

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



**Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso
peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en
laboratorios**

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

AUTOR

Abel Angel Duban Cubas Villalobos

ASESOR

Gian Franco Perez Garavito

<https://orcid.org/0000-0002-0745-8685>

Chiclayo, 2026

**Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso
peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en
laboratorios**

PRESENTADA POR

Abel Angel Duban Cubas Villalobos

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

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Cesar Augusto Ramirez Guanilo
PRESIDENTE

Victor Manuel Tepe Atoche
SECRETARIO

Gian Franco Perez Garavito
VOCAL

Dedicatoria

Con profundo agradecimiento, regocijo y esperanza, dedico este proyecto a todos mis seres queridos, quienes han constituido el sostén fundamental en mi camino académico y personal. Este logro representa el fruto del esfuerzo, la perseverancia y el compromiso, y es para mí un honor compartirlo con quienes han sido parte esencial de mi vida.

A mis padres, Ananías Cubas Ugaz y Vilma Villalobos Vásquez, por ser mi mayor fuente de motivación, guía constante y ejemplo de fortaleza. Así también a mi hermana, Winiver Cubas Villalobos, por ser un apoyo emocional para culminar esta meta.

Extiendo también mi gratitud a todos mis amigos por creer en mí, acompañarme en este proceso y permitirme ser motivo de orgullo para ustedes, así como ustedes lo son para mí.

Agradecimientos

Con mucho júbilo y gratitud, expreso mi agradecimiento a mi Dios y a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de este proyecto.

A mi asesor, el Ing. Gianfranco Pérez Garavito, por su acompañamiento, orientación y constante seguimiento durante el desarrollo de la presente investigación. Su compromiso y apoyo han sido fundamentales para alcanzar este logro.

A los docentes de mi alma mater, quienes, a lo largo de mi formación universitaria, han compartido generosamente sus conocimientos y experiencias, contribuyendo de manera valiosa a mi crecimiento profesional.

A mi grupo de amigos, por su compañía y respaldo durante mi trayectoria académica. En especial, a Fernando, Marcelo, Mauricio, Luis Angel, Eliel, Elvis por su constante apoyo, por compartir vivencias y conocimientos, y por estar presente en cada etapa de este proceso.

Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	22
Abstract.....	23
Introducción.....	24
Revisión de la literatura	27
Antecedentes	27
Antecedentes internacionales.....	27
Antecedentes nacionales.....	30
Bases teóricas.....	33
Normativa.....	33
Matriz de Leopold.....	34
Cementos - NTP 334.009	35
Agua de Mezcla - NTP 339.088.....	36
Agregados - NTP 400.037.....	37
Aire	38
Aditivos	38
ACI 211	38
Adoquines.....	39
Etapas del proceso de elaboración	41
Residuos de concreto de laboratorio	42
Ensayo de adoquines.....	49
Ensayo de Módulo de Young o elasticidad	53
Aditivo SIKA – Plastificante.....	55
Materiales y métodos	56
Tipo de investigación	56
Población, muestra, muestreo	56
Población.....	56
Muestreo	59
Muestra	59

Criterios de selección.....	61
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
Técnicas.....	61
Instrumentos	61
Variables e indicadores	62
Matriz de consistencia	64
Diagrama de flujo de la investigación	65
Procedimientos.....	66
Obtención de información sobre residuos de concreto generados en laboratorios universitarios.	66
Recolección y fragmentación de RCL.....	66
Ensayo de agregados naturales grueso y fino.....	67
Ensayo de humedad de AG natural.....	73
Ensayo de humedad de AF natural	74
Ensayo de Peso U. suelto y compactado de AG	75
Ensayo de P. específico y absorción de Ag. fino y grueso.....	80
Elaboración de adoquines patrón	86
Ensayo de agregados reciclado grueso y fino	89
Ensayo de humedad de AG reciclado	93
Ensayo de humedad de Agregado fino reciclado.....	93
Ensayo de PUS Suelto y Compactado de AG reciclado.....	94
Ensayo de P. específico y absorción de AF y AG reciclado	99
Ensayo de abrasión o resistencia al desgaste. Tamaño menor por desgaste de la maquinaria de los Ángeles (NTP.400.019:2020).....	101
Ensayo para hallar la presencia de sales solubles - NTP.399.152.	104
Fabricación de adoquines con Ag. reciclado y aditivo	107
Resultados y discusión.....	109
Obtención de la cantidad de agregados a partir del número de testigos, vigas, adoquines y cubos de concreto.....	109
Granulometría de los AF y AG naturales	111
Ensayo de humedad de Af y Ag naturales.....	114
Ensayo de PUSS y PUSC de los agregados naturales	115

Ensayo de P. específico y absorción de los agregados naturales	116
Granulometría de los agregados reciclados.....	117
Ensayo de humedad de los AG y AF reciclados	120
Ensayo de PUSS y PUSC de los agregados naturales	121
Ensayo de P. específico y absorción de los agregados reciclados	122
Ensayo de abrasión para AG (desgaste en agregados e impacto en la máquina de Los Ángeles)	123
Ensayo para hallar la cantidad de sales solubles totales	124
Sinópsis de Diseño de mezcla para adoquines con resistencia de 320 kg/cm ²	124
Tolerancia dimensional de adoquines.....	125
Ensayo de la capacidad a resistir en compresión del adoquín peatonal de concreto	131
Ensayo para resistencia a flexión del ACP (Módulo de rotura).....	134
Ensayo de absorción para adoquines	135
Ensayo para abrasión en adoquines	137
Ensayo para Módulo de Elasticidad.....	138
Evaluación económica.....	145
Discusión	149
Ensayos de agregados de origen natural y reciclados	149
Ensayo de humedad de los agregados naturales	149
Ensayo de P.E y absorción de los agregados	149
Ensayo de PUSS y PUSC de los agregados naturales	150
Ensayos de adoquines peatonales de concreto	151
Ensayo de capacidad a la compresión del adoquín peatonal de concreto	151
Ensayo para resistir cargas a flexión del adoquín peatonal de concreto (Módulo de rotura).....	156
Ensayo de resistencia a la absorción.....	157
Ensayo para determinar el desgaste de adoquines	158
Ensayo para Módulo de Elasticidad.....	159
Evaluación económica.....	159
Conclusiones	161
Recomendaciones.....	162
Referencias	163

Lista de Tablas

Tabla 1: Requisitos Químicos	35
Tabla 2: Requisitos Físicos.....	36
Tabla 3: Requisitos de calidad del agua	36
Tabla 4:Requerimiento de granulometría para agregado fino.....	37
Tabla 5: Requerimiento de granulometría para agregado grueso	38
Tabla 6: Espesor y Carga mínima para compresión	39
Tabla 7: Dimensión de adoquines.....	39
Tabla 8: Tolerancia máxima.....	40
Tabla 9: Absorción.....	40
Tabla 10: Resistencia mínima a flexión del adoquín.....	41
Tabla 11: Cantidad de adoquines para abrasión.....	60
Tabla 12: Cantidad de adoquines para compresión	60
Tabla 13: Cantidad de adoquines para absorción.....	60
Tabla 14: Cantidad de adoquines para flexión	60
Tabla 15: Cantidad de adoquines para Ec (Módulo de Young).....	60
Tabla 16: Ficha de normas utilizadas.....	62
Tabla 17: Cuadro resumen de técnicas e instrumentos.....	62
Tabla 18: Operacionalización de variables independiente y dependiente	63
Tabla 19: Matriz de consistencia.....	64
Tabla 20: N° de probetas de concreto.....	109
Tabla 21: N° de viguetas de concreto.....	109
Tabla 22: N° de adoquines de concreto	109
Tabla 23: N° de cubos de mortero	110
Tabla 24: Pesos totales de agregados obtenidos por RCL.....	110
Tabla 25: Resultados del Ag. Grueso natural.....	112
Tabla 26: Resultados del Ag. Fino natural	113

Tabla 27: Humedad del AG natural	114
Tabla 28: Humedad del Ag. Fino natural	114
Tabla 29: PUS suelto del Ag. Grueso natural	115
Tabla 30: Peso unitario suelto del Ag. Fino natural.....	115
Tabla 31: PUS compactado del AF natural	116
Tabla 32: PUS compactado del AG natural	116
Tabla 33: P. específico y % abs del Ag. Grueso natural.....	116
Tabla 34: P.E y absorción del AF natural.....	117
Tabla 35: Granulometría del Ag. Grueso reciclado	118
Tabla 36: Granulometría del Ag. Fino reciclado	119
Tabla 37: Humedad del Ag. Grueso reciclado	120
Tabla 38: Humedad del AF reciclado	120
Tabla 39: PUSS del Ag. Grueso natural	121
Tabla 40: PUSS del Ag. Fino natural	121
Tabla 41: PUSC del Ag. Fino natural	121
Tabla 42: PUSC del Ag. Grueso natural.....	121
Tabla 43: P.E y % abs del Ag. Grueso reciclado	122
Tabla 44: P.E y % abs del AF reciclado	122
Tabla 45: Porcentaje de desgaste de AG natural.....	123
Tabla 46: Porcentaje de desgaste de AG reciclado	123
Tabla 47: Método para determinar el contenido de sales del AR	124
Tabla 48: Cantidad de materiales para los 105 adoquines de concreto	124
Tabla 49: Tolerancia en las dimensiones para adoquines patrón	126
Tabla 50: Tolerancia dimensional para adoquines con 50% AR	127
Tabla 51: Tolerancia dimensional para adoquines con 100 % AR.....	128
Tabla 52: Tolerancia dimensional para adoquines con 50 % AR + AD.....	129
Tabla 53: Tolerancia dimensional para adoquines con 100 % AR + AD.....	130

Tabla 54: R. a compresión de muestra patrón (f^c : 320 kg/cm ²).....	131
Tabla 55: R. a compresión de muestra reemplazando el 50% AR (f^c : 320 kg/cm ²)	131
Tabla 56: R. a compresión de muestra reemplazando el 100% AR (f^c : 320 kg/cm ²)	132
Tabla 57: R. a compresión de muestra reemplazando el 50% AR + aditivo.....	133
Tabla 58: R. a compresión de muestra reemplazando el 100% AR + aditivo.....	133
Tabla 59: Módulo de rotura para la muestra Patrón a los 28 días.....	134
Tabla 60: Carga de rotura en espécimen reemplazando el 50% AR a los 28 días.....	134
Tabla 61: Carga de rotura en espécimen reemplazando el 100% AR a los 28 días.....	135
Tabla 62: Carga de rotura en espécimen reemplazando el 50% + AD a los 28 días	135
Tabla 63: Carga de rotura en espécimen reemplazando el 100% + AD a los 28 días	135
Tabla 64: Absorción para espécimen patrón para adoquín.....	136
Tabla 65: Ensayo de resistencia a absorción de muestra reemplazando 50% AR para adoquín	136
Tabla 66: Ensayo de resistencia a absorción de muestra reemplazando 100% AR para adoquín	136
Tabla 67: Ensayo de resistencia a absorción de muestra reemplazando 50% AR + aditivo para adoquín.....	136
Tabla 68: Ensayo de resistencia a absorción de muestra reemplazando 100% AR + aditivo para adoquín	137
Tabla 69: Abrasión de espécimen tipo patrón.....	137
Tabla 70: Abrasión de modelo reemplazando el 50% AR	138
Tabla 71: Abrasión de modelo reemplazando el 100% AR	138
Tabla 72: Abrasión de modelo reemplazando el 50% AR + Aditivo	138
Tabla 73: Abrasión de modelo reemplazando el 100% AR + Aditivo	138
Tabla 74: Ensayo de resistencia a la abrasión de muestra reemplazando el 100% AR + Aditivo	139
Tabla 75: APU para el proceso de obtención del agregado reciclado	145
Tabla 76: APU para el proceso de fabricación del adoquín de concreto.....	146
Tabla 77: APU para el proceso de fabricación del adoquín de concreto.....	146

Tabla 78: APU del concreto para la muestra patrón	147
Tabla 79: APU del concreto para la muestra reemplazando el 50% AR.....	147
Tabla 80: APU del concreto para la muestra reemplazando el 100% AR.....	147
Tabla 81: APU del concreto para la muestra reemplazando el 50% AR + AD	148
Tabla 82: APU del concreto para la muestra reemplazando el 100% AR + AD	148

Lista de imágenes

Imagen 1: Matriz de Leopold	34
Imagen 2: Ensayo flexión	51
Imagen 3: Ensayo flexión	51
Imagen 4: Aparato para el ensayo de Ec	54
Imagen 5: Aparato para el ensayo de Ec	54
Imagen 6: Aditivo plastificante	55
Imagen 7: Aditivo plastificante	55
Imagen 8: Ubicación de la USAT	56
Imagen 9: Ubicación de la USAT	56
Imagen 10: Ubicación de la USS	57
Imagen 11: Ubicación de la USS	57
Imagen 12: Ubicación de la USMP	57
Imagen 13: Ubicación de la USMP	57
Imagen 14: Ubicación de la UTP	58
Imagen 15: Ubicación de la UTP	58
Imagen 16: Ubicación de la UCV	58
Imagen 17: Ubicación de la UCV	58
Imagen 18: residuos obtenidos de laboratorios	66
Imagen 19: Trituración y tamizado del agregado reciclado	67
Imagen 20: Cuarteo del material grueso	67
Imagen 21: Tamices para el ag. grueso	68
Imagen 22: Pesa de muestra	68
Imagen 23: Peso quedado en los tamices	69
Imagen 24: Realizamos el cuarteo	70
Imagen 25: Lavado de la muestra	71
Imagen 26: Tamices para el agregado fino	71

Imagen 27: Filtrado de la arena.....	71
Imagen 28: Pesos atrapados de AF	72
Imagen 29: Muestra húmeda	73
Imagen 30: Pesamos la muestra seca.....	73
Imagen 31: Pesamos 500 gr de agregado fino.....	74
Imagen 32: Muestra en horno por 24 h.....	74
Imagen 33: Peso de la muestra seca.....	74
Imagen 34: Peso de molde cilindro.....	75
Imagen 35: P. de la muestra 1	75
Imagen 36: P. con la muestra 2	76
Imagen 37: Medida del molde cilindro.....	76
Imagen 38: Molde de la muestra llena en el molde	77
Imagen 39: Peso de la muestra 1	77
Imagen 40: Varillado de la muestra en molde.....	78
Imagen 41: Uso del martillo de goma.....	78
Imagen 42: P. de ejemplo 1	79
Imagen 43: Segunda muestra	79
Imagen 44: Varillado de la muestra en molde.....	79
Imagen 45: Muestra llena en el molde.....	80
Imagen 46: Peso de la muestra 1	80
Imagen 47: Muestra saturada en agua por 24 h.....	81
Imagen 48: Muestra extendida SSS	81
Imagen 49: Muestra SSS	82
Imagen 50: 500.07 gr de muestra SSS	82
Imagen 51: Peso del picnómetro lleno de agua.....	82
Imagen 52: Picnómetro con agua y muestra.....	83
Imagen 53: Peso de muestra y agua en el picnómetro	83

Imagen 54: Retiramos el excedente de agua	83
Imagen 55: Muestra seca luego de 24h en el horno	84
Imagen 56: Muestra sumergida por 24 horas	84
Imagen 57: Muestra SSS de 502.02 gr	84
Imagen 58: Peso de rejilla sumergido.....	85
Imagen 59: Peso de la muestra sumergida.....	85
Imagen 60: Peso de la tara	85
Imagen 61: Peso de la muestra seca.....	86
Imagen 62: Vertido de los materiales al trompo giratorio	86
Imagen 63: Ensayo de cono de Abrams	87
Imagen 64: Asentamiento de 1 pulg	87
Imagen 65: Vaciado y vibrado de adoquín.....	88
Imagen 66: Curado de adoquines 7, 14 y 28 días	88
Imagen 67: Cuarteo del agregado grueso	89
Imagen 68: Tamices para el agregado grueso	89
Imagen 69: Pesamos la muestra	90
Imagen 70: P. de la porción retenida en los tamices.....	90
Imagen 71: Peso muestra húmeda de AF reciclado	91
Imagen 72: P. de parte seca incluyendo peso de recipiente	91
Imagen 73: Cribado del ag. fino.....	92
Imagen 74: Peso acumulados del ag. fino	92
Imagen 75: Peso húmedo de AG reciclado	93
Imagen 76: Pesamos la muestra seca	93
Imagen 77: Pesamos 501.84 gr de AF reciclado.....	93
Imagen 78: Peso del extracto seco después de 24 h más peso de recipiente.....	94
Imagen 79: Peso de molde cilindro.....	94
Imagen 80: Primera muestra.....	95

Imagen 81: Segunda muestra	95
Imagen 82: Medida del molde cilindro.....	95
Imagen 83: Peso de la muestra 1	96
Imagen 84: Peso de la muestra 2.....	96
Imagen 85: Peso de primera muestra.....	97
Imagen 86: Peso de la primera muestra.....	97
Imagen 87: Varillado de la muestra en molde.....	98
Imagen 88: Peso muestra 1	98
Imagen 89: Peso de la muestra 2.....	98
Imagen 90: Muestra saturada en agua por 24 h.....	99
Imagen 91: 501.15 gr de extracto SSS de AF reciclado	99
Imagen 92: Peso de recipiente.....	99
Imagen 93: Peso del picnómetro	100
Imagen 94: Picnómetro con agua.....	100
Imagen 95: Retiramos el excedente de agua	100
Imagen 96: Muestra seca luego de 24h en el horno.....	101
Imagen 97: Tamices para agregado de gradación “D”	101
Imagen 98: Peso total de la muestra húmeda - confitillo	101
Imagen 99: Muestra en horno por 24h.....	102
Imagen 100: Peso seco.....	102
Imagen 101: Procedimiento en la máquina	102
Imagen 102: Tamizado para eliminar finos.....	102
Imagen 103: Peso final	103
Imagen 104: Pesos retenidos de agregado reciclado.....	103
Imagen 105: Muestra seco.....	103
Imagen 106: Peso final	104
Imagen 107: Peso de AF reciclado	104

Imagen 108: Peso de AG reciclado.....	105
Imagen 109: 100 ml de agua destilada para muestras	105
Imagen 110: Muestra más agua destilada.....	105
Imagen 111: Muestra en el horno por 24 h.....	106
Imagen 112: Peso de sales de AG reciclado.....	106
Imagen 113: Peso de sales de AF reciclado	106
Imagen 114: Mezclado de los agregados reciclados.....	107
Imagen 115: Verificación de slump 1”	107
Imagen 116: Vaciado y vibrado de adoquines	107
Imagen 117: Obtención de adoquines reciclados.....	108
Imagen 118: Peso de probeta.....	111
Imagen 119: Peso de vigueta.....	111
Imagen 120: Toma de medida de espesor	125
Imagen 121: Toma de medida de largo	125
Imagen 122: Ensayo realizado en adoquín tipo peatonal	137
Imagen 123: Ensayo de Ec	139

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Diagrama de flujo.....	65
Gráfico 2: Curva del Ag. Grueso natural.....	112
Gráfico 3: Curva del Ag. Fino natural	113
Gráfico 4: Variación de peso del AG (húmedo y seco).....	114
Gráfico 5: Variación de peso del AF (húmedo y seco	115
Gráfico 6: Curva del AG reciclado	118
Gráfico 7: Curva del AF reciclado	119
Gráfico 8: Variación de peso del agregado grueso reciclado (húmedo y seco)	120
Gráfico 9: Variación de peso del AG (húmedo y seco).....	120
Gráfico 10: Curva tiempo vs f^c de espécimen patrón	131
Gráfico 11: Curva edad vs f^c de muestra reemplazando el 50% AR	132
Gráfico 12: Curva edad vs f^c de muestra reemplazando el 100% AR	132
Gráfico 13: Curva edad vs f^c de muestra reemplazando el 50% AR + aditivo	133
Gráfico 14: Curva edad vs f^c de muestra reemplazando el 100% AR + aditivo	134
Gráfico 15: Curva esfuerzo vs deformación de muestra patrón – 1.....	140
Gráfico 16: Curva esfuerzo vs deformación de muestra patrón – 2.....	140
Gráfico 17: Curva esfuerzo vs deformación de muestra patrón – 3.....	140
Gráfico 18: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR – 1.....	141
Gráfico 19: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR – 2.....	141
Gráfico 20: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR – 3.....	141
Gráfico 21: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR – 1.....	142
Gráfico 22: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR – 2.....	142
Gráfico 23: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR – 3.....	142
Gráfico 24: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR + AD – 1	143
Gráfico 25: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR + AD – 2	143
Gráfico 26: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR + AD – 3	143

Gráfico 27: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR + AD – 1	144
Gráfico 28: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR + AD – 2	144
Gráfico 29: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR + AD – 3	144
Gráfico 30: Variación del contenido de humedad de los diferentes agregados	149
Gráfico 31: Variación de Peso específico y % de Absorción de los diferentes agregados	150
Gráfico 32: Variación de PUSS y PUSC de los diferentes agregados.....	151
Gráfico 33: R. a la compresión a los 7 días de todas las muestras.....	152
Gráfico 34: R. a la compresión a los 14 días de todas las muestras	152
Gráfico 35: R. a la compresión a los 28 días de todas las muestras	153
Gráfico 36: Comparación de muestra con 50 % AR + AD vs muestra patrón	154
Gráfico 37: Comparación de muestra con 50 % AR vs muestra patrón.....	154
Gráfico 38: Comparación de muestra con 100 % AR vs muestra patrón.....	155
Gráfico 39: Comparación de muestra con 100 % AR + AD vs muestra patrón	155
Gráfico 40: Comparación de todas las muestras de la curva edad vs f^c	156
Gráfico 41: Variación del ensayo de resistencia a flexión de todas las muestras	157
Gráfico 42: Variación de las diferentes muestras en ensayo de Absorción de adoquines.....	158
Gráfico 43: Variación de las diferentes muestras en ensayo de Abrasión de adoquines.....	158
Gráfico 44: Variación de las diferentes muestras en ensayo de Absorción de adoquines.....	159
Gráfico 45: Variación de precios según el tipo de muestra.....	160

Lista de Anexos

Anexo 1: Cronograma de actividades.....	167
Anexo 2: Presupuesto de tesis	167
Anexo 3: Realizando ensayo en la máquina de laboratorio de la USAT para compresión y flexión	168
Anexo 4: Escombros de adoquines ensayados	168
Anexo 5: Validación de ensayos de laboratorio.....	169
Anexo 6: Validación de datos – Granulometría de Ag. Fino natural.....	170
Anexo 7: Validación de datos – Granulometría de Ag. Grueso natural	171
Anexo 8: Validación de datos – Granulometría de Ag. Fino reciclado	172
Anexo 9: Validación de datos – Granulometría de Ag. Grueso reciclado	173
Anexo 10: Validación de datos – Pesos unitarios Suelto y Compactado de agregados	174
Anexo 11: Validación de datos – Pesos unitarios Suelto y Compactado de agregados naturales	175
Anexo 12: Validación de datos – Contenido de humedad de agregados naturales.....	176
Anexo 13: Validación de datos – Contenido de humedad de agregados reciclados.....	177
Anexo 14: Validación de datos – Peso específico y absorción de los agregados reciclados .	178
Anexo 15: Validación de datos – Peso específico y absorción de los agregados naturales ...	179
Anexo 16: Validación de datos – Contenido de sales solubles de agregados reciclados	180
Anexo 17: Validación de datos – Resistencia al desgaste de agregados grueso reciclado y natural	181
Anexo 18: Validación de datos – Resumen de diseño de mezcla patrón para 320 kg/cm ² ...	182
Anexo 19: Validación de datos – Resumen de diseño de mezcla para 320 kg/cm ² reciclado	183
Anexo 20: Validación de datos – Resumen de diseño de mezcla para 320 kg/cm ² de 100% AR y 50% AR + AD	184
Anexo 21: Validación de datos – Resumen de diseño de mezcla para 320 kg/cm ² de 100% AR +AD	185
Anexo 22: Validación de datos – Tolerancia de adoquines	186
Anexo 23: Validación de datos – Tolerancia de adoquines	187

Anexo 24: Validación de datos – Tolerancia de adoquines	188
Anexo 25: Validación de datos – Ensayo de absorción de adoquines.....	189
Anexo 26: Validación de datos – Ensayo de absorción de adoquines.....	190
Anexo 27: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la flexión de adoquines.....	191
Anexo 28: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la flexión de adoquines.....	192
Anexo 29: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines muestra patrón	193
Anexo 30: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 50% AR	194
Anexo 31: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 100% AR.....	195
Anexo 32: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 50% AR + AD.....	196
Anexo 33: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 50% AR + AD.....	197
Anexo 34: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 100% AR + AD.....	198
Anexo 35: Validación de datos – Carta de autorización de laboratorio LEMS W&C EIRL .	199
Anexo 36: Validación de datos – Ensayo para obtener el Módulo de Elasticidad	200
Anexo 37: Validación de datos – Ensayo para obtener el Módulo de Elasticidad	201
Anexo 38: Validación de datos – Ensayo para obtener el Módulo de Elasticidad	202
Anexo 39: Validación de datos – Ensayo de abrasión para adoquines.....	203
Anexo 40: Validación de datos – Ensayo de abrasión para adoquines.....	204
Anexo 41: Validación de datos – Ensayo de abrasión para adoquines.....	205

Resumen

El presente estudio experimental se centra en el uso de los AR obtenidos a través de los RCL de universidades, con la meta de reutilizar dichos residuos y así mejorar o alcanzar las propiedades mecánicas y físicas de los adoquines de tipo peatonal, ya que la problemática radica en que dichas universidades no poseen un plan de reutilización ante estos desechos. Se busca que con el reemplazo de estos AR a un 50 % y 100 % y añadiendo un aditivo plastificante dichos adoquines logren las resistencias requeridas tanto a compresión, flexión, abrasión, absorción y obtener su módulo de elasticidad. Los resultados obtenidos indicaron que al reemplazar el 50 % de AR más aditivo logran pasar la resistencia requerida (345.63 kg/cm²), siendo esta la más viable de todas, sin embargo, el reemplazo de 50 % AR sin aditivo y la de 100 % AR más aditivo también cumplió con las propiedades que establecen las normas. El trabajo se llevó a cabo con un enfoque aplicado y experimental, modificando y regulando diversas variables para analizar el efecto del uso de los agregados reciclados obtenidos por los residuos de concreto en laboratorios de la ciudad de Chiclayo. Se elaboraron 105 especímenes de concreto mediante un muestreo no probabilístico, siguiendo lo que indica las normas técnicas. Así mismo, el estudio incluye un estudio económico que compara los costos de todas las muestras realizadas, concluyendo así que además de mejorar las propiedades al utilizar estos AR, este método es una alternativa viable para que más personas tengan la iniciativa de poder reutilizar residuos de todo tipo y así mejorar tanto la parte técnica como la Ambiental.

Palabras clave: Agregado reciclado (AR), concreto, adoquines

Abstract

The present experimental study focuses on the use of the ARs obtained through the RCL of universities, with the goal of reusing such waste and thus improve or achieve the mechanical and physical properties of pedestrian cobblestones, since the problem is that these universities do not have a reuse plan before these waste. It is sought that with the replacement of these AR to 50 % and 100 % and adding a plasticizing additive these cobblestones achieve the resistance required both for compression, flexion, abrasion, absorption and obtain its elasticity module. The results obtained indicated that by replacing 50 % of the most additive ar manage to pass the required resistance (345.63 kg/cm²), this being the most viable of all, however, the replacement of 50 % AR without additive and the 100 % ar more additive also complied with the properties established by the standards. The work was carried out with an applied and experimental approach, modifying and regulating various variables to analyze the effect of the use of recycled aggregates obtained by concrete waste in laboratories in the city of Chiclayo. 105 concrete specimens were developed through a non -probabilistic sampling, Following what indicates the technical standards. Likewise, the study includes an economic study that compares the costs of all samples, concluding that in addition to improving the properties when using these AR, This method is a viable alternative for more people to have the initiative to reuse waste of all kinds and thus improve both the technical and environmental part.

Keywords: Recycled aggregate (AR), concrete, cobblestones

Introducción

En el Perú el sector de la construcción es uno de los principales motores que impacta en la economía del país como también a nivel mundial, generando muchos puestos de empleo, inversiones privadas y públicas [1]. Alrededor de todo el Perú existen muchas obras de construcción en donde el concreto es el factor principal de producción. En la ciudad de Chiclayo observamos que ha incrementado significativamente la construcción de nuevos lotes y casas alrededor de toda la ciudad como son: El Pino (Urbanización. El santuario), Centenario (Urbanización. Los Nogales y Urbanización. Los sauces) y Los Portales (Urbanización. Villas de la Ensenada), produciendo grandes volúmenes de concreto y otro tipo de materiales [2]. Todos los años los laboratorios de las Universidades de Chiclayo (Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Universidad Señor de Sipán, Universidad San Martín de Porres y Universidad Tecnológica del Perú) y todos los laboratorios particulares realizan diferentes tipos de ensayos ingenieriles aplicados a la Mecánica de Suelos, materiales (concreto, adobe, mortero, etc.) Entonces al culminar estos ensayos de concreto, todos estos desechos que quedan ya sean por ruptura a resistencia de compresión y flexión son desechados al botadero de la universidad o al botadero de Chiclayo. Por lo que no se ha visto alguna medida para que estos desechos sean reutilizados y aprovechados de la mejor manera dándole el mayor uso posible. Este problema se ve frecuentemente ciclo tras ciclo, ya que varios alumnos al realizar sus ensayos generan una gran cantidad de desechos sólidos.

En el ámbito internacional, se planteó una iniciativa orientada a la reutilización de los residuos y desechos generados en los laboratorios de universidades con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y así mejorar las condiciones de sostenibilidad y también para minimizar la economía de los costos. Para este estudio se realizó 9 cilindros para cada tipo de muestra: convencional, utilizando el cincuenta% de residuos de concretos y añadiendo 1% de fibras de acero y por último utilizando el cien% de residuos de concreto añadido el 1% de fibra de acero, para luego proceder a realizar los ensayos de asentamiento, ensayos de propiedades mecánicas de los testigos [3].

En la ciudad de Medellín en Colombia se realizó un estudio para poder recuperar el 100% de los desechos producidos de concreto en las plantas que provienen de diferentes zonas; como son desechos de probetas de laboratorio, carreteras, residuos de plantas que producen concreto, etc. Se afirma que se descubrió numerosos residuos que no están siendo tomados en cuenta y

que son registrados de manera incompleta, en conclusión, no es posible calcular el impacto real de cada fuente [4].

Habiendo analizado el problema, y considerando la reutilización del concreto, agregados gruesos y finos reciclados en adoquines de concreto para uso peatonal, aparece la siguiente interrogante: ¿Cuál es la influencia en el comportamiento del adoquín de concreto para uso peatonal (ACP) al emplear agregados reciclados (AR) provenientes de residuos de concreto de laboratorios (RCL) en la ciudad de Chiclayo?

En relación con la pregunta anterior se propone la siguiente hipótesis, que se afirma que, al generar el proceso de trituración de dichos residuos, estos AR se podrán reutilizar a partir del 50 y 100% adicionando un aditivo plastificante para la fabricación de adoquines de concreto para uso de tipo (I) peatonal (ACP).

La justificación de este proyecto de investigación, en la parte económica se pretende fomentar que grupos constructores se dediquen a realizar a cabo la recolección, trituración y clasificación, ya que el AR podrá generar beneficios económicos para la empresa. Además, al reemplazar los materiales convencionales por dichos AR se garantizará una calidad igual o superior, lo que va a contribuir a reducir los costos en la construcción de adoquines de concreto para uso peatonal tanto en la fabricación, instalación y mantenimiento de estos.

En lo tecnológico y científico, con fuente en la información estadística y técnica disponible hasta la fecha, se elaborará una propuesta para la gestión de los RCL y poder reciclarlos. Dado que en nuestro país y a nivel local hay escasos estudios a cerca de la reutilización y aprovechamiento de los RCL, se considera fundamental destacar el siguiente tema la investigación de nuevas tecnologías para la reutilización de estos residuos, involucrando a estudiantes y profesionales que sean especialistas en el área tanto en lo ambiental y en el área de producción de adoquines de concreto. En consecuencia, utilizando toda la información técnica y estadística disponible hasta el día de hoy, se desarrollará la propuesta para la implementación efectiva del reciclaje de los residuos de concreto de laboratorio en la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo.

La justificación en la parte ambiental y social es muy alarmante, debido a la producción de concreto de las grandes fábricas que año tras año sigue aumentando, generando así un impacto negativo ante el medio ambiente. Así mismo, al convertir dichos RCL en nuevos agregados se

logrará reducir lo que es la producción de concreto, la extracción de material de canteras, deterioro de recursos naturales (ríos, cerros, etc.) Además, estos RCL de universidades y laboratorios particulares son depositados en los botaderos de afuera de la ciudad de Chiclayo. Para ello, se busca que al obtener mediante el triturado de los testigos y bloques de concreto generar AR para así ser reutilizado en adoquines de concreto para uso peatonal.

En el aspecto personal, por medio de la generación de adoquines de concreto con AR provenientes de RCL busco fomentar a que más estudiantes y profesionales se centren en la parte ambiental, que busquen reutilizar lo más que se pueda materiales que hagan daño al medio ambiente, el cuidado de nuestro planeta, mitigar el impacto ambiental derivado de los residuos de concreto de los laboratorios como también cualquier residuo que sea producido. Asimismo, considero este estudio como una valiosa ocasión para impulsar e incrementar mi crecimiento profesional, poniendo en práctica y consolidando los saberes adquiridos a lo largo de mi etapa universitaria.

Finalmente, para llevar a cabo esta investigación, se estableció un conjunto de objetivos que facilitarán la respuesta a la pregunta planteada en la formulación del problema. Por consiguiente, se presenta el **objetivo general** que guía la investigación:

- Analizar el concreto destinado para la fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de RCL de Chiclayo

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

- Determinar la cantidad de agregados a partir del número de testigos, vigas y cubos de concreto.
- Elaborar muestras de adoquines con agregado obtenido de la trituración de los RCL utilizando el 50% y 100% adicionando un aditivo plastificante para alcanzar la resistencia requerida.
- Evaluar las propiedades de resistencia a compresión, flexión, abrasión del adoquín de concreto elaborado con los AR con el porcentaje de AR añadido.
- Evaluar las propiedades de ensayo a la absorción del adoquín de concreto elaborado con los AR con el porcentaje de AR añadido.
- Determinar el módulo de elasticidad del adoquín y también realizar la curva de esfuerzo vs deformación unitaria.

- Realizar una evaluación económica del uso de adoquines para pavimentos peatonales, comparando el porcentaje óptimo de agregado proveniente de RCL con el agregado convencional.

Revisión de la literatura

Antecedentes

Antecedentes internacionales

A. Hernández, “Propuesta para la reutilización de residuos y escombros provenientes de los laboratorios de concreto en Villavicencio”, tesis pregrado, UNIV. ST. TOMAS, Villavicencio, 2020.

Respecto a la investigación de [3], presenta que en la ciudad de Villavicencio en Colombia hay presencia de escombros y residuos de especímenes en forma cilíndrica de concreto ensayados y otros que no que están abandonados por diferentes partes de la Universidad Santo Tomas sede Aguas claras, se observa estos cilindros atrás del laboratorio. Por consiguiente, esto produce lo siguiente: Impacto negativo a la estética visual del paisaje, daño a la circulación del drenaje natural, deterioro de las plantas y vegetación, inseguridad al factor humano. Por lo que el autor realizo una propuesta para mitigar el impacto ambiental y así reducir en un 100% la parte económica que se manifiesta a través del traslado y la disposición final de los desechos de concreto, con el fin de darles un nuevo aprovechamiento. Para esto el autor propuso fabricar 27 testigos de concreto distribuidos de la siguiente manera: Testigo 100% de AGR por los RCL añadiendo el 1% de fibra de acero, el segundo testigo es de 50% de AGR por los RCL generado por el laboratorio más el 1% de fibra de acero y el último es un testigo realizado de manera tradicional de resistencia 210 kg/cm². Se realizó un análisis a la resistencia de compresión para los siete, 14 y 28 días, entre otros ensayos. Finalmente, se mostró que el testigo de 50% de AR más el 1% de fibra de acero ofrece una resistencia superior a la compresión respecto al convencional que es de 210 kg/cm², mientras que el testigo de 100% de AR con el 1% de fibra de acero no pudo llegar a la resistencia requerida. Y también se mostró que los precios de los materiales obtenidos mediante el concreto reciclado del laboratorio son muy bajos a comparación de los materiales realizados con concreto convencional.

D. Huérfino, “Alternativas para el manejo y reutilización de residuos sólidos inorgánicos del laboratorio de concretos (flexión y compresión) de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio”, tesis pregrado, Univ. Cooperativa Colombia, Villavicencio, 2019.

De acuerdo con [5], en la Universidad Cooperativa de Colombia nos muestra que el laboratorio de dicha Universidad genera semestralmente 5.391 kg de residuos de concreto provenientes de los ensayos de ruptura del laboratorio. Se dio a conocer el total de especímenes producidos según la asignatura y docente: Ing. Claudia Granados un total de 162 testigos de concreto, Ing. Mateo Agudelo un total de 60 testigos de concreto y 60 vigas de concreto y el Ing. Mauricio Trejos un total de 45 testigos de concreto. Por lo que a los alrededores del laboratorio se observa: Primero, elementos desechados de concreto por ensayos a la resistencia a compresión del laboratorio de concreto de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio. Segundo, residuos por flexión realizados a las vigas de concreto. Tercero, residuos por el desperdicio de mezcla de concreto y agregado sobrante. Finalmente, la propuesta que dieron los autores fue: generación de un agregado nuevo reciclado (grueso y fino) con el uso de una trituradora para la obtención de los agregados, teniendo un valor dicho proceso de 14 millones de pesos, también para crear un concreto nuevo, para base y subbase, para bloques de uso peatonal y paisajismo.

A. L. Han, H. Setiawan and P. Hajek, "Laboratory Concrete Specimens Waste, a Case Study on Life Cycle Assessment," IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, vol. 290, (1), 2019.

Según la investigación en [6], en el departamento de Comercio en el país de Indonesia se presencié el uso de más de 30 Mill ton de cemento, en donde hubo un aumento del año 2017 al 2018 del 3.6%. En el estudio menciona lo que es el análisis del ciclo de vida del concreto (LCA: Concrete life cycle assesment), que es un método de evaluación de entrada, salida y posibles impactos ambientales de un producto o materia durante su ciclo completo de vida. En donde precisa que el ciclo de vida del concreto inicia por la extracción de los recursos naturales siendo estos: excavación de áridos, extracción de la piedra caliza (CaO), piedras para agregados, etc. Luego de la extracción este material pasa al proceso de producción, en donde se empieza a usar como material para probetas de concreto, elementos estructurales (vigas, columnas, lozas). Finalmente, luego de la etapa de producción y construcción sigue la de eliminación o demolición. El estudio indica que en The Construction and Material Laboratory in Central Java

se adjuntó datos de siete años atrás iniciando desde el 2011 hasta el 2017, donde la mayoría de material encontrado fue cilindros de 150x300mm, cubos de 150x150x150mm y adoquines de 150x105x600mm. Se mostró para los cilindros la mayor cantidad con un 61% del total, siguiendo por los cubos con un 15%, en tercer lugar, las muestras a tracción con un 18% y finalmente los adoquines con un 6% del total. En conclusión, el autor propone dos métodos para que el concreto tenga un regreso a su etapa de “tumba a cuna”; el primero, se encarga de la extracción de agregados a través de la trituración de las probetas de concreto, en donde se separó los agregados gruesos de los agregados finos, para que estos sean reutilizados como nuevo material en una nueva obra (parques, veredas, etc.) Y el segundo método es usar las probetas, adoquines tal y como se encuentra en la etapa final, como material para la elaboración de cimientos, cercas, muros de contención, pisos de garajes y entrada de vehículos.

L. Contreras Vásquez, "Análisis Comparativo de la Resistencia a compresión entre el hormigón tradicional y el preparado con escombros de hormigón," Revista Investigación y Desarrollo, vol. 18, (1), 2023.

