0.02	69985.3	-0.02	0.00
80000	79974.9	79994.4	-0.03	-0.01	79984.7	-0.02	0.02

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

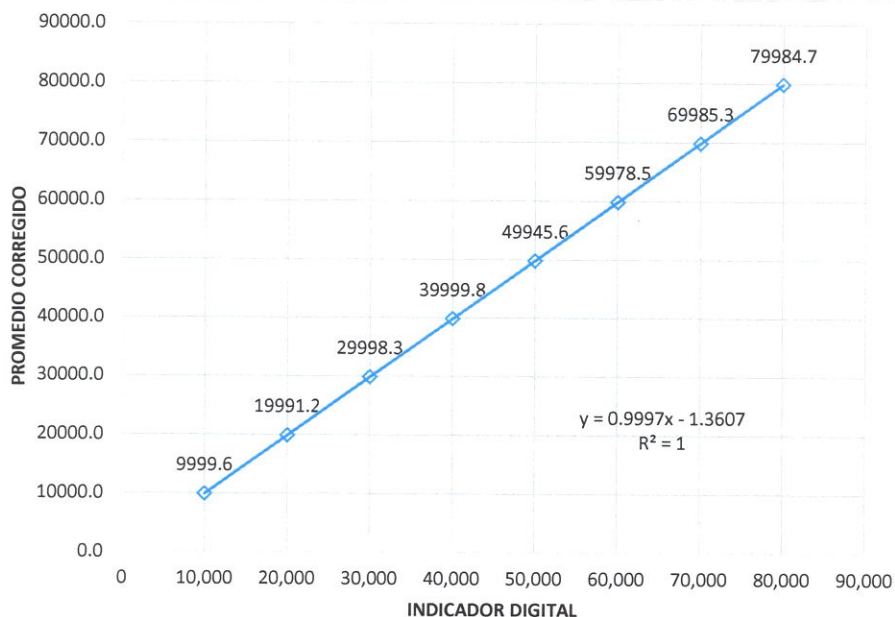
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,9997x - 1,3607$

Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

Fecha de emisión	2021/07/19	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>
Solicitante	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>	
Dirección	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
Instrumento de medición	<b>HORNO DE LABORATORIO</b>	
Identificación	0455-075-2021	
Marca	MEMMERT	
Modelo	NO INDICA	
Serie	B30.680	
Cámara	50 Litros	
Ventilación	NATURAL	
Pirómetro	DIGITAL	
Procedencia	PERÚ	
Lugar de calibración	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.	
Fecha de calibración	2021/07/19	
Método/Procedimiento de calibración	<p>- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.</p> <p>- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.</p>	



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

## Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

## Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

## Resultados

## TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	111.0	110.8	110.7	111.0	110.3	110.1	110.0	110.5	110.5	110.6	110.6	1.0
00:02	110	110.5	110.5	111.0	110.6	110.8	110.7	110.5	110.9	110.1	110.4	110.6	0.9
00:04	110	110.7	110.4	110.6	110.7	110.5	110.4	110.5	110.1	110.5	111.0	110.5	0.9
00:06	110	110.8	110.9	110.4	110.6	110.7	110.3	110.0	110.6	110.1	110.5	110.5	0.9
00:08	110	110.5	110.0	110.5	110.5	110.1	110.7	110.2	110.5	110.6	110.7	110.4	0.7
00:10	110	110.3	110.6	110.8	110.0	110.8	110.1	110.7	110.1	110.1	110.1	110.4	0.8
00:12	110	110.7	111.0	110.3	110.3	110.5	110.3	110.0	110.1	110.1	110.7	110.4	1.0
00:14	110	110.6	110.5	110.1	110.3	110.1	110.6	110.2	110.6	110.1	110.9	110.4	0.8
00:16	110	110.2	110.0	110.2	110.7	110.3	110.3	111.0	110.4	110.5	110.9	110.5	1.0
00:18	110	110.4	110.3	110.8	110.0	110.7	110.1	110.0	110.8	110.2	110.2	110.4	0.8
00:20	110	110.1	110.1	110.8	110.9	110.8	110.5	110.7	110.5	111.0	110.7	110.6	0.9
00:22	110	110.4	110.7	110.7	110.7	110.4	110.1	110.3	110.5	111.0	110.5	110.5	0.9
00:24	110	110.8	110.4	110.5	110.6	110.0	110.4	110.3	110.5	110.1	110.7	110.4	0.8
00:26	110	110.3	110.4	110.5	110.3	110.0	110.7	110.7	110.3	110.5	110.7	110.4	0.7
00:28	110	110.9	110.5	110.1	110.9	110.4	110.7	110.9	110.4	111.0	110.7	110.7	0.9
00:30	110	110.4	110.2	110.0	110.7	110.9	110.2	110.4	110.0	110.2	110.9	110.4	0.9
00:32	110	110.7	110.5	110.4	110.7	110.7	110.4	110.8	110.4	110.7	110.5	110.6	0.4
00:34	110	110.5	110.1	110.5	110.5	110.3	110.5	110.1	110.7	110.0	110.6	110.4	0.7
00:36	110	110.8	110.7	110.7	110.6	110.4	110.8	110.5	110.2	110.1	110.4	110.5	0.7
00:38	110	110.5	110.1	110.5	110.9	110.6	110.6	110.7	110.2	110.4	110.4	110.5	0.8
00:40	110	110.2	111.0	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	110.5	110.5	110.3	110.5	0.8
00:42	110	110.0	110.5	110.8	110.8	110.3	110.3	110.1	110.1	110.1	110.9	110.4	0.9
00:44	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.1	110.9	110.6	110.2	110.5	110.7	110.6	0.9
00:46	110	110.2	110.5	110.2	110.9	110.4	110.7	110.8	110.3	110.3	111.0	110.5	0.8
00:48	110	110.1	110.8	110.1	110.8	110.7	110.4	110.6	110.0	110.4	110.5	110.4	0.8
00:50	110	110.8	110.8	110.4	110.7	110.7	110.2	110.8	111.0	110.1	110.5	110.6	0.9
T. PROM.	110	110.5	110.5	110.5	110.6	110.5	110.4	110.5	110.4	110.4	110.6	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0		
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.1		