Según la investigación en [7], ocurrido en Pelileo, ciudad que está en la provincia de Tungurahua, Ecuador, se realizó un estudio enfocado en la reutilización de agregado grueso mediante un proceso de trituración. Los materiales reciclados fueron recolectados en el botadero municipal de la ciudad, incluyendo residuos de aceras y losas, así como testigos de concreto previamente ensayados en los laboratorios de Ingeniería de la Universidad Técnica de Ambato. Posteriormente, los residuos fueron triturados en tamaños específicos de 1", 3/4", 1/2", 3/8" y polvo de agregado grueso, sobre los cuales se llevaron a cabo diversos ensayos, tales como granulometría, contenido de humedad y absorción. El diseño de mezcla propuesto fue de 210 kg/cm² para el nuevo concreto, donde se reemplazó el agregado grueso convencional con agregado reciclado en diferentes proporciones (de 20.05 kg a 18.05 kg, y así sucesivamente). Siguiendo las normativas INEN 3124 y ASTM C192, se prepararon testigos cilíndricos con dimensiones de 20 cm de altura y 10 cm de diámetro. Durante el proceso de mezcla y compactación, se aplicaron 25 impactos utilizando una varilla y entre 10 a 15 golpes con un mazo de goma. En conclusión, el autor hizo 69 muestras de testigos, distribuyéndose 30 para pruebas a 7 y 14 días, 60 para pruebas a 28 días y 9 como muestras base o patrón. Los resultados obtenidos indicaron que con una sustitución de menos del 30% de agregado reciclado se alcanzó la resistencia requerida, logrando 214.54 kg/cm² para un 10% y 211.57 kg/cm² para un 15% de reemplazo.

L. Mora Fernández, “Efectos de los residuos de cilindros de ensayos de concreto utilizados como agregado grueso sobre la durabilidad del concreto”, tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, 2021.

[8] En la ciudad de Bogotá, Colombia, se realizó un estudio sobre la utilización de agregado grueso reciclado, obtenido a partir de cilindros ensayados de la Universidad Nacional de Colombia. El procedimiento incluyó la trituración de los cilindros para generar el agregado grueso, el cual se empleó en la sustitución parcial del agregado natural en el diseño de mezcla. Se optó por un porcentaje del 50% para reemplazar el agregado natural con el reciclado. Los resultados de los diversos ensayos demostraron que es viable producir estructuras de concreto que incluyan hasta un 50% de agregado grueso reciclado, siempre que se garantice su calidad y origen. El concreto resultante presentó propiedades comparables a las del concreto convencional, cumpliendo con los requisitos normativos de resistencia a la compresión. En las pruebas de compresión, se observó una diferencia de 4 MPa entre las mezclas con agregado natural y aquellas con agregado reciclado. A pesar de que el uso de agregado reciclado afecta ligeramente las propiedades mecánicas, los resultados obtenidos muestran que se logra cumplir con el objetivo de resistencia a la compresión, conforme a las normas estructurales.

Antecedentes nacionales

M. Bejar, “Utilización de concreto reciclado como agregado grueso en pavimentos rígidos en la ciudad de Cusco”, tesis pregrado, Universidad Alas Peruanas, Cusco, 2018.

De acuerdo con [9], la Universidad Alas Peruanas, ubicada en la ciudad de Cusco, llevó a cabo un estudio que consistió en la recopilación de residuos de concreto procedentes de testigos ensayados y pavimentos rígidos. El objetivo fue la producción de un concreto de resistencia de 210 kg/cm², utilizando agregados de 3/4 obtenidos mediante la trituración de los mencionados testigos y pavimentos rígidos. La arenilla empleada se extrajo de la cantera de Córdova, situada en la ciudad de Huambutio. Los resultados de los ensayos revelaron una discrepancia del 8.99% con respecto al diseño de la mezcla al utilizar agregados reciclados de pavimentos rígidos. Asimismo, se observó una variación del 3.27% en comparación con el diseño de la mezcla que incorporaba agregado grueso reciclado proveniente de la trituración de testigos de concreto.

Finalmente, los resultados dieron positivo para el uso de agregado grueso reciclado de pavimentos rígidos, sin embargo, se necesitó mayor uso de cemento y con el uso de agregado grueso reciclado de testigos a los 28 días alcanzo una resistencia de 216.87 kg/cm², mostrando que también cumple con lo requerido.

J. Conocc, "Viabilidad del uso de agregado reciclado para la elaboración de concreto de $f'c$ 210 kg/cm² proveniente de la trituración de probetas del laboratorio de ensayos de materiales de una obra en el distrito de La Molina", tesis profesional, Universidad Privada Del Norte, Lima, 2018.

Según [10], en la ciudad de Lima en la Universidad Privada del Norte se realizó el siguiente estudio que consiste en realizar un análisis del concreto y agregado reciclado en comparación al convencional. Donde el autor realizó el proceso de trituración de los testigos de concreto, dando como resultados lo siguiente: El agregado obtenido de la trituración presenta un mayor valor de 23% en MF (Módulo de fineza), 71% de absorción y por último un 5% menos en el peso unitario en comparación al agregado habitual. Así mismo, se realizó un análisis de costos en comparación de ambos agregados dando como resultado un 21% y 5% con respecto al convencional. Finalmente, el estudio nos dice que el agregado reciclado consume un 11% más de agua a comparación del convencional, también nos indica que la mezcla de hormigón realizado con el agregado reciclado presenta una baja resistencia a comparación del concreto convencional debido a la mala calidad del agregado obtenido del reciclaje de los residuos de concreto, se mostró una diferencia de 7% menor al concreto convencional. El autor expresa que con estudios y una buena dosificación estos agregados pueden ser utilizados para elaborar de concreto y llegar a los esfuerzos y resistencias requeridas, siendo así beneficioso para el medio ambiente y económicamente.

J. Elías Silupu et al, "Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco," IDEAS Working Paper Series from RePEc, 2020.

Según [11], en la ciudad de Huamachuco, Perú, se llevó a cabo un estudio que exploró el uso de agregados reciclados de concreto como materia prima para la elaboración de concreto destinado a la construcción de viviendas. Los residuos de concreto fueron triturados para obtener agregado grueso, el cual se utilizó para reemplazar el agregado original en proporciones del 50%, 75% y 100%. Posteriormente, se elaboraron probetas de concreto patrón y de concreto con agregado reciclado incorporado, siguiendo las normativas establecidas por la NTP 339.033. Se fabricaron tres probetas por cada muestra para ser evaluadas a los 7, 14 y 28 días, después de lo cual se procedió al curado de estas y, finalmente, al ensayo de compresión. Los resultados mostraron que solo con un reemplazo del 50% de agregado reciclado se obtuvo una mejor resistencia, superando los 200 kg/cm², en comparación con los otros porcentajes evaluados. Por

otro lado, el concreto con un 100% de agregado reciclado no presentó un incremento significativo en la resistencia, mostrando una tendencia lineal desde los 14 hasta los 28 días.

G. Machaca Iquiapaza, “Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca”, tesis pregrado, Universidad Peruana Unión, Juliaca, 2019.

Según [12], en la ciudad de Juliaca, Perú, se enfrenta un problema relacionado con la producción masiva de RCD, provocados por la demolición de edificaciones antiguas como viviendas, colegios, entre otros. El objetivo de esta investigación fue procesar estos RCD mediante trituración, con el fin de reutilizarlos en la producción de concreto simple. Se diseñó una mezcla siguiendo las normas ACI y Global, con un f_c de 175 kg/cm², reemplazando un 5% y 10% del agregado natural con agregado reciclado. La caracterización de este agregado reciclado se llevó a cabo en el Laboratorio de Tecnología de Materiales de la Universidad Peruana Unión. Se realizó un estudio previo de las edificaciones más antiguas de Juliaca, utilizando un proceso de zonificación y aplicando el ensayo del esclerómetro para determinar el f_c de las estructuras, lo que permitió evaluar la calidad del concreto reciclado utilizado en los porcentajes mencionados. Los resultados fueron favorables, obteniendo una resistencia de 188.54 kg/cm² con un 5% de agregado reciclado, y de 175.08 kg/cm² con un 10%, cumpliendo así con la resistencia requerida a los 28 días de edad del concreto.

A. Callupe Lopez, A. Carrión Giron, “El agregado grueso de concreto reciclado y su incidencia en las propiedades físico-mecánicas de un concreto de $f_c=210$ kgf/cm²”, tesis pregrado, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, 2024.

Según la investigación en [13], en la Universidad Tecnológica del Perú, Lima, se llevó a cabo un estudio cuyo objetivo fue analizar la viabilidad del uso de agregado grueso reciclado en concreto, evaluando sus características físicas y mecánicas para un concreto con un f_c de 210 kg/cm². En este análisis, se sustituyó el agregado natural por agregado reciclado en proporciones del 25%, 50% y 100%. Se fabricaron 144 muestras, incluyendo probetas y vigas de concreto fresco y endurecido, en grupos de tres, teniendo en conocimiento los parámetros de la norma peruana E0.60. Estas muestras fueron evaluadas a los 7, 14 y 28 días mediante ensayos de compresión, tracción y flexión. Los resultados obtenidos indicaron que, en el ensayo de compresión, con una resistencia objetivo de 210 kg/cm² a los 28 días, la muestra alcanzó una resistencia de 238.2 kg/cm², superando la resistencia requerida en un 13.4%. Para el caso del reemplazo de 50% de AN (agregado natural) por reciclado, se alcanzó un valor de 243.7 kg/cm²,

un 16% superior a lo previsto. Finalmente, con el uso del 100% de agregado reciclado, la resistencia fue de 253.6 kg/cm², excediendo la meta en un 20%, demostrando la efectividad del agregado reciclado.

Bases teóricas

Normativa

Constitución Política del Perú

Cualquier acción que sea realizada se inicia formalmente con la Constitución Política del Perú de 1993, en donde el Art.1 (Defensa de la persona humana) expresa la defensa y respeto hacia la persona humana. Así mismo, en el Art.22 menciona “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” [14].

Ecosistema

[15] Es un grupo de entidades que interactúan en dos categorías: los elementos no vivos que forman el entorno (abióticos), y los elementos vivos que forman la comunidad o biocenosis. Engloba a la totalidad de organismos vivos que ocupan una región determinada, junto con los elementos que caracterizan las interacciones entre dichos organismos y su entorno circundante.

Contaminación

La existencia en el entorno ya sea de manera directa o indirecta, de cualquier desecho que represente un riesgo para la salud humana, la vida animal, vegetal y los recursos naturales. (ríos, lagos, bosques, etc.) que impida poder disfrutar de estos lugares de recreación y dificulte otros usos legítimos del MA [15].

Magnitud de un Impacto

[15] La magnitud de un impacto según el libro se describe como la evaluación de la cantidad del factor que ha experimentado una modificación, por ejemplo: temperatura, pH, volumen, cantidad, concentración de un elemento, erosión, etc.

Impacto Ambiental

Se define como impacto ambiental a cualquier acción genera un cambio o alteración ya sea favorable o no favorable, en el medio ambiente. Dicha acción puede ser producida ya sea por una obra de ingeniería, un plan, una ley o una orden administrativa. Por ejemplo: construcción de carretera, esta obra tendría un impacto positivo y negativo, positivo ya que generaría acceso libre entre dos pueblos o ciudades, sin embargo, tuviera un impacto negativo en la etapa de construcción debido a algunas acciones que afectan a factores del medio ambiente (aire, calidad del suelo, Salud, etc.) [15].

Matriz de Leopold

[15] Esta matriz sirvió como fundamento y fue la primera aproximación sugerida para llevar a cabo evaluaciones de impacto ambiental. Este método fue elaborado por el Servicio Geológico del Departamento de Interior de EE. UU en 1971. Consiste en una table que contiene factores ambientales, por ejemplo: Características físico – químicas, condiciones biológicas, factores culturales, etc. Así también se realiza una entrada donde se coloca como columna las acciones realizadas por el ser humano y como filas los factores del medio ambiente que serán intervenidos. El cuadro diagonal conformará por dos valores, en la parte superior será la M (magnitud ya sea + o – con un valor de 0 a 10), y en el cuadro inferior será la I (importancia también de la escala 0 a 10).

Imagen 1: Matriz de Leopold

Componente Ambiental	Factor Ambiental	Acciones del Proyecto			IMPACTO TOTAL	
		Instalación conducciones de agua	Movimientos de tierra	Consumo de agua	Magnitud +/- Importancia +/-	Ponderado
Aire	Nivel de ruidos	-3 / 1	-8 / 2		-11 / -	-19
	Nivel de polvo	-2 / 2	-4 / 6		-6 / -	-28
Tierra	Permeabilidad		+5 / 8		+5 / -	+40
	Erosión		+2 / 7		+2 / -	+14
Agua	Recursos hídricos			-2 / 6	-2 / -	-12
IMPACTO TOTAL	Magnitud +/-	-5 / -	-5 / -	-2 / -	-	-
	Ponderado	-7	+14	-12	-	-5

Fuente: Conesa

Cementos - NTP 334.009

[16] En esta norma nos indicara los parámetros y requisitos que se deberán cumplir según los 5 tipos de cementos, según la clasificación y uso que se les dé. Según esta norma los clasifica en:

- El Tipo I, se utilizará para cualquier uso general sin alguna acción que requiera características especiales.
- El tipo II, también se emplea para aplicaciones generales y situaciones en las que se necesita una moderada liberación de calor durante la hidratación, junto con una resistencia adecuada a los sulfatos.
- El tipo III, se utiliza cuando se requiere obtener resistencias elevadas a un periodo de tiempo corto.
- El tipo IV, cuando se requiere bajas temperatura de calor de hidratación.
- El tipo V, se empleará cuando haya presencia elevada de sulfatos.

A continuación, se presenta dos tablas, la primera de requisitos químicos y la segunda de requisitos físicos.

Tabla 1: Requisitos Químicos

COMPOSICION QUÍMICA	MÉTODO DE ENSAYO APLICABLE	TIPO DE CEMENTO				
		I	II	III	IV	V
Dióxido de Silicio, (SiO ₂), %, mín.	334.086	-	20,0 (C, D)	-	-	-
Oxido de Aluminio, (Al ₂ O ₃), %, máx.		-	6,0	-	-	-
Oxido Férrico, (Fe ₂ O ₃), %, máx.		-	6,0 (C, D)	-	6,5	-
Oxido de Magnesio, (MgO), %, máx.		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Trióxido de Azufre, (SO ₃), %, máx. (A)						
Cuando (C ₃ A) ≤ 8 %		3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
Cuando (C ₃ A) > 8 %		3,5	(B)	4,5	(B)	(B)
Pérdida por Ignición, %, máx.		3,0	3,0	3,0	2,5	3,0
Residuo Insoluble, %, máx.		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Silicato Tricálcico, (C ₃ S), %, máx. (E)		Véase Anexo C	-	-	-	35(C)
Silicato Dicálcico, (C ₂ S), %, mín. (E)	-		-	-	40(C)	-
Aluminato Tricálcico (C ₃ A), %, máx. (E)	-		8	15	7(C)	5(D)
Alumino-férrito tetracálcico, más dos veces el aluminato tricálcico (C ₄ AF+2(C ₃ A) ó Solución sólida, (C ₄ AF + C ₂ F), como sea aplicable, %, máx.	-		-	-	-	25(D)
)

Fuente: NTP 334.009

Tabla 2: Requisitos Físicos

Características	Método de ensayo aplicable	Tipo de Cemento				
		I	II	III	IV	V
Contenido de aire del mortero (A), % volumen.	NTP 334.048	12	12	12	12	12
Máx.		-	-	-	-	-
Mín.						
Finura, Superficie Específica, (m²/kg) (Métodos alternativos) (B)						
Ensayo de Turbidímetro (NTP 334.072), mín.	NTP 334.072	160	160	-	160	160
Ensayo de Permeabilidad (NTP 334.002), mín.	NTP 334.002	280	280	-	280	280
Expansión en Autoclave(NTP 334.004), %, máx.	NTP 334.004	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Resistencia (NTP 334.051), no menor que los valores mostrados para las edades indicadas a continuación (C).						
Resistencia a la Compresión, MPa	NTP 334.051					
1 día		-	-	12,0	-	-
3 días		12,0	10,0	24,0	-	8,0
7 días		19,0	7,0 (F) 17,0	-	7,0	15,0
28 días		-	12,0 (F) -	-	17,0	21,0
Tiempo de fraguado (Métodos alternativos) (D)						
Ensayo de Gillmore (minutos)	NTP 334.056					
Fraguado Inicial: No menor que, mín.		60	60	60	60	60
Fraguado Final: No mayor que, mín.		600	600	600	600	600
Ensayo de Vicat (NTP 334.006) (minutos) (E)	NTP 334.006					
Tiempo de Fraguado: No menor que, mín.		45	45	45	45	45
Tiempo de Fraguado: No mayor que, mín.		375	375	375	375	375

Así mismo en la Norma Técnica Peruana 334.082, se establecen los requisitos de desempeño del cemento Portland para aplicaciones generales y específicas, categorizándolo de la siguiente manera:

- ✓ Tipo GU: Cemento para uso general, ideal cuando no se necesitan propiedades específicas.
- ✓ Tipo HE: Cemento que ofrece alta resistencia inicial.
- ✓ Tipo MS: Cemento con resistencia moderada a los sulfatos.
- ✓ Tipo HS: Cemento diseñado para alta resistencia a los sulfatos.
- ✓ Tipo MH: Cemento con un calor de hidratación moderado.
- ✓ Tipo LH: Cemento con bajo calor de hidratación.

Agua de Mezcla - NTP 339.088

En [17] nos dice que el agua de mezcla será permitida no ensayarla si es agua potable y cumple con los parámetros establecidos de.

Tabla 3: Requisitos de calidad del agua

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.

Fuente: NTP 339.088

Agregados - NTP 400.037

En [18] nos muestra los parámetros de granulometría y la calidad de dichos agregados (gruesos y finos). Algunas definiciones que nos brinda esta norma son: Agregado destinado para la elaboración de concreto, conformado por un conjunto de partículas, ya sea de origen artificial o natural, cuyas dimensiones se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma técnica peruana NTP 400.037. El agregado fino se define como el material que pasa a través del tamiz de 3/8 pulgadas (9,5 mm) y se detiene en el tamiz N°200. Por otro lado, el agregado grueso consiste en el material retenido por el tamiz N°4, originado a partir de la descomposición de la roca, otras definiciones que presenta la norma son:

- Tamaño máximo (TM): Se le asigna este nombre al resultado del menor tamiz por donde la muestra de agregado grueso pasa.
- Tamaño máximo nominal (TMN): Se le asigna este nombre al retenido del primer tamiz donde queda un 5% y 10%.
- Agregado global: Es la composición de ambos agregados (grueso y fino), donde finalmente da un concreto de máxima compacidad.
- Agregado reciclado: Es el agregado que se obtiene de la demolición de construcciones.

Tabla 4: Requerimiento de granulometría para agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μ m (No. 30)	25 a 60
300 μ m (No. 50)	5 a 30
150 μ m (No. 100)	0 a 10
75 μ m (No. 200)	0 a 3,0 ^{A,B}

Fuente: NTP 400.037

La norma nos aconseja que el agregado fino no debería tener un 45% del material pasante y retenida en el tamiz siguiente, y también nos dice que el MF (módulo de fineza) debería estar entre $2,3 < x < 3,1$.

Tabla 5: Requerimiento de granulometría para agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 1/2 pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	
2	63 mm a 37,5 mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---	
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	0 a 5	---	---	---	
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg a No. 4)	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	
5	25,0 mm a 12,5mm (1 pulg a 1/2 pulg)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	
57	25,0 mm a 4,75mm (1 pulg a No. 4)	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a No. 4)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	
9	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

Fuente: NTP 400.037

Aire

En la combinación se puede encontrar aire retenido o natural, que varía entre el 1% y 3%, y aire incorporado, que oscila entre el 3% y 7%. El aire atrapado depende de los insumos que engloban a la mezcla, mientras que el aire incorporado se introduce mediante aditivos, en función de los factores de la obra.

Aditivos

Se emplean para optimizar una o más cualidades específicas del material obtenido por mezclar cemento, agregados y agua, tanto en su estado fresco, como también en resistencia, apariencia y comportamiento.

ACI 211

ACI son las siglas de American Concrete Institute quien desarrollo el método de diseño de mezcla para concreto por 1m³, en la norma nos da una serie de pasos a seguir para poder llegar al resultado que se requiere. La primera etapa implica la determinación del valor estimado de la resistencia a la compresión. El segundo paso es seleccionar el TMN de nuestro agregado grueso. El tercer paso es seleccionar nuestro SLUMP, como cuarto paso es seleccionar el contenido de aire (%). El quinto paso tiene que ver con determinar el volumen de agua por m³.

El sexto paso es hallar la relación de a/c (agua/cemento) para una resistencia a la compresión de 28 días. Como séptimo paso es calcular el factor cemento, para luego hallar el contenido de AG y posteriormente calcular el volumen absoluto. EL décimo paso es hallar el contenido de AF, siguiendo por la corrección de humedad y finalmente sacar las proporciones en peso.

Adoquines

El adoquín es un componente fabricado previamente de concreto simple que cumple con los estándares establecidos por la norma técnica peruana NTP 399.611. [19]. Estos se clasifican de 3 tipos:

- Tipo 1: Destinado a fines peatonales, capaz de soportar al menos 320 kg/cm² de presión sin comprimirse.
- Tipo 2: Diseñado para soportar el tráfico vehicular ligero, con una resistencia a la compresión mínima de 420 kg/cm²
- Tipo 3: Destinado para aplicaciones de tráfico pesado, como patios industriales o de contenedores, con una resistencia a la compresión de 561 kg/cm²

Tabla 6: Espesor y Carga mínima para compresión

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (Peatonal)	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)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Fuente: Norma Técnica P. 399.611

Tabla 7: Dimensión de adoquines

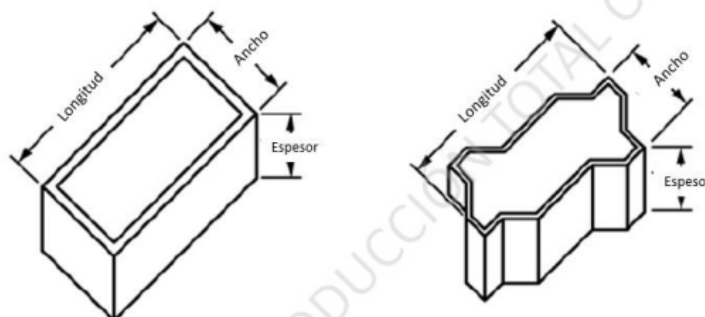
Tipo	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
I	20	10	4
II	20	10	6
III	20	10	8

Fuente: A. Olguin, *Diseño de pavimentos con adoquines de concreto*

Tabla 8: Tolerancia máxima

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

*Se aplica a todos los tipos



Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611

Estos especímenes según la NTP deberán tener un parámetro dado respecto a la absorción máxima según el tipo de adoquín.

Tabla 9: Absorción

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

Fuente: NTP 399.611

Resistencias a:

- Compresión:

De acuerdo con las directrices detalladas en la NTP, se indica que este ensayo corresponde a la capacidad de soporte que actúa como conexión entre la carga de rotura y la sección del adoquín. Así mismo de acuerdo con esta normativa, se requiere tomar el promedio de tres unidades como de una unidad individual de adoquines. La resistencia mínima se puede observar en la tabla 7 [19]. Según [21], los autores mencionan que los adoquines sean ensayados a los 28 días, ya que llegan alcanzar su mayor resistencia a la compresión.

- Resistencia a la abrasión:

En [19] nos dice que estas muestras deben poseer una pérdida de volumen que no sea mayor a 15cm³ / 50cm². Y que la pérdida de espesor promediada sea no más de 3 mm.

- Flexión:

La misma norma hace mención de que estos adoquines puedan soportar esfuerzos máximos a flexión sin que estos se rompan o agrieten.

Tabla 10: Resistencia mínima a flexión del adoquín

Tipo	Resistencia mínima a flexión del adoquín Mpa(kg/cm ²)	
	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)

Fuente: NTP 399.611

Etapas del proceso de elaboración

Según [22], nos brinda una información de que etapas se puede seguir para realizar el proceso de elaboración de adoquines. El proceso consta de 5 etapas que son:

- Dosificar:

Como primer paso antes de la elaboración del adoquín se debe dosificar, y para eso instaura las proporciones adecuadas para que pueda alcanzar con las características que se quiere tener [22]. Algunas características que se determinan son:

- ✓ El tipo de cemento (I, II, III, IV, V).
- ✓ Humedad.
- ✓ Granulometría de AG y AF.
- ✓ Absorción de los agregados.
- ✓ Densidad.
- ✓ Consistencia.

- Mezclado:

Según [22], para un mejor acabado del mezclado se recomienda el uso de una mezcladora, en donde se colocará primero el cemento con el agregado para que estos se mezclen en seco, posteriormente, se añade el agua hasta que se obtenga una pasta homogénea.

- Moldeado:
[22] Luego del proceso de mezclado se inicia a moldear y verter la pasta de concreto en los recipientes para adoquín, que deberán tener una temperatura por lo menos de 5°C, para luego llevarlos a realizar un proceso de vibrado. El vibrado según [24] será de aproximadamente 12 segundos.
- Curado:
Según [22] el proceso de curado es muy importante para el adoquín, ya que este proceso permite que logre llegar a la resistencia requerida. En los primeros 7 días el concreto reacciona químicamente con el agua alcanzado el 80% de su resistencia esperada en los 28 días.
- Evaluación de calidad:
Esta evaluación se respalda en conformidad con la normativa NTP 399.611, la cual propone parámetros que supervisan las características mecánicas que se pretenden lograr.

Residuos de concreto de laboratorio

Según [3], son residuos de concreto (cilindros, cubos, bloques, adoquines) que ya han sido ensayados en laboratorios y no tienen un retorno para que sean nuevamente utilizados.

Ensayo de granulometría de AG y AF según la NTP 400.012-2013

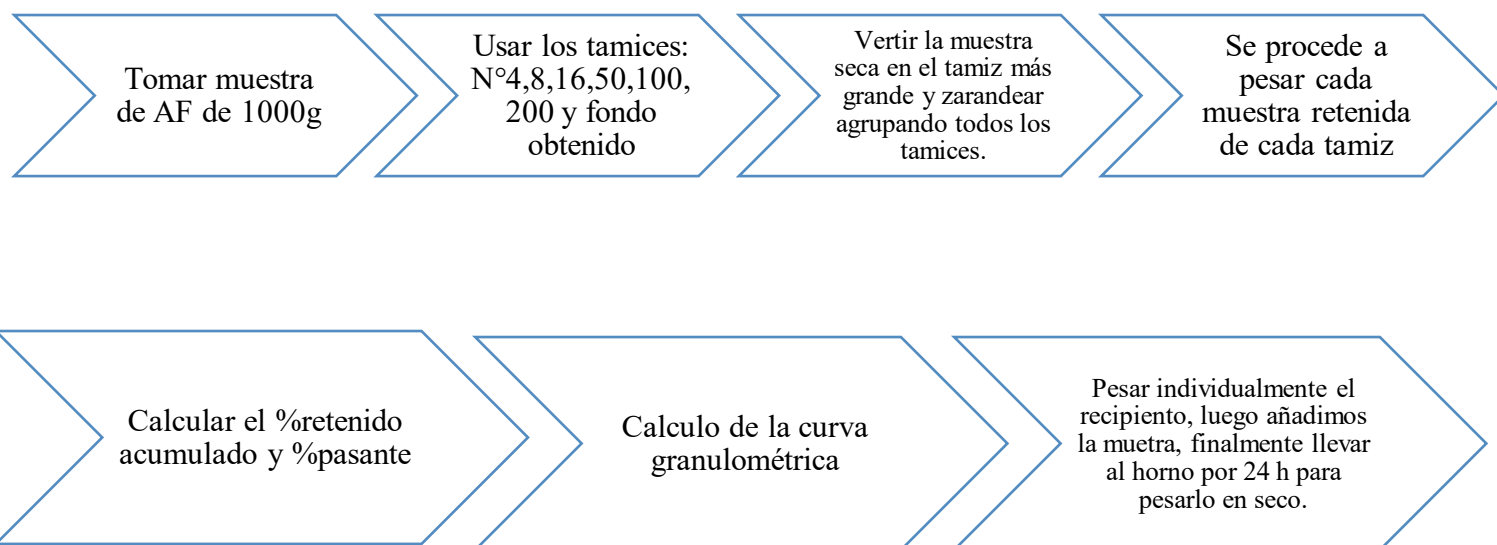
Este ensayo de granulometría se afianza según [23] tiene como finalidad clasificar una cantidad específica de agregados según sus diferentes tamaños. El objetivo de este análisis es comprender las diversas dimensiones de los granos y su distribución en cada muestra de material, tanto en la fracción fina como en la gruesa. Se emplearán tamices que cumplen con las normativas preestablecidas. La relevancia de este procedimiento radica en la influencia directa que tienen estas dimensiones en las cualidades del hormigón, para obtener la resistencia requerida. Este ensayo se realiza cuando el agregado se encuentra seco, pasando una serie de mallas de mayor abertura a una más pequeña, por lo que se utilizará los siguientes equipos:

- ✓ Agregados
- ✓ Tamices, para agregado grueso y fino
- ✓ Brocha
- ✓ Balanza
- ✓ Tazón

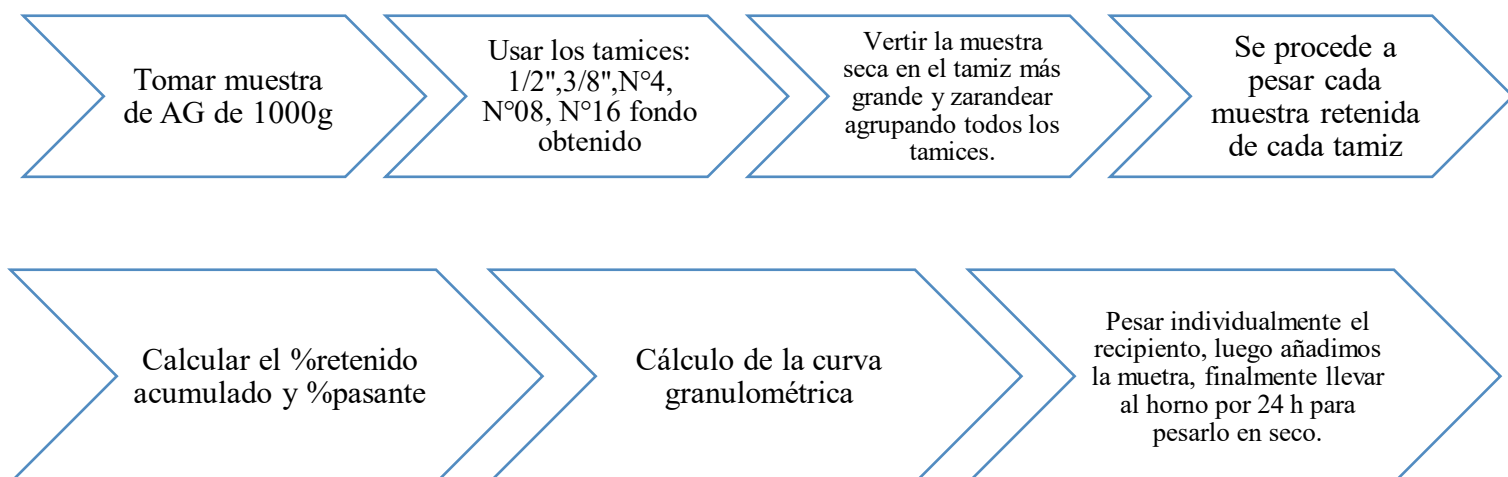
Una vez realizada el proceso de tamizado, se tendrá que analizar y aplicar los siguientes conceptos:

- ✓ Tamaño Máximo (TM)
- ✓ Tamaño Máximo Nominal (TMN)
- ✓ Módulo de fineza (MF)
- ✓ Curva Granulométrica (gráfico)
- ✓ Husos granulométricos:

Procedimiento para AF:



Procedimiento para AG confitillo:



Ensayo de humedad de AF y AG – NTP 339.185

Según [24] nos indica el modo de como hallar el valor % total de humedad que tiene los agregados (grueso y fino). Este valor obtenido por el ensayo será esencial para el diseño de mezcla del concreto. Este procedimiento se necesitará de: recipiente, balanza y horno.

La fórmula que se empleara para hallar el % de humedad tanto para el material fino y grueso es:

$$P = 100 \frac{W - D}{D}$$

Donde:

P: Total de humedad en %

W: P del material húmedo original en gramos

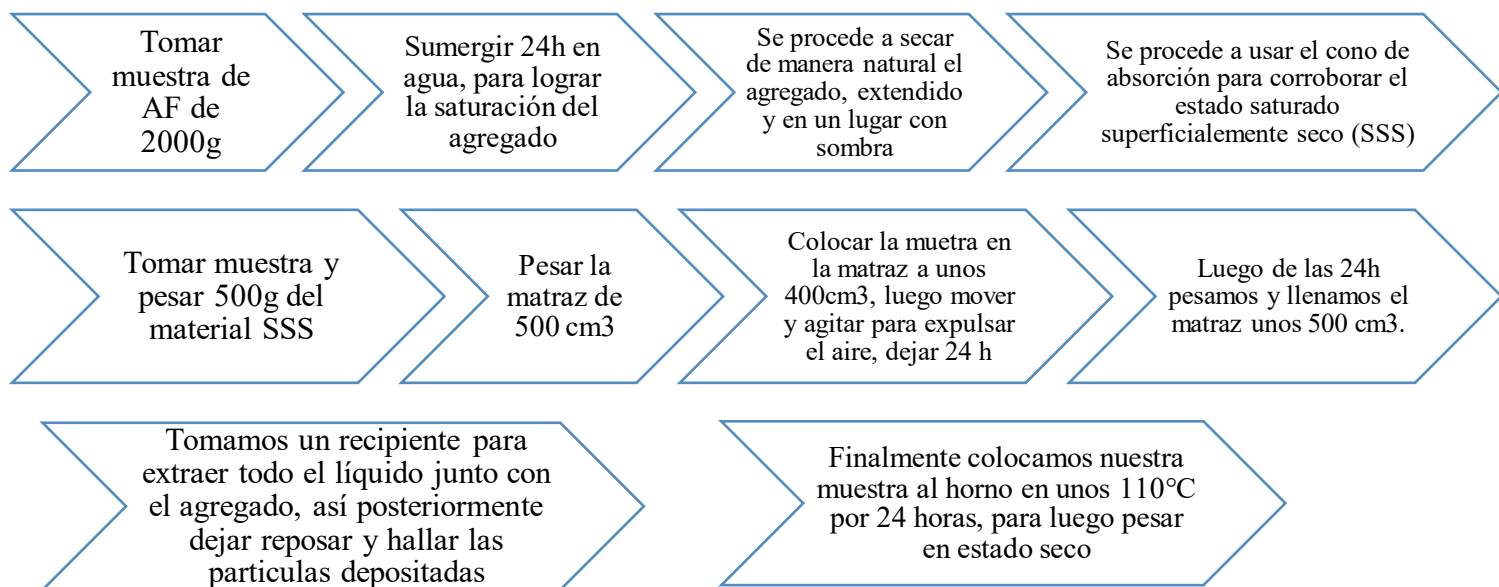
D: P del árido seco en gramos

Ensayo de peso específico de AG y AF

Según [25] y [26] nos detalla que este procedimiento sirve para determinar el valor de peso específico de los agregados, una condición que nos da es que los agregados deben estar en estado seco y húmedo. El valor obtenido nos indica que si es bajo, concluimos que el material es poroso, débil y absorbe agua, puesto que un valor alto muestra buenas características y un buen comportamiento. Los equipos para utilizar son los siguientes:

- ✓ Agregados
- ✓ Bandeja
- ✓ Matraz
- ✓ Depósito de plástico
- ✓ Cono de absorción
- ✓ Manta para limpiar
- ✓ Horno y estufa
- ✓ Canasta pequeña

Procedimiento para AF:



[29] Una vez obtenido los datos SSS y seco realizamos la siguiente fórmula:

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

Donde:

γ : Valor del P. específico del agregado

W_s : P del material seco

W_{SSS} : Peso del agregado SSS

W_{ag} : Volumen del frasco con el agua

Utilizamos la fórmula siguiente para calcular el valor del volumen de H₂O en estado SSS sobre a la muestra [24]:

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

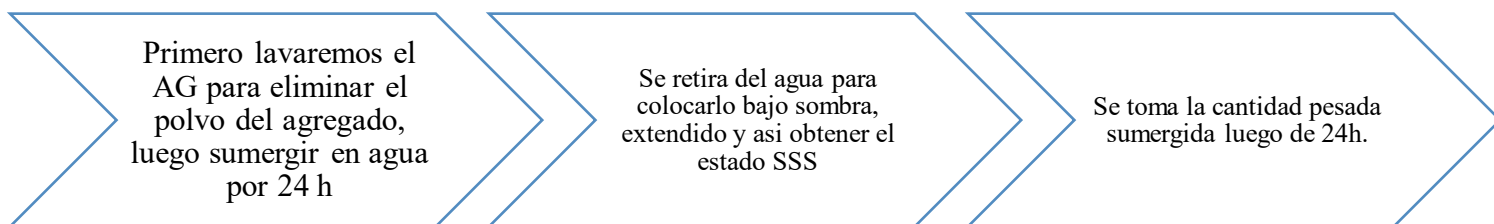
Donde:

W_{ag} : P del H₂O en el frasco

W_t : Valor en gr del matraz, agua y muestra

W_{SSS} : Valor en gr del agregado en estado SS

W_m : P de matraz

Procedimiento en el AG:

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

Donde:

γ : Valor del P. específico del agregado

W_s : P del material seco

W_{sss} : Peso del agregado SSS

W_{ag} : Volumen del frasco con el agua

Ensayo de absorción de AG – NTP 400.021

Primero calculamos el peso específico:

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

Donde:

P_{em} : Peso específico de masa

A: Peso del agregado secado al aire en gramos

B: Peso del agregado en estado SSS en gramos

C: Peso cuando el agregado saturado está en el agua

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

Donde:

P_{esss} : Peso específico del agregado saturado con exterior seca.

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

Donde:

P_{ea} : Valor del P. específico aparente del agregado.

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

Donde:

Ab%: Valor de porcentaje de absorción.

Ensayo de absorción de AF – NTP 400.022

$$Pe = \frac{Wo}{(V - Va)}$$

Donde:

Pe: Peso específico

V: Volumen del frasco en cm cúbicos.

Wo: Peso del agregado secado en estufa en gramos.

Va: Valor en gramos o cm³ del agua agregada al frasco

$$Pesss = \frac{Wo}{(Wo - Va)} \times 100$$

Donde:

Pesss: Peso específico del agregado saturado con superficie seca.

$$Pea = \frac{Wo}{(V - Va) - (V - Wo)} \times 100$$

Donde:

Pea: Peso específico aparente del agregado.

$$Ab\% = \frac{(500 - Wo)}{Wo} \times 100$$

Donde:

Ab%: Valor de porcentaje de absorción.

Ensayo de desgaste o abrasión de AG

Conforme a la referencia [28], el propósito de este análisis es determinar la resistencia al desgaste mediante el uso de la máquina de Los Ángeles, siguiendo la normativa que especifica el uso de agregados de tamaño menor a 37,5 mm o 1 1/2". Se requerirán los siguientes materiales e instrumentos para llevar a cabo este ensayo.

- ✓ Máquina de los Ángeles

- ✓ Tamices para obtener la medida
- ✓ Balanza
- ✓ Esferas de 46.8mm de diámetro de acero (390g y 445g)

Procedimiento para el ensayo de abrasión:

- Primero el agregado muestra será añadido a la máquina de los Ángeles.
- Segundo, la máquina dicha operará a una rapidez que oscilará entre treinta y treinta y tres revoluciones por minuto, realizando alrededor de 500 ciclos.
- Retiramos la muestra del equipo y ponemos la porción por la malla N°12.
- Lavamos y secamos la muestra de AG por medio de la estufa a unos 110+- 5°C.

Para determinar la resistencia al desgaste del AG se llevará a cabo mediante la discrepancia entre el peso inicial y final del ensayo. En otras palabras, la pérdida de masa se expresará como un % con respecto a la masa principal del material sometido a prueba.

Ensayo para hallar impurezas orgánicas del AF para concreto – NTP 400.024-2011

Según [29] el objetivo de esta norma es encontrar un aproximado de presencia orgánica impuras que afecten a nuestro agregado fino, ya que estas afectarían a nuestra composición de mezcla de concreto. Para este método se requerirá de los siguientes materiales e instrumentos:

- ✓ Solución de Hidróxido de Sodio (NaOH).
- ✓ Envase de vidrio graduado de 240 ml a 470 ml.

Procedimiento para el ensayo de impurezas orgánicas del AF:

- Seleccionamos nuestra muestra de agregado fino.
- Llenar el envase de vidrio unos 130ml aproximadamente.
- Llenar de agua hasta 200 ml y agitar dentro del envase.
- Añadir el Hidróxido de Sodio.
- Reposo de 24h.

Ensayo para hallar presencia de sales solubles – NTP 339.152

Con base en la referencia [30], se desarrollará el siguiente ensayo para determinar el SS (sales solubles en ppm), para dicho ensayo se necesitará los equipos posteriores.

- ✓ Balanza de precisión analítica con capacidad de medir hasta 0.1 mg.
- ✓ Dispositivo para filtración mediante embudo.

- ✓ Dispositivo de filtración al vacío equipado con una bomba de vacío eléctrica de 220 voltios.
- ✓ Varilla para batir.
- ✓ Instrumento de medición para volumen, pipeta de veinticinco ml.

Vasos evaporadores de 100 ml.

Según la norma, el procedimiento a seguir es el siguiente:

En el proceso de preparación de la porción de suelo para este ensayo, se procede a pesar 100g y depositarlos en un matraz Erlenmeyer de 500ml que dicha muestra fue secada al ambiente o a una temperatura no superior a sesenta °C, y que ha pasado por la malla N°10.

En una siguiente etapa, se agrega al matraz 300ml de agua destilada, y se lleva a cabo una agitación mecánica durante un período de 1 hora, seguido de un tiempo de sedimentación adicional de 1 hora.

La última fase del proceso consiste en filtrar la suspensión por medio de un filtro fabricado en microfibras de vidrio o papel de 110 mm de ancho utilizando un cono filtro de Bucher. Es esencial estar atentos a la claridad del filtrado inicial; en caso de que presente turbidez, se debe reintegrar al embudo. Si la turbidez persiste, se puede considerar la opción de utilizar la centrifugación, seguida de un segundo filtro mediante un disco de microfibras con un diámetro de cuarenta y siete milímetros.

En la muestra de suelo se calcula el SS con la siguiente fórmula:

$$SS = \frac{(m_2 - m_1)}{E} \times D \times 10^6$$

Donde:

SS: Conjunto de sales solubles, expresadas en partes por millón (ppm) o miligramos por kilogramo.

(m₂-m₁): indica el valor en gramos del resto de evaporación.

D: representa el valor relacionado de la mezcla de suelo.

E: se refiere al volumen del concentrado acuoso obtenido por evaporación, medido en mililitros (ml).

Ensayo de adoquines

Ensayo para la capacidad a la compresión

Con base en la referencia [31], el propósito es describir y analizar en detalle el procedimiento de evaluación de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería de concreto. Este ensayo requerirá el uso de una máquina de ensayo de capacidad a compresión.

Procedimiento para el método de capacidad a la compresión de los adoquines:

- Se aplicará una carga en dirección ortogonal a la sección de mayor superficie usando el equipo de ensayo.
- Si el alcance de la carga de la máquina es insuficiente para generar la ruptura total, será preciso efectuar un corte longitudinal siguiendo el eje de menor longitud del espécimen. Finalmente, se ensayará sobre una de las mitades resultantes.
- De acuerdo con el adoquín, debe ser simétrico alrededor de ambos ejes.
- Calcular el valor de RC en MPa o kg/cm².

$$R_{\text{compresión}} = \frac{P}{A}$$

Donde:

Rcompresión: Valor en N/mm²

P: Valor de ruptura del adoquín (N).

A: Medida del área del adoquín en mm²

Ensayo para la capacidad a la flexión – ITINTEC 339.124-1988

Conforme a la referencia [32], el alcance de esta norma es definir y describir los métodos y criterios esenciales que deben contar los AC destinados a la construcción. Para efectuar este ensayo, se empleará la máquina para medir la resistencia a la flexión

Procedimiento para el ensayo de la capacidad a la flexión de los adoquines:

- Luego del curado, retiramos y colocamos el adoquín encima de la plataforma de la máquina y equidistante al eje central.
- Dos de las barras que sirven como soporte para el adoquín se posicionarán de forma paralela, con una distancia de separación “1” equivalente al largo del adoquín menos 50 milímetros.
- Inducimos la fractura al aplicar de manera progresiva una carga sobre la tercera barra, la cual se posiciona de manera paralela y equidistante entre los puntos de apoyo sobre el adoquín.
- Calculamos la carga

Para hallar la carga utilizamos la siguiente ecuación:

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

Donde:

R: Capacidad a flexión Mpa.

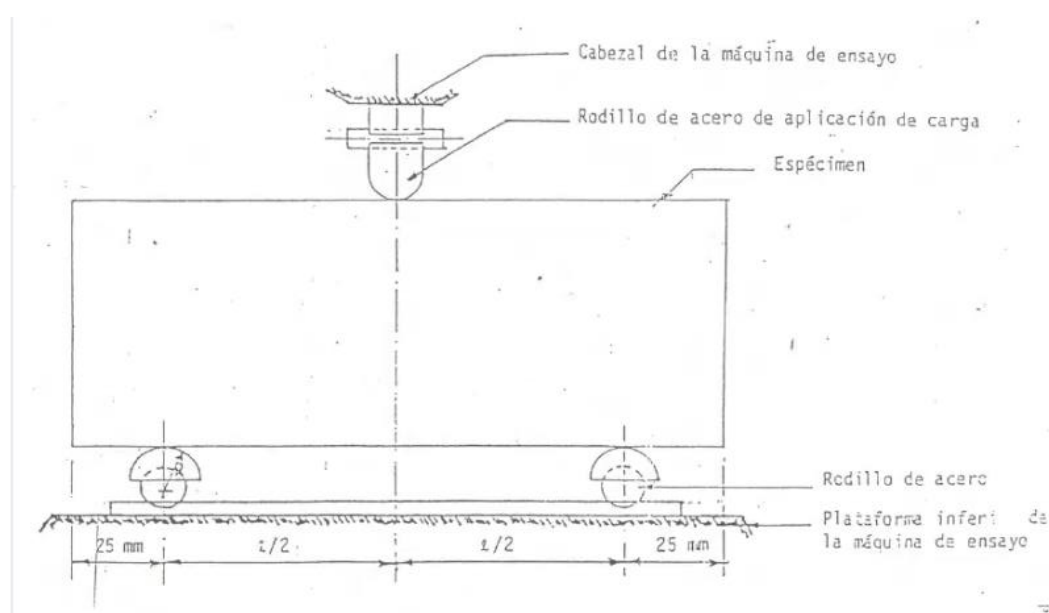
P: Valor de rotura del adoquín (N).

L: Distancia de apoyos en mm-

b= ancho del adoquín en milímetros.

d= Espesor del adoquín en mm

Imagen 2: Ensayo flexión



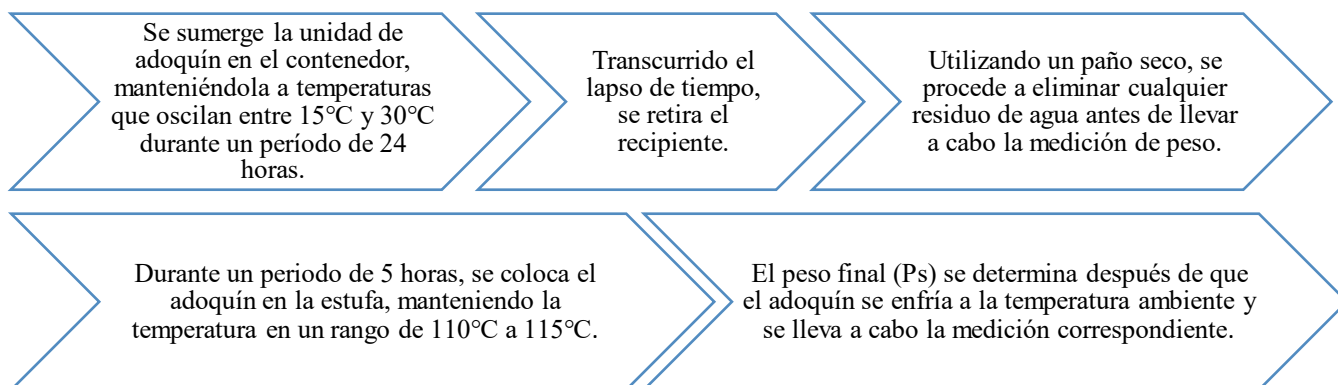
Fuente: ITINTEC 339.124

Ensayo para absorción en adoquines

La norma técnica peruana establece que, en el caso de solamente un adoquín tipo I, su límite máximo de absorción es 7.5%, mientras que el promedio debe mantenerse en un 6%. Para este ensayo se necesitará de algunos instrumentos y equipos como:

- ✓ Horno con un rango de temperatura a ciento diez °C y 115°C
- ✓ Instrumento para pesar con una capacidad mínima de 8 kg y una exactitud de 1,0 g.
- ✓ Recipiente o vasija.

El procedimiento para dicho ensayo es el siguiente:



Para calcular el % de absorción del adoquín utilizaremos la siguiente fórmula:

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

Donde:

A: Porcentaje que absorbe de agua.

Ph: Valor en gramo del espécimen sostenido después de cincuenta y cuatro horas de inmersión en agua.

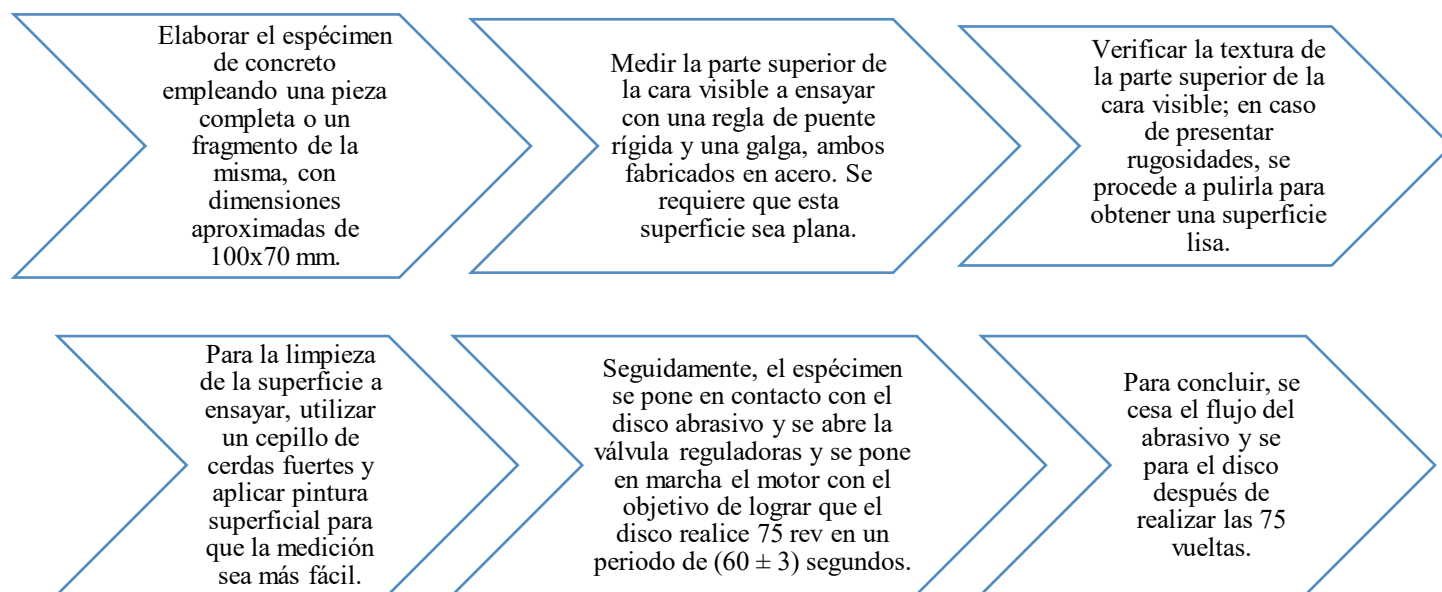
Ps: Valor en gramos del espécimen seco.

Ensayo de resistencia a la abrasión – NTP 399.624

[33] Para este ensayo se tomará como base la NTP 399.624 que nos habla acerca del ensayo de la capacidad que tiene al desgaste por abrasión de adoquines, para dicho procedimiento se necesitará los presentes equipos:

- ✓ Máquina de desgaste.
- ✓ Instrumento de medición de acero.
- ✓ Corindón como material abrasivo.
- ✓ Disco ancho de abrasión.

El procedimiento para dicho ensayo es el siguiente:



Para calcular la capacidad al desgastarse por abrasión se realiza los siguientes pasos. En primer lugar, se delimitan los extremos longitudinales de la huella 11 y 12 mediante el uso de una regla. Próximamente, se traza una línea central en la marca. Se emplea un calibrador digital con puntas cuadradas en los puntos A y B, situados en el interior de los límites longitudinales 11 y 12 de la huella. Luego, se realiza la medición y se registra la dimensión con una aproximación al milímetro más cercano (0.1 mm). Para la calibración, se repite la medida a una distancia de (10 ± 1) mm desde los bordes de la huella CD, obteniendo tres lecturas para garantizar precisión en el proceso.

Ensayo de Módulo de Young o elasticidad

[34] El módulo de Young del concreto es un valor mecánico crucial, Porque indica la habilidad del concreto para sufrir deformaciones elásticas. En el concreto pretensado, la deformación elástica contribuye significativamente a la disminución de la fuerza de pretensado. Este bajón de tensión, provocada por la contracción elástica, puede reducir significativamente la capacidad estructural del concreto e, incluso, llevar al colapso de la estructura. Asimismo, para maximizar la capacidad a la compresión, las construcciones que emplean concreto de alta resistencia tienden a ser más delgadas y requieren un mayor módulo de elasticidad para mantener su estado rígido. Por lo tanto, comprender el comportamiento del módulo de Young en concretos de elevada resistencia es fundamental para evitar deformaciones excesivas,

garantizar un rendimiento adecuado y desarrollar diseños más eficientes, lo que a su vez contribuye a la reducción de costos en los proyectos.

Generalmente, en el diseño de mezcla de concreto, la resistencia a la compresión es la principal propiedad mecánica considerada. El módulo de elasticidad del concreto suele estimarse mediante la ecuación del ACI 318-11, la cual establece que una mayor resistencia a la compresión se asocia con un mayor módulo elástico. Sin embargo, no siempre es el caso, ya que un hormigón con mayor capacidad a la compresión no necesariamente tendrá un módulo de elasticidad más alto. Por ejemplo, el concreto con una resistencia de 8,000 psi puede tener un módulo elástico similar al de una mezcla con 5,000 psi. Esto muestra que, además de la resistencia, los componentes de la mezcla también influyen significativamente en el módulo elástico del concreto.

Equipos para ensayo de Módulo de Elasticidad

- ✓ Compresómetro o extensómetro: El equipo está compuesto por un extensómetro y un compresómetro, ambos montados en un soporte con tres aros fijos: inferior, intermedio y superior. El extensómetro se ubica en el aro intermedio y el compresómetro en el aro superior.
- ✓ Compresómetro: Se registró una deformación promedio de 5 millonésimas, medida mediante dos micrómetros situados en posiciones diametralmente opuestas.

Imagen 4: Aparato para el ensayo de E_c



Fuente: SIMIN

- ✓ Extensómetro: Con una aproximación de 0.5 micrómetros.



Fuente: Geoteknik

Materiales

- ✓ Balanza electrónica (medir incrementos de 1 gramo)

Aditivo SIKA – Plastificante

Para este estudio se utilizará este aditivo de la marca SIKA de uso plastificante, este producto es usado para reducir la porción de agua en la dosificación de mezcla y aumentando la capacidad del concreto, como nota nos dice que no contiene CLORUROS por lo que es apto para el uso. Este producto este certificado por la ASTM C 494. La dosificación utilizada es de como plastificante se usará 250 mL por empaque de cemento de 42.5 kg.

Imagen 6: Aditivo plastificante



Materiales y métodos

Tipo de investigación

Como finalidad de esta investigación es aplicativa, ya que se pretende apoyar y dar a conocer una problemática específica que está presente en todos los laboratorios de las Universidades de Chiclayo, para así mejorar la calidad de vida, calidad visual, paisaje natural, etc. Utilizando todos los conocimientos logrados a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental.

Según [35], la investigación a realizar es cuantitativa, ya que se propone realizar una medición numérica a través de métodos estadísticos. Una investigación es cuantitativa cuando está enfocada en recolectar y analizar datos numéricos para identificar patrones, relaciones o tendencias, para así medir variables de manera cuantificable a través de encuestas, experimentos o análisis de datos existentes. En este estudio se usó un diseño de investigación experimental puro, ya que la variable independiente fue manipulada a través de ensayos de laboratorio.

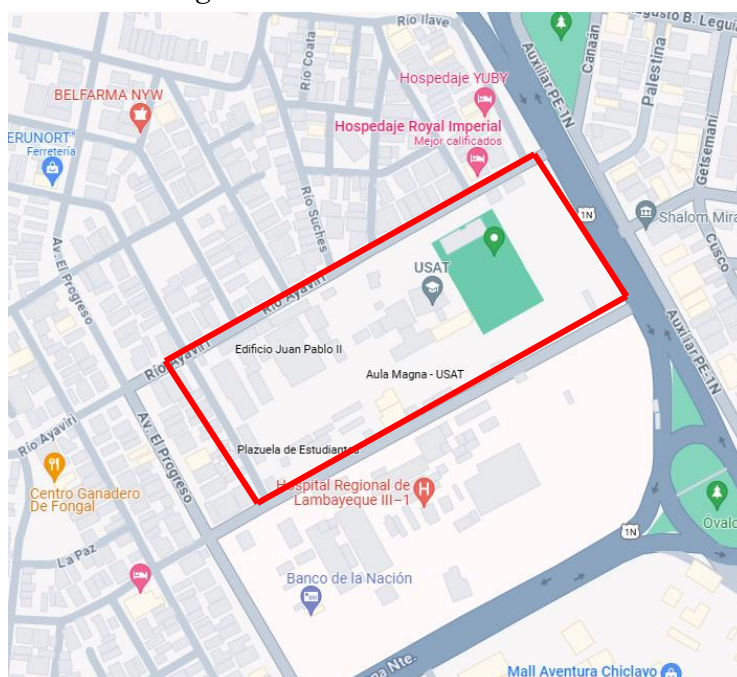
Población, muestra, muestreo

Población

Está compuesta por los adoquines de concreto tipo I, a partir de residuos de concreto generados en los laboratorios de diversas universidades (USAT, SIPAN, USMP, UTP, UCV) y laboratorios particulares, localizadas en:

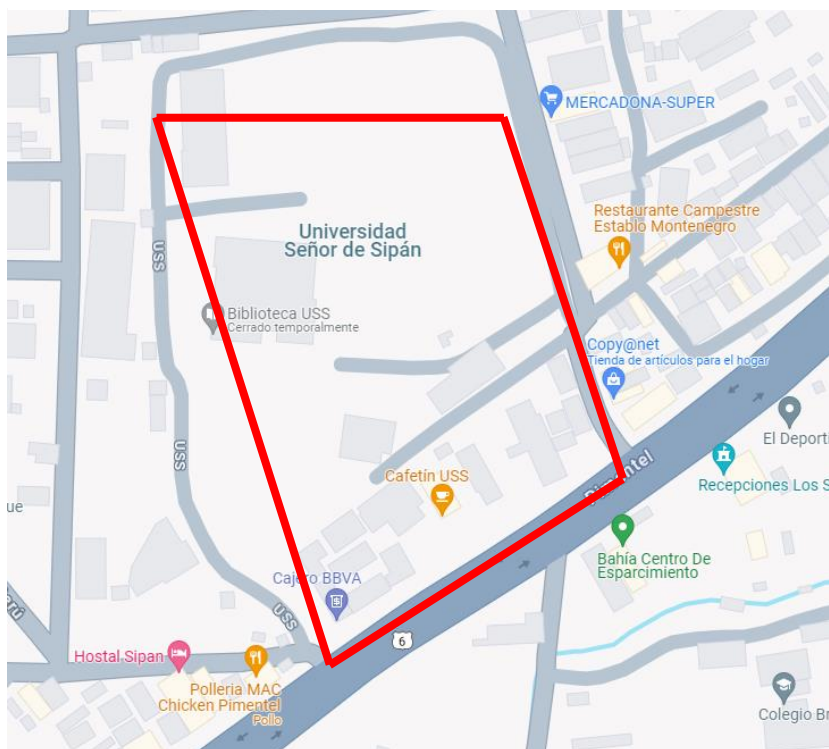
- USAT

Imagen 8: Ubicación de la USAT



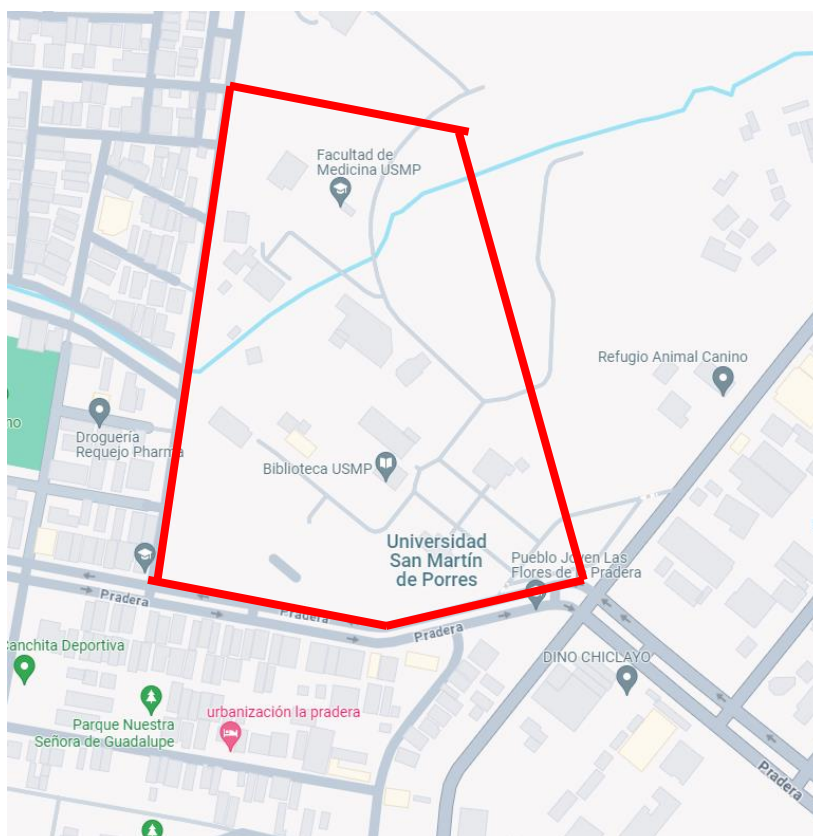
- USS

Imagen 10: Ubicación de la USS



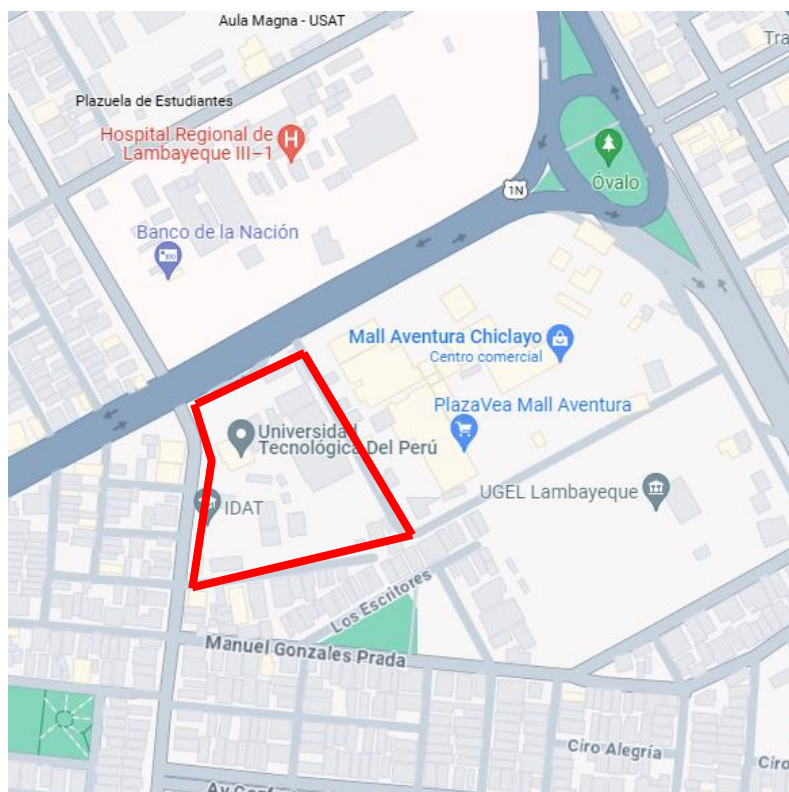
- USMP

Imagen 12: Ubicación de la USMP



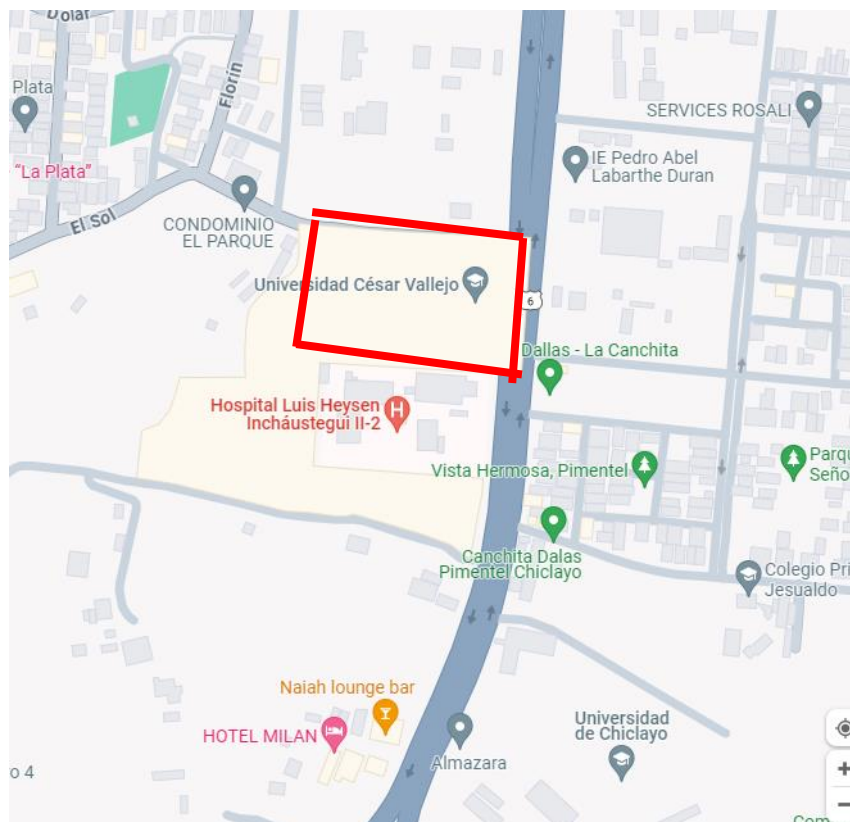
- UTP

Imagen 14: Ubicación de la UTP



- UCV

Imagen 16: Ubicación de la UCV



Muestreo

Según [36] que habla de tipo de muestreos nos recomienda tener no menos 50 casos. El método usado es el muestreo no probabilístico dado que los residuos de concreto fueron recolectados directamente de los laboratorios durante el semestre sin aplicar un proceso de selección, por lo tanto, se presentará 105 adoquines de concreto. Para la NTP 339.183, se recomienda utilizar al menos tres muestras que incorporen AR por cada cantidad de días de ensayo (siete, catorce y veinte y ocho días) para evaluar la capacidad a la compresión. En este estudio específico se prepararon tres muestras a los 7, 14 y 28 días de edad, lo que permitió estudiar el desarrollo de la capacidad de resistir a compresión y a la flexión a lo largo del tiempo, y también mostrar el esquema "edad vs. $f'c$ ". Además, para la segunda norma, que regula los adoquines, en este caso de hormigón para pavimentos, también se recomienda utilizar tres muestras de adoquines para realizar los correspondientes ensayos mecánicos. Estas normativas enfatizan la necesidad de aplicar un enfoque uniforme y reproducible en la investigación y desarrollo de productos de concreto, con el objetivo de asegurar la calidad y la confiabilidad en los resultados de los ensayos. El motivo de tomar los porcentajes presentados en la investigación es debido a indicaciones y observaciones dadas por profesionales ya que el uso del 100% de agregados reciclados no está presente en diferentes estudios, así que para esta investigación se utilizará el 100% del agregado reciclado, también se utilizará un líquido plastificante marca SIKA para apoyar a que el concreto pueda llegar a la resistencia estimada. Así mismo, para realizar una mejor comparación se optó por realizar muestras con el 50% de agregado reciclado y con ayuda de aditivo.

Muestra

Compuesta por 105 adoquines de concreto, de los que 45 serán sometidos a ensayos de compresión, 15 especímenes para flexión, 15 adoquines para ensayo de abrasión, 15 para analizar en absorción y por último 15 adoquines para ensayar el módulo de elasticidad. Según la NTP 399.611, elaboración de adoquines de concreto para uso peatonal, siendo estos elaborados con árido grueso y fino reciclados, siguiendo los criterios de adicionar en porcentajes de 50%, 50% + AD, 100% y 100% + AD para finalmente calcular el porcentaje adecuado para que alcance la resistencia a compresión, flexión requerida, abrasión, absorción y módulo de elasticidad.

Tabla 12: Cantidad de adoquines para compresión

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						Total
%De agregado reciclado	50%	50%+AD	100%	100%+AD	Patrón	
7 días	3	3	3	3	3	15
14 días	3	3	3	3	3	15
28 días	3	3	3	3	3	15
Sub total	9	9	9	9	9	45
Total	45					

Tabla 11: Cantidad de adoquines para abrasión

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN						Total
%De agregado reciclado	50%	50%+AD	100%	100%+AD	Patrón	
28 días	3	3	3	3	3	15
Sub total	3	3	3	3	3	15
Total	15					

Tabla 14: Cantidad de adoquines para flexión

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN						Total
%De agregado reciclado	50%	50%+AD	100%	100%+AD	Patrón	
28 días	3	3	3	3	3	15
Sub total	3	3	3	3	3	15
Total	15					

Tabla 13: Cantidad de adoquines para absorción

ENSAYOS DE ABSORCIÓN						Total
%De agregado reciclado	50%	50%+AD	100%	100%+AD	Patrón	
28 días	3	3	3	3	3	15
Sub total	3	3	3	3	3	15
Total	15					

Tabla 15: Cantidad de adoquines para Ec (Módulo de Young)

ENSAYOS DE MÓDULO DE ELASTICIDAD						Total
%De agregado reciclado	50%	50%+AD	100%	100%+AD	Patrón	
28 días	3	3	3	3	3	15
Sub total	3	3	3	3	3	15
Total	15					

Criterios de selección

Siguiendo al pie con las normativas técnicas examinadas, 339.183 y 399.611, ofrecen lineamientos para el método normalizado de preparación y curado de especímenes de concreto en laboratorio. Para la primera norma, recomienda al menos 3 muestras para siete y veintiocho días y con adición de AR para evaluar por compresión. En el contexto de esta investigación particular, se confeccionaron tres especímenes destinados a los períodos de 7, 14 y 28 días, con la finalidad de examinar la progresión y desarrollo de la capacidad a la compresión y flexión a lo largo de los días, representado en la curva de edad versus f_c . Y para la segunda norma, también se recomienda el uso de 3 muestras de adoquín para llevar a cabo el análisis de los ensayos mecánicos. Estas regulaciones resaltan la necesidad de adoptar un enfoque coherente y reproducible en el estudio y elaboración de productos de concreto, asegurando la calidad y la fiabilidad de los datos obtenidos en las pruebas.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Para esta investigación realizaremos es la evaluación directa, mediante se visualiza el problema, registrar y recopilar todos los datos de los laboratorios de las Universidades, también el análisis de documentos para realizar la revisión de fuentes y antecedentes que reflejan similar problemática que está investigación y posibles métodos de solución, también se utilizó los experimentos ya que la variable se manipulo en diversos ensayos propuestos en este estudio.

Instrumentos

Posteriormente, se utilizará como instrumentos para la recolección de datos lo siguiente:

- Ficha recolectora de datos (N° probetas, vigas, adoquines, cubos, volumen de concreto)
- Guía de ensayos realizados en los laboratorios de las Universidades.
- Ficha de fuentes y normas.
- Cuadro resumen.

Tabla 16: Ficha de normas utilizadas

Ficha de fuentes utilizadas	
.) Reglamento Nacional de Edificaciones	E0.70
.) Normá Técnica Peruana	NTP 334.009, NTP 339.088, NTP 400.037, NTP 399.611, NTP 400.012, NTP 400.021, NTP 400.022, NTP 400.19, NTP 400.024, NTP 339.152, NTP 399.604, NTP 399.124, NTP 399.624,
.) American Society for Testing and Materials	ASTM C- 136, ASTM C-29, ASTM C-535, ASTM C-128, ASTM C-127, ASTM C-535
.) American Concrete Institute (ACI)	ACI 211

Fuente: propia

Variables e indicadores

Variable Independiente: Agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios de Universidades de Chiclayo

Variable Dependiente: Adoquín de concreto

Tabla 17: Cuadro resumen de técnicas e instrumentos

Técnicas e instrumentos					
Técnicas			Instrumentos		
Observación directa	Análisis de documentos	Experimentos	Ficha recolectora	Guía de ensayos de laboratorio	Ficha de fuentes
Como primer paso se observó la problemática y se recopiló toda la información de las Universidades. Posteriormente se observó los valores obtenidos según los ensayos a realizar en laboratorio.	Como primer paso se realizó la revisión de fuentes y antecedentes que reflejan similar problemática que esta investigación y posibles metodos de solución.	La variable se manipuló en los diversos ensayos propuestos en este estudio, para así analizar la resistencia a compresión, flexión, abrasión, absorción y modulo de elasticidad.	Se realizó una ficha de recolección donde observaremos la cantidad aproximada de residuos que se recogieron, incluyendo fotografías.	Agregados: granulometría, humedad, peso específico, peso unitario, contenido de sales, contenido de impurezas orgánicas. Concreto fresco: Slump o asentamiento Adoquín: Compresión, flexión, absorción, abrasión y módulo de elasticidad.	. Reglamento Nacional de Edificaciones. . Norma Técnica Peruana

Fuente: propia

Tabla 18: Operacionalización de variables independiente y dependiente

Variable		Dimensiones	Indicadores
INDEPENDIENTE	Agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios de Universidades de Chiclayo	Propiedades físicas del agregado grueso reciclado	Ensayo de Granulometría
			Ensayo de humedad
			Ensayo de absorción
			Ensayo de peso específico
			Ensayo de peso unitario
		Propiedad mecánica del agregado grueso reciclado	Ensayo de abrasión
		Propiedades química del agregado grueso reciclado	Ensayo de contenido de impurezas orgánicas
			Ensayo de contedio de sales solubles
		Propiedades físicas del agregado fino reciclado	Ensayo de Granulometría
			Ensayo de humedad
			Ensayo de absorción
			Ensayo de peso específico
			Ensayo de peso unitario
		Propiedades química del agregado fino reciclado	Ensayo de contenido de impurezas orgánicas
Ensayo de contedio de sales solubles			
DEPENDIENTE	Adoquín de concreto	Propiedad mecánica del adoquín	Ensayo de resistencia a compresión
			Ensayo de resistencia a la abrasión
			Ensayo de resistencia a la flexión
		Propiedad física del adoquín	Ensayos de absorción
		Propiedad del adoquín	Módulo de elasticidad
			Curva esfuerzo vs deformación
		INTERVINIENTES	Tipo de Cemento
INTERVINIENTES	Tipo de Adoquín	Adoquín Tipo I	
INTERVINIENTES	F'c de diseño de mezcla	320 kg/cm ²	
INTERVINIENTES	Dimensión del adoquín	20x10x4cm	
INTERVINIENTES	Tipo de aditivo	Aditivo plastificante	

Fuente: propia

Matriz de consistencia

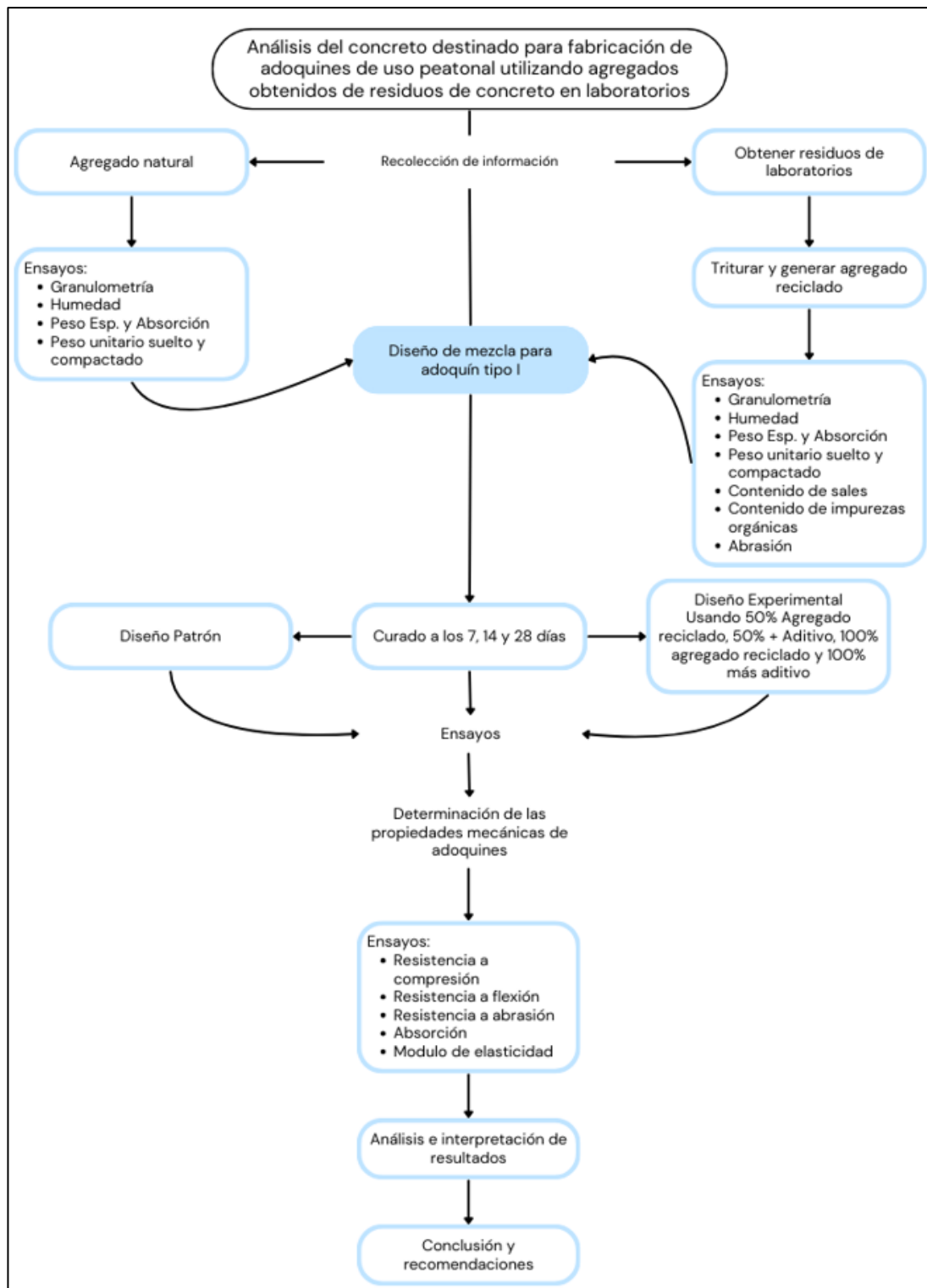
Tabla 19: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA								
Título: Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios								
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBEJTIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	POBLACIÓN Y MUESTRA	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿Cuál es la influencia en el comportamiento del adoquín para uso peatonal al emplear agregados provenientes de residuos de laboratorios en la ciudad de Chiclayo?	<p>Objetivo general: Análisis del concreto destinado para la fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de RCL de Chiclayo</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la cantidad de agregados a partir del número de testigos, vigas y cubos de concreto. • Elaborar muestras de adoquines con agregado obtenido de la trituración de los residuos de concreto de laboratorio utilizando el 50% y 100% adicionando un aditivo plastificante -- retardante para alcanzar la resistencia requerida. • Evaluar las propiedades de resistencia a compresión, flexión, abrasión del adoquín de concreto elaborado con los AR con el porcentaje de AR añadido. • Evaluar las propiedades de ensayo a la absorción del adoquín de concreto elaborado con los AR con el porcentaje de AR añadido. • Determinar el módulo de elasticidad del adoquín y también realizar la curva de esfuerzo vs deformación unitaria. □ <p>• Realizar una evaluación económica del uso de adoquines para pavimentos peatonales, comparando el porcentaje óptimo de agregado proveniente de RCL con el agregado convencional.</p>	Se afirma que al generar el proceso de trituración de dichos residuos, estos AR se podrán reutilizar a partir del 50 y 100% adicionando un aditivo plastificante para la fabricación de adoquines de concreto para uso de tipo (I) peatonal (ACP).	<p>Independiente: Agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios de Universidades de Chiclayo</p> <p>Dependiente: Adoquín de concreto</p>	<p>Propiedades físicas del AGR</p> <p>Propiedad mecánica del AGR</p> <p>Propiedades química del AGR</p> <p>Propiedades físicas del AFR</p> <p>Propiedades química del AFR</p> <p>Propiedad mecánica del adoquín</p> <p>Propiedad física del adoquín</p> <p>Propiedad del adoquín</p> <p>Interviniente</p> <p>Interviniente</p> <p>Interviniente</p> <p>Interviniente</p> <p>Interviniente</p> <p>Interviniente</p>	<p>Ensayo de Granulometría</p> <p>Ensayo de humedad</p> <p>Ensayo de absorción</p> <p>Ensayo de P. específico</p> <p>Ensayo de P. unitario</p> <p>Ensayo de abrasión</p> <p>Ensayo de contenido de impurezas orgánicas</p> <p>Ensayo de contedio de sales solubles</p> <p>Ensayo de Granulometría</p> <p>Ensayo de % humedad</p> <p>Ensayo de absorción</p> <p>Ensayo de P. específico</p> <p>Ensayo de P. unitario</p> <p>Ensayo de presencia de impurezas orgánicas</p> <p>Ensayo de contedio de sales solubles</p> <p>Ensayo de R. compresión</p> <p>Ensayo de R. abrasión</p> <p>Ensayo de R. flexión</p> <p>Ensayos de absorción</p> <p>Módulo de Young</p> <p>Curva esf vs def</p> <p>Cemento Tipo I</p> <p>Adoquín Tipo I</p> <p>320 kg/cm2</p> <p>20x10x4cm</p> <p>Aditivo plastificante</p>	<p>Técnica: Observación directa</p> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ficha recolectora de datos. - Guía de ensayos realizados en los laboratorios. - Cuadro resumen 	<p>Población: Compuesta por los adoquines de concreto tipo I a partir de residuos de concreto generados en los laboratorios de diversas universidades (USAT, SIPAN, USMP, UTP, UCV) y laboratorios particulares.</p> <p>Muestra: Compuesta por 105 adoquines de concreto, de los cuales 45 serán sometidos a ensayos de capacidad a compresión, 15 adoquines para capacidad a la flexión, 15 adoquines para ensayo de abrasión, 15 adoquines para ensayo de absorción y por último 15 adoquines para ensayar el módulo de elasticidad. Según la NTP 399.611, elaboración de adoquines de concreto para uso peatonal, siendo estos elaborados con agregado grueso y fino reciclados, siguiendo los criterios de adicionar en porcentajes de 50%, 50% + AD, 100% y 100% + AD.</p>	Como finalidad de esta investigación es aplicativa, ya que se pretende apoyar y dar a conocer una problemática específica que está presente en todos los laboratorios de las Universidades de Chiclayo, para así mejorar la calidad de vida, calidad visual, paisaje natural, etc. Utilizando todos los conocimientos logrados a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental. Según [35], la investigación a realizar es cuantitativa, ya que se propone realizar una medición numérica a través de métodos estadísticos. Una investigación es cuantitativa cuando está enfocada en recolectar y analizar datos numéricos para identificar patrones, relaciones o tendencias, para así medir variables de manera cuantificable a través de encuestas, experimentos o análisis de datos existentes. En este estudio se utilizó un diseño de investigación experimental puro, dado que la variable independiente fue manipulada a través de ensayos de laboratorio. La investigación se considera de carácter experimental debido a que se manipularon las variables a través de pruebas realizadas en un laboratorio de materiales.