## Nomenclatura:

T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.

Tme Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.

T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.

T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



## ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

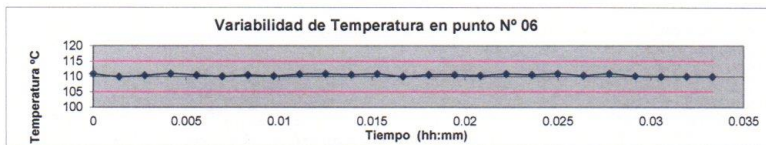
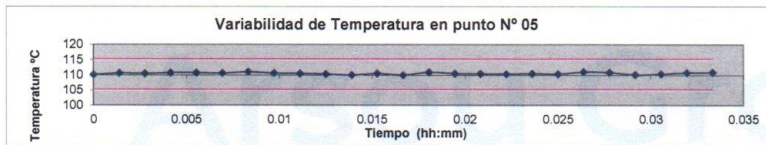
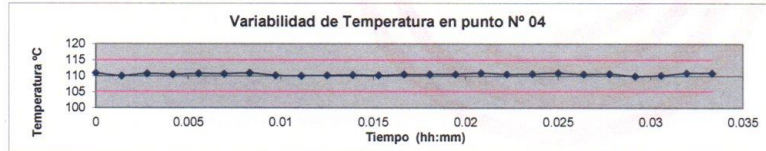
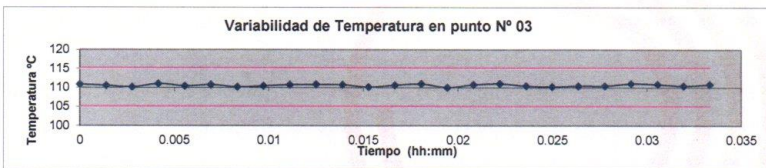
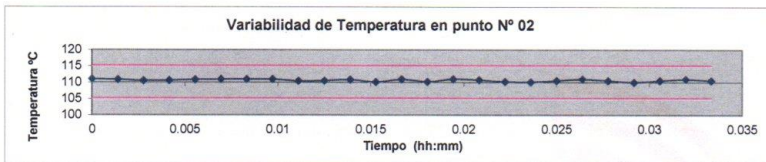
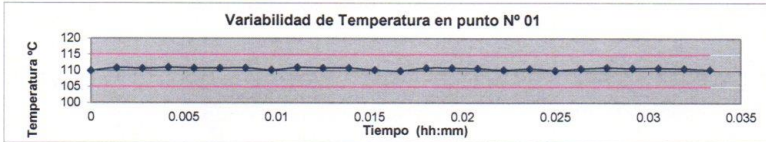


**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0455-075-2021

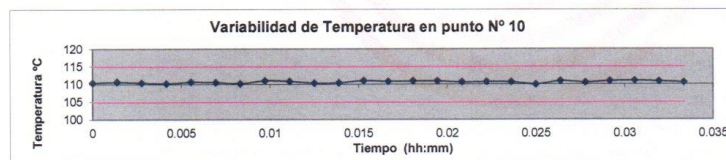
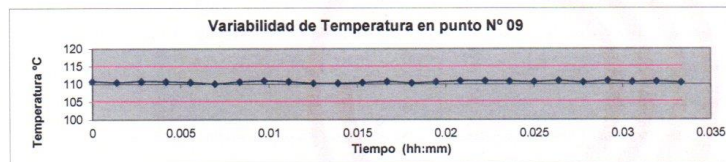
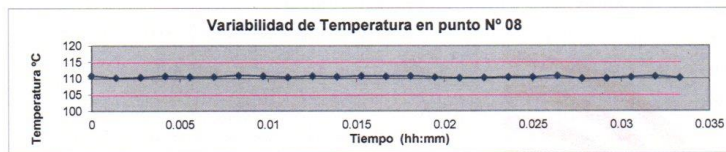
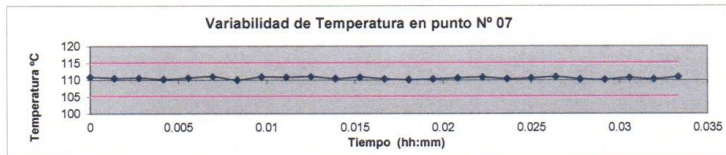
Página 3 de 5