Fuente propia

Diagrama de flujo de la investigación

Gráfico 1: Diagrama de flujo



Fuente: propia

Procedimientos

Obtención de información sobre residuos de concreto generados en laboratorios universitarios.

Se recopilará los datos de la cantidad de residuos de concreto que han generado dichas Universidades de Chiclayo para obtener volumen de cuanto han generado durante el ciclo de estudio. Para posteriormente triturar y generar un agregado reciclado que se reutilizará para elaborar adoquines de tipo peatonal.

Recolección y fragmentación de RCL

Se recolectará los RCL que hayan sido ensayados y desechados por las Universidades de Chiclayo para posteriormente llevarlos a un proceso de chancado y trituración. Finalmente, obtener dos tipos de agregados (grueso y fino) y realizar los debidos ensayos en laboratorio.

Imagen 18: residuos obtenidos de laboratorios



Fuente: propia

Luego de haber recogido muestras de residuos de laboratorio en las universidades, fueron trasladadas a domicilio para posteriormente realizar el proceso de chancado manual, en donde se utilizó las siguientes herramientas: bandeja de fierro, combas, palana, malla para tamizado 3/8" y N° 4 para adquirir y separar el árido fino del grueso.

Imagen 19: Trituración y tamizado del agregado reciclado



Fuente: propia

Ensayo de agregados naturales grueso y fino

Como primer paso se realizó el ensayo de Granulometría para el árido grueso y fino de procedencia natural. Contando con ayuda a la NTP 400.012, los tamices que se tomaron en cuenta para este ensayo fueron: Para el confitillo se escogió los tamices 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16 según la norma E-0.70 y para el árido fino se escogió las mallas 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100. Antes de escoger la muestra se hizo el procedimiento del cuarteo para escoger la muestra ideal para nuestro ensayo.

Imagen 20: Cuarteo del material grueso



Fuente propia

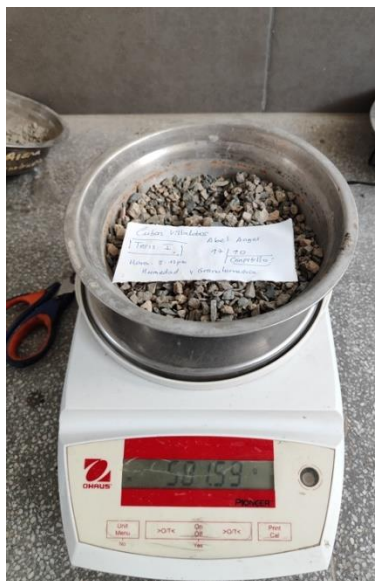
Imagen 21: Tamices para el ag. grueso



Fuente propia

Luego de haber escogido la parte óptima para trabajar, pesamos una cantidad de 500.20 gr para colocarlo en el horno por 24 horas, obteniendo un peso de 581.59 gr contando la tara.

Imagen 22: Pesa de muestra



Fuente propia

Realizamos el tamizado por cada una de las aberturas de los tamices y calculamos el peso retenido. Para posteriormente anotar en nuestra libreta y realizar los cálculos previos para obtener el Tamaño M y Tamaño MN.

Imagen 23: Peso quedado en los tamices

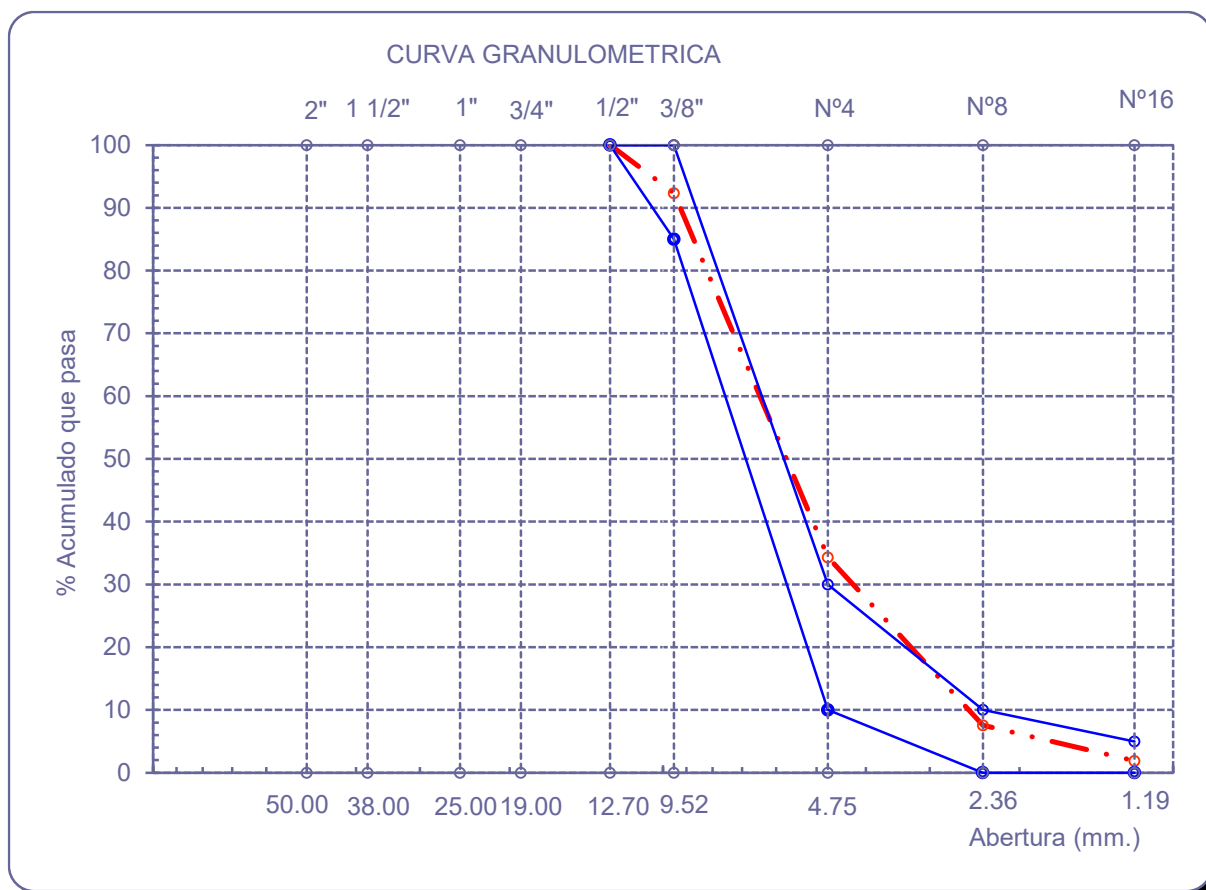
0



Fuente propia

Una vez pesado nuestro agregado atrapado por la malla de cada tamiz, anotamos en nuestra libreta, hallamos el TMN y TMN; así también, realizamos la curva granulométrica.

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa
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	38.3	7.7	7.7	92.3
Nº 04	4.75	289.7	58.0	65.7	34.3
Nº 08	2.36	133.6	26.8	92.4	7.6
Nº 16	1.19	28.4	5.7	98.1	1.9
Fondo		9.4	1.9	100.0	0.0
Tamaño Maximo			1/2"	25.00	
Tamaño Maximo Nominal			3/8"	19.00	



Ahora realizamos la granulometría del agregado fino, para este ensayo utilizamos 500 gr de arena. Como primer paso lavamos el material para quitarle un poco de polvo o finos y luego lo dejamos secar en el horno por 24 h.

Imagen 24: Realizamos el cuarteo



Fuente propia

Imagen 25: Lavado de la muestra



Fuente propia

Imagen 26: Tamices para el agregado fino



Fuente propia

Imagen 27: Filtrado de la arena



Fuente propia

Imagen 28: Pesos atrapados de AF



Fuente propia

Una vez pesado el agregado retenido de cada tamiz, anotamos en nuestra libreta, hallamos el MF y el espaciado de malla de referencia; así también, realizamos la curva granulométrica.

Ensayo de humedad de AG natural

Como primer paso se hizo el procedimiento del cuarteo para elegir la muestra óptima. Se midió una muestra de 500.20 gr sin contar el peso del recipiente.

Imagen 29: Muestra húmeda



Fuente propia

Nos dio un valor de 581.59 restando el peso de la tara tenemos como resultado 487.72 gr.

Imagen 30: Pesamos la muestra seca



Fuente propia

Ensayo de humedad de AF natural

Imagen 31: Pesamos 500 gr de agregado fino



Fuente propia

Imagen 32: Muestra en horno por 24 h



Fuente propia

Imagen 33: Peso de la muestra seca



Fuente propia

Ensayo de Peso U. suelto y compactado de AG

Para llevar a cabo este procedimiento, como primer paso se realizó el método del cuarteo para seleccionar la muestra óptima. Se utilizó como equipo y herramientas: molde cilindro, balanza, cucharón, bandeja, martillo de goma y varilla de acero. Para el ensayo de PUSS de agregado grueso:

Imagen 34: Peso de molde cilindro



Fuente propia

Imagen 35: P. de la muestra 1



Fuente propia

Imagen 36: P. con la muestra 2



Fuente propia

Imagen 37: Medida del molde cilindro



Fuente propia

Una vez calculado los dos pesos unitarios sueltos de ambas muestras, procedemos a tomar las medidas del armazón para calcular su volumen y así realizar los cálculos para hallar el valor del agregado grueso. Para el PU del agregado fino realizamos el mismo procedimiento que el anterior, para este caso ambas muestras nos salieron el mismo peso 1881.0 gr.

Imagen 38: Molde de la muestra llena en el molde



Fuente propia

Imagen 39: Peso de la muestra 1



Fuente propia

Para el ensayo de PUSC del material grueso y fino es el mismo procedimiento que el anterior, pero se realiza en 3 capas, realizando un varillado de 25 golpes y con el uso del martillo dando 15 golpes alrededor del molde.

Imagen 40: Varillado de la muestra en molde



Fuente propia

Imagen 41: Uso del martillo de goma



Fuente propia

Imagen 42: P. de ejemplo 1



Fuente propia

Imagen 43: Segunda muestra



Fuente propia

Imagen 44: Varillado de la muestra en molde



Fuente propia

Imagen 45: Muestra llena en el molde



Fuente propia

Imagen 46: Peso de la muestra 1



Fuente propia

Ensayo de P. específico y absorción de Ag. fino y grueso

Para llevar a cabo este procedimiento se necesitó 500 gr de arena, instrumento de medida en gramos, cucharón, rejilla, recipientes, horno y un picnómetro. Como primer paso se dejó saturando la arena gruesa en un balde con agua por 24h.

Imagen 47: Muestra saturada en agua por 24 h



Fuente propia

Imagen 48: Muestra extendida SSS



Fuente propia

Imagen 49: Muestra SSS



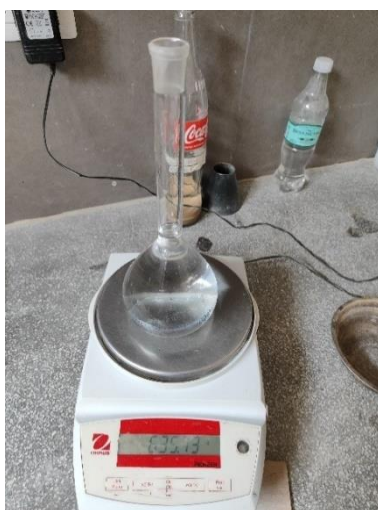
Fuente propia

Imagen 50: 500.07 gr de muestra SSS



Fuente propia

Imagen 51: Peso del picnómetro lleno de agua



Fuente propia

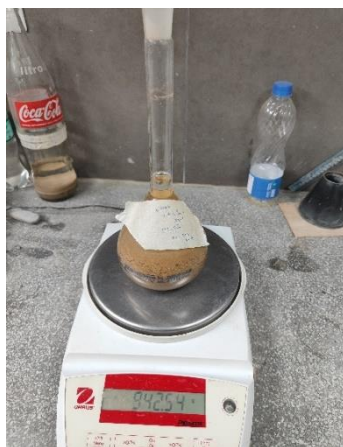
Imagen 52: Picnómetro con agua y muestra



Fuente propia

Una vez que el picnómetro esta con el material y el agua procedemos a agitar para quitar todas las burbujas posibles, finalmente lo dejamos reposar por 24 h.

Imagen 53: Peso de muestra y agua en el picnómetro



Fuente propia

Imagen 54: Retiramos el excedente de agua



Fuente propia

Imagen 55: Muestra seca luego de 24h en el horno



Fuente propia

Para realizar este procedimiento de p. específico del confitillo se necesitó: balanza, rejilla, balde con agua, recipientes. Como primer paso dejamos la muestra sumergida en agua por 24 h.

Imagen 56: Muestra sumergida por 24 horas



Fuente propia

Imagen 57: Muestra SSS de 502.02 gr



Fuente propia

Imagen 58: Peso de rejilla sumergido



Fuente propia

Imagen 59: Peso de la muestra sumergida



Fuente propia

Imagen 60: Peso de la tara



Fuente propia

Imagen 61: Peso de la muestra seca



Fuente propia

Elaboración de adoquines patrón

Como primer paso para elaborar los adoquines se tiene que realizar el ensayo de asentamiento o SLUMP en donde para nuestro caso es de 1 pulg; por consiguiente, realizaremos la medición de los pesos de todos los materiales a usar que se utilizarán para realizar este ensayo.

Imagen 62: Vertido de los materiales al trompo giratorio



Fuente: propia

Imagen 63: Ensayo de cono de Abrams



Fuente: propia

Para este ensayo los pasos son: Sostener con los pies las alas del cono para que no muevan, realizar el llenado en tres capas dando veinticinco golpes con una barra de acero, finalmente retirar el instrumento para medir el SLUMP.

Imagen 64: Asentamiento de 1 pulg



Fuente: propia

Una vez que tenemos el asentamiento requerido, procedemos a realizar la combinación de los insumos para 33 adoquines de concreto patrón. El procedo de vaciado es en dos capas, la primera a la mitad del espesor (2cm) y finalmente los otros 2cm sobrantes, incluyendo la vibración de la mesa vibratoria.

Imagen 65: Vaciado y vibrado de adoquín



Fuente: propia

Una vez que hemos vaciado todos los moldes, los dejamos reposar por 24 horas para que al siguiente día desencofremos y procedamos a curarlos.

Imagen 66: Curado de adoquines 7, 14 y 28 días



Fuente: propia

Ensayo de agregados reciclado grueso y fino

Como primer paso se realizó el ensayo de Granulometría tanto para el AG y AF de procedencia natural. Teniendo como ayuda a la NTP 400.012, los tamices que se tomaron en cuenta para este ensayo fueron: Para el confitillo se escogió los tamices 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16 según la norma E-0.70 y para el material fino se escogió las mallas 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100. Antes de escoger la muestra se realizó el proceso del cuarteo para así tomar la muestra ideal para nuestros ensayos.

Imagen 67: Cuarteo del agregado grueso



Fuente propia

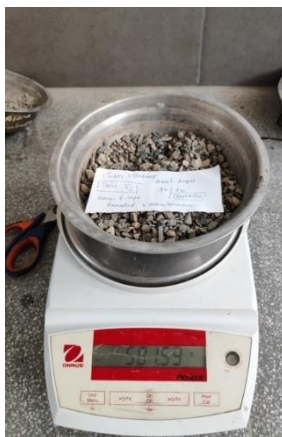
Imagen 68: Tamices para el agregado grueso



Fuente propia

Luego de haber escogido la parte óptima para trabajar, pesamos una cantidad de 501.13 gr para colocarlo en el horno por 24 horas, obteniendo un peso de 581.59 gr contando la tara.

Imagen 69: Pesamos la muestra



Fuente propia

Realizamos el tamizado por cada una de las aberturas de los tamices y calculamos el peso retenido. Para posteriormente anotar en nuestra libreta y realizar los cálculos previos para obtener el Tamaño M y TM Nominal.

Imagen 70: P. de la porción retenida en los tamices



Fuente propia

Una vez pesado el agregado atrapado por la malla de cada tamiz, anotamos en nuestra libreta, hallamos el TMN y TMN; así también, realizamos la curva granulométrica.

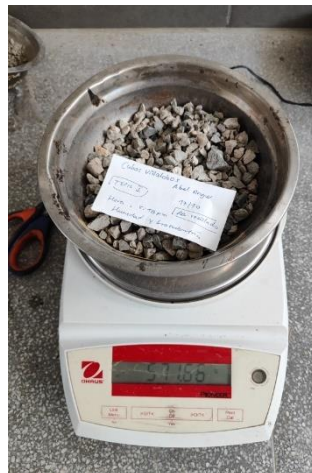
Ahora realizamos la granulometría del agregado fino, para este ensayo utilizamos 501.84 gr de arena. Como primer paso lo dejamos en la estufa por 24 h y obtuvimos un peso de 571.66 sumando el peso del recipiente.

Imagen 71: Peso muestra húmeda de AF reciclado



Fuente propia

Imagen 72: P. de parte seca incluyendo peso de recipiente



Fuente propia

Imagen 73: Cribado del ag. fino



Fuente propia

Imagen 74: Peso acumulados del ag. fino



Fuente propia

Una vez pesado el agregado retenido de cada tamiz, anotamos en nuestra libreta, hallamos el Módulo de Fineza y la abertura de malla de referencia; así también, realizamos la curva granulométrica.

Ensayo de humedad de AG reciclado

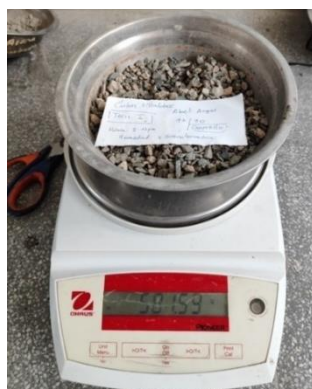
Para llevar a cabo este procedimiento, se desarrolló el método del cuarteo para seleccionar la parte óptima. Se pesó una muestra de 50 gr contando el peso del recipiente.

Imagen 75: Peso húmedo de AG reciclado



Fuente propia

Imagen 76: Pesamos la muestra seca



Fuente propia

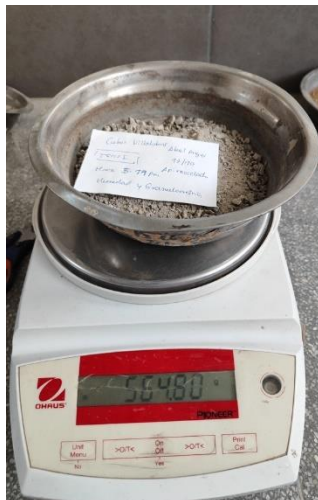
Ensayo de humedad de Agregado fino reciclado

Imagen 77: Pesamos 501.84 gr de AF reciclado



Fuente propia

Imagen 78: Peso del extracto seco después de 24 h más peso de recipiente



Fuente propia

Ensayo de PUS Suelto y Compactado de AG reciclado

Para realizar este ensayo, como primer paso se realizó el método del cuarteo para seleccionar la muestra óptima. Se utilizó como equipo y herramientas: molde cilindro, balanza, cucharón, bandeja, martillo de goma y varilla de acero. Para el método de PUSS de agregado grueso:

Imagen 79: Peso de molde cilindro



Fuente propia

Imagen 80: Primera muestra



Fuente propia

Imagen 81: Segunda muestra



Fuente propia

Imagen 82: Medida del molde cilindro



Fuente propia

Una vez calculado los dos pesos unitarios sueltos de ambas muestras, procedemos a tomar las medidas del armazón para calcular su volumen y así realizar los cálculos para hallar el PUS del agregado grueso. Para el P. unitario del AF realizamos el mismo procedimiento que el del agregado grueso.

Imagen 83: Peso de la muestra 1



Fuente propia

Imagen 84: Peso de la muestra 2



Fuente propia

Para el ensayo de PUSC del árido grueso y fino es el mismo procedimiento que el anterior, pero se realiza en 3 capas, realizando un varillado de 25 golpes y con el uso del martillo dando 15 golpes alrededor del molde.

Imagen 85: Peso de primera muestra



Fuente propia

Imagen 86: Peso de la primera muestra



Fuente propia

Imagen 87: Varillado de la muestra en molde



Fuente propia

Imagen 88: Peso muestra 1



Fuente propia

Imagen 89: Peso de la muestra 2



Fuente propia

Ensayo de P. específico y absorción de AF y AG reciclado

Para este procedimiento se necesitó 500 gramos de material fino reciclado, balanza, cucharón, rejilla, recipientes, horno y un picnómetro. Como primer paso se dejó saturando el material en un recipiente con agua por 24h.

Imagen 90: Muestra saturada en agua por 24 h



Fuente propia

Imagen 91: 501.15 gr de extracto SSS de AF reciclado



Fuente propia

Imagen 92: Peso de recipiente



Fuente propia

Imagen 93: Peso del picnómetro



Fuente propia

Imagen 94: Picnómetro con agua



Fuente propia

Una vez que el picnómetro esta con el material y el agua procedemos a agitar para quitar todas las burbujas posibles, finalmente lo dejamos reposar por 24 h.

Imagen 95: Retiramos el excedente de agua



Fuente propia

Imagen 96: Muestra seca luego de 24h en el horno



Fuente propia

Ensayo de abrasión o resistencia al desgaste. Tamaño menor por desgaste de la maquinaria de los Ángeles (NTP.400.019:2020)

Se realizó este ensayo para ambos agregados (natural y reciclado) donde para el agregado natural (confitillo) se tamizó por las mallas N°04 y N°08 para obtener un peso de 5001gr y llevarlo posteriormente al horno por 24 horas, para el agregado reciclado se tamizó por las mallas 1 pulgada, 3/4 pulgadas, 1/2" y 3/8", obteniendo en cada retenido (1253.32 gr, 1254.96 gr, 1251.98 gr, 1251.33 gr) de la misma manera se colocó en el horno por 24 horas.

Imagen 97: Tamices para agregado de gradación "D"



Fuente propia

Imagen 98: Peso total de la muestra húmeda - confitillo



Fuente propia

Imagen 99: Muestra en horno por 24h



Fuente propia

Imagen 100: Peso seco



Fuente propia

Imagen 101: Procedimiento en la máquina



Fuente propia

Imagen 102: Tamizado para eliminar finos



Fuente propia

Imagen 103: Peso final



Fuente propia

Finalmente realizando los cálculos obtenemos un 20.01% de desgaste para el agregado natural, cumpliendo con lo estipulado que dice la NTP 400.019 no más de 45%.

Imagen 104: Pesos retenidos de agregado reciclado



Fuente propia

Imagen 105: Muestra seco



Fuente propia

Imagen 106: Peso final*Fuente propia*

Ensayo para hallar la presencia de sales solubles - NTP.399.152.

Para este procedimiento, se usó como referencia a la norma mencionada con el fin de darnos los parámetros para tener en cuenta el uso del agregado que utilizaremos. Por lo que, para el agregado fino reciclado obtuvimos un total de 2000 ppm, siendo un 0.2% de contenido sales y por el AG reciclado obtuvimos un total de 2000 ppm, siendo también un 0.2%. Por lo tanto, nos indica que este agregado no presenta exceso de sales, por lo que es apto para el uso.

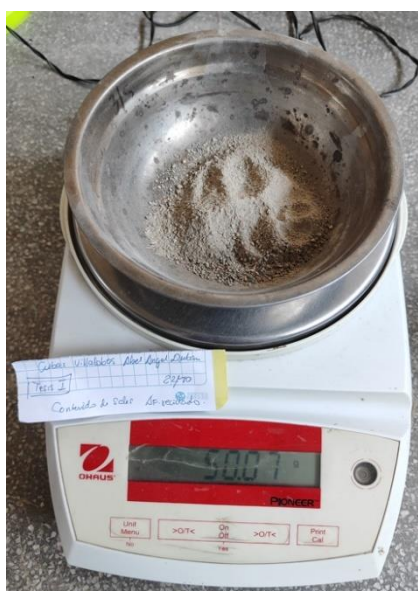
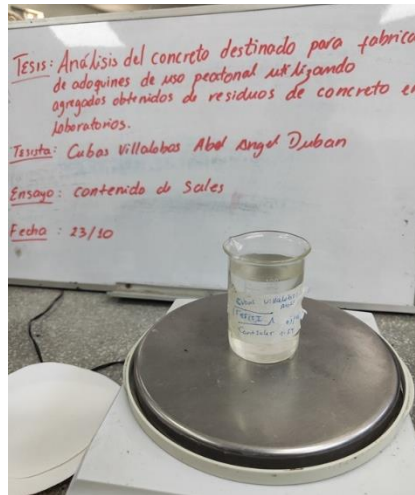
Imagen 107: Peso de AF reciclado*Fuente propia*

Imagen 108: Peso de AG reciclado



Fuente propia

Imagen 109: 100 ml de agua destilada para muestras



Fuente propia

Imagen 110: Muestra más agua destilada



Fuente propia

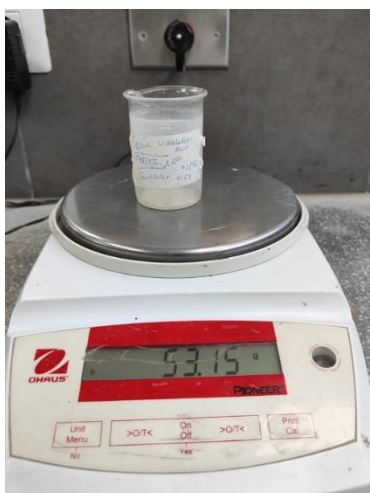
Con ayuda de un papel filtro y un embudo, procedemos a filtrar la muestra hasta obtener 100 ml en el beaker. Finalmente, obtuvimos 53.15 gr para el agregado grueso y para el agregado fino 56.76 gr.

Imagen 111: Muestra en el horno por 24 h



Fuente propia

Imagen 112: Peso de sales de AG reciclado



Fuente propia

Imagen 113: Peso de sales de AF reciclado



Fuente propia

Fabricación de adoquines con Ag. reciclado y aditivo

Luego de haber realizado los respectivos ensayos de los agregados reciclados, procedemos a realizar nuestro diseño de mezcla para finalmente elaborar nuestros adoquines con AR (50% de AR fino y grueso y 50% de agregado natural, 100% AR, 50% AR + aditivo y 100% AR + aditivo).

Imagen 114: Mezclado de los agregados reciclados



Fuente propia

Imagen 115: Verificación de slump 1”



Fuente propia

Imagen 116: Vaciado y vibrado de adoquines



Fuente propia

Imagen 117: Obtención de adoquines reciclados



Fuente propia

Resultados y discusión

Resultados

Obtención de la cantidad de agregados a partir del número de testigos, vigas, adoquines y cubos de concreto

Se realizó como primer paso la recolección de los RCL, seleccionando a criterio los desechos que la moto carguera pueda transportar y así obtuvimos estos datos.

Tabla 20: N° de probetas de concreto

Universidad	N°
USS	45
UCV	38
USAT	42
USMP	36
UTP	40

Fuente propia

Tabla 21: N° de viguetas de concreto

Universidad	N°
USS	36
UCV	33
USAT	34
USMP	45
UTP	37

Fuente propia

Tabla 22: N° de adoquines de concreto

Universidad	N°
USS	28
UCV	24
USAT	23
USMP	30
UTP	25

Fuente propia

Tabla 23: N° de cubos de mortero

Universidad	N°
USS	28
UCV	24
USAT	23
USMP	30
UTP	25

Fuente propia

Sabiendo las dimensiones y peso específico del concreto, además de realizar el pesaje de la mayoría de los escombros, obtuvimos un total de 989.852 kg en probetas, 1642.919 kg en viguetas, 107.206 kg en adoquines y finalmente 9.520 kg en los cubos de mortero.

Tabla 24: Pesos totales de agregados obtenidos por RCL

Elemento	Peso total	Af	Ag
Probetas	989.852 kg	445.433 kg	200.445 kg
Viguetas	1642.919 kg	739.314 kg	332.691 kg
Adoquines	107.206 kg	48.243 kg	21.709 kg
Cubos	9.520 kg	9.434 kg	-
Total	2749.497 kg	1242.424 kg	554.845 kg

Fuente propia

Imagen 118: Peso de probeta



Fuente propia

Imagen 119: Peso de vigueta



Fuente propia

Granulometría de los AF y AG naturales

Para el confitillo se optó elegirlo de las canteras principales de Lambayeque, tomando así la Cantera de La Victoria ubicada en el distrito de Pátapo en donde realizando el análisis de granulometría, encontrándose así dentro de los rangos de uso para la obtención de éste y proceder a la fabricación de adoquines.

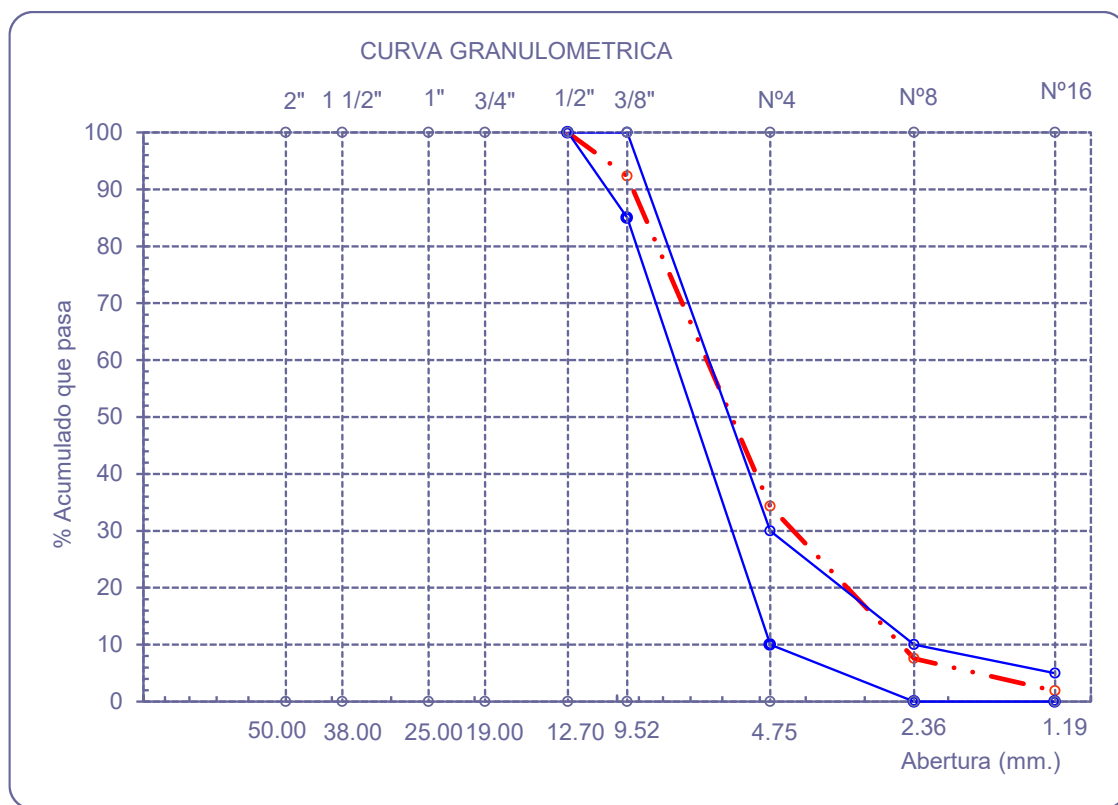
Como resultado obtenemos que para nuestro confitillo obtuvimos un TM de 1/2" y TMN de 3/8".

Tabla 25: Resultados del Ag. Grueso natural

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa
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	38.3	7.7	7.7	92.3
Nº 04	4.75	289.7	58.0	65.7	34.3
Nº 08	2.36	133.6	26.8	92.4	7.6
Nº 16	1.19	28.4	5.7	98.1	1.9
Fondo		9.4	1.9	100.0	0.0
Tamaño Maximo			1/2"	12.70	
Tamaño Maximo Nominal			3/8"	9.52	

Fuente propia

Gráfico 2: Curva del Ag. Grueso natural



Fuente propia

Para el agregado fino se escogió por el material proveniente de la Cantera Tres Tomas del distrito de Mesones Muro, obteniendo así un Módulo de Fineza de 3.1.

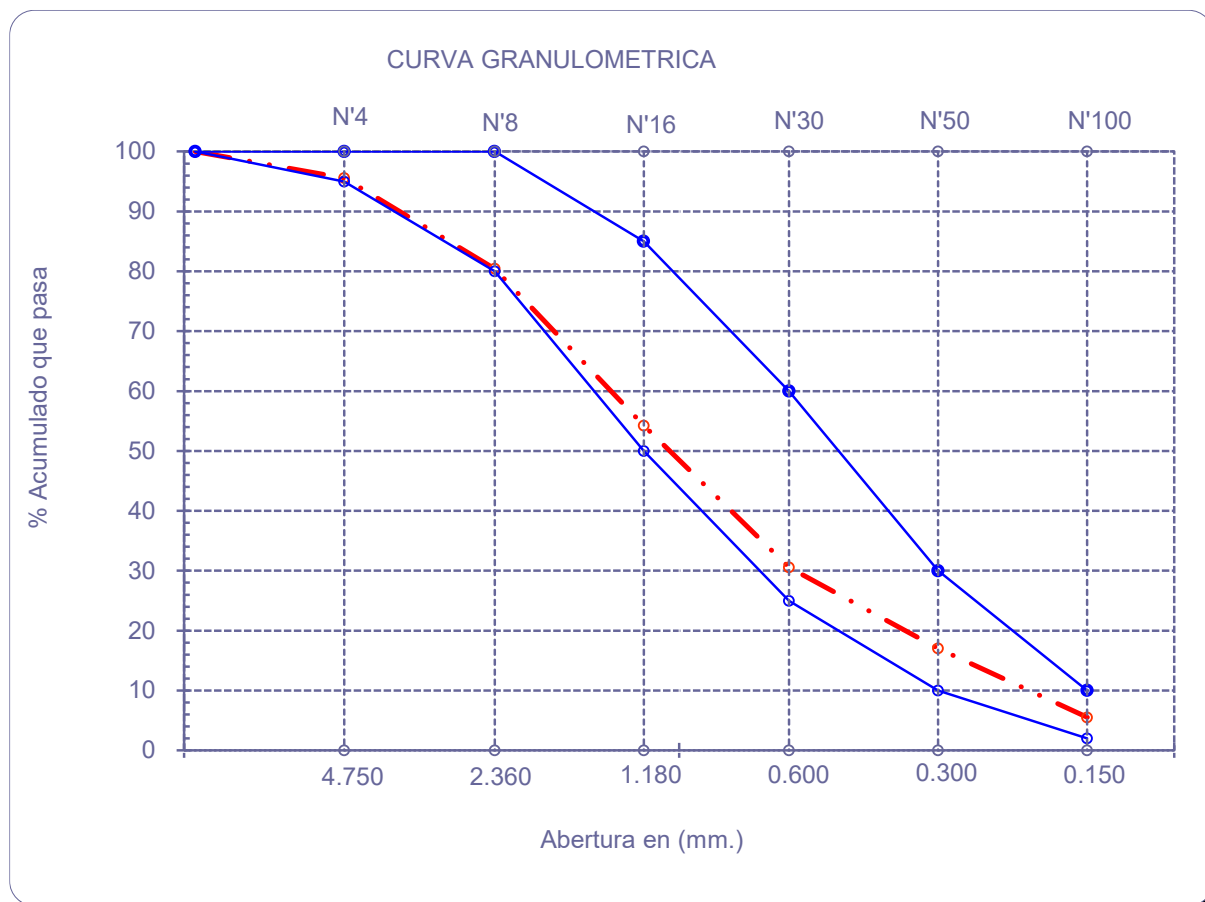
Tabla 26: Resultados del Ag. Fino natural

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
Nº 04	4.750	22.1	4.4	4.4	95.6
Nº 08	2.360	75.54	15.1	19.6	80.4
Nº 16	1.180	130.64	26.2	45.8	54.2
Nº 30	0.600	118.22	23.7	69.4	30.6
Nº 50	0.300	67.49	13.5	83.0	17.0
Nº 100	0.150	57.5	11.5	94.5	5.5
Fondo		1.82	0.4	94.9	5.1
Módulo de Fineza				3.100	
Abertura de malla de referencia				4.750	

Fuente propia

Podemos observar que el mayor porcentaje de retenido es del 26.2% referente al tamiz N° 16 comparando a la norma que como máximo es de 45%.