GRÁFICO

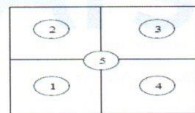


**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

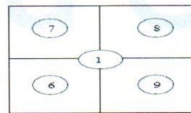
**ARSOU GROUP S.A.C**  
*Hugo Luis Arévalo Carnica*  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
**METROLOGÍA**



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR

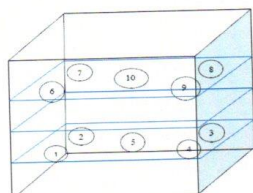


NIVEL INFERIOR



ARSOU GROUP S.A.É  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión  
METROLOGÍA

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0451-075-2021

Página 1 de 3

<b>Fecha de emisión</b>	2021/07/19
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>BALANZA</b>
Identificación	0451-075-2021
Intervalo de indicación	300 g
División de escala Resolución	0.01 g
División de verificación (e)	0.01 g
Tipo de indicación	Digital
Marca / Fabricante	DAKOTA
Modelo	ACS-03T
N° de serie	101
Procedencia	CHINA
<b>Lugar de calibración</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Fecha de calibración</b>	2021/07/19
<b>Método/Procedimiento de calibración</b>	"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
*Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica*  
**METROLOGÍA**

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0451-075-2021

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 150 g			Carga L1= 300 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	150.0	0.001	-0.001	300	0.005	-0.002
2	150.0	0.002	-0.004	300	0.004	-0.004
3	150.0	0.004	-0.005	300	0.006	-0.004
4	150.0	0.003	-0.007	300	0.003	-0.009
5	150.0	0.003	-0.009	300	0.005	-0.012
6	150.0	0.004	-0.001	300	0.007	-0.014
7	150.0	0.004	-0.004	300	0.003	-0.01
8	150.0	0.007	-0.008	300	0.005	-0.009
9	150.0	0.006	-0.004	300	0.004	-0.007
10	150.0	0.005	-0.003	300	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
150	0		0.05			
300	0		0.3			



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

## ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	-0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	-0.002	-0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

## ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1.00	1.00	0.004	-0.001						0.1
2.00	2.00	0.006	0.004	0.004	2.00	0.006	0.001	0.004	0.1
5.00	5.00	0.002	-0.005	0.003	5.00	0.005	0.004	-0.003	0.1
10.00	10.00	0.002	0.004	0.005	10.00	0.009	-0.003	-0.003	0.1
20.00	20.00	0.009	0.004	0.008	20.00	0.005	0.005	0.001	0.1
40.00	40.00	0.004	0.008	0.002	40.00	0.004	-0.004	0.003	0.1
50.00	50.00	0.005	0.008	0.003	50.00	0.007	0.004	0.004	0.1
100.00	100.00	0.004	0.004	0.005	100.00	0.005	-0.003	-0.002	0.1
150.00	150.00	0.009	0.004	0.004	150.00	0.003	-0.008	-0.01	0.5
200.00	200.00	0.015	0.008	0.001	200.00	0.014	-0.014	-0.01	0.5
300.00	299.99	0.19	0.006	0.005	299.99	0.02	-0.015	-0.018	0.5

## Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en ceroE<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

## INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición} \quad U_p = 2 \cdot \sqrt{0.00002 \text{ g}^2 + 0.0000054019412 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida} \quad R_{\text{corregida}} = R + 211.420922081 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza ( g )

## Observaciones

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP

Ing. Hugo Luis Arévalo Carales  
METROLOGÍA





**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0448-075-2021

Página 1 de 3

<b>Fecha de emisión</b>	2021/07/19
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>BALANZA</b>
Identificación	0448-075-2021
Intervalo de indicación	311g
División de escala Resolución	0.01 g
División de verificación (e)	0.01 g
Tipo de indicación	Mecánico
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	NO INDICA
N° de serie	4505
Procedencia	USA
<b>Lugar de calibración</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Fecha de calibración</b>	2021/07/19
<b>Método/Procedimiento de calibración</b>	"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metroológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
**METROLOGÍA**



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0448-075-2021

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 155.5 g			Carga L1= 311 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	155.5	0.05	-0.09	311	0.05	-0.1
2	155.5	0.04	-0.1	311	0.07	-0.06
3	155.5	0.04	-0.05	311	0.05	-0.08
4	155.5	0.05	-0.09	311	0.03	-0.1
5	155.5	0.06	-0.04	311	0.06	-0.11
6	155.5	0.04	-0.06	311	0.07	-0.12
7	155.5	0.04	-0.09	311	0.05	-0.11
8	155.5	0.05	-0.08	311	0.05	-0.1
9	155.5	0.04	-0.08	311	0.05	-0.11
10	155.5	0.05	-0.1	311	0.04	-0.1
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
155.5	0			0.5		
311	0			1		



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0448-075-2021

Página 3 de 3

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>			Determinación de E <sub>0</sub>					
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.04	-0.01	100	100	0.06	-0.01	0.01
2		1	0.06	-0.02		100	0.04	-0.01	0
3		1	0.04	0		100	0.05	-0.02	-0.02
4		1	0.03	0.01		100	0.04	0.04	0.03
5		1	0.05	-0.02		100	0.04	0.03	0.02

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0.1	0.1	0.001	-0.01						0.5
1.0	1.0	0.06	0.03	0.03	1.0	0.06	0.01	0.01	0.5
5.0	5.0	0.04	-0.04	0.02	5.0	0.05	-0.04	-0.04	0.5
10.0	10.0	0.03	0	0.04	10.0	0.05	-0.03	-0.03	0.5
50.0	49.9	0.05	0.01	0.03	49.9	0.06	-0.01	0.02	0.5
100.0	99.9	0.04	0.09	0.02	99.9	0.04	-0.01	0.02	0.5
150.0	150.1	0.03	0.08	0.04	150.1	0.03	0	0.01	0.5
200.0	200.0	0.05	0.08	0.03	200.0	0.05	-0.1	-0.07	0.5
250.0	250.0	0.09	0.09	0.02	250.0	0.06	-0.09	-0.05	0.5
300.0	299.9	0.09	0.09	0.04	299.9	0.05	-0.11	-0.04	1
311.0	311.0	0.08	0.05	0.05	311.0	0.04	-0.12	-0.13	1

**Leyenda**

I: Indicación de la balanza  
E<sub>0</sub>: Error en cero

ΔL: Carga Incrementada  
E<sub>c</sub>: Error corregido

E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.00195 \text{ g}^2 + 0.0000000088381 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 7.010988872 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnio  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0450-075-2021

Página 1 de 3

<b>Fecha de emisión</b>	2021/07/19
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>BALANZA</b>
Identificación	0450-075-2021
Intervalo de indicación	3000 g
División de escala Resolución	0.1 g
División de verificación (e)	0.1 g
Tipo de indicación	Digital
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	EB3
N° de serie	8031358910
Procedencia	USA
<b>Lugar de calibración</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Fecha de calibración</b>	2021/07/19

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**  
**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnier**  
**METROLOGIA**

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0450-075-2021

Página 2 de 3

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,3 °C	Final: 21,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

**Resultados**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 1500 g			Carga L1= 3000 g		
	l (g)	Δl (g)	E (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)
1	1500.0	0.001	-0.001	3000	0.007	-0.004
2	1500.0	0.002	-0.004	3000	0.003	-0.006
3	1500.0	0.007	0.005	3000	0.004	-0.004
4	1500.0	0.001	0.001	3000	0.001	-0.009
5	1500.0	0.004	-0.007	3000	0.001	-0.004
6	1500.0	0.001	-0.005	3000	0.002	-0.003
7	1500.0	0.003	-0.003	3000	0.003	-0.009
8	1500.0	0.009	-0.001	3000	0.003	-0.001
9	1500.0	0.007	-0.002	3000	0.004	-0.001
10	1500.0	0.005	-0.003	3000	0.003	-0.001
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
1500	0		0.2			
3000	0		0.8			



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0450-075-2021

Página 3 de 3

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Mín <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1	1	0.004	-0.001	500	500	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		500	0.005	0.004	0.002
3		1	0.005	0.001		500	0.003	0.001	0.001
4		1	0.007	0.003		500	0.001	0.002	-0.001
5		1	0.009	-0.006		500	0.002	-0.002	-0.002

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1.0	0.010	0.001	0.001	1.0	-0.002	0.040	-0.018	0.1
5	5.0	0.030	0.003	-0.002	5.0	0.008	-0.005	-0.002	0.1
10	10.0	0.020	-0.002	0.003	10.0	0.006	-0.001	0.003	0.1
100	99.9	0.002	-0.001	0.001	99.9	0.002	-0.005	0.001	0.1
200	199.9	0.090	0.004	0.004	199.9	0.004	0.006	0.008	0.1
400	400.0	0.010	0.011	-0.002	400.0	0.006	0.007	0.009	0.1
500	499.9	0.090	-0.005	0.008	499.9	0.001	0.009	0.001	0.1
1000	1000.0	0.019	0.008	0.007	1000.0	0.007	0.001	-0.005	0.1
1500	1499.9	0.010	0.014	0.001	1499.9	0.017	-0.005	-0.001	0.1
2000	2000.0	0.060	0.004	0.011	2000.0	0.009	-0.001	0.012	0.8
3000	2999.8	0.070	0.008	0.009	2999.8	0.005	0.004	-0.002	0.8