Gráfico 3: Curva del Ag. Fino natural



Fuente propia

Ensayo de humedad de Af y Ag naturales

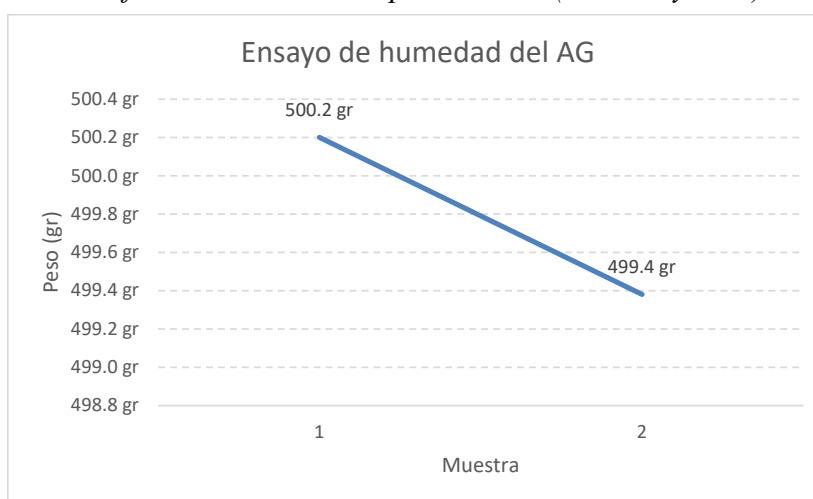
Para este presente ensayo se afianzó en la norma seleccionada, en donde obtuvimos como resultado para el agregado grueso un 0.16% y para el agregado fino un 2.84%.

Tabla 27: Humedad del AG natural

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.2	500.2
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	499.38	499.38
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.16	

Fuente propia

Gráfico 4: Variación de peso del AG (húmedo y seco)



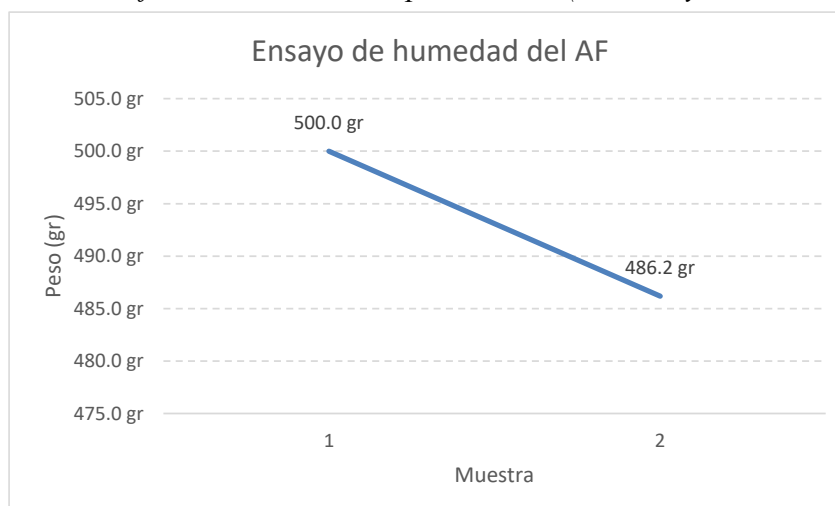
Fuente propia

Tabla 28: Humedad del Ag. Fino natural

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	486.2	486.2
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	2.8	2.8
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.84	

Fuente propia

Gráfico 5: Variación de peso del AF (húmedo y seco)



Fuente propia

Ensayo de PUSS y PUSC de los agregados naturales

Así pues, se detalla el procedimiento correspondiente del ensayo de PUSC y PUSS de los agregados naturales.

Tabla 29: PUS suelto del Ag. Grueso natural

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17380.0	17370.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		7240	7230
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1366	1364
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1363	

Fuente propia

Tabla 30: Peso unitario suelto del Ag. Fino natural

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17730.0	17720.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10270.0	10270.0
3.- Peso del material		7460	7450
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1408	1406
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1406.60	

Fuente propia

Tabla 31: PUS compactado del AF natural

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18500.0	18490.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		8360	8350
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1577	1575
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1574	

Fuente propia

Tabla 32: PUS compactado del AG natural

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18450.0	18460.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10270.0	10270.0
3.- Peso del material		8180	8190
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1543	1545
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1544	

Fuente propia

Ensayo de P. específico y absorción de los agregados naturales

Así pues, se muestra el procedimiento correspondiente del ensayo de P. específico y % absorción del AG natural.

Tabla 33: P. específico y % abs del Ag. Grueso natural

I.- Datos.

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	(g)	502.2	502.2
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	1252.3	1252.3
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	(g)	814.84	814.84
4.- Peso del Agua.	(g)	437.46	437.46
5.- Peso sumergido	(g)	312.6	312.6
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del recipient	(g)	530.44	530.44
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	(g)	477.5	477.5

II .- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.519
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.649
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.571
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	5.17

Fuente propia

Así pues, se muestra el cálculo correspondiente del procedimiento de P.E y absorción del AF natural.

Tabla 34: P.E y absorción del AF natural

I .- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Pesc	(g)	942.5	942.5
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	638.09	638.09
3.- Peso del Agua	(g)	304.45	304.45
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	627.86	627.86
5.- Peso del Frasco	(g)	138.09	138.09
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	490	490
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II .- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm3)	2.505
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm3)	2.557
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm3)	2.643
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	2.09

Fuente propia

Granulometría de los agregados reciclados

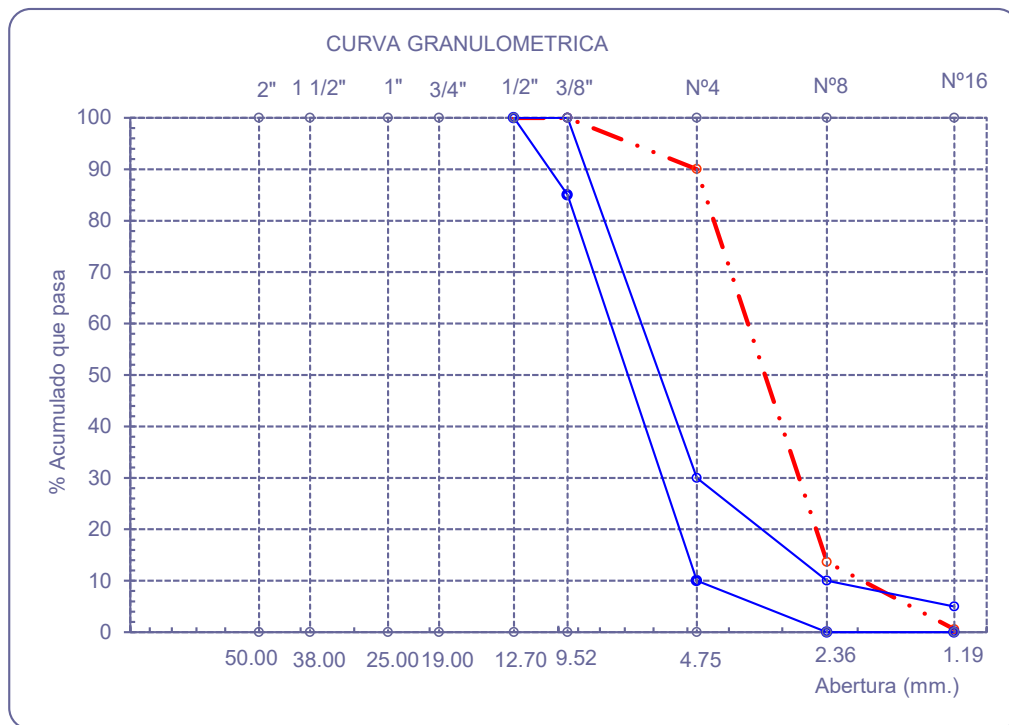
Se realizó el análisis de granulometría para los agregados obtenidos del proceso de chancado, desgranado de los residuos de laboratorio, obteniendo como resultado que para el confitillo reciclado obtuvimos un TM de 3/4" y TMN de 3/4".

Tabla 35: Granulometría del Ag. Grueso reciclado

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa
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	4.2	0.9	0.9	99.1
3/8"	9.52	44.2	9.1	10.0	90.0
Nº 04	4.75	370.2	76.4	86.4	13.6
Nº 08	2.36	63.4	13.1	99.4	0.6
Nº 16	1.19	0.9	0.2	99.6	0.4
Fondo		1.9	0.4	100.0	0.0
Tamaño Maximo			3/4"	19.00	
Tamaño Maximo Nominal			1/2"	12.70	

Fuente propia

Gráfico 6: Curva del AG reciclado



Fuente propia

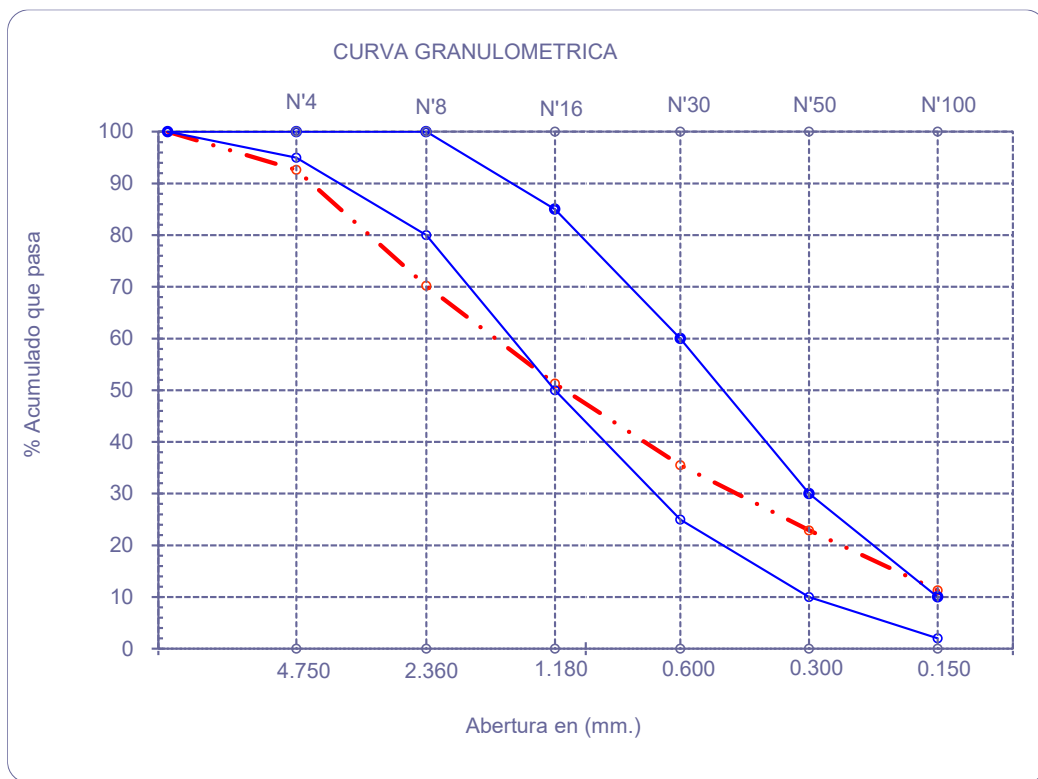
Para nuestro agregado fino reciclado obtuvimos un Módulo de Fineza de 3.162 excediendo el límite permisible (3.1).

Tabla 36: Granulometría del Ag. Fino reciclado

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
Nº 04	4.750	35.24	7.4	7.4	92.6
Nº 08	2.360	107.23	22.4	29.8	70.2
Nº 16	1.180	90.37	18.9	48.7	51.3
Nº 30	0.600	75.46	15.8	64.5	35.5
Nº 50	0.300	60.23	12.6	77.1	22.9
Nº 100	0.150	55.5	11.6	88.7	11.3
Fondo		28.74	6.0	94.7	5.3
Módulo de Fineza				3.162	
Abertura de malla de referencia				4.750	

Fuente propia

Gráfico 7: Curva del AF reciclado



Fuente propia

Ensayo de humedad de los AG y AF reciclados

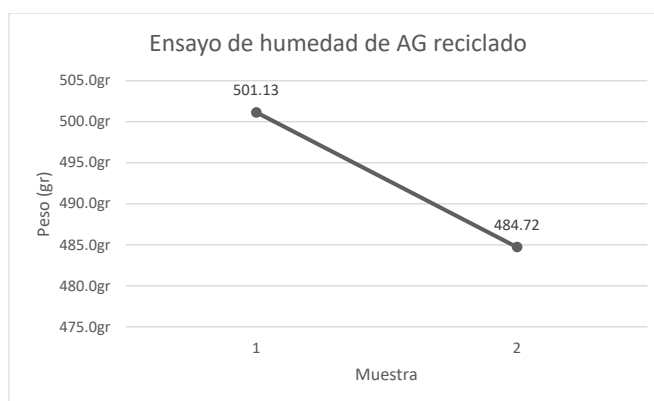
Para este presente ensayo se afianzó en la norma seleccionada, en donde obtuvimos como resultado para el AG un 3.39% y para el AF un 5.00%.

Tabla 37: Humedad del Ag. Grueso reciclado

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	501.13	501.13
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	485	484.72
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	3.4	3.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	3.39	

Fuente propia

Gráfico 8: Variación de peso del agregado grueso reciclado (húmedo y seco)



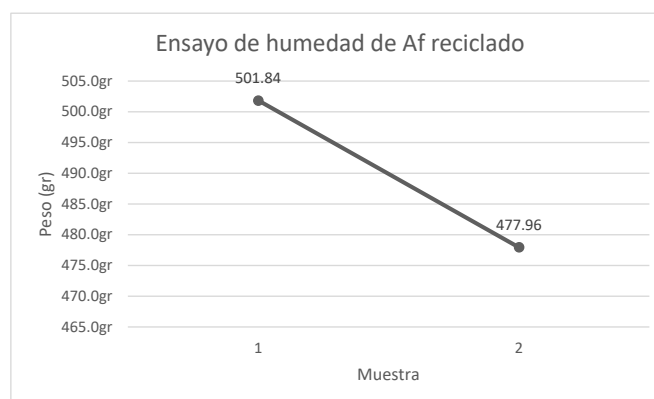
Fuente propia

Tabla 38: Humedad del AF reciclado

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	501.84	501.84
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	477.96	477.96
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	5.0	5.0
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	5.00	

Fuente propia

Gráfico 9: Variación de peso del AG (húmedo y seco)



Fuente propia

Ensayo de PUSS y PUSC de los agregados naturales

Así pues, se muestra el cálculo correspondiente del método de PUSS y PUSC de los agregados reciclados.

Tabla 39: PUSS del Ag. Grueso natural

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	16720.0	16730.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		6580	6590
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1241.5	1243.4
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1202	

Fuente propia

Tabla 40: PUSS del Ag. Fino natural

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17850.0	17840.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		7710	7700
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1455	1453
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1453.77	

Fuente propia

Tabla 41: PUSC del Ag. Fino natural

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18980.0	18990.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		8840	8850
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1668	1670
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1668.87	

Fuente propia

Tabla 42: PUSC del Ag. Grueso natural

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17810.0	17800.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		7670	7660
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1447.2	1445.3
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1399	

Fuente propia

Ensayo de P. específico y absorción de los agregados reciclados

Así pues, se muestra el cálculo correspondiente del procedimiento de P. específico y absorción del AG reciclado.

Tabla 43: P.E y % abs del Ag. Grueso reciclado

I.- Datos.

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	(g)	500.5	500.5
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	1236.47	1236.47
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	(g)	797.26	797.26
4.- Peso del Agua.	(g)	439.21	439.21
5.- Peso sumergido	(g)	296.8	296.8
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del recipiente	(g)	508.98	508.98
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	(g)	458.6	458.6

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.252
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.458
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.931
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	9.13

Fuente propia

Así pues, se muestra el análisis correspondiente del ensayo de P.E y absorción del AF reciclado.

Tabla 44: P.E y % abs del AF reciclado

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso c	(g)	951.9	951.9
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	646.39	646.39
3.- Peso del Agua	(g)	305.55	305.55
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	636.16	636.16
5.- Peso del Frasco	(g)	146.39	146.39
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	490	490
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.519
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.571
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.659
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	2.09

Fuente propia

Ensayo de abrasión para AG (desgaste en agregados e impacto en la máquina de Los Ángeles)

Para este procedimiento, se usó los agregados provenientes de la etapa de trituración de los RCL, en donde se obtuvo un valor de 20.10% de desgaste por abrasión para el agregado grueso natural (confitillo) y para el agregado grueso reciclado un valor de 21.31%, los cuales se comparó con la NTP 400.020 y NTP 400.038 donde dice que no debe exceder el 50% de desgaste. Para este ensayo se optó la graduación tipo "D" para el AG natural y el tipo "A" para el AG reciclado.

Tabla 45: Porcentaje de desgaste de AG natural

ENSAYO N°1	1
GRADUACIÓN	"D"
ESFERAS	6
PESO TOTAL	5001
N°4 - N°8	5001
PESO SECO	4990
VUELTAS	500
N°10	3987
PESO FINAL	3987
% DESGASTE	20.10%

Fuente propia

Tabla 46: Porcentaje de desgaste de AG reciclado

ENSAYO N°1	2
GRADUACIÓN	"A"
ESFERAS	12
1 1/2" - 1"	1253.32
1" - 3/4"	1254.96
3/4" - 1/2"	1251.98
1/2" - 3/8"	1251.33
PESO TOTAL	5011.59
PESO SECO	4618
VUELTAS	500
N°10	3634
PESO FINAL	3634
% DESGASTE	21.31%

Fuente propia

Ensayo para hallar la cantidad de sales solubles totales

Para este presente ensayo, se afianzo en la norma NTP 399.152 con el objetivo de darnos una advertencia sobre el empleo de estos agregados reciclados. Siendo así, que nuestra muestra de Ag grueso reciclado nos da un total de 2000 ppm, siendo el 0.2% de sales, por otro lado, el extracto de Ag fino reciclado también nos arroja un valor de 0.2% de sales. Por lo que nos indica que este material esta por abajo del límite permisible por lo que es apropiado para la fabricación de adoquines de tipo peatonal.

Tabla 47: Método para determinar el contenido de sales del AR

		Ag Grueso re	Ag Fino re
solubles totales	ppm	2000	2000
	%	0.2	0.2

Fuente propia

Sinópsis de Diseño de mezcla para adoquines con resistencia de 320 kg/cm²

Se muestra el resumen de la cantidad de los agregados (kg) utilizados para la elaboración de los 105 adoquines de concreto para uso peatonal.

Tabla 48: Cantidad de materiales para los 105 adoquines de concreto

Material	DISEÑO DE MEZCLA PARA 105 ADOQUINES F'C=320 kg/cm ²					Total
	0%	50 %AR	100 %AR	50 %AR + AD	100 %AR + AD	
Cemento	10.771 Kg	10.771 Kg	10.771 Kg	10.771 Kg	10.771 Kg	53.856 Kg
Agregado grueso natural	16.370 Kg	8.185 Kg	-	8.185 Kg	-	32.741 Kg
Agregado fino natural	23.000 Kg	11.004 Kg	-	11.004 Kg	-	45.009 Kg
Agregado grueso reciclado	-	8.448 Kg	22.135 Kg	8.448 Kg	22.135 Kg	61.167 Kg
Agregado fino reciclado	-	11.235 Kg	16.587 Kg	11.235 Kg	16.587 Kg	55.644 Kg
Agua efectiva	4.000 Lt	5.401 Lt	5.378 Lt	5.401 Lt	5.378 Lt	4.000 Lt
Aditivo	-	-	-	0.063 Lt	0.063 Lt	-

Fuente propia

Tolerancia dimensional de adoquines

La tolerancia en estos casos (adoquines) para el largo, ancho y espesos está en “mm” según la NTP 399.611, en donde para el largo y ancho la tolerancia es ± 1.6 y para el espesor ± 3.2 . Así mismo, se realizó esta verificación en nuestra investigación, en donde de acuerdo con lo estipulado en la norma, la Tabla 49, Tabla 50 y Tabla 51 cumplen con los parámetros establecidos.

Imagen 120: Toma de medida de espesor



Fuente propia

Imagen 121: Toma de medida de largo



Fuente propia

Tabla 49: Tolerancia en las dimensiones para adoquines patrón

N°	Elemento	% de reemplazo	Días	Fecha		Dimensiones			Dimensiones estándar			Tolerancia			Verificaciones			Peso (gr)
				Moldeo	Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	
1	P-1	0%	7 días	06-Nov	13-Nov	20.02	10.03	3.98	20.00	10.00	4.00	0.20	0.30	0.20	Cumple	Cumple	Cumple	1829
2	P-2			06-Nov	13-Nov	20.00	10.02	4.22	20.00	10.00	4.00	0.00	0.20	2.20	Cumple	Cumple	Cumple	1959
3	P-3			06-Nov	13-Nov	20.10	9.92	4.05	20.00	10.00	4.00	1.00	0.80	0.50	Cumple	Cumple	Cumple	1937
4	P-4	0%	28 días	06-Nov	03-Dic	20.09	10.09	3.97	20.00	10.00	4.00	0.90	0.90	0.30	Cumple	Cumple	Cumple	1891
5	P-5			06-Nov	03-Dic	20.04	9.94	3.85	20.00	10.00	4.00	0.40	0.60	1.50	Cumple	Cumple	Cumple	1751
6	P-6			06-Nov	03-Dic	20.09	10.12	4.19	20.00	10.00	4.00	0.90	1.20	1.90	Cumple	Cumple	Cumple	2042
7	P-7	0%	14 días	06-Nov	21-Nov	20.05	9.99	3.83	20.00	10.00	4.00	0.50	0.10	1.70	Cumple	Cumple	Cumple	1769
8	P-8			06-Nov	21-Nov	20.00	9.87	4.05	20.00	10.00	4.00	0.00	1.30	0.50	Cumple	Cumple	Cumple	1910
9	P-9			06-Nov	21-Nov	20.04	9.97	3.88	20.00	10.00	4.00	0.40	0.30	1.20	Cumple	Cumple	Cumple	1880
10	P-10	0%	28 días	06-Nov	05-Dic	20.05	9.99	4.12	20.00	10.00	4.00	0.50	0.10	1.20	Cumple	Cumple	Cumple	1890
11	P-11			06-Nov	05-Dic	19.98	9.98	3.91	20.00	10.00	4.00	0.20	0.20	0.90	Cumple	Cumple	Cumple	1869
12	P-12			06-Nov	05-Dic	20.07	10.11	3.99	20.00	10.00	4.00	0.70	1.10	0.10	Cumple	Cumple	Cumple	1877
13	P-13	0%	28 días	24-Oct	21-Nov	20.00	9.90	4.13	20.00	10.00	4.00	0.00	1.00	1.30	Cumple	Cumple	Cumple	1870
14	P-14			24-Oct	21-Nov	19.95	10.05	3.91	20.00	10.00	4.00	0.50	0.50	0.90	Cumple	Cumple	Cumple	1973
15	P-15			24-Oct	21-Nov	20.00	9.91	3.82	20.00	10.00	4.00	0.00	0.90	1.80	Cumple	Cumple	Cumple	1806
16	P-16	0%	28 días	11-Abr	09-May	20.01	10.00	3.76	20.00	10.00	4.00	0.10	0.00	2.40	Cumple	Cumple	Cumple	1932.3
17	P-17			11-Abr	09-May	20.01	10.00	3.80	20.00	10.00	4.00	0.10	0.00	2.00	Cumple	Cumple	Cumple	1715
18	P-18			11-Abr	09-May	20.02	10.10	4.10	20.00	10.00	4.00	0.20	1.00	1.00	Cumple	Cumple	Cumple	1730.9

Fuente propia

Tabla 50: Tolerancia dimensional para adoquines con 50% AR

N°	Elemento	% de reemplazo	Días	Fecha		Dimensiones			Dimensiones estándar			Tolerancia			Verificaciones			Peso (gr)
				Moldeo	Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	
1	50 % - 1	50%	7 días	06-Nov	13-Nov	20.10	10.11	4.23	20.00	10.00	4.00	1.00	1.05	2.30	Cumple	Cumple	Cumple	1849
2	50 % - 2			06-Nov	13-Nov	20.05	10.09	4.12	20.00	10.00	4.00	0.50	0.90	1.17	Cumple	Cumple	Cumple	1801
3	50 % - 3			06-Nov	13-Nov	20.10	10.14	4.13	20.00	10.00	4.00	1.00	1.40	1.32	Cumple	Cumple	Cumple	1806
4	50 % - 4	50%	14 días	06-Nov	21-Nov	20.10	10.07	3.93	20.00	10.00	4.00	1.00	0.70	0.66	Cumple	Cumple	Cumple	1755
5	50 % - 5			06-Nov	21-Nov	20.09	10.01	3.96	20.00	10.00	4.00	0.90	0.14	0.38	Cumple	Cumple	Cumple	1740
6	50 % - 6			06-Nov	21-Nov	20.10	10.03	3.76	20.00	10.00	4.00	1.00	0.30	2.42	Cumple	Cumple	Cumple	1628
7	50 % - 7	50%	28 días	06-Nov	03-Dic	20.05	10.13	3.91	20.00	10.00	4.00	0.50	1.30	0.88	Cumple	Cumple	Cumple	1780
8	50 % - 8			06-Nov	03-Dic	20.10	10.03	3.81	20.00	10.00	4.00	1.00	0.30	1.89	Cumple	Cumple	Cumple	1631
9	50 % - 9			06-Nov	03-Dic	20.10	10.00	3.77	20.00	10.00	4.00	1.00	0.00	2.34	Cumple	Cumple	Cumple	1702
10	50 % - 10	50%	28 días	06-Nov	05-Dic	20.15	9.99	3.85	20.00	10.00	4.00	1.50	0.10	1.50	Cumple	Cumple	Cumple	1692
11	50 % - 11			06-Nov	05-Dic	20.00	10.03	4.24	20.00	10.00	4.00	0.00	0.30	2.40	Cumple	Cumple	Cumple	1896
12	50 % - 12			06-Nov	05-Dic	20.03	10.03	4.09	20.00	10.00	4.00	0.30	0.30	0.90	Cumple	Cumple	Cumple	1794
13	50 % - 13	50%	28 días	24-Oct	21-Nov	19.95	10.05	3.85	20.00	10.00	4.00	0.50	0.50	1.50	Cumple	Cumple	Cumple	1925
14	50 % - 14			24-Oct	21-Nov	19.97	9.95	3.93	20.00	10.00	4.00	0.30	0.50	0.70	Cumple	Cumple	Cumple	1813
15	50 % - 15			24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.26	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	2.60	Cumple	Cumple	Cumple	1992
16	50 % - 16	50%	28 días	11-Abr	09-May	20.05	10.04	3.79	20.00	10.00	4.00	0.50	0.40	2.10	Cumple	Cumple	Cumple	1648.8
17	50 % - 17			11-Abr	09-May	20.11	10.07	3.89	20.00	10.00	4.00	1.10	0.70	1.10	Cumple	Cumple	Cumple	1737.6
18	50 % - 18			11-Abr	09-May	20.11	9.96	4.10	20.00	10.00	4.00	1.10	0.40	1.00	Cumple	Cumple	Cumple	1843.8

Fuente propia

Tabla 51: Tolerancia dimensional para adoquines con 100 % AR

N°	Elemento	% de reemplazo	Días	Fecha		Dimensiones			Dimensiones estándar			Tolerancia			Verificaciones			Peso (gr)
				Moldeo	Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	
1	100% - 1	100%	14 días	06-Nov	21-Nov	20.15	10.09	3.73	20.00	10.00	4.00	1.50	0.90	2.70	Cumple	Cumple	Cumple	1589
2	100% - 2			06-Nov	21-Nov	20.09	10.15	4.23	20.00	10.00	4.00	0.90	1.50	2.30	Cumple	Cumple	Cumple	1800
3	100% - 3			06-Nov	21-Nov	20.10	10.16	4.02	20.00	10.00	4.00	1.00	1.60	0.20	Cumple	Cumple	Cumple	1794
4	100% - 4	100%	7 días	06-Nov	13-Nov	20.12	9.90	3.87	20.00	10.00	4.00	1.20	1.00	1.30	Cumple	Cumple	Cumple	1742
5	100% - 5			06-Nov	13-Nov	20.08	10.05	4.17	20.00	10.00	4.00	0.80	0.50	1.70	Cumple	Cumple	Cumple	1831
6	100% - 6			06-Nov	13-Nov	20.15	10.13	3.98	20.00	10.00	4.00	1.50	1.30	0.20	Cumple	Cumple	Cumple	1747
7	100% - 7	100%	28 días	06-Nov	05-Dic	20.09	10.16	4.30	20.00	10.00	4.00	0.90	1.60	3.00	Cumple	Cumple	Cumple	1871
8	100% - 8			06-Nov	05-Dic	20.10	9.99	4.11	20.00	10.00	4.00	1.00	0.10	1.10	Cumple	Cumple	Cumple	1775
9	100% - 9			06-Nov	05-Dic	20.09	10.12	4.02	20.00	10.00	4.00	0.90	1.20	0.20	Cumple	Cumple	Cumple	1747
10	100% - 10	100%	28 días	06-Nov	03-Dic	20.10	10.04	4.22	20.00	10.00	4.00	1.00	0.40	2.20	Cumple	Cumple	Cumple	1795
11	100% - 11			06-Nov	03-Dic	20.10	10.02	4.09	20.00	10.00	4.00	1.00	0.20	0.90	Cumple	Cumple	Cumple	1773
12	100% - 12			06-Nov	03-Dic	20.11	10.05	4.07	20.00	10.00	4.00	1.10	0.50	0.70	Cumple	Cumple	Cumple	1800
13	100% - 13	100%	28 días	24-Oct	21-Nov	20.00	10.05	3.82	20.00	10.00	4.00	0.00	0.50	1.80	Cumple	Cumple	Cumple	1872
14	100% - 14			24-Oct	21-Nov	19.95	10.00	3.79	20.00	10.00	4.00	0.50	0.00	2.10	Cumple	Cumple	Cumple	1871
15	100% - 15			24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	3.92	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.80	Cumple	Cumple	Cumple	1962
16	100% - 16	100%	28 días	11-Abr	09-May	20.11	10.00	4.32	20.00	10.00	4.00	1.10	0.00	3.20	Cumple	Cumple	Cumple	2006
17	100% - 17			11-Abr	09-May	20.16	10.00	4.21	20.00	10.00	4.00	1.60	0.00	2.10	Cumple	Cumple	Cumple	1938.7
18	100% - 18			11-Abr	09-May	20.12	10.05	4.20	20.00	10.00	4.00	1.20	0.50	2.00	Cumple	Cumple	Cumple	2063

Fuente propia

Tabla 52: Tolerancia dimensional para adoquines con 50 % AR + AD

N°	Elemento	% de reemplazo	Días	Fecha			Dimensiones			Dimensiones estándar			Tolerancia			Verificaciones			Peso (gr)
				Moldeo	Rotura		Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	
1	50% + AD - 1	50% + AD	14 días	07-Nov	21-Nov		19.99	9.90	4.15	20.00	10.00	4.00	0.10	1.00	1.50	Cumple	Cumple	Cumple	1904
2	50% + AD - 2			07-Nov	21-Nov		20.00	9.89	3.71	20.00	10.00	4.00	0.00	1.10	2.90	Cumple	Cumple	Cumple	1732
3	50% + AD - 3			07-Nov	21-Nov		19.99	10.10	3.75	20.00	10.00	4.00	0.10	1.00	2.50	Cumple	Cumple	Cumple	1821
4	50% + AD - 4	50% + AD	28 días	07-Nov	05-Dic		19.90	9.89	4.26	20.00	10.00	4.00	1.00	1.10	2.60	Cumple	Cumple	Cumple	1940
5	50% + AD - 5			07-Nov	05-Dic		19.97	9.95	4.29	20.00	10.00	4.00	0.30	0.50	2.90	Cumple	Cumple	Cumple	1840
6	50% + AD - 6			07-Nov	05-Dic		20.06	9.99	4.27	20.00	10.00	4.00	0.60	0.10	2.70	Cumple	Cumple	Cumple	1864
7	50% + AD - 7	50% + AD	7 días	07-Nov	14-Nov		19.99	9.90	3.85	20.00	10.00	4.00	0.10	1.00	1.50	Cumple	Cumple	Cumple	1810
8	50% + AD - 8			07-Nov	14-Nov		20.05	10.01	4.10	20.00	10.00	4.00	0.50	0.10	1.00	Cumple	Cumple	Cumple	1887
9	50% + AD - 9			07-Nov	14-Nov		20.00	10.05	4.21	20.00	10.00	4.00	0.00	0.50	2.10	Cumple	Cumple	Cumple	1797
10	50% + AD - 10	50% + AD	28 días	07-Nov	03-Dic		20.05	9.89	4.05	20.00	10.00	4.00	0.50	1.10	0.50	Cumple	Cumple	Cumple	1729
11	50% + AD - 11			07-Nov	03-Dic		20.02	9.90	3.89	20.00	10.00	4.00	0.20	1.00	1.10	Cumple	Cumple	Cumple	1707
12	50% + AD - 12			07-Nov	03-Dic		19.99	10.11	3.94	20.00	10.00	4.00	0.10	1.10	0.60	Cumple	Cumple	Cumple	1844
13	50% + AD - 13	50 + AD	28 días	24-Oct	21-Nov		20.00	10.00	4.05	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.50	Cumple	Cumple	Cumple	1900
14	50% + AD - 14			24-Oct	21-Nov		20.00	9.93	3.90	20.00	10.00	4.00	0.00	0.70	1.00	Cumple	Cumple	Cumple	1775
15	50% + AD - 15			24-Oct	21-Nov		20.00	10.00	4.09	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.90	Cumple	Cumple	Cumple	1927
16	50% + AD - 16	50 + AD	28 días	11-Abr	09-May		20.10	10.16	3.85	20.00	10.00	4.00	1.00	1.60	1.50	Cumple	Cumple	Cumple	1783.6
17	50% + AD - 17			11-Abr	09-May		20.00	9.95	3.70	20.00	10.00	4.00	0.00	0.50	3.00	Cumple	Cumple	Cumple	1630.4
18	50% + AD - 18			11-Abr	09-May		20.10	9.98	3.84	20.00	10.00	4.00	1.00	0.20	1.60	Cumple	Cumple	Cumple	1734.7

Fuente propia

Tabla 53: Tolerancia dimensional para adoquines con 100 % AR + AD

N°	Elemento	% de reemplazo	Días	Fecha		Dimensiones			Dimensiones estándar			Tolerancia			Verificaciones			Peso (gr)
				Moldeo	Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	
1	100% + AD - 1	100% + AD	7 días	07-Nov	14-Nov	19.99	10.08	3.95	20.00	10.00	4.00	0.10	0.80	0.50	Cumple	Cumple	Cumple	1865
2	100% + AD - 2			07-Nov	14-Nov	20.07	9.91	4.00	20.00	10.00	4.00	0.70	0.90	0.00	Cumple	Cumple	Cumple	1753
3	100% + AD - 3			07-Nov	14-Nov	20.00	9.96	4.11	20.00	10.00	4.00	0.00	0.40	1.10	Cumple	Cumple	Cumple	1987
4	100% + AD - 4	100% + AD	28 días	07-Nov	03-Dic	20.00	10.05	3.89	20.00	10.00	4.00	0.00	0.50	1.10	Cumple	Cumple	Cumple	1881
5	100% + AD - 5			07-Nov	03-Dic	20.02	9.92	4.19	20.00	10.00	4.00	0.20	0.80	1.90	Cumple	Cumple	Cumple	1942
6	100% + AD - 6			07-Nov	03-Dic	19.95	10.00	3.99	20.00	10.00	4.00	0.50	0.00	0.10	Cumple	Cumple	Cumple	1950
7	100% + AD - 7	100% + AD	14 días	07-Nov	21-Nov	19.98	10.05	4.19	20.00	10.00	4.00	0.20	0.50	1.90	Cumple	Cumple	Cumple	2024
8	100% + AD - 8			07-Nov	21-Nov	20.05	9.90	3.70	20.00	10.00	4.00	0.50	1.00	3.00	Cumple	Cumple	Cumple	1648
9	100% + AD - 9			07-Nov	21-Nov	20.00	10.16	3.71	20.00	10.00	4.00	0.00	1.60	2.90	Cumple	Cumple	Cumple	1576
10	100% + AD - 10	100% + AD	28 días	07-Nov	05-Dic	20.09	1.00	3.79	20.00	10.00	4.00	0.90	90.00	2.10	Cumple	Cumple	Cumple	1645
11	100% + AD - 11			07-Nov	05-Dic	20.05	10.01	3.85	20.00	10.00	4.00	0.50	0.10	1.50	Cumple	Cumple	Cumple	1745
12	100% + AD - 12			07-Nov	05-Dic	20.05	9.85	3.69	20.00	10.00	4.00	0.50	1.50	3.10	Cumple	Cumple	Cumple	1557
13	100% + AD - 13	100% + AD	28 días	24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.05	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.50	Cumple	Cumple	Cumple	2019
14	100% + AD - 14			24-Oct	21-Nov	20.00	9.93	3.90	20.00	10.00	4.00	0.00	0.70	1.00	Cumple	Cumple	Cumple	1994
15	100% + AD - 15			24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.09	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.90	Cumple	Cumple	Cumple	2030
16	100% + AD - 16	100% + AD	28 días	11-Abr	09-May	20.05	9.92	3.99	20.00	10.00	4.00	0.50	0.80	0.10	Cumple	Cumple	Cumple	1788.4
17	100% + AD - 17			11-Abr	09-May	20.09	9.95	3.85	20.00	10.00	4.00	0.90	0.50	1.50	Cumple	Cumple	Cumple	1707.9
18	100% + AD - 18			11-Abr	09-May	20.11	10.10	4.00	20.00	10.00	4.00	1.10	1.00	0.00	Cumple	Cumple	Cumple	1743.3

Fuente propia

Ensayo de la capacidad a resistir en compresión del adoquín peatonal de concreto

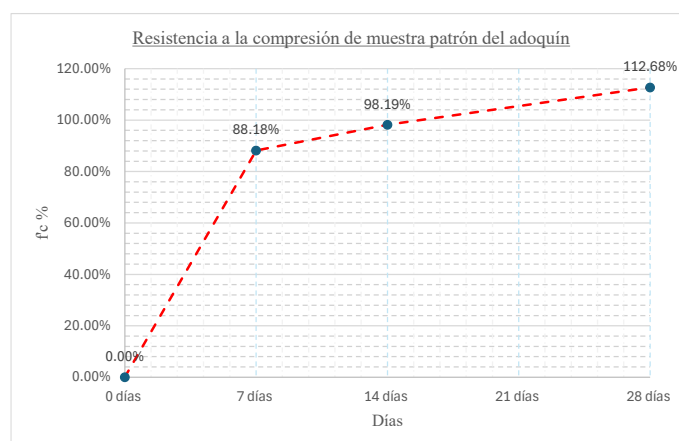
La tabla 54, data los valores que se obtuvo para este ensayo a los 7, 14 y 28 días para la muestra patrón, los cuales van de la mano con los factores detallados en la norma NTP 399.611.