**Leyenda**

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Incertidumbre expandida de medición  $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.01156 \text{ g}^2 + 0.000000010835 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida  $R_{\text{corregida}} = R + 1858041113 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo GARCÍA  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0453-175-2021

Página 1 de 3

<b>Fecha de emisión</b>	2021/07/19
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA</b>
Identificación	0453-075-2021
Marca Prensa	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Celda de Carga	TIPO S
Modelo	H3-C3-S.OT-6B
Indicador	DIGITAL
Modelo	X8
Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
<b>Lugar de calibración</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Fecha de calibración</b>	2021/07/19

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**  
*Hugo Luis Arévalo Carnica*  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
**METROLOGÍA**

## Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	MT-LF-263-2021 con trazabilidad INF-LE 030-21B.

## Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °c
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

## Resultados

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA**

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	499.8	499.3	-0.04	-0.14	499.6	-0.09	0.07
1000	999.4	999.5	-0.06	-0.05	999.5	-0.05	0.01
1500	1499.6	1499.8	-0.03	-0.01	1499.7	-0.02	0.01
2000	2000.9	2000.8	0.05	0.04	2000.9	0.04	0.00
2500	2500.2	2500.5	0.01	0.02	2500.4	0.01	0.01
3000	3000.2	3000.8	0.01	0.03	3000.5	0.02	0.01
3500	3500.9	3500.5	0.03	0.01	3500.7	0.02	0.01
4000	4000.8	4000.2	0.02	0.00	4000.5	0.01	0.01

## NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

## ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



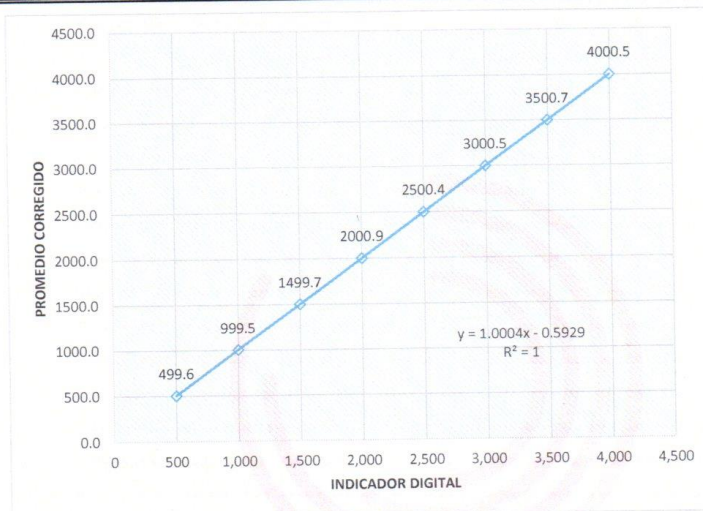
**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 0453-175-2021

Página 3 de 3

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

**GRAFICO N° 01**



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1,0004x - 0,5929$

Coefficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
*Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica*  
**METROLOGÍA**



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1174-171-2021

Página 1 de 2

<b>Fecha de emisión</b>	2021/07/23
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>TAMIZ N° 4</b>
Identificación	1174-171-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	037A21
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ

**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/07/23

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1174-171-2021

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

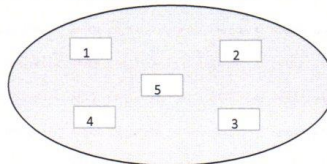
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	4.68	4.75mm	+/- 0.15 mm
N° 2	4.75	4.75mm	+/- 0.15 mm
N° 3	4.81	4.75mm	+/- 0.15 mm
N° 4	4.56	4.75mm	+/- 0.15 mm
N° 5	4.73	4.75mm	+/- 0.15 mm

PROMEDIO : 4.71 : OK

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C**  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1169-171-2021

Página 1 de 2

<b>Fecha de emisión</b>	2021/07/23
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>TAMIZ 1"</b>
Identificación	1169-171-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	037J21
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ

**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/07/23

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
**METROLOGÍA**

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

## Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

## Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

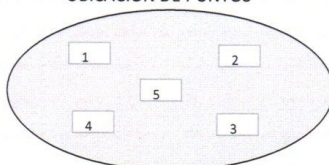
## Resultados

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	24.28	25mm	+/- 0.8 mm
N° 2	24.37	25mm	+/- 0.8 mm
N° 3	25.74	25mm	+/- 0.8 mm
N° 4	25.41	25mm	+/- 0.8 mm
N° 5	25.78	25mm	+/- 0.8 mm