Tabla 54: R. a compresión de muestra patrón (f'_c : 320 kg/cm²)

Nº	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (Días)	Área (cm ²)	Lectura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	f'_c Diseño (kg/cm ²)	% f'_c	f'_c Promedio (kg/cm ²)	% f'_c promedio	Peso (gr)
			Moldeo	Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)									
1	P-1	0%	06-Nov	13-Nov	20.02	10.03	3.98	7	200.80	51539.6	256.67	320	80.21	282.18	88.18	1829
2	P-2		06-Nov	13-Nov	20.00	10.02	4.22	7	200.40	58916.9	294.00	320	91.87			1959
3	P-3		06-Nov	13-Nov	20.10	9.92	4.05	7	199.39	58994.1	295.87	320	92.46			1937
4	P-7	0%	06-Nov	21-Nov	20.05	9.99	3.83	14	200.30	62198.8	310.53	320	97.04	314.22	98.19	1769
5	P-8		06-Nov	21-Nov	20.00	9.87	4.05	14	197.40	63112.6	319.72	320	99.91			1910
6	P-9		06-Nov	21-Nov	20.04	9.97	3.88	14	199.80	62418.5	312.41	320	97.63			1880
7	P-13	0%	24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.05	28	200.00	70731.9	353.66	320	110.52	360.59	112.68	1870
8	P-14		24-Oct	21-Nov	20.00	9.93	3.90	28	198.60	72388.1	364.49	320	113.90			1973
9	P-15		24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.09	28	200.00	72723.2	363.62	320	113.63			1806

Fuente propia

Gráfico 10: Curva tiempo vs f'_c de espécimen patrón



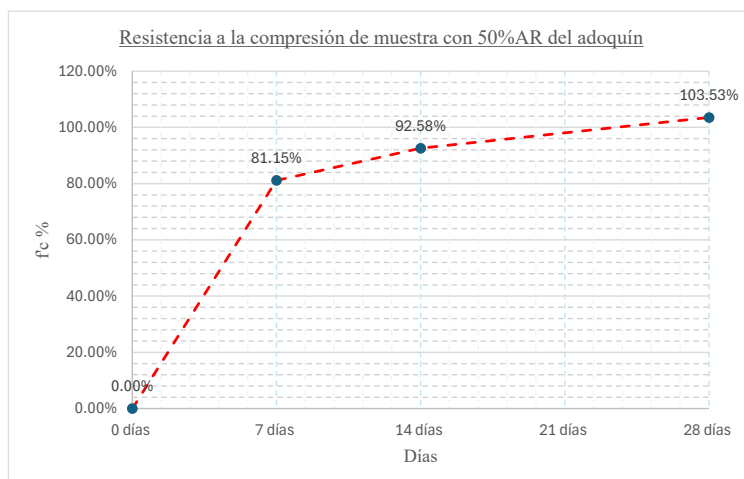
Fuente propia

La tabla 55, detalla los valores que se obtuvo para este ensayo a los días similares para la muestra con 50% AR, los cuales van de la mano con los factores detallados en la norma NTP 399.611.

Tabla 55: R. a compresión de muestra reemplazando el 50% AR (f'_c : 320

Nº	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (Días)	Área (cm ²)	Lectura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	f'_c Diseño (kg/cm ²)	% f'_c	f'_c Promedio (kg/cm ²)	% f'_c promedio	Peso (gr)
			Moldeo	Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)									
1	50 %- 1	50%	06-Nov	13-Nov	20.10	10.11	4.23	7	203.11	52161.4	256.81	320	80.25	259.68	81.15	1849
2	50 %- 2		06-Nov	13-Nov	20.05	10.09	4.12	7	202.30	52516.7	259.59	320	81.12			1801
3	50 %- 3		06-Nov	13-Nov	20.10	10.14	4.13	7	203.81	53529.8	262.64	320	82.08			1806
4	50 %- 4	50%	06-Nov	21-Nov	20.10	10.07	3.93	14	202.41	59977.7	296.32	320	92.60	296.26	92.58	1755
5	50 %- 5		06-Nov	21-Nov	20.09	10.01	3.96	14	201.18	60695.3	301.69	320	94.28			1740
6	50 %- 6		06-Nov	21-Nov	20.10	10.03	3.76	14	201.60	58621.2	290.78	320	90.87			1628
7	50 %- 13	50%	24-Oct	21-Nov	19.95	10.05	3.85	28	200.50	66061.9	329.49	320	102.97	331.30	103.53	1925
8	50 %- 14		24-Oct	21-Nov	19.97	9.95	3.93	28	198.70	65773.2	331.02	320	103.44			1813
9	50 %- 15		24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.26	28	200.00	66679.9	333.40	320	104.19			1992

Fuente propia

Gráfico 11: Curva edad vs $f'c$ de muestra reemplazando el 50% AR

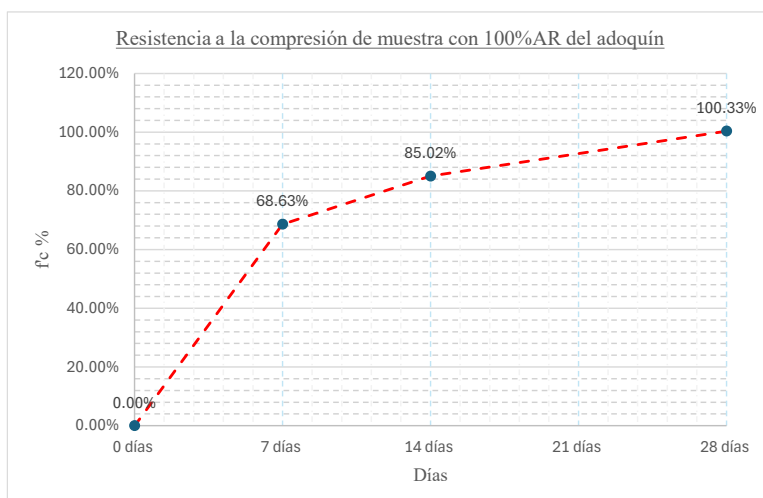
Fuente propia

La tabla 56, se observa los valores que se obtuvo para este ensayo para la muestra con 100% AR, los cuales van de la mano con las pautas detalladas en la norma NTP 399. 611.

Tabla 56: R. a compresión de muestra reemplazando el 100% AR ($f'c$: 320 kg/cm²)

N°	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (Días)	Área (cm ²)	Lectura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	$f'c$ Diseño (kg/cm ²)	% $f'c$	$f'c$ Promedio (kg/cm ²)	% $f'c$ promedio	Peso (gr)
			Moldeo	Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)									
1	100% - 4	100%	06-Nov	13-Nov	20.12	9.90	3.87	7	199.19	44709	224.46	320	70.14	219.63	68.63	1742
2	50% - 4		06-Nov	13-Nov	20.08	10.05	4.17	7	201.80	43815.6	217.12	320	67.85			1831
3	50% - 5		06-Nov	13-Nov	20.15	10.13	3.98	7	204.12	44358.3	217.32	320	67.91			1747
4	100% - 1	100%	06-Nov	21-Nov	20.15	10.09	3.73	14	203.31	55142.2	271.22	320	84.76	272.07	85.02	1589
5	100% - 2		06-Nov	21-Nov	20.09	10.15	4.23	14	203.91	56789.9	278.50	320	87.03			1800
6	100% - 3		06-Nov	21-Nov	20.10	10.16	4.02	14	204.22	54421.3	266.49	320	83.28			1794
7	100% - 13	100%	24-Oct	21-Nov	20.00	10.05	3.82	28	201.00	63548.2	316.16	320	98.80	321.06	100.33	1872
8	100% - 14		24-Oct	21-Nov	19.95	10.00	3.79	28	199.50	64905.8	325.34	320	101.67			1871
9	100% - 15		24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	3.92	28	200.00	64335.1	321.68	320	100.52			1962

Fuente Propia

Gráfico 12: Curva edad vs $f'c$ de muestra reemplazando el 100% AR

Fuente propia

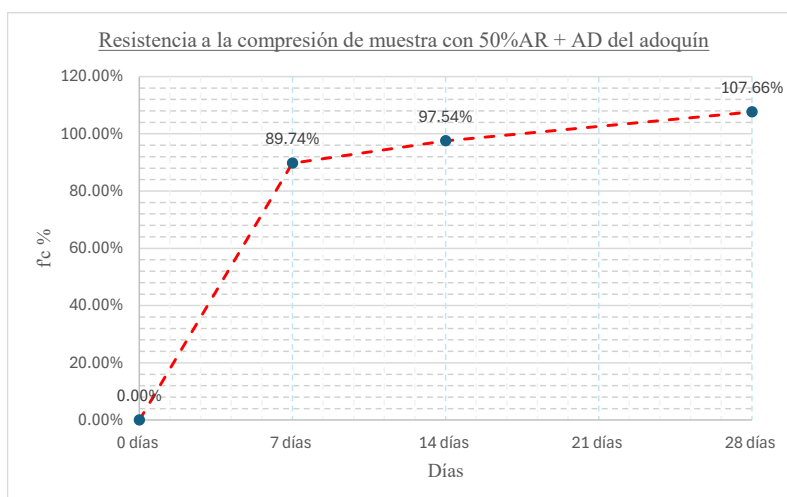
La tabla 57, detalla los resultados que se obtuvo para este ensayo en la muestra con 50% AR + aditivo, los cuales van de la mano con los indicadores detallados en la norma NTP 399. 611.

Tabla 57: R. a compresión de muestra reemplazando el 50% AR + aditivo

Nº	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (Días)	Área (cm ²)	Lectura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	f _c Diseño (kg/cm ²)	% f _c	f _c Promedio (kg/cm ²)	% f _c promedio	Peso (gr)
			Moldeo	Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)									
1	50% + AD - 6	50%+AD	07-Nov	14-Nov	20.06	9.99	4.27	7	200.40	56769.7	283.28	320	88.53	287.17	89.74	1747
2	50% + AD - 7		07-Nov	14-Nov	19.99	9.90	3.85	7	197.90	57321	289.64	320	90.51			1871
3	50% + AD - 8		07-Nov	14-Nov	20.05	10.01	4.10	7	200.70	57919.6	288.59	320	90.18			1775
4	50% + AD - 1	50%+AD	07-Nov	21-Nov	19.99	9.90	4.15	14	197.90	61628.3	311.41	320	97.32	312.13	97.54	1904
5	50% + AD - 2		07-Nov	21-Nov	20.00	9.89	3.71	14	197.80	63101.9	319.02	320	99.69			1732
6	50% + AD - 3		07-Nov	21-Nov	19.99	10.10	3.75	14	201.90	61772	305.95	320	95.61			1821
7	50% + AD - 13	50%+AD	24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.05	28	200.00	69264.4	346.32	320	108.23	344.51	107.66	1900
8	50% + AD - 14		24-Oct	21-Nov	20.00	9.93	3.90	28	198.60	68495.6	344.89	320	107.78			1775
9	50% + AD - 15		24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.09	28	200.00	68466.1	342.33	320	106.98			1927

Fuente Propia

Gráfico 13: Curva edad vs f_c de muestra reemplazando el 50% AR + aditivo



Fuente propia

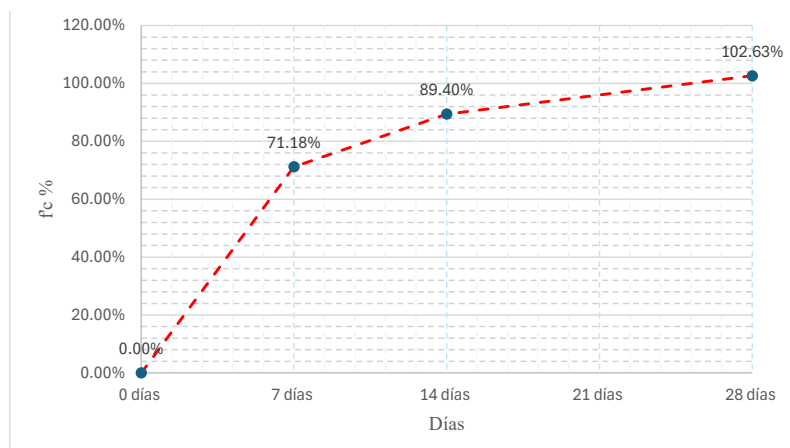
En la siguiente tabla 58, se presenta los valores que se obtuvo para este ensayo para la muestra con 100% AR + aditivo, los cuales van de la mano con los indicadores detallados en la norma NTP 399. 611.

Tabla 58: R. a compresión de muestra reemplazando el 100% AR + aditivo

Nº	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (Días)	Área (cm ²)	Lectura (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	f _c Diseño (kg/cm ²)	% f _c	f _c Promedio (kg/cm ²)	% f _c promedio	Peso (gr)
			Moldeo	Rotura	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)									
1	50% + AD - 6	50%+AD	07-Nov	14-Nov	20.06	9.99	4.27	7	200.40	56769.7	283.28	320	88.53	287.17	89.74	1747
2	50% + AD - 7		07-Nov	14-Nov	19.99	9.90	3.85	7	197.90	57321	289.64	320	90.51			1871
3	50% + AD - 8		07-Nov	14-Nov	20.05	10.01	4.10	7	200.70	57919.6	288.59	320	90.18			1775
4	50% + AD - 1	50%+AD	07-Nov	21-Nov	19.99	9.90	4.15	14	197.90	61628.3	311.41	320	97.32	312.13	97.54	1904
5	50% + AD - 2		07-Nov	21-Nov	20.00	9.89	3.71	14	197.80	63101.9	319.02	320	99.69			1732
6	50% + AD - 3		07-Nov	21-Nov	19.99	10.10	3.75	14	201.90	61772	305.95	320	95.61			1821
7	50% + AD - 13	50%+AD	24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.05	28	200.00	69264.4	346.32	320	108.23	344.51	107.66	1900
8	50% + AD - 14		24-Oct	21-Nov	20.00	9.93	3.90	28	198.60	68495.6	344.89	320	107.78			1775
9	50% + AD - 15		24-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.09	28	200.00	68466.1	342.33	320	106.98			1927

Fuente Propia

Gráfico 14: Curva edad vs f_c de muestra reemplazando el 100% AR + aditivo



Fuente propia

Ensayo para resistencia a flexión del ACP (Módulo de rotura)

En las siguientes tablas, se muestran los valores que se obtuvo para este ensayo a los 28 días para los diversos tipos de muestras (patrón, 50% reciclado, 100% reciclado, 50% + AD, 100% + AD) los cuales van de la mano con los indicadores en la norma NTP 399.124, por cual se obtuvo como resultados para un promedio de tres unidades de cada muestra realizada, si bien es cierto para este ensayo según la NTP 399.611 este ensayo se realiza a 28 días de su producción.

Tabla 59: Módulo de rotura para la muestra Patrón a los 28 días

N°	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (días)	Luz entre apoyos (mm)	Lectura (P)		Módulo de Rotura (Mpa)	σ	Módulo de Rotura (Mpa)
			Moldeo	Rotura	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)			(Kg)	(N)			
1	P-4	0%	06-Nov	03-Dic	200.90	100.90	39.70	28	150.00	540.00	5297.4	7.50	0.255	7.26
2	P-5		06-Nov	03-Dic	200.40	99.40	38.50	28	150.00	530.00	5199.3	7.94		
3	P-6		06-Nov	03-Dic	200.90	101.20	41.90	28	150.00	440.00	4316.4	7.50		
Promedio											7.65			

Fuente propia

Así también, se realizó el ensayo para los 28 días para adoquines con 50% AR, teniendo un valor de ruptura como indica la Tabla N° 60.

Tabla 60: Carga de rotura en espécimen reemplazando el 50% AR a los 28 días

N°	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (días)	Luz entre apoyos (mm)	Lectura (P)		Módulo de Rotura (Mpa)	σ	Módulo de Rotura (Mpa)
			Moldeo	Rotura	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)			(Kg)	(N)			
4	50 % - 7	50%	06-Nov	03-Dic	200.50	101.30	39.12	28	150.00	410.00	4022.1	5.84	0.195	5.75
5	50 % - 8		06-Nov	03-Dic	201.00	100.30	38.11	28	150.00	400.00	3924	6.06		
6	50 % - 9		06-Nov	03-Dic	201.00	100.00	37.66	28	150.00	400.00	3924	6.23		
Promedio											6.04			

Fuente propia

Así también, se realizó el ensayo para los 28 días para adoquines con 100% AR (grueso y fino), obteniendo una carga de rotura como indica la Tabla N° 61.

Tabla 61: Carga de rotura en espécimen reemplazando el 100% AR a los 28 días

N°	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (días)	Luz entre apoyos (mm)	Lectura (P)		Módulo de Rotura (Mpa)	σ	Módulo de Rotura (Mpa)
			Moldeo	Rotura	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)			(Kg)	(N)			
7	100% - 10	100%	06-Nov	03-Dic	201.00	100.40	42.20	28	150.00	400.00	3924	4.94	0.169	4.83
8	100% - 11		06-Nov	03-Dic	201.00	100.20	40.90	28	150.00	400.00	3924	5.27		
9	100% - 12		06-Nov	03-Dic	201.10	100.50	40.70	28	150.00	380.00	3727.8	5.04		
Promedio											5.08			

Fuente propia

En la Tabla N° 62, nos muestra que se realizó el ensayo para los 28 días para adoquines con 50% AR (grueso y fino) + aditivo, obteniendo así una carga de rotura como indica la tabla.

Tabla 62: Carga de rotura en espécimen reemplazando el 50% + AD a los 28 días

N°	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (días)	Luz entre apoyos (mm)	Lectura (P)		Módulo de Rotura (Mpa)	σ	Módulo de Rotura (Mpa)
			Moldeo	Rotura	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)			(Kg)	(N)			
10	50% + AD - 10	50%+AD	07-Nov	03-Dic	200.50	98.90	40.50	28	150.00	480.00	4708.8	6.53	0.264	6.43
11	50% + AD - 11		07-Nov	03-Dic	200.20	99.00	38.90	28	150.00	470.00	4610.7	6.92		
12	50% + AD - 12		07-Nov	03-Dic	199.90	101.10	39.40	28	150.00	500.00	4905	7.03		
Promedio											6.83			

Fuente propia

En la Tabla N° 63, nos muestra que se realizó el ensayo para los 28 días para adoquines con 100% AR (grueso y fino) + aditivo, obteniendo así una carga de rotura como indica la tabla.

Tabla 63: Carga de rotura en espécimen reemplazando el 100% + AD a los 28 días

N°	Elemento	% de reemplazo	Fecha		Dimensiones			Edad (días)	Luz entre apoyos (mm)	Lectura (P)		Módulo de Rotura (Mpa)	σ	Módulo de Rotura (Mpa)
			Moldeo	Rotura	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)			(Kg)	(N)			
13	100% + AD - 4	100%+AD	07-Nov	03-Dic	200.00	100.50	38.90	28	150.00	400.00	3924	5.81	0.568	5.16
14	100% + AD - 5		07-Nov	03-Dic	200.20	99.20	41.90	28	150.00	440.00	4316.4	5.58		
15	100% + AD - 6		07-Nov	03-Dic	199.50	100.00	39.90	28	150.00	480.00	4708.8	6.65		
Promedio											6.01			

Fuente propia

Ensayo de absorción para adoquines

Se realizó el ensayo de absorción para adoquines tipo I según lo que manda la Norma NTP 399.611, estos deben cumplir que con un promedio de tres unidades como máximo será de 6% e individual de 7.5%.

A continuación, para los especímenes de tipo patrón, 50% AR, 100% AR, 50% AR + aditivo y 100% AR + aditivo con una resistencia de 320 kg/cm² se muestra los datos obtenidos en las tablas 64, 65, 66, 67 y 68.

Tabla 64: Absorción para espécimen patrón para adoquín

Nº	Elemento	Peso seco	Peso saturado	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción individual (%)	Absorción prom (%) - según Norma
1	P-10	1846.00	1890.00	2.38%	2.34%	7.5%	6%
2	P-11	1830.00	1869.00	2.13%			
3	P-12	1831.00	1877.00	2.51%			
				CUMPLE			
				NO CUMPLE			

Fuente propia

Tabla 65: Ensayo de resistencia a absorción de muestra reemplazando 50% AR para adoquín

Nº	Elemento	Peso seco	Peso saturado	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción individual (%)	Absorción prom (%) - según Norma
1	50 % - 10	1659.00	1692.00	1.99%	1.71%	7.5%	6%
2	50 % - 11	1871.00	1896.00	1.34%			
3	50 % - 12	1762.00	1794.00	1.82%			

Fuente propia

Tabla 66: Ensayo de resistencia a absorción de muestra reemplazando 100% AR para adoquín

Nº	Elemento	Peso seco	Peso saturado	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción individual (%)	Absorción prom (%) - según Norma
1	100% + AD - 10	1609.00	1645.00	2.24%	2.34%	7.5%	6%
2	100% + AD - 11	1713.00	1745.00	1.87%			
3	100% + AD - 12	1513.00	1557.00	2.91%			

Fuente propia

Tabla 67: Ensayo de resistencia a absorción de muestra reemplazando 50% AR + aditivo para adoquín

Nº	Elemento	Peso seco	Peso saturado	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción individual (%)	Absorción prom (%) - según Norma
1	100% - 7	1823.00	1871.00	2.63%	1.92%	7.5%	6%
2	100% - 8	1773.00	1775.00	0.11%			
3	100% - 9	1696.00	1747.00	3.01%			

Fuente propia

Tabla 68: Ensayo de resistencia a absorción de muestra reemplazando 100% AR + aditivo para adoquín

Nº	Elemento	Peso seco	Peso saturado	Absorción individual (%)	Absorción promedio (%)	Absorción individual (%)	Absorción prom (%) - según Norma
1	50% + AD - 4	1902.00	1940.00	2.00%	1.45%	7.5%	6%
2	50% + AD - 5	1830.00	1840.00	0.55%			
3	50% + AD - 6	1831.00	1864.00	1.80%			

Fuente propia

Ensayo para abrasión en adoquines

Se realizó el procedimiento de abrasión apoyada en la norma ASTM C944 – 99, este ensayo consiste en que un cortador giratorio durante 3 ciclos por 2 minutos en tres partes del adoquín. Finalmente, obtuvimos los siguientes valores:

Imagen 122: Ensayo realizado en adoquín tipo peatonal



Fuente propia

Tabla 69: Abrasión de espécimen tipo patrón

Nº	ELEMENTO	FECHA		CICLO	TIEMPO ABRASIÓN (MIN)	PESO DE MUESTRA		CARGA (N)	DESGASTE (g/min)	DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
		MOLDEO	ENSAYO			MASA INICIAL (gr)	MASA FINAL (gr)				
1	P-16	11-Abr	09-May	3	2	1932.3	1929.1	98.00	1.58	0.16%	0.16%
2	P-17	11-Abr	09-May	3	2	1715.0	1712	98.00	1.52	0.18%	
3	P-18	11-Abr	09-May	3	2	1730.9	1728.5	98.00	1.23	0.14%	

Fuente propia

Tabla 70: Abrasión de modelo reemplazando el 50% AR

ELEMENTO	FECHA		CICLO	TIEMPO ABRASIÓN (MIN)	PESO DE MUESTRA		CARGA (N)	DESGASTE (g/min)	DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
	MOLDEO	ENSAYO			MASA INICIAL (gr)	MASA FINAL (gr)				
50% - 16	11-Abr	09-May	3	2	1648.8	1647.1	98.00	0.84	0.10%	0.14%
50% - 17	11-Abr	09-May	3	2	1737.6	1733.7	98.00	1.92	0.22%	
50% - 18	11-Abr	09-May	3	2	1843.8	1842	98.00	0.88	0.10%	

Fuente propia

Tabla 71: Abrasión de modelo reemplazando el 100% AR

ELEMENTO	FECHA		CICLO	TIEMPO ABRASIÓN (MIN)	PESO DE MUESTRA		CARGA (N)	DESGASTE (g/min)	DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
	MOLDEO	ENSAYO			MASA INICIAL (gr)	MASA FINAL (gr)				
100% - 16	11-Abr	09-May	3	2	2006.0	2003	98.00	1.50	0.15%	0.15%
100% - 17	11-Abr	09-May	3	2	1938.7	1935.8	98.00	1.50	0.15%	
100% - 18	11-Abr	09-May	3	2	2063.0	2060	98.00	1.50	0.15%	

Fuente propia

Tabla 72: Abrasión de modelo reemplazando el 50% AR + Aditivo

ELEMENTO	FECHA		CICLO	TIEMPO ABRASIÓN (MIN)	PESO DE MUESTRA		CARGA (N)	DESGASTE (g/min)	DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
	MOLDEO	ENSAYO			MASA INICIAL (gr)	MASA FINAL (gr)				
50% + AD - 16	11-Abr	09-May	3	2	1783.6	1780.8	98.00	1.38	0.16%	0.15%
50% + AD - 17	11-Abr	09-May	3	2	1630.4	1627.8	98.00	1.29	0.16%	
50% + AD - 18	11-Abr	09-May	3	2	1734.7	1732.2	98.00	1.23	0.14%	

Fuente propia

Tabla 73: Abrasión de modelo reemplazando el 100% AR + Aditivo

ELEMENTO	FECHA		CICLO	TIEMPO ABRASIÓN (MIN)	PESO DE MUESTRA		CARGA (N)	DESGASTE (g/min)	DESGASTE (%)	PROMEDIO (%)
	MOLDEO	ENSAYO			MASA INICIAL (gr)	MASA FINAL (gr)				
100% + AD - 16	11-Abr	09-May	3	2	1788.4	1786.7	98.00	0.84	0.10%	0.10%
100% + AD - 17	11-Abr	09-May	3	2	1707.9	1706.3	98.00	0.80	0.09%	
100% + AD - 18	11-Abr	09-May	3	2	1743.3	1741.4	98.00	0.95	0.11%	

Fuente propia

Ensayo para Módulo de Elasticidad

Se realizó el ensayo para la obtención del Módulo de elasticidad como también la deformación unitaria del concreto según la norma ASTM C-469 que será usado para los adoquines de tipo peatonal. Estos se realizaron en cilindros de concreto utilizando los mismos

agregados que fueron empleados para la elaboración de adoquines. Finalmente, obtuvimos los siguientes resultados:

Imagen 123: Ensayo de Ec



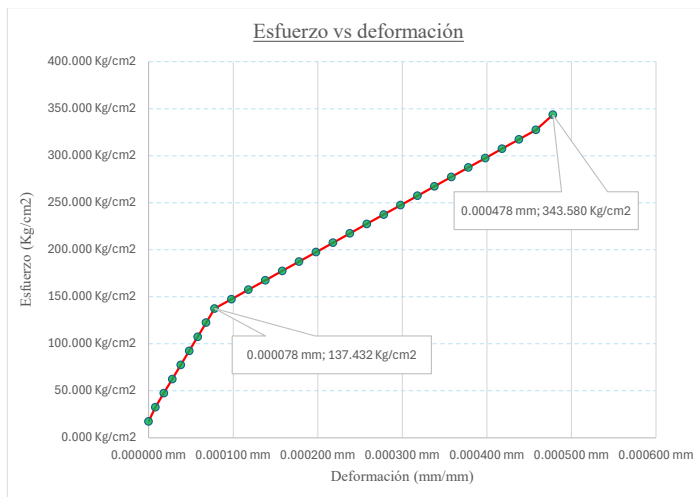
Fuente propia

Tabla 74: Ensayo de resistencia a la abrasión de muestra reemplazando el 100% AR + Aditivo

	MUESTRA	ESFUERZO DE FLUENCIA (kg/cm ²)	ESFUERZO unitario (kg/cm ²)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (kg/cm ²)
	P-1	137.432	343.58	276704
	P-2	134.572	336.43	275216
	P-3	138.568	346.42	278995
	50% AR - 1	129.344	323.36	283976
	50% AR - 2	128.26	320.65	274402
	50% AR - 3	129.624	324.06	286802
	100 % AR - 1	128.06	320.15	256538
	100 % AR - 2	133.532	333.83	272739
	100 % AR - 3	132.84	332.1	271679
	50 % AR + AD - 1	134.612	336.53	276458
	50 % AR + AD - 2	136.428	341.07	274670
	50 % AR + AD - 3	144.948	362.37	284881
	100 % AR + AD - 1	146.636	366.59	288200
	100 % AR + AD - 2	144.064	360.16	289749
	100 % AR + AD - 3	141.944	354.86	289922

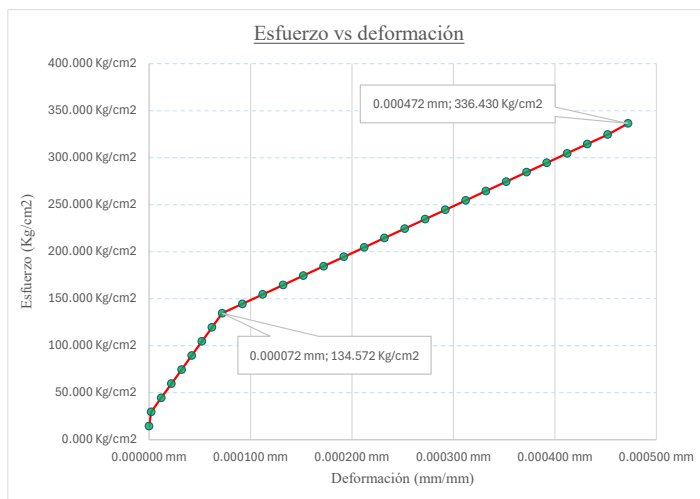
Fuente propia

Gráfico 15: Curva esfuerzo vs deformación de muestra patrón – 1



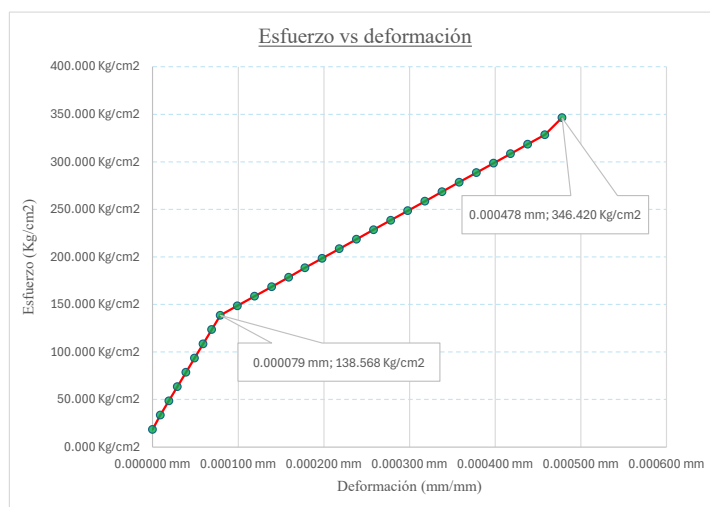
Fuente propia

Gráfico 16: Curva esfuerzo vs deformación de muestra patrón – 2



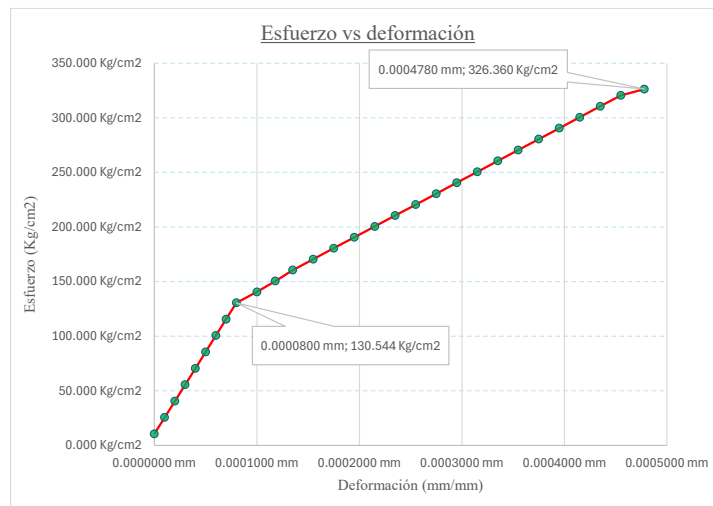
Fuente propia

Gráfico 17: Curva esfuerzo vs deformación de muestra patrón – 3



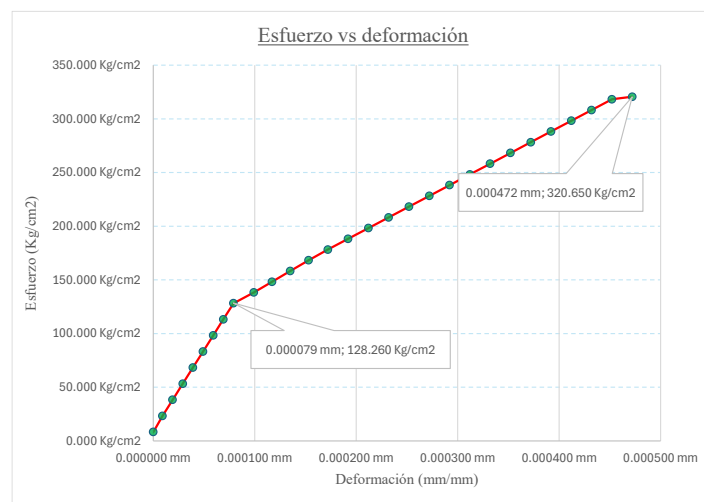
Fuente propia

Gráfico 18: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR – 1



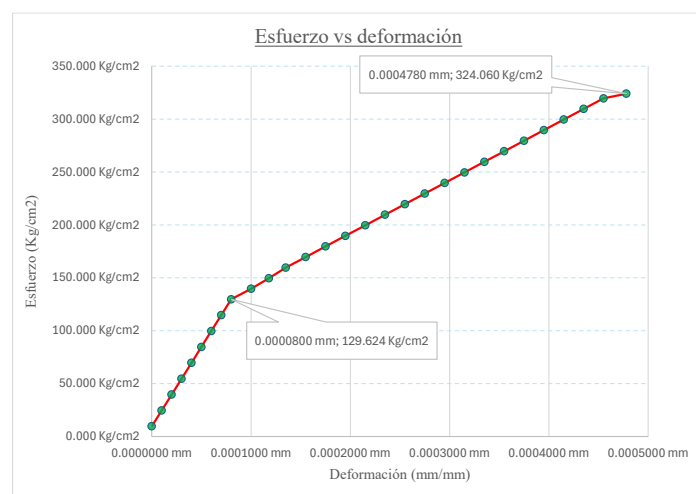
Fuente propia

Gráfico 19: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR – 2



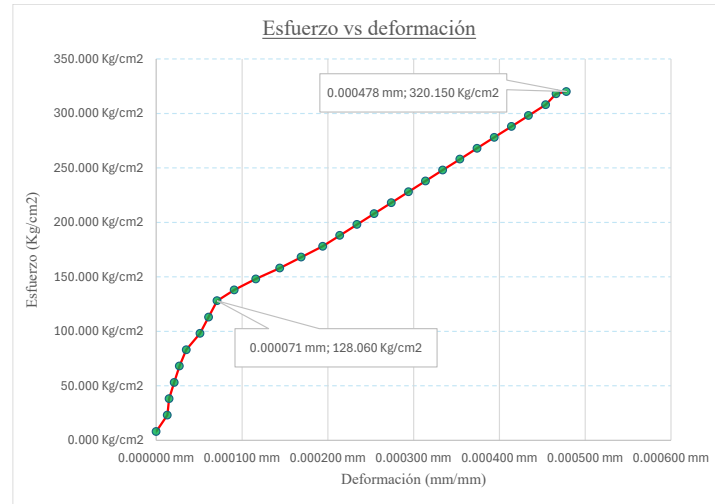
Fuente propia

Gráfico 20: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR – 3



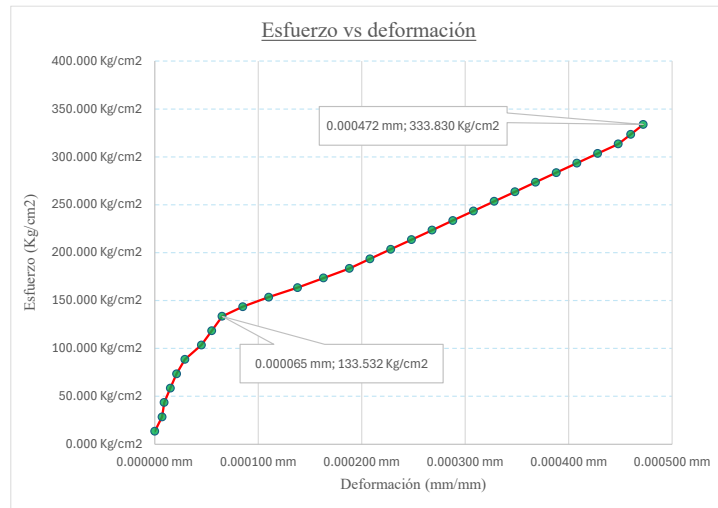
Fuente propia

Gráfico 21: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR – 1



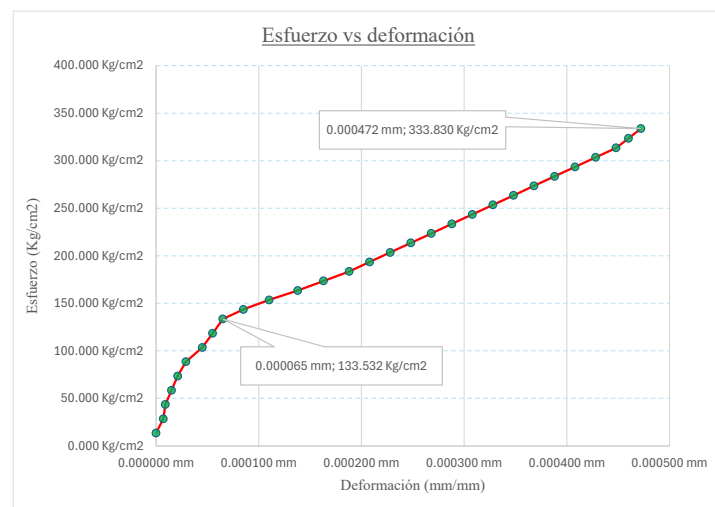
Fuente propia

Gráfico 22: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR – 2



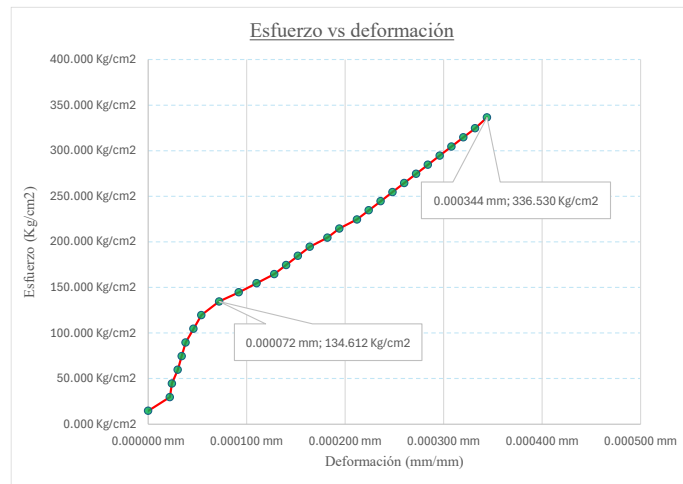
Fuente propia

Gráfico 23: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR – 3



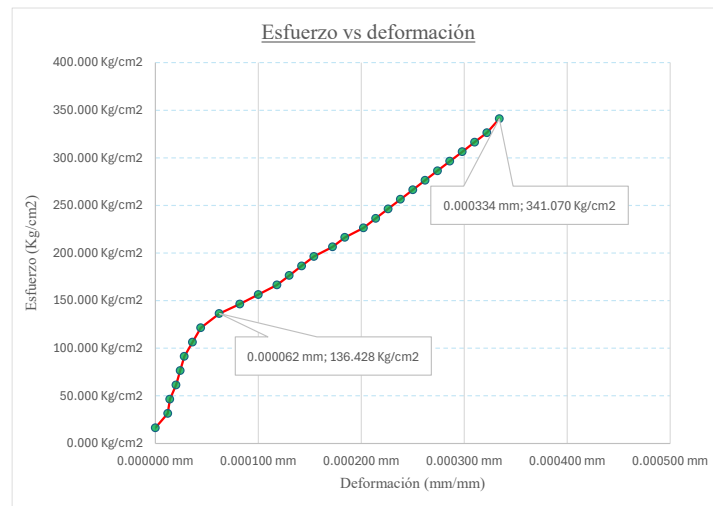
Fuente propia

Gráfico 24: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR + AD – 1



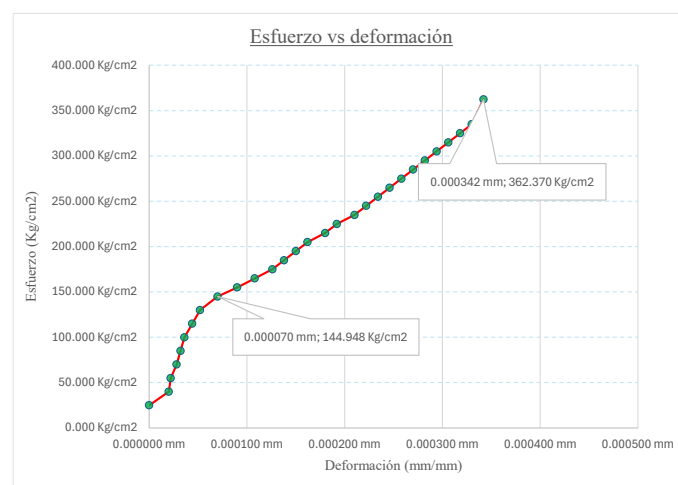
Fuente propia

Gráfico 25: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR + AD – 2



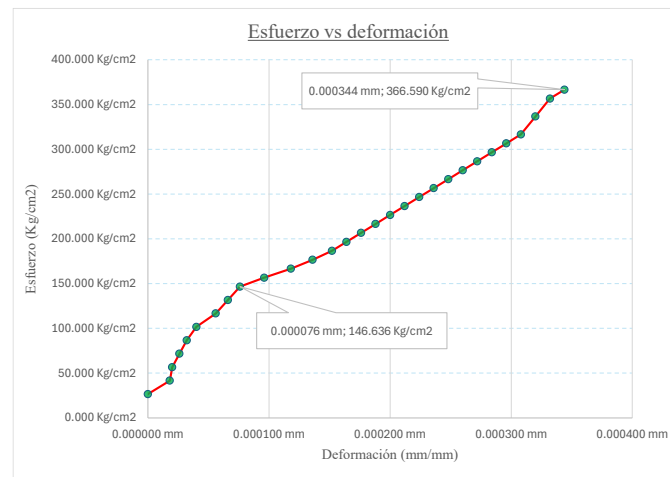
Fuente propia

Gráfico 26: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 50% AR + AD – 3



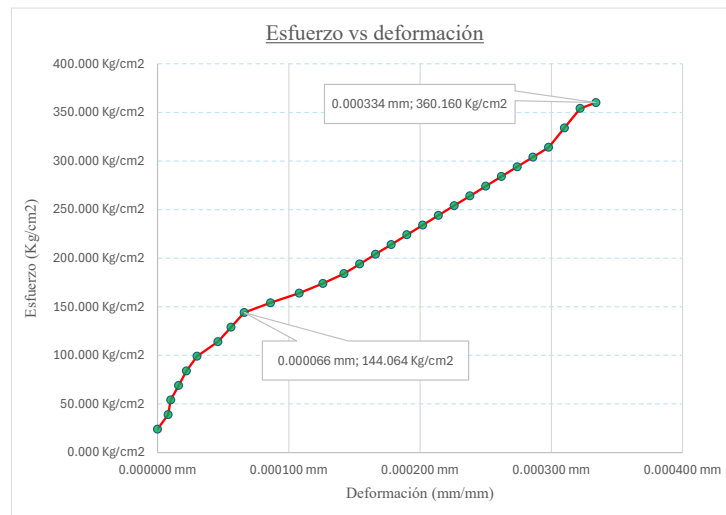
Fuente propia

Gráfico 27: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR + AD – 1



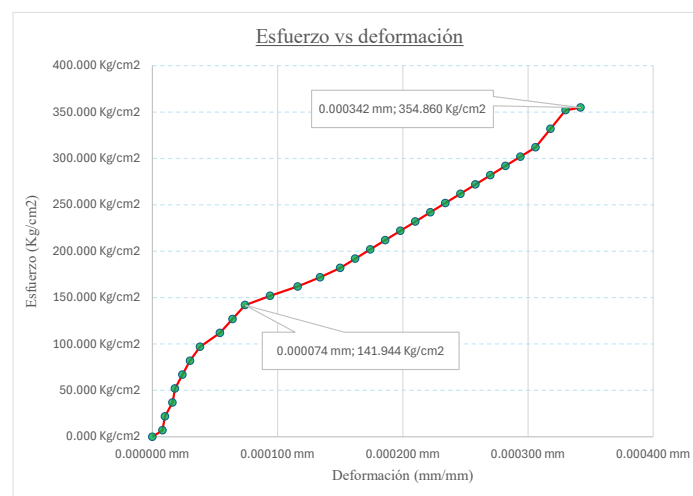
Fuente propia

Gráfico 28: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR + AD – 2



Fuente propia

Gráfico 29: Curva esfuerzo vs deformación de muestra 100% AR + AD – 3



Fuente propia

Evaluación económica

Se realizó un estudio de costos unitarios para ver que muestra era la más viable conforme a la resistencia estipulada en la norma NTP 399.411 para adoquines de uso peatonal (320 kg/cm²), Se contempló los precios de los insumos empleados como agregado grueso (confitillo), fino o arena, cemento y otros. Con respecto al valor económico de mano de obra, equipos y herramientas se revisó el Suplemento Técnico del mes de abril año 2025.