PROMEDIO	25.12	:	OK
----------	-------	---	----

## UBICACION DE PUNTOS



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

## ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1172-171-2021

Página 1 de 2

<b>Fecha de emisión</b>	2021/07/23	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>	
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
<b>Instrumento de medición</b>	<b>TAMIZ 3/8"</b>	
Identificación	1172-171-2021	
Marca	ARSOU	
Modelo	NO INDICA	
Serie	027D21	
Diámetro	8"	
Estructura	ACERO	
Procedencia	PERÚ	
<b>Lugar de calibración</b>	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.	
<b>Fecha de calibración</b>	2021/07/23	
<b>Método/Procedimiento de calibración</b>	<p>La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.</p>	



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1172-171-2021

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

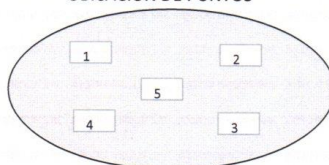
**Resultados**

TABLA N° 01	
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS	

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	9.28	9.5mm	+/- 0.3 mm
N° 2	9.31	9.5mm	+/- 0.3 mm
N° 3	9.45	9.5mm	+/- 0.3 mm
N° 4	9.74	9.5mm	+/- 0.3 mm
N° 5	9.86	9.5mm	+/- 0.3 mm

PROMEDIO	9.53	:	OK
----------	------	---	----

**UBICACION DE PUNTOS**



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1175-171-2021

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2021/07/23

**Solicitante** **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO  
E.I.R.L.**

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** **TAMIZ N° 8**

Identificación 1175-171-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 035E21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/07/23

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1175-171-2021

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

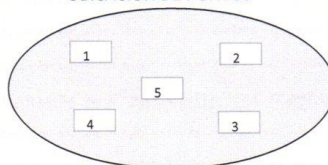
**Resultados**

TABLA N° 01	
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS	

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	2.35	2.36mm	+/- 0.08 mm
N° 2	2.29	2.36mm	+/- 0.08 mm
N° 3	2.41	2.36mm	+/- 0.08 mm
N° 4	2.33	2.36mm	+/- 0.08 mm
N° 5	2.43	2.36mm	+/- 0.08 mm

PROMEDIO	2.36	:	OK
----------	------	---	----

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C**

**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1186-171-2021

Página 1 de 2

<b>Fecha de emisión</b>	2021/07/23
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>TAMIZ N° 10</b>
Identificación	1186-171-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	043B21
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/07/23

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1186-171-2021

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

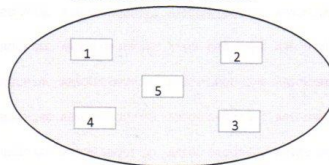
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	1.96	2mm	+/- 0.07 mm
N° 2	1.99	2mm	+/- 0.07 mm
N° 3	1.95	2mm	+/- 0.07 mm
N° 4	2.02	2mm	+/- 0.07 mm
N° 5	2.05	2mm	+/- 0.07 mm

PROMEDIO : 1.99 : OK

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1176-171-2021

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2021/07/23

**Solicitante** **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO  
E.I.R.L.**

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** **TAMIZ N° 16**

Identificación 1176-171-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 022021

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/07/23

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1176-171-2021

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

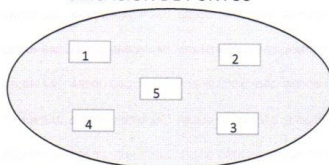
**Resultados**

TABLA N° 01	
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS	

PUNTO	MEDICIÓN (mm)	LUZ	EMP
N° 1	1.18	1.18mm	+/- 0.045 mm
N° 2	1.22	1.18mm	+/- 0.045 mm
N° 3	1.19	1.18mm	+/- 0.045 mm
N° 4	1.21	1.18mm	+/- 0.045 mm
N° 5	1.15	1.18mm	+/- 0.045 mm

PROMEDIO	1.19	:	OK
----------	------	---	----

**UBICACION DE PUNTOS**



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnien  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1177-171-2021

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2021/07/23

**Solicitante** **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO  
E.I.R.L.**

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** **TAMIZ N° 20**

Identificación 1177-171-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 028C21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/07/23

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1177-171-2021

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

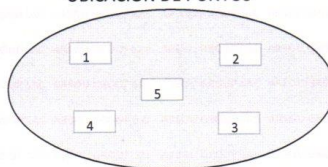
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	819.35	850µm	+/- 35 µm
N° 2	821.47	850µm	+/- 35 µm
N° 3	836.47	850µm	+/- 35 µm
N° 4	875.49	850µm	+/- 35 µm
N° 5	866.25	850µm	+/- 35 µm

**PROMEDIO**    **843.81**    :    **OK**

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C**

**Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica**  
**METROLOGÍA**

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1180-171-2021

Página 1 de 2

<b>Fecha de emisión</b>	2021/07/23
<b>Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.</b>
<b>Dirección</b>	AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>Instrumento de medición</b>	<b>TAMIZ N° 50</b>
Identificación	1180-171-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	028H21
Diámetro	8"
Estructura	ACERO
Procedencia	PERÚ
<b>Lugar de calibración</b>	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
<b>Fecha de calibración</b>	2021/07/23
<b>Método/Procedimiento de calibración</b>	La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1180-171-2021

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

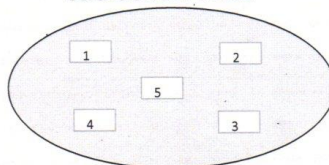
**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**MEDICIÓN DE LOS PUNTOS**

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	286.56	300µm	+/- 14 µm
N° 2	291.47	300µm	+/- 14 µm
N° 3	305.45	300µm	+/- 14 µm
N° 4	311.96	300µm	+/- 14 µm
N° 5	297.41	300µm	+/- 14 µm

PROMEDIO	298.57	:	OK
----------	--------	---	----

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C**

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1183-171-2021

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2021/07/23

**Solicitante** **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO E.I.R.L.**

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** **TAMIZ N° 100**

Identificación 1183-171-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 028L21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/07/23

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C  
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° 1183-171-2021**

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 um	LLA-015-2019

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

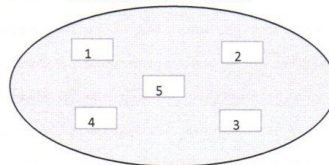
**Resultados**

TABLA N° 01	
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS	

PUNTO	MEDICIÓN (µm)	LUZ	EMP
N° 1	145.63	150µm	+/- 8 µm
N° 2	149.57	150µm	+/- 8 µm
N° 3	151.36	150µm	+/- 8 µm
N° 4	154.98	150µm	+/- 8 µm
N° 5	157.42	150µm	+/- 8 µm

PROMEDIO	151.79	:	OK
----------	--------	---	----

**UBICACION DE PUNTOS**



**ARSOU GROUP S.A.C**

**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
**METROLOGÍA**

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1184-171-2021

Página 1 de 2

**Fecha de emisión** 2021/07/23

**Solicitante** **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO  
E.I.R.L.**

**Dirección** AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON  
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** **TAMIZ N° 200**

Identificación 1184-171-2021

Marca ARSOU

Modelo NO INDICA

Serie 040M21

Diámetro 8"

Estructura ACERO

Procedencia PERÚ

**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2021/07/23

**Método/Procedimiento de calibración**

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012 5ta Ed. 2012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma Americana ASTM - E11.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C**  
**Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica**  
**METROLOGÍA**

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° 1184-171-2021

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.
INACAL	Microscopio de 0.5 mm a 1 $\mu$ m	LLA-015-2019

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,3 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

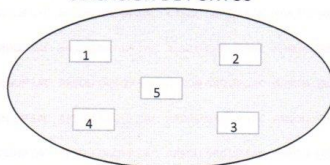
**Resultados**

TABLA N° 01	
MEDICIÓN DE LOS PUNTOS	

PUNTO	MEDICIÓN ( $\mu$ m)	LUZ	EMP
N° 1	70.56	75 $\mu$ m	+/- 5 $\mu$ m
N° 2	74.81	75 $\mu$ m	+/- 5 $\mu$ m
N° 3	79.25	75 $\mu$ m	+/- 5 $\mu$ m
N° 4	72.63	75 $\mu$ m	+/- 5 $\mu$ m
N° 5	76.84	75 $\mu$ m	+/- 5 $\mu$ m

PROMEDIO	74.82	:	OK
----------	-------	---	----

**UBICACION DE PUNTOS**



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

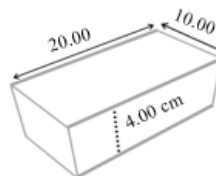
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

## ANEXO 9: Ficha técnica del adoquín tipo I con 15% de reemplazo de agregado reciclado grueso

## FICHA TÉCNICA

## ADOQUÍN TIPO I



ESPECIFICACIONES Y MEDIDAS		COLOR DISPONIBLE	
LARGO :	20.10 cm		GRIS
ANCHO:	10.09 cm		
ESPESOR:	4.06 cm		

ENSAYO	RESULTADOS		REQUISITOS			NORMA	VERIFICACIÓN	
VARIACIÓN DIMENSIONAL	LARGO :	0.96 mm	TIPO	LARGO	ANCHO	ALTURA	NTP 399.611	CUMPLE
	ANCHO:	0.93 mm	ADOQUIN TIPO I	20.00 cm	10.00 cm	4.00 cm		
	ESPESOR:	0.56 mm						
ABSORCIÓN MÁX.	PROMEDIO:	4.19%	TIPO	LARGO Y ANCHO	ALTURA	NTP 399.611	CUMPLE	
			ADOQUIN TIPO I	± 1.60 mm	± 3.20 mm			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	PROMEDIO:	33MPa (340 kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO	PROMEDIO DE 3 UNIDADES		NTP 399.611	CUMPLE	
			ADOQUIN TIPO I	31MPa (320 kg/cm <sup>2</sup> )				
MÓDULO DE ROTURA	PROMEDIO:	6.92MPa	TIPO	PROMEDIO DE 3 UNIDADES		ITINTEC 339.124.1988	CUMPLE	
			ADOQUIN TIPO I	$\bar{x} - 1.5\sigma \geq 4.9\text{MPa}$ (50kg/cm <sup>2</sup> )				