Tabla 75: APU para el proceso de obtención del agregado reciclado

Partida	1	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS DE CONCRETO DE LABORATORIOS				
Rendimiento: 200 kg/día Horario Laboral: 8 Horas						
PRECIO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS NO INCLUYEN IGV - TIPO DE CA						
					Total :	S/2.02
Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio Parcial S/.	
Mano de Obra						
Peón	hh	1.00	0.04	20.22	0.81	
Operario	hh	1.00	0.04	28.39	1.14	
Materiales						
RCL	kg		200.00		0.00	
Equipos y herramientas						
Desgaste de herramientas	%M.O		2.00%	0.81	0.02	
Motocarguera	hm	1.00	0.04	30.00	1.20	
Partida	2	TRITURADO DE RCL PARA AGREGADO RECICLADO (FINO) TAMIZ #4 - 4.75mm				
Rendimiento: 25 kg/día Horario Laboral: 8 Horas						
PRECIO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS NO INCLUYEN IGV - TIPO DE CA						
					Total :	S/36.28
Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio Parcial S/.	
Mano de Obra						
Peón	hh	2.00	0.64	20.22	12.94	
Partida	3	TRITURADO DE RCL PARA AGREGADO GRUESO (CONFITILLO) TAMIZ 3/8 - 9.5mm				
Rendimiento: 35 kg/día Horario Laboral: 8 Horas						
PRECIO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS NO INCLUYEN IGV - TIPO DE CA						
					Total :	S/27.92
Descripción	und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario S/.	Precio Parcial S/.	
Mano de Obra						
Peón	hh	2.00	0.46	20.22	9.24	
Operario	hh	1.00	0.23	28.39	6.49	
Materiales						
RCL	kg		40.00		0.00	
Equipos y herramientas						
Desgaste de herramientas	%M.O		2.00%	9.24	0.18	
Malla de fierro	m		1.00	12.00	12.00	

<i>MATERIAL</i>	<i>COSTO UNITARIO POR KG</i>
AGREGADO GRUESO	S/.29.94
AGREGADO FINO	S/.38.31

Fuente propia

Tabla 76: APU para el proceso de fabricación del adoquín de concreto

Partida	4	ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO			
Rendimiento:	580 und/día				
Horario Laboral:	8 Horas				
PRECIO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS NO INCLUYEN IGV - TIPO DE CA					
Total:					S/.1.52
<i>Descripción</i>	<i>und</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio Unitario S/.</i>	<i>Precio Parcial S/.</i>
Mano de Obra					
Operario	hh	1.00	0.01	28.39	0.39
Peón	hh	1.00	0.01	20.22	0.28
Equipos y herramientas					
Desgaste de herramientas	%M.O		0.03	0.67	0.02
Mezcladora					
Mesa vibratoria	día	1.00	1.38%	40.00	0.55
1000 adoquines (millar)	und		1000	1.5182	S/.1518.18

Fuente propia

Tabla 77: APU para el proceso de fabricación del adoquín de concreto

Partida	4	ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE CONCRETO			
Rendimiento:	580 und/día				
Horario Laboral:	8 Horas				
PRECIO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS NO INCLUYEN IGV - TIPO DE CA					
Total:					S/.1.52
<i>Descripción</i>	<i>und</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio Unitario S/.</i>	<i>Precio Parcial S/.</i>
Mano de Obra					
Operario	hh	1.00	0.01	28.39	0.39
Peón	hh	1.00	0.01	20.22	0.28
Equipos y herramientas					
Desgaste de herramientas	%M.O		0.03	0.67	0.02
Mezcladora					
Mesa vibratoria	día	1.00	1.38%	40.00	0.55
1000 adoquines (millar)	und		1000	1.5182	S/.1518.18

Fuente propia

Tabla 78: APU del concreto para la muestra patrón

COSTO DEL CONCRETO PATRÓN					
<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 I Cemex	bls	29.50	512.91	0.6941	356.02
A.grueso (confitillo)	m3	46.61	779.54	0.0296	23.08
A.fino	m3	47.00	1095.24	0.0304	33.34
Agua	m3	5.00	249.30	0.0050	1.25
1000 adoquines (millar)	und		1000	S/.1.52	S/.1518.18
TOTAL					S/.1931.87

Fuente propia

Tabla 79: APU del concreto para la muestra reemplazando el 50% AR

COSTO DEL CONCRETO CON 50% AGREGADO RECICLADO					
<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 I Cemex	bls	29.50	512.91	0.6941	356.02
A.grueso (confitillo)	m3	46.61	389.77	0.0296	11.54
Ag.reciclado	kg	29.94	402.30	0.0214	8.61
Af.reciclado	kg	38.31	535.01	0.0230	12.28
A.fino	m3	47.00	524.01	0.0304	15.95
Agua	m3	5.00	257.20	0.0050	1.29
1000 adoquines (millar)	und		1000	S/.1.52	S/.1518.18
TOTAL					S/.1923.88

Fuente propia

Tabla 80: APU del concreto para la muestra reemplazando el 100% AR

COSTO DEL CONCRETO CON 100% AGREGADO RECICLADO					
<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 I Cemex	bls	29.50	512.91	0.6941	356.02
Ag.reciclado	kg	29.94	1054.06	0.0214	22.56
Af.reciclado	kg	38.31	789.85	0.0230	18.13
Agua	m3	5.00	256.12	0.0050	1.28
1000 adoquines (millar)	und		1000	S/.1.52	S/.1518.18
TOTAL					S/.1916.18

Fuente propia

Tabla 81: APU del concreto para la muestra reemplazando el 50% AR + AD

COSTO DEL CONCRETO CON 50% AGREGADO RECICLADO + ADITIVO					
<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 I Cemex	bls	29.50	512.91	0.6941	356.02
A.grueso (confitillo)	m3	46.61	389.77	0.0296	11.54
Ag.reciclado	kg	29.94	402.30	0.0214	8.61
Af.reciclado	kg	38.31	535.01	0.0230	12.28
A.fino	m3	47.00	524.01	0.0304	15.95
Agua	m3	5.00	257.20	0.0050	1.29
aditivo sikacem Plastif	litro	40.00	3.02	10.0000	30.17
1000 adoquines (millar)	und		1000	S/.1.52	S/.1518.18
TOTAL					S/.1954.05

Fuente propia

Tabla 82: APU del concreto para la muestra reemplazando el 100% AR + AD

COSTO DEL CONCRETO CON 100% AGREGADO RECICLADO + ADITIVO					
<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 I Cemex	bls	29.50	512.91	0.6941	356.02
Ag.reciclado	kg	29.94	1054.06	0.0214	22.56
Af.reciclado	kg	38.31	789.85	0.0230	18.13
Agua	m3	5.00	256.12	0.0050	1.28
aditivo sikacem Plastif	litro	40.00	3.02	10.0000	30.17
1000 adoquines (millar)	und		1000.00	1.5182	1518.18
TOTAL					S/.1946.35

Fuente propia

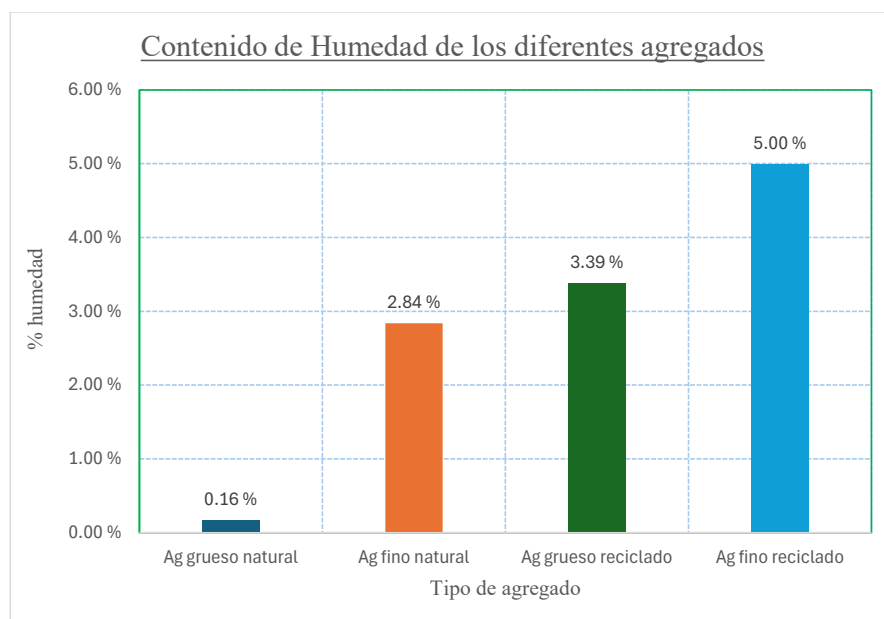
Discusión

Ensayos de agregados de origen natural y reciclados

Ensayo de humedad de los agregados naturales

El ensayo respectivo para el agregado grueso realizó en laboratorio de la universidad para determinar dicho parámetro. Así, se ha obtenido un contenido de humedad de 0.16 % en el agregado natural y 3.39 % en el reciclado. Los mismos métodos de prueba han sido aplicados al agregado fino mostrando así los resultados de 2.84 % y 5.00 % para el natural y reciclado, respectivamente. La diferencia observada de estos porcentajes, tal como se muestra en el Gráfico N° 30 , se debe al ambiente o zona en donde los agregados han sido guardados y expuestos.

Gráfico 30: Variación del contenido de humedad de los diferentes agregados



Fuente propia

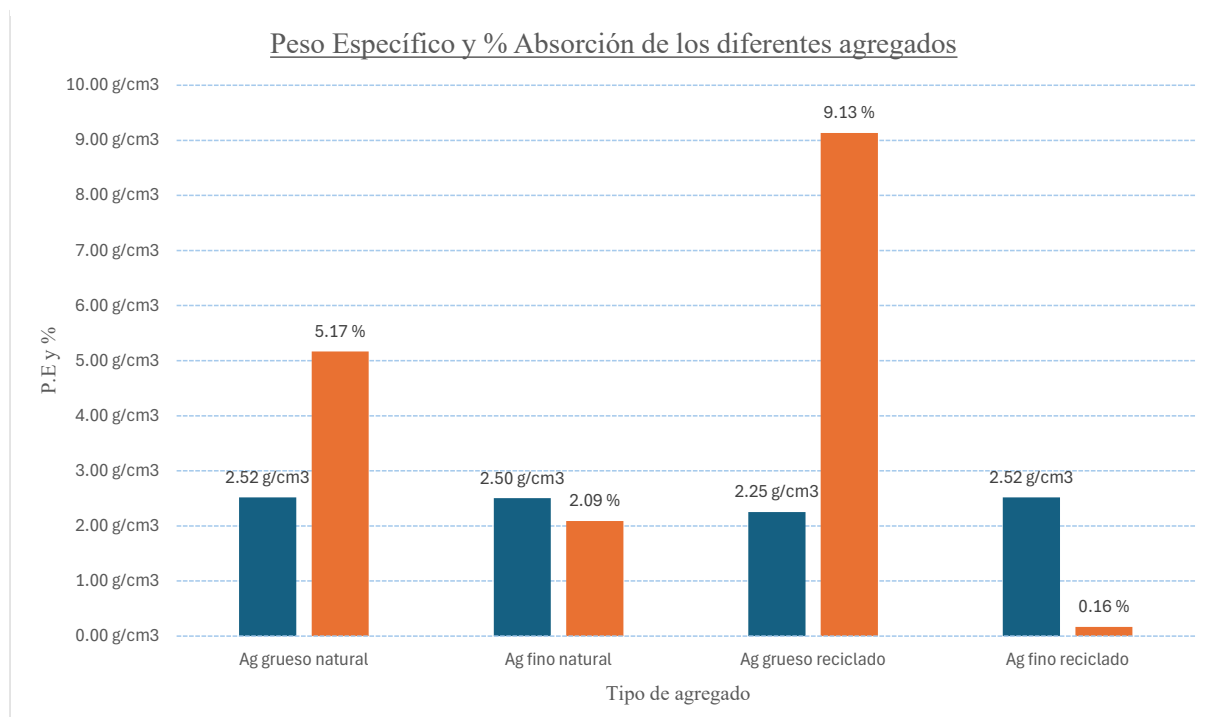
Ensayo de P.E y absorción de los agregados

El ensayo respectivo para el AG realizó en laboratorio de la universidad para determinar dicho parámetro. Así, se ha obtenido un % abs de 5.17 % en el agregado natural y 9.13 % en el reciclado. Los mismos métodos de prueba han sido aplicados al agregado fino mostrando así los resultados de 2.09 % y 0.16 % para el natural y reciclado, respectivamente. Luego realizamos el ensayo de P.E obteniendo un peso para el AG de 2.52 g/cm³ para el natural y de

2.25 g/cm³ para el reciclado, por el lado del agregado fino obtuvimos un valor de 2.50 g/cm³ para el natural y para el reciclado 2.52 g/cm³.

Según el gráfico N° 31, vemos que la mayor absorción se lo lleva el agregado grueso reciclado, mostrando así un alto valor de porosidad. Asimismo, observamos que el AF natural tiene el mayor peso específico en comparación con el agregado fino reciclado.

Gráfico 31: Variación de Peso específico y % de Absorción de los diferentes agregados

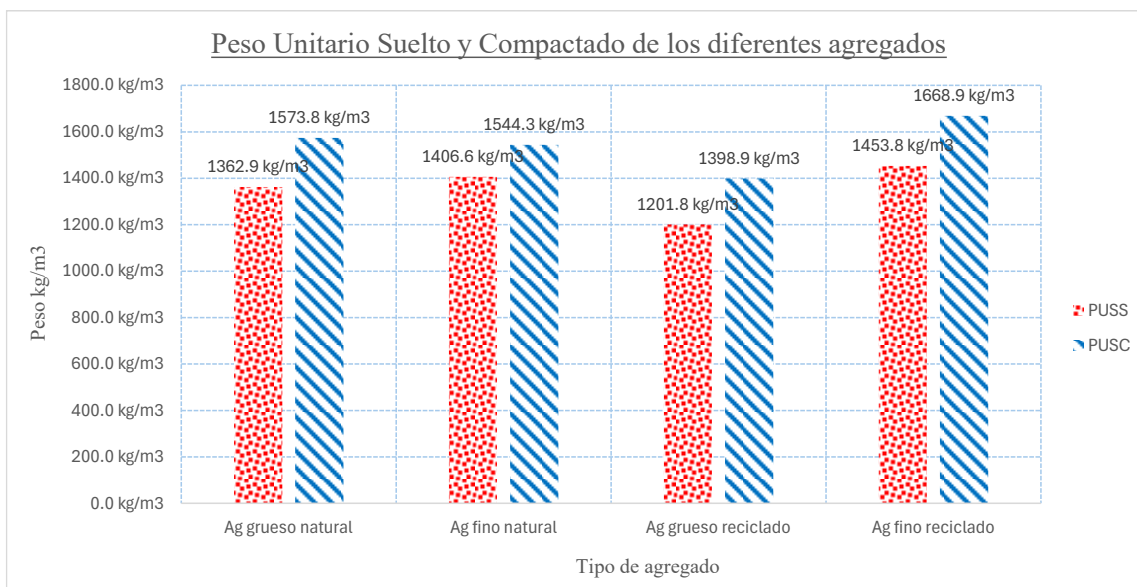


Fuente propia

Ensayo de PUSS y PUSC de los agregados naturales

El ensayo respectivo para el AG realizó en laboratorio de la universidad para determinar dicho parámetro, para el peso unitario suelto nos dio valores que van disminuyendo de 1362.9 kg/m³ (natural) a 1201.8 kg/m³ (reciclado) teniendo así una diferencia de 161.089 kg/m³, por otro lado, en el agregado fino aumento de 1406.6 kg/m³ (natural) a 1453.8 kg/m³ (reciclado), incrementando así un 47.17 kg/m³. Para el PUS compactado en el agregado grueso hubo una diferencia de 174.963 kg/m³ en agregado grueso, siendo mayor el natural. Finalmente, en agregado fino hubo un aumento de 124.528 kg/m³, siendo mayor el agregado fino natural.

Gráfico 32: Variación de PUS y PUSC de los diferentes agregados



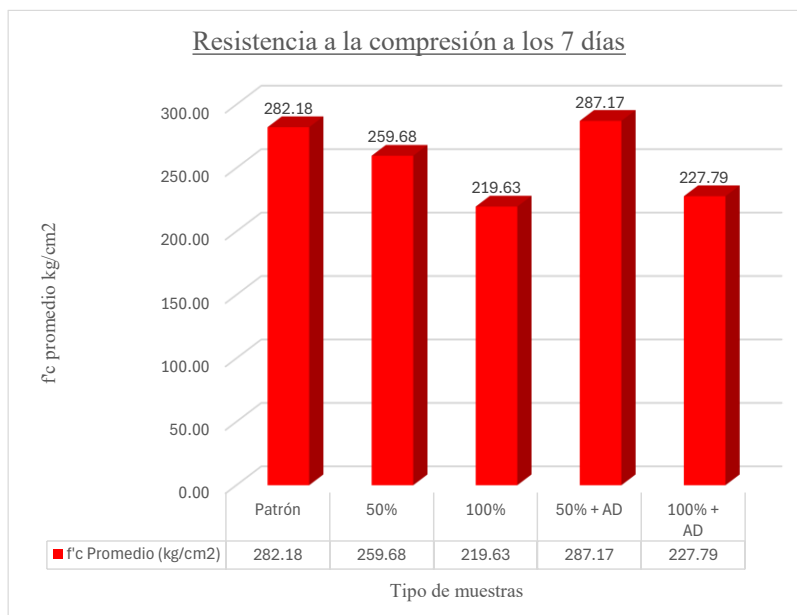
Fuente propia

Ensayos de adoquines peatonales de concreto

Ensayo de capacidad a la compresión del adoquín peatonal de concreto

En los siguientes gráficos observamos la variación de la resistencia según el tipo de material utilizado y la cantidad de días que fueron ensayados, para el gráfico observamos que el tipo patrón y el tipo de 50% agregado natural y reciclado + AD obtuvieron las más altas resistencias a los 7 días pasando así el 70% de la resistencia con facilidad, así también la muestra de 50% y 100% agregado natural y reciclado + AD también alcanzaron el 70% de la resistencia estimada, sin embargo, el 100% de agregado natural y reciclado no pudo alcanzar la resistencia y porcentaje que fue diseñado.

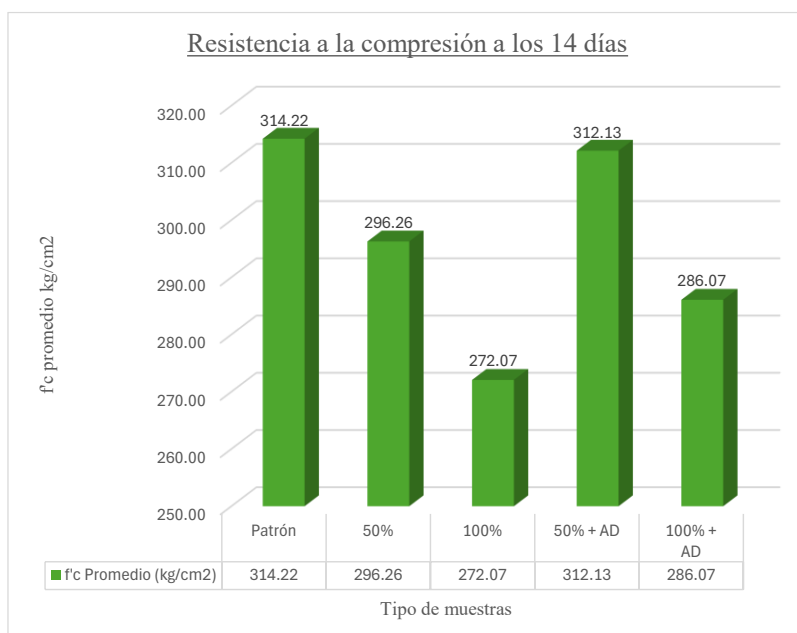
Gráfico 33: R. a la compresión a los 7 días de todas las muestras



Fuente propia

Para el grafico N° 34 observamos que el tipo patrón y la muestra de 50% agregado natural y reciclado + AD obtuvieron las más altas resistencias a los 14 días llegando a un 98.19% y 97.54% de la resistencia estimada (320 kg/cm²), así también la muestra de 50% y 100% agregado natural y reciclado + AD también alcanzaron una resistencia prudente con un 92.58% y 89.40%, finalmente la muestra de 100% reciclado obtuvo un 85.02% estando al límite del porcentaje requerido de resistencia para los 14 días.

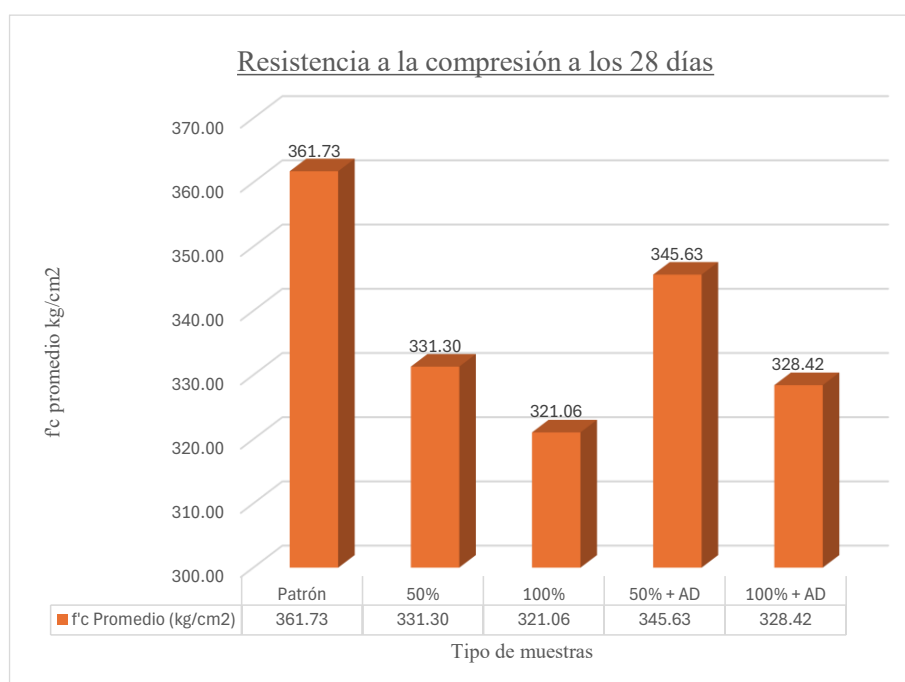
Gráfico 34: R. a la compresión a los 14 días de todas las muestras



Fuente propia

Para el gráfico N° 35 observamos que las muestras con mayor resistencia a los 28 días fueron la de 50 % AR y 50 % AR + AD aumentando un 3.53 % (331.30kg/cm²) y 7.66% (345.63 kg/cm²). Así mismo la muestra de 100 % AR + AD tuvo un buen comportamiento, alcanzando los 328.42 kg/cm². Finalmente, la muestra de 100% reciclado también pudo llegar al 100% de la resistencia, quedando así demostrado que el uso de agregado reciclado de los residuos generados por laboratorios se puede reutilizar y así con un buen diseño llegar a resistencias elevadas sin dificultad.

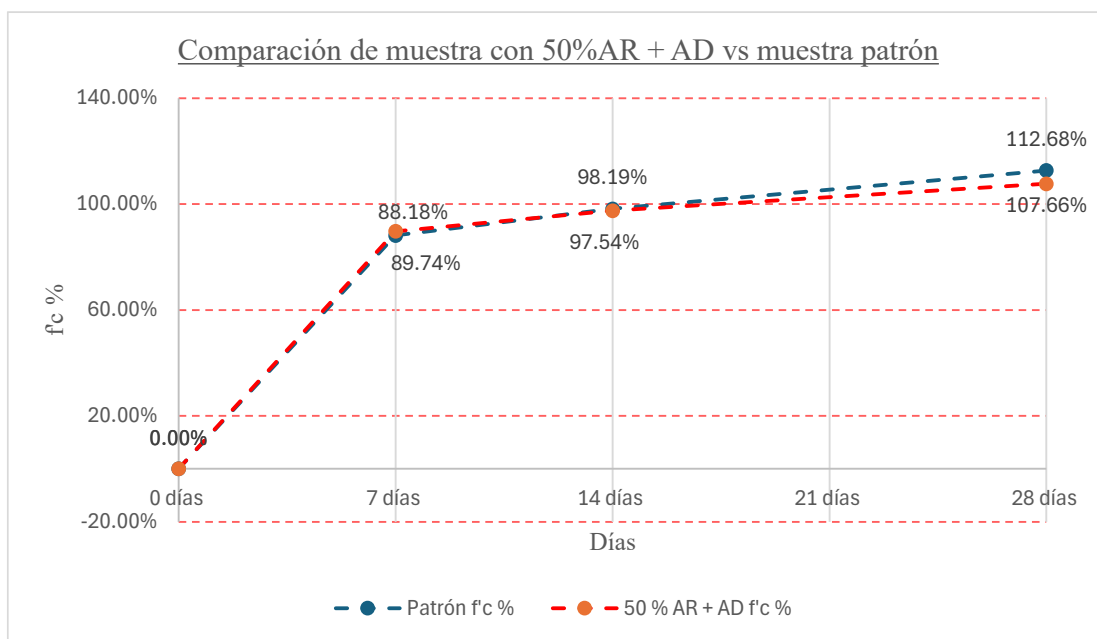
Gráfico 35: R. a la compresión a los 28 días de todas las muestras



Fuente propia

Observamos que la muestra de 50 % AR + AD es la que tiene mayor resistencia a comparación con los demás tipos de muestra, presentamos una comparación entre la muestra patrón y la muestra de 50% AR + AD en la gráfica de tiempo vs f'c, siendo esta la más parecida la muestra patrón. Llegando a alcanzar un 89.74 % a los 7 días, a los 14 días un 97.54 % y a los 28 días el 107.66 %.

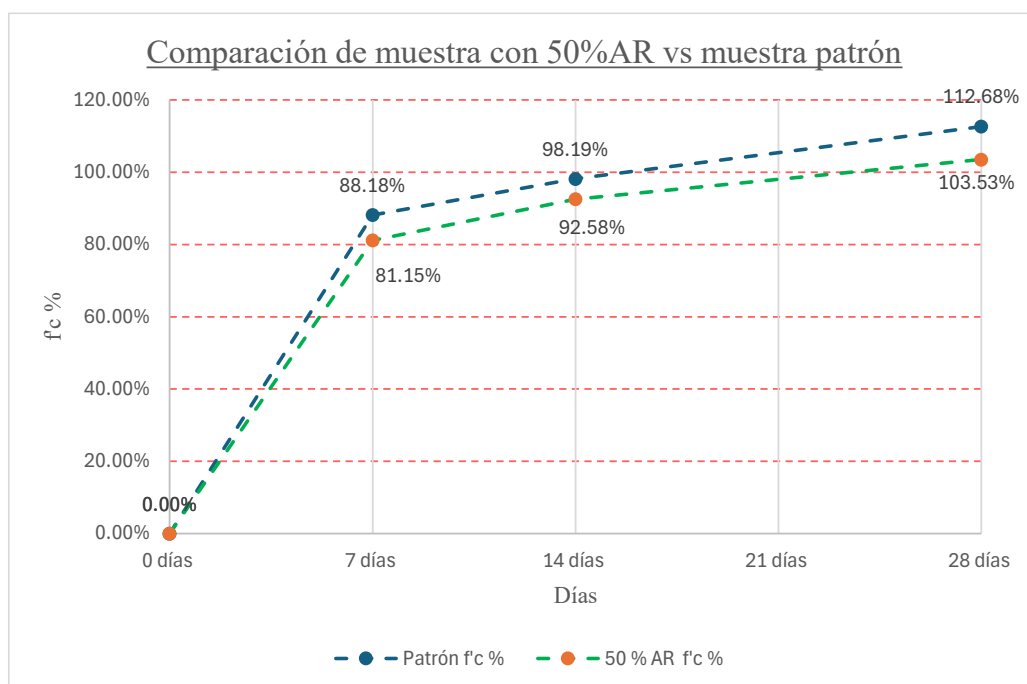
Gráfico 36: Comparación de muestra con 50 % AR + AD vs muestra patrón



Fuente propia

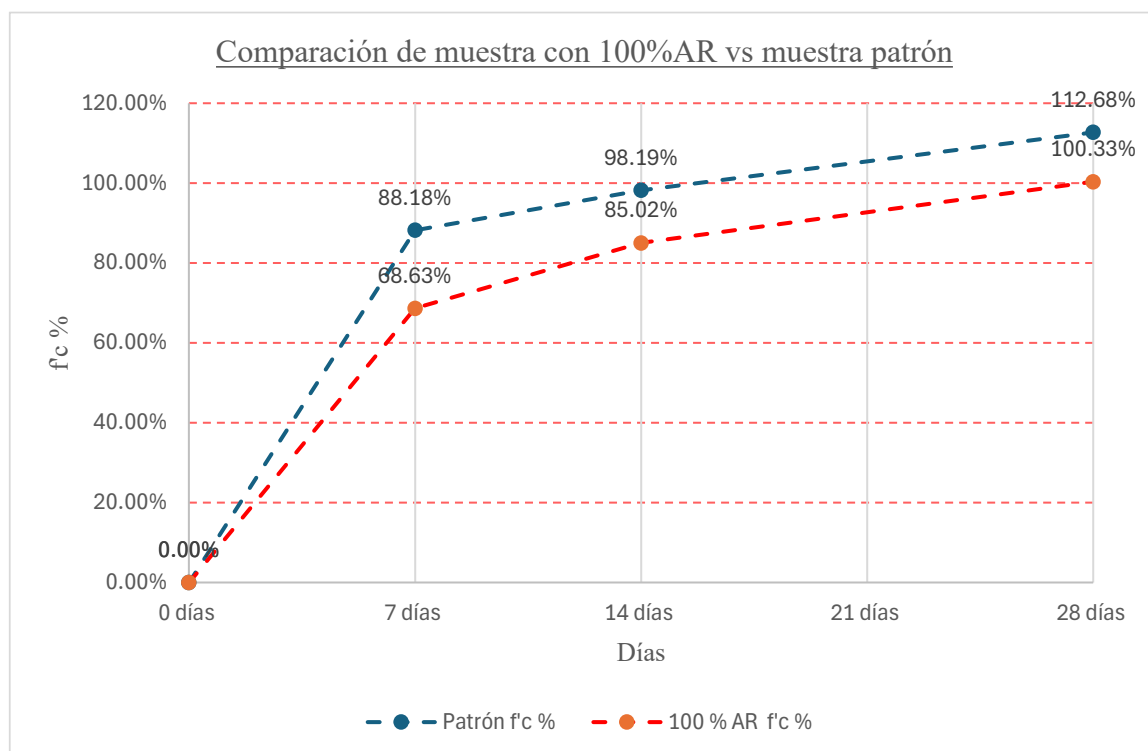
Los resultados del resto de muestras también logran alcanzar la resistencia y excediendo en algunos casos mínimamente, siendo así, la muestra de 50% AR excede en un 3.53% que se observa en el gráfico N° 37. La muestra de 100% AR excede un 0.33% mostrada en el gráfico, con un 2.63 % excede la muestra de 100% AR + AD mostrada en el siguiente gráfico N°.