*ANEXO 10: Cotizaciones del adoquín tipo I comercial*

**Datos del cliente**

<b>DNI/RUC:</b>	20606795786	<b>Local:</b>	536-CHICLAYO 2
<b>Nombre/Razón social:</b>	CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES LAS MERCEDES E.I.R.L. ---	<b>Vendedor:</b>	HP47409270
	---	<b>Válida desde:</b>	03/06/2022
<b>Teléfono:</b>	956332153	<b>Válida hasta:</b>	03/06/2022
<b>Forma de Pago:</b>	EFFECTIVO	<b>Receptor autorizado:</b>	-
<b>DNI de receptor:</b>	-		
<b>Estado de la cotización:</b>	En trabajo		

**Despacho: 1 RT: CHICLAYO II (536)**
**Fecha de entrega: 07/06/2022**

Item	SKU	Descripción	Cant.	Precio Uni.	Venta	Dcto Total	Total
1	103313	ADOQUIN 4 NATURAL 20X10CM PACASMAYO	10000	S/. 0.90	S/. 9,000.00	S/. 0.00	S/. 9000.0

**Precio**
**Total Neto:** S/. 7,627.12

**Impuesto 18%:** S/. 1,372.88

**Total:** S/. 9,000.00

Consideraciones: Solo podrás pagar esta cotización hasta la fecha de vigencia indicada en la parte superior. Si lo haces en una fecha posterior, deberás solicitar una nueva cotización. Esta cotización solo puede ser cancelada en las cajas de la tienda en que fue generada y con el medio de pago indicado en este documento, en caso desees cancelar con otro medio de pago deberás solicitar una nueva cotización. En caso de pérdida o deterioro, podrás solicitar un duplicado en el mismo Módulo de Servicios de la tienda.

Retiro en tienda: El horario de recojo de pedidos es de lunes a domingo de 9 am a 9 pm (\*). Para recoger tu pedido deberás acercarte con tu documento de identidad en original. Solo se entregará el pedido al titular de la compra o a la persona que el titular autorizó para ello. Si no recoges el pedido en la fecha programada, tendrás un plazo adicional de 7 días calendario para el recojo de tu pedido. Transcurrido ese plazo el pedido se anulará y enviaremos una nota de crédito por el importe total a tu correo electrónico.

Los precios especificados en la cotización incluyen IGV y están expresado en Soles (\*\*). Recuerda revisar nuestra política de cambios y devoluciones. Si tienes alguna consulta adicional, no dudes en contactarnos a través de nuestro Call Center a los teléfonos 619-4810.

\*El horario de atención podrá variar conforme a las disposiciones del Gobierno

\*\* No aplica para Promart Oriente


**GRUPO COMERCIAL CASA BLANCA  
S.A.C.**

AV. AGRICULTURA NRO. 655 URB. CESAR VALLEJO  
CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
E-mail: inversionesynegociosgcb@hotmail.com / Web:  
http://negocioscasablanca.com

**R.U.C. N° 20603896204**
**COTIZACION  
00062**

RUC/DNI	: 0
CLIENTE	: CLIENTES VARIOS
DIRECCIÓN	:
TELÉFONO	:
VENDEDOR	: FRANK

FECHA	: 18-05-2022
MONEDA	: SOLES

CANTIDAD	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	SUB TOTAL
11,000.00	UND	ADOQUIN 4CMX20X10-NATURAL - COD. 1039	0.70	7,700.00
10,500.00	UND	ADOQUIN 4CMX20X10-ROJO - COD. 1041	0.85	8,925.00
16,000.00	UND	ADOQUIN 4CMX20X10-NEGRO - COD. 1040	0.85	13,600.00

SON: TREINTA MIL DOSCIENTOS VEINTICINCO CON 00/100 SOLES

<b>OP. GRAVADAS</b>	S/	25,614.41
<b>VALOR DE VENTA</b>	S/	25,614.41
<b>IGV (18%)</b>	S/	4,610.59
<b>TOTAL</b>	S/	<b>30,225.00</b>

CONDICIÓN DE PAGO	: CONTADO
VALIDEZ DE LA PRESENTE	: 10 DIAS
LUGAR DE ENTREGA	: EN PLANTA

CTA CTE BBVA 0011-0059-0100007942 CCI 011-059-000100007942-34/ BCP 415-9560535-0-77