Gráfico 37: Comparación de muestra con 50 % AR vs muestra patrón



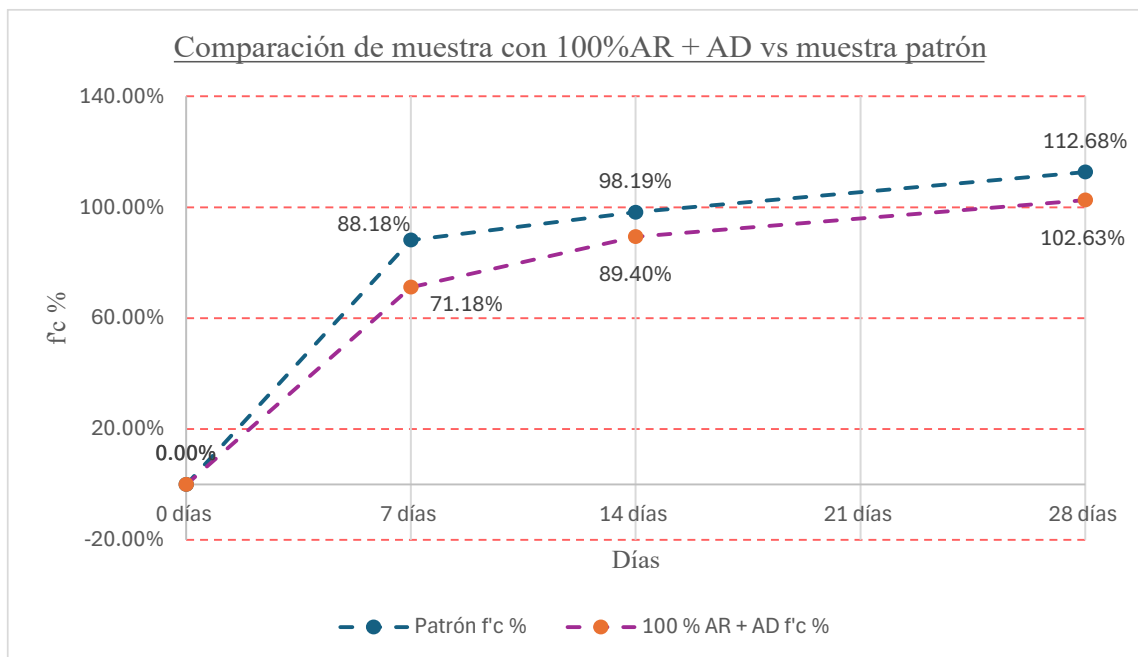
Fuente propia

Gráfico 38: Comparación de muestra con 100 % AR vs muestra patrón

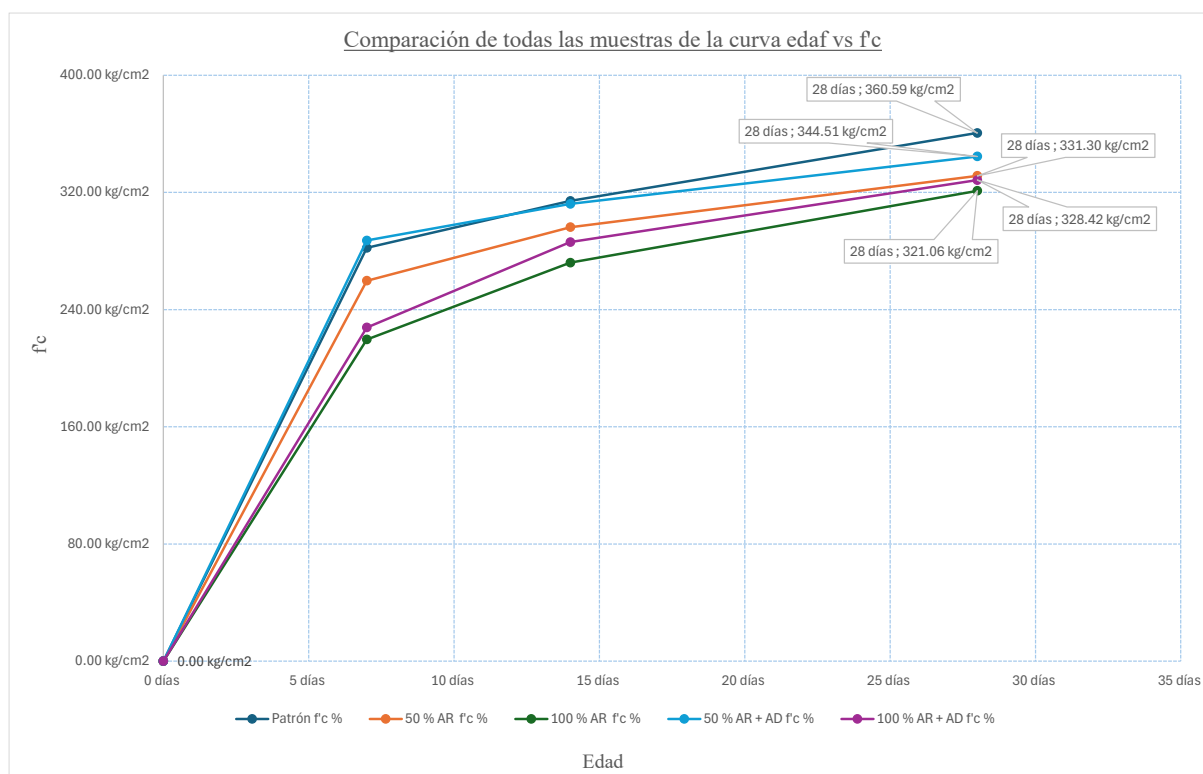


Fuente propia

Gráfico 39: Comparación de muestra con 100 % AR + AD vs muestra patrón



Fuente propia

Gráfico 40: Comparación de todas las muestras de la curva edad vs f_c 

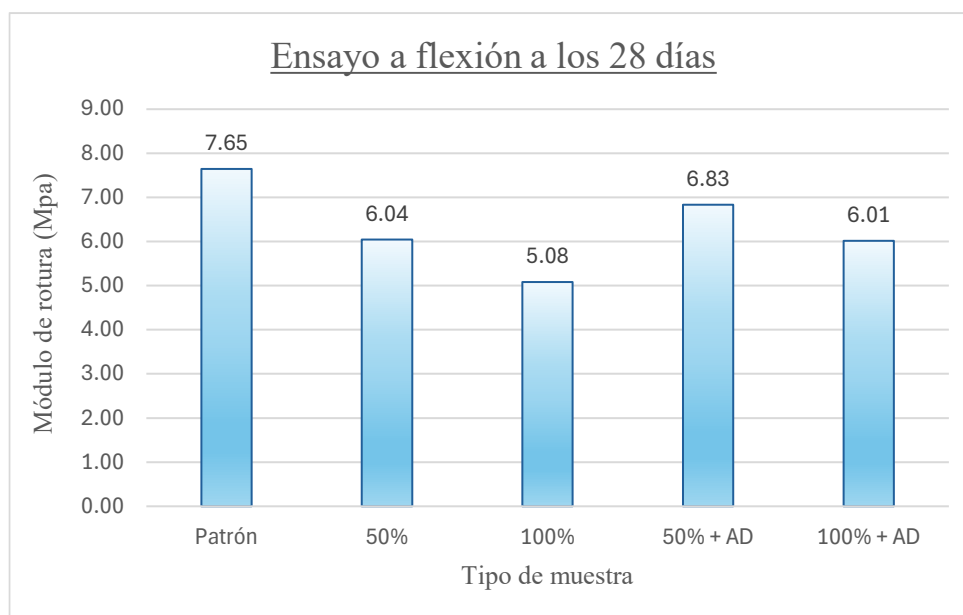
Fuente propia

Ensayo para resistir cargas a flexión del adoquín peatonal de concreto (Módulo de rotura)

En el gráfico vemos la variación del módulo de rotura según el tipo de material utilizado y la cantidad de días que fueron ensayados, según la norma INTINTEC 339.124 nos dice que la resistencia mínima estipulada debe ser 4.9 MPa, para que estos especímenes sean aceptados.

En nuestro caso obtuvimos resultados favorables debido a que todas las muestras pudieron pasar los 4.9 MPa, siendo la muestra patrón la mayor con un 7.65 Mpa equivalente a un 56.02 % más de lo mínimo, para la muestra de 50% AR y 50% AR + AD obtuvimos valores por encima de 6.04 Mpa y 6.83 Mpa equivalentes a un exceso de 23.29% y 39.37%. Por último, para las muestras de 100% AR y 100% AR + AD con valores de 5.08 Mpa siendo la más baja pero aun así cumpliendo y la otra muestra más aditivo con un valor de 6.01 Mpa.

Gráfico 41: Variación del ensayo de resistencia a flexión de todas las muestras



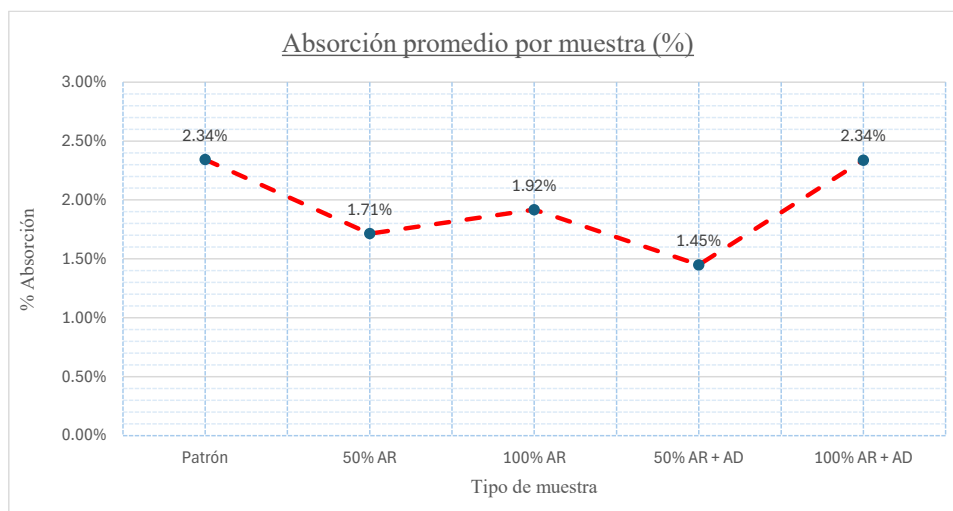
Fuente propia

Ensayo de resistencia a la absorción

En el siguiente gráfico observamos los valores que tienen las muestras con respecto al porcentaje de absorción, siendo estas favorables ya que son menor al 6 % de absorción promedio según norma:

- Obteniendo como valor máximo a la muestra de 50% AR + AD con una absorción de 2.34%.
- La menor fue la muestra de 50% AR + AD con un valor de 1.45 % de absorción.
- Al igual que todas las muestras fueron menores al 6 % en promedio e individualmente fueron menores a 7.5 %.

Gráfico 42: Variación de las diferentes muestras en ensayo de Absorción de adoquines



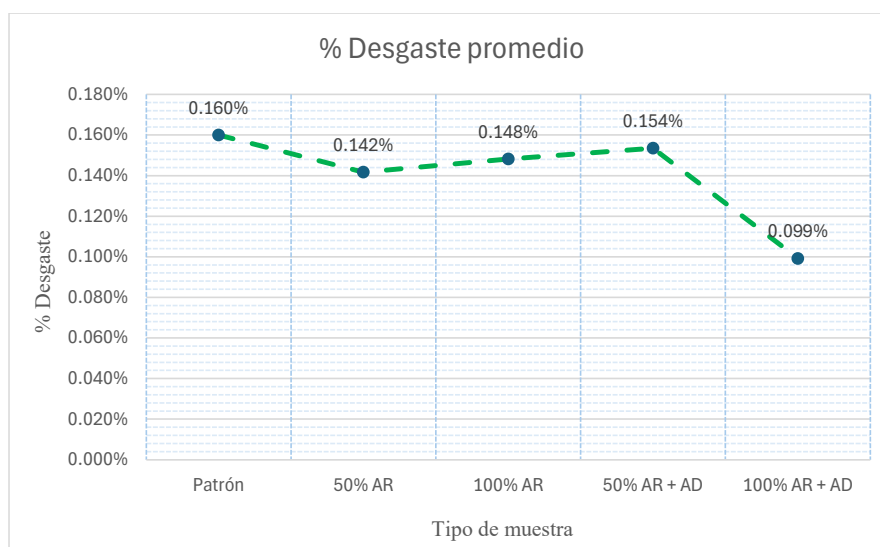
Fuente propia

Ensayo para determinar el desgaste de adoquines

En los siguientes gráficos observamos la variación del desgaste en los adoquines elaborados con diferentes tipos de muestra, apoyados en lo que dice la norma ASTM C944 – 99 detallando el procedimiento del método de cortador giratorio, aplicado por un tiempo de 2 minutos durante 3 ciclos con una carga de 98 N, los resultados fueron:

Para el tipo patrón obtuvimos un valor de 0.16% de la masa inicial a la final, para las muestras con 50% AR y 50% AR + AD siendo un 0.142% y 0.154%. Finalmente, para las muestras de 100% AR y 100% AR + AD con valores de 0.148 % y 0.099%. Mostrando así que los adoquines con agregado reciclado tienen una buena resistencia al desgaste.

Gráfico 43: Variación de las diferentes muestras en ensayo de Abrasión de adoquines



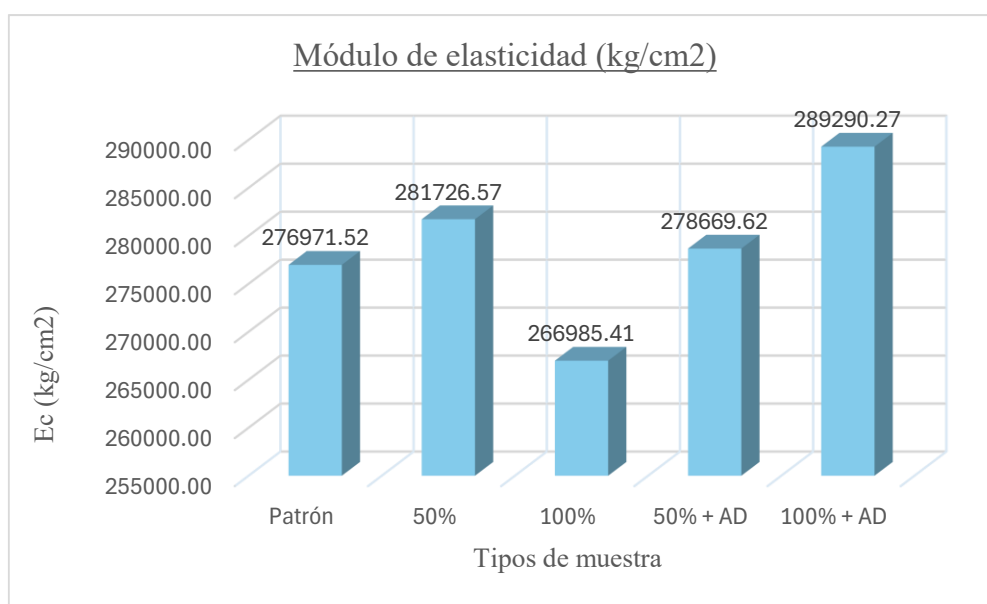
Fuente propia

Ensayo para Módulo de Elasticidad

En el gráfico observamos la variación del E_c con diferentes tipos de muestra, apoyados en lo que dice la norma ASTM C-469 detallando el procedimiento para determinar el módulo de elasticidad de un concreto sometido a compresión.

En el gráfico, observamos que los mayores valores de E_c son los de las muestras de 100% AR + AD con un valor de 289290.27 kg/cm² y el 50% AR con un valor de 281726.57, mientras que el más bajo con un valor de 266985.41 kg/cm² es la de la muestra de 100% AR.

Gráfico 44: Variación de las diferentes muestras en ensayo de Absorción de adoquines

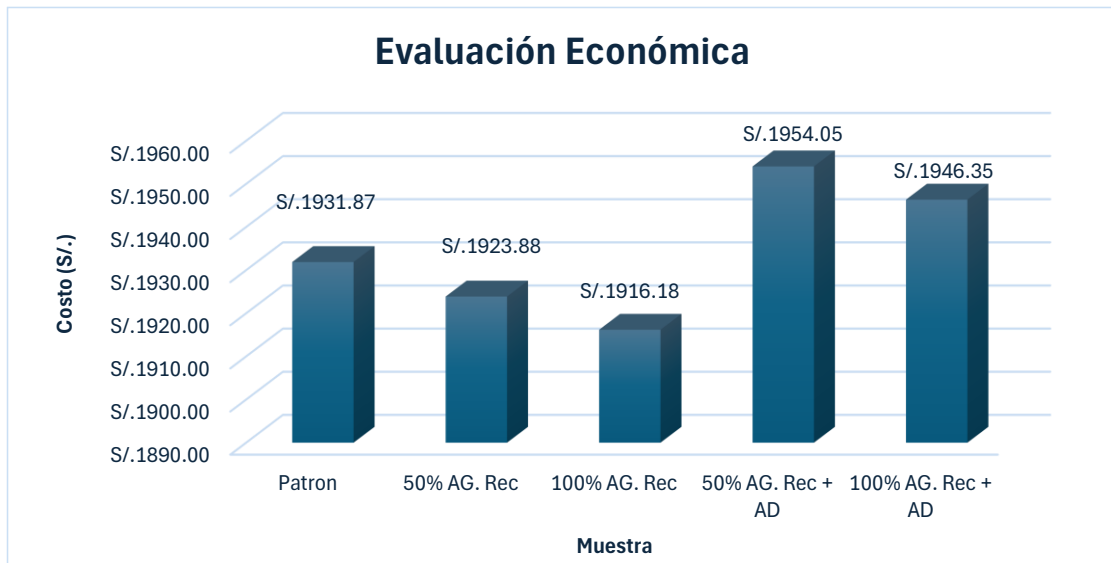


Fuente propia

Evaluación económica

Se realizó un estudio de costos unitarios para ver que muestra era la más viable de acuerdo con la resistencia estipulado en la norma NTP 399.411 para adoquines de uso peatonal (320 kg/cm²), Se contempló que la muestra patrón tiene un costo de S/. 1931.87, el menor precio que es la de la muestra de 100 % AR con un precio de S/. 1916.18, a diferencia de la muestra de 50 % AR + AD con S/. 1954.05 siendo este el precio mayor, sin embargo, a cuanto al ensayo de compresión la muestra con 50 % AR + AD es la que mejor resistencia muestra.

Gráfico 45: Variación de precios según el tipo de muestra



Fuente propia

Conclusiones

- Se realizó el análisis al concreto del cual fue destinado para fabricar adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de RCL en Chiclayo.
- Se determinó la cantidad de agregados que fue obtenido mediante la recolección de probetas, viguetas, adoquines y cubos de concreto, lo cual fue un total de 2749.497 kg repartidos en AF (1242.424 kg) y en AG (554.845 kg).
- Se logró elaborar estos adoquines de tipo peatonal con agregados reciclados obtenidos del proceso de trituración de RCL con características similares a los adoquines convencionales, lo que hace que sean aptos para el uso de estos.
- En el ensayo de resistencia a compresión se concluye que todos los porcentajes de agregado reciclado logran cumplir con la resistencia requerida, sin embargo, la muestra de 50% agregado reciclado más aditivo fue la mayor con un 345.63 kg/cm² aumentando hasta un 7.66 %
- El uso del AR en reemplazo del 50 % y 100% del material de procedencia natural cumplió y mejoró las características mecánicas del adoquín en los ensayos de resistencia a flexión y abrasión apoyándonos en las normas detalladas anteriormente.
- En el ensayo de resistencia a la absorción los valores fueron menores a lo que indica la norma, por lo tanto, los adoquines elaborados a partir de AR tienen una baja absorción de agua. La muestra con mayor absorción fue la de 100 % AR + AD con un valor de 2.34 % siendo menos al 6 % y la menor fue de 1.45 % que la tuvo la muestra de 50% AR + AD.
- Se determinó el módulo de elasticidad de cada muestra, como también la curva de esfuerzo vs deformación, teniendo como resultado que el mayor valor de E_c fue la de la muestra de 100% AR + AD con 289290.27 kg/cm² y las menores fueron las muestras de 100 % AR con 266985.41 kg/cm² y de 50 % AR + AD con 278669.62 kg/cm².
- Pese a que se obtuvo mejoras en las características mecánicas del adoquín con muestra de 50 % agregado reciclado más aditivos, este tuvo un mayor costo (S/. 1954.05) que el de la muestra patrón (S/. 1931.87), sin embargo la muestra de 50 % agregado reciclado tuvo un costo menor de S/. 1923.88 en donde sus características también fueron positivas, lo que implica analizar la viabilidad económica de su implementación.

Recomendaciones

- Se recomienda a seguir estudiando el uso de los agregados reciclados de laboratorio para resistencias mayores o para otro tipo de adoquín.
- Así mismo se sugiere expandir la investigación evaluando los agregados reciclados y añadiendo diferentes tipos de aditivos para evaluar su comportamiento.
- Se recomienda realizar ensayos con diferentes agregados obtenidos de todas las canteras de Chiclayo.

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] “Chiclayo sigue incrementando su inventario de proyectos inmobiliarios -”. - Diario Digital de Construcción. Accedido el 13 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.construyendo.pe/noticias/construccion/chiclayo-sigue-incrementando-su-inventario-de-proyectos-inmobiliarios/>
- [3] A. Hernández, «Propuesta para la reutilización de residuos y escombros provenientes de los laboratorios de concreto en Villavicencio», tesis pregrado, UNIV. ST. TOMAS, Villavicencio, 2020.
- [4] V. Romero Vargas, «Estudio de factibilidad para la optimización de la gestión del concreto fresco de desecho y agua residual en la empresa Cementos Argos», tesis profesional, Univ. Antioquia, Medellín, 2019.
- [5] D. Huérfano, «Alternativas para el manejo y reutilización de residuos sólidos inorgánicos del laboratorio de concretos (flexión y compresión) de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio», tesis pregrado, Univ. Cooperativa Colombia, Villavicencio, 2019.
- [6] A. L. Han, H. Setiawan and P. Hajek, "Laboratory Concrete Specimens Waste, a Case Study on Life Cycle Assessment," IOP Conference Series.Earth and Environmental Science, vol. 290, (1), 2019. Available: <http://usat.lookproxy.com/scholarly-journals/laboratory-concrete-specimens-waste-case-study-on/docview/2557838698/se-2>. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/290/1/012015>.
- [7] L. Contreras Vásquez et al, "Análisis Comparativo de la Resistencia a compresión entre el hormigón tradicional y el preparado con escombros de hormigón," Revista Investigación y Desarrollo, vol. 18, (1), 2023. Available: <http://usat.lookproxy.com/scholarly-journals/análisis-comparativo-de-la-resistencia-compresión/docview/2957116917/se-2>. DOI: <https://doi.org/10.31243/id.v18.2023.2020>.
- [8] L. Mora Fernández, “Efectos de los residuos de cilindros de ensayos de concreto utilizados como agregado grueso sobre la durabilidad del concreto”, tesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, 2021.

- [9] M. Bejar, «Utilización de concreto reciclado como agregado grueso en pavimentos rígidos en la ciudad de Cusco», tesis pregrado, Universidad Alas Peruanas, Cusco, 2018.
- [10] J. Conocc, «Viabilidad del uso de agregado reciclado para la elaboración de concreto de $f'c$ 210 kg/cm² proveniente de la trituración de probetas del laboratorio de ensayos de materiales de una obra en el distrito de La Molina», tesis profesional, Universidad Privada Del Norte, Lima, 2018.
- [11] J. Elías Silupu et al, "Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco," IDEAS Working Paper Series from RePEc, 2020. Available: <http://usat.lookproxy.com/working-papers/efecto-de-la-utilización-agregados-concreto/docview/2586362707/se-2>. DOI: <https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.68>.
- [12] G. Machaca Iquiapaza, "Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca", tesis pregrado, Universidad Peruana Unión, Juliaca, 2019.
- [13] A. Callupe Lopez, A. Carrión Giron, "El agregado grueso de concreto reciclado y su incidencia en las propiedades físico-mecánicas de un concreto de $f'c=210$ kgf/cm²", tesis pregrado, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, 2024.
- [14] Congreso de la República, «Constitución Política del Perú 1993,» 1993.
- [15] V. Conesa. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* - 4. edición revisada y ampliada. Ediciones Mundi Prensa, 2010.
- [16] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 334.009:2020: CEMENTOS. Cementos Pórtland. Requisitos. 7a Edición,» Accedido el 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: [NTP 334.009 | PDF | Cemento | Science \(scribd.com\)](#)
- [17] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 339.088:2014: Requisitos de calidad de agua para el concreto,» Accedido el 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: [Norma Técnica Peruana NTP 339.088 Concreto | PDF \(scribd.com\)](#)
- [18] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 400.037:2018: AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. 4ta Edición,» Accedido el 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: [NTP 400.037 PDF | PDF | Hormigón | Arcilla \(scribd.com\)](#)
- [19] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 399.611:2017: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. 3ra Edición,» Accedido el 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: [NTP 399.611 2017 | PDF | Hormigón | Materiales de construcción \(scribd.com\)](#)
- [20] A. Olguin, «Diseño de pavimentos con adoquines de concreto,» 2012

- [21] 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, nº 3, pp. 235-248, 2015.
- [22] M. I. Cabezas Fierro, «Elaboración de un manual de procesos constructivos del adoquinado,» QUITO/EPN/2014, 2014.
- [23] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 400.012-2013: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ra Edición,» Accedido el 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: [viewscribd.com/es/view-doc/405322425?q=aHR0cHM6Ly9lcY5zY3JpYmQuY29tL2RvY3VtZW50LzQwNTMyMjQyNS8yNjQyMy00MDAtMDEy&f=UERG](https://www.viewscribd.com/es/view-doc/405322425?q=aHR0cHM6Ly9lcY5zY3JpYmQuY29tL2RvY3VtZW50LzQwNTMyMjQyNS8yNjQyMy00MDAtMDEy&f=UERG)
- [24] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 400.012-2013: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 1ra Edición,» Accedido el 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: [viewscribd.com/es/view-doc/405322425?q=aHR0cHM6Ly9lcY5zY3JpYmQuY29tL2RvY3VtZW50LzQwNTMyMjQyNS8yNjQyMy00MDAtMDEy&f=UERG](https://www.viewscribd.com/es/view-doc/405322425?q=aHR0cHM6Ly9lcY5zY3JpYmQuY29tL2RvY3VtZW50LzQwNTMyMjQyNS8yNjQyMy00MDAtMDEy&f=UERG)
- [25] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 400.021-2002: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. 2da Edición,» Accedido el 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: [NTP 400.021 Peso Específico y absorción Del Agregado Grueso | PDF \(scribd.com\)](#)
- [26] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 400.022-2013: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. 3ra Edición,» Accedido el 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: [NTP 400.022-2013-Revisada-2018 - Densidad y absorción Del Agregado Fino | PDF | Densidad | Hormigón \(scribd.com\)](#)
- [27] C. Chapia, «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 pregrado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2022.
- [28] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 400.019-2002: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los

- Ángeles. 2da Edición,» Accedido el 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: Norma Técnica NTP 400.019 Abrasión | PDF (scribd.com)
- [29] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 400.024-2011: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto. 3ra Edición,» Accedido el 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: NTP-400.024-2011 Agregados Método Se Ensayo Normalizado para Determinar Las Impurezas Orgánicas en El Agredo Fino | PDF | Lentas | Hormigón (scribd.com)
- [30] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 339.152-2002: SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea. 1ra Edición,» Accedido el 04 de diciembre de 2023. [En línea]. Available: [NTP 339.152 2002 Versión | PDF | Filtración | Agua \(scribd.com\)](#)
- [31] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 399.604-2002: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. 1ra Edición,» Accedido el 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: Norma Técnica Peruana NTP 399.604 2002 | PDF | Longitud | Acero (scribd.com)
- [32] Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC), «ITINTEC 399.124-1988: ADOQUINES. Requisitos y Métodos de ensayo,» Accedido el 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: NTP 399.124 1988 Adoquines | PDF (scribd.com)
- [33] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), «NTP 399.624-2006: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión de adoquines de concreto utilizando la máquina de desgaste. 1ra Edición,» Accedido el 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Available: NTP 399.624-2006 PDF | PDF | Dureza | Aluminio (scribd.com)
- [34] M. Serrano y D. Pérez, “Análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto”, *Concreto Cem. Investig. Desarro.*, vol. 2, n.º 1, p. 14, 2010.
- [35] M. Borja, *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*, Chiclayo, 2016.
- [36] I. Espinoza Salvadó, *Tipos de muestreo*, vol. 22, 2016, p. 66

Anexos

Anexo 1: Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	TESIS I																		
	Agosto		Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Coordinar con el asesor, revisión del proyecto de tesis y elaborar el plan de tesis (Realizar matriz de consistencia, aumentar antecedentes y realizar bases teóricas).																			
Revisar el problema, formulación del problema, objetivos y justificación del proyecto de tesis																			
Revisión de literatura e introducción que deberá incluir: Situación problemática, formulación del problema, justificación, Objetivos general y específicos																			
Marco teórico: Antecedentes del problema, bases teóricas científicas, definición de términos básicos.																			
Redacción de información bibliográfica y antecedentes																			
Materiales y métodos: Tipo y nivel de investigación, población, muestra de estudio y muestreo.																			
Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Revisión de reglamentos nacionales vigentes y normativa																			
Realización de ensayos y reporte de los ensayos																			
Revisión Parcial por parte del asesor de tesis																			
Reporte final de los ensayos y revisión Parcial por parte del asesor de tesis																			
Presentación Final del Informe de tesis																			
Evaluación																			

Fuente personal

Anexo 2: Presupuesto de tesis

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	PARCIAL	TOTAL	
1	MATERIALES						S/388.00
	Papel Bond A4-80gr	Millar	3	S/11.00	S/33.00		
	Discos, CD, DVD	Glb.	6	S/2.50	S/15.00		
	Útiles de escritorio	Glb.	1	S/100.00	S/100.00		
	Memoria USB de 16 GB	Und.	1	S/30.00	S/30.00		
	Saco para agregados	Und.	10	S/5.00	S/50.00		
	Tinta para impresiones	Und.	8	S/20.00	S/160.00		
2	ALQUILER DE EQUIPOS Y/O ADQUISICION MENORES						S/4,600.00
	Laptop portatil	Und.	1	S/4,000.00	S/4,000.00		
	Impresora multifuncional	Und.	1	S/350.00	S/350.00		
	Camara Digital	Und.	1	S/250.00	S/250.00		
3	SERVICIOS A TERCEROS						S/2,278.00
	Anillados	Und.	0	S/4.00	S/0.00		
	Fotocopias	Und.	500	S/0.10	S/50.00		
	Empastados	Und.	5	S/25.00	S/125.00		
	Servicio de laboratorio- Propiedades físicas de agregados	Día	5	S/15.00	S/75.00		
	Servicio de laboratorio- Mezcladora	Día	5	S/30.00	S/150.00		
	Servicio de laboratorio- Probetas	Probeta	96	S/12.00	S/1,152.00		
	Servicios de internet	Mes	6	S/91.00	S/546.00		
	Servicio de celular	Mes	6	S/30.00	S/180.00		
4	VIATICOS ASIGNADOS						S/885.00
	Movilidad fuera de la zona	Glb.	10	S/17.00	S/170.00		
	Alimentación eventual por jornada de trabajo	Día	25	S/13.00	S/325.00		
	Alimentación fuera de la zona	Día	30	S/13.00	S/390.00		
COSTO TOTAL						S/8,151.00	

Fuente personal

Anexo 3: Realizando ensayo en la máquina de laboratorio de la USAT para compresión y flexión



Fuente personal

Anexo 4: Escombros de adoquines ensayados



Fuente personal

Anexo 5: Validación de ensayos de laboratorio

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 • LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS
 • CONCRETO Y ASFALTO



INFORME N° **LEM USAT 052-2025-I**

FECHA: **23 de Mayo 2025**

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Abel Angel Duban Cubas Villalobos

TITULO DE LA TESIS: Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Granulometría de agregados
- Contenidos de humedad
- Peso específico y % absorción
- Peso unitario seco suelto y compactado
- Contenido de sales solubles
- Ensayo de abrasión en Maquina de los Ángeles
- Ensayo de resistencia a compresión
- Ensayo de resistencia a la flexión
- Ensayo de absorción de adoquines
- Ensayo de abrasión de adoquines
- Ensayo para obtener el Módulo de Elasticidad (Ec)
- Diseño de mezcla para probetas 320 kg/cm²



Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil

Fuente personal

Anexo 6: Validación de datos – Granulometría de Ag. Fino natural



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

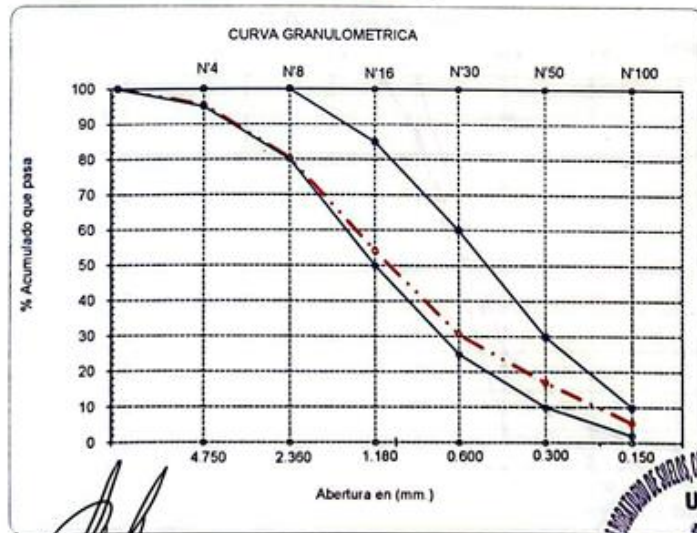


Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tests : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha : Chiclayo, 12 de Setiembre 2024

ENSAYO : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 REFERENCIA : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Arena - Tres Tomas - P. Inicial H. 500.0
 Mesones Muro P. Inicial S. 498.9 % = 2.8

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)					100	100
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	22.1	4.4	4.4	95.6	95	100
Nº 08	2.360	75.54	15.1	19.6	80.4	80	100
Nº 16	1.180	130.64	26.2	45.8	54.2	50	85
Nº 30	0.600	118.22	23.7	69.4	30.6	25	60
Nº 50	0.300	67.49	13.5	83.0	17.0	10	30
Nº 100	0.150	57.5	11.5	94.5	5.5	2	10
Fondo		1.82	0.4	94.9	5.1		
Módulo de Fineza				3.009			
Abertura de malla de referencia				4.750			



Henry Rivas Obitas
 Téc. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 7: Validación de datos – Granulometría de Ag. Grueso natural



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

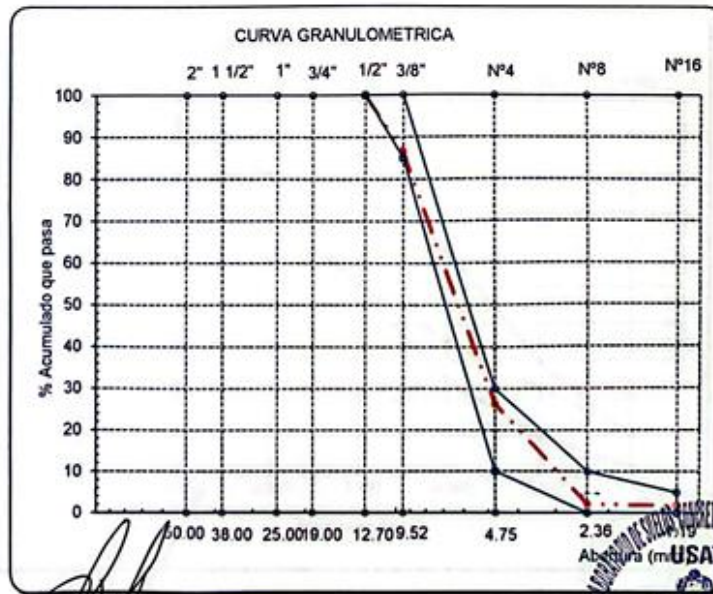


Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha : Chiclayo, 12 de Setiembre 2024

ENSAYO : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
 REFERENCIA : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Confitillo - P. Inicial H. 500.2
 Cantera La Victoria - Pátapo P. Inicial S. 499.4 % = 0.16

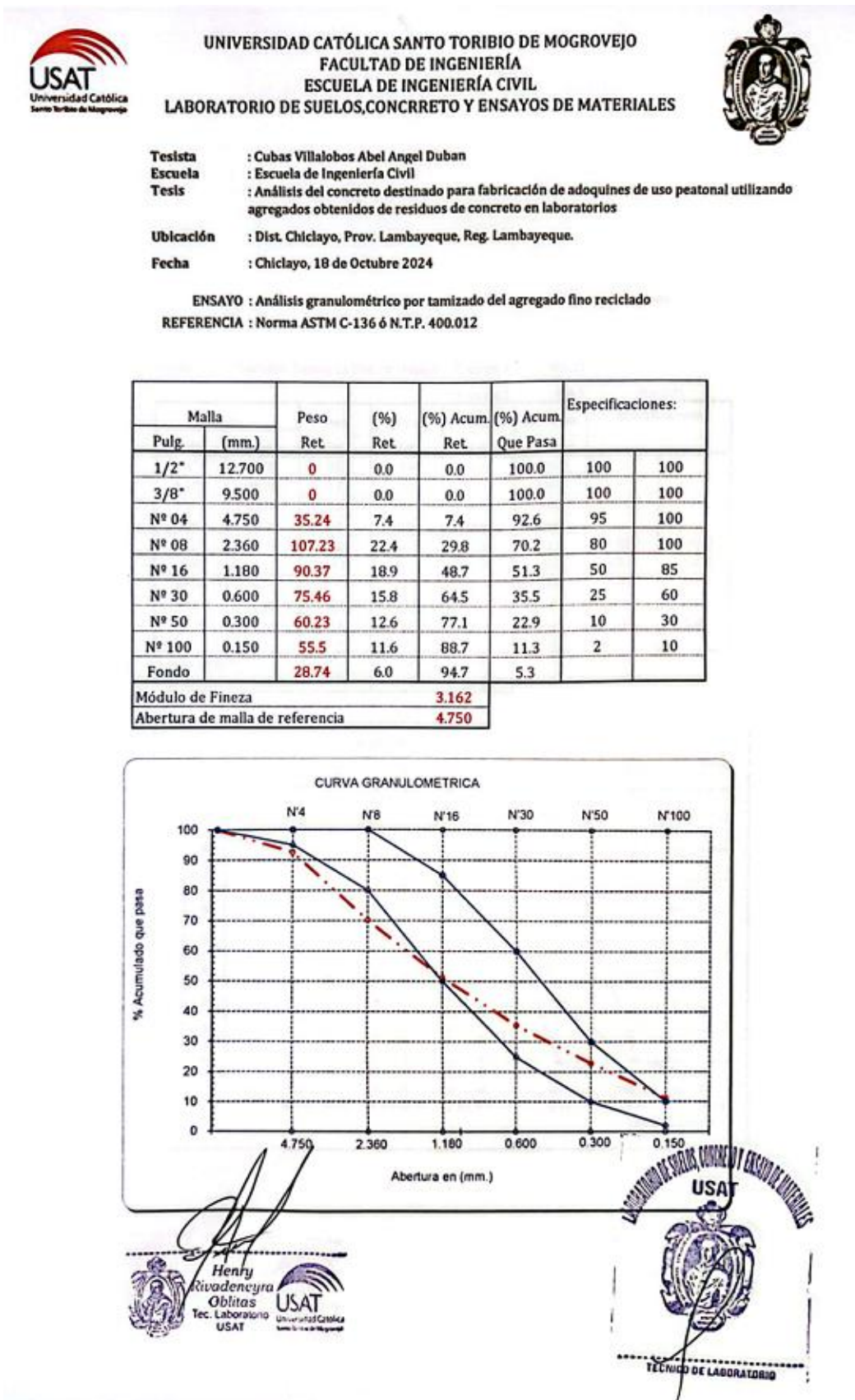
Malla	Peso (mm.)	Ret.				Especificaciones	
		Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa		
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/8"	9.52	67.3	13.5	13.5	86.5	85.0	100.0
Nº 04	4.75	300.6	60.2	73.7	26.3	10.0	30.0
Nº 08	2.36	120.6	24.1	97.8	2.2	0.0	10.0
Nº 16	1.19	1.5	0.3	98.1	1.9	0.0	5.0
Fondo		9.4	1.9	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	12.70			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	9.52			



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 8: Validación de datos – Granulometría de Ag. Fino reciclado



Fuente personal

Anexo 9: Validación de datos – Granulometría de Ag. Grueso reciclado



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

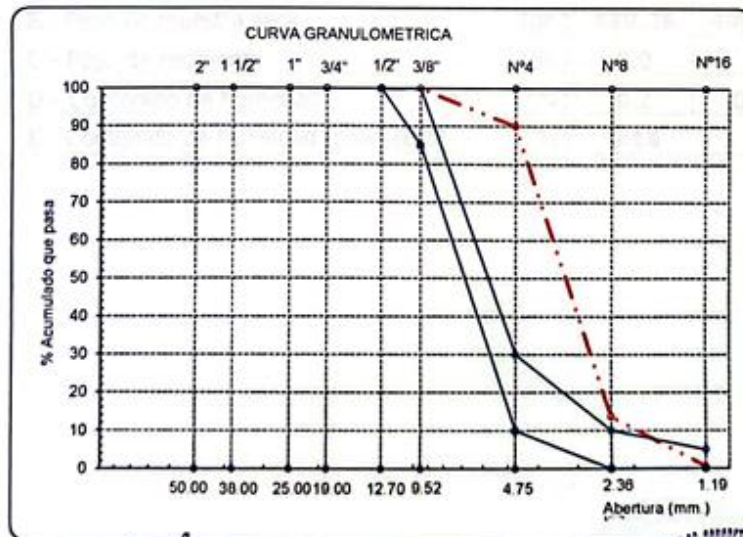


Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha : Chiclayo, 18 de Octubre 2024

ENSAYO : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso reciclado
 REFERENCIA : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Confitillo - Cantera La Victoria - Pátapo P. Inicial H. 501.13
 P. Inicial S. 484.7 % = 3.39

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
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	4.2	0.9	0.9	99.1	100.0	100.0
3/8"	9.52	44.2	9.1	10.0	90.0	85.0	100.0
Nº 04	4.75	370.2	76.4	86.4	13.6	10.0	30.0
Nº 08	2.36	63.4	13.1	99.4	0.6	0.0	10.0
Nº 16	1.19	0.9	0.2	99.6	0.4	0.0	5.0
Fondo		1.9	0.4	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			3/4"	19.00			
Tamaño Máximo Nominal			1/2"	12.70			



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LE PATRÓN DE CALIDAD UNIVERSITARIA ES UNO DE NUESTROS
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 10: Validación de datos – Pesos unitarios Suelto y Compactado de agregados



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha : Chiclayo, 17 de Octubre 2024

ENSAYO : Peso unitario del agregado fino reciclado
REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17850.0	17840.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		7710	7700
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1455	1453
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1453.77	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18980.0	18990.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		8840	8850
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1668	1670
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1668.87	

ENSAYO : Peso unitario del agregado grueso reciclado
REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	16720.0	16730.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		6580	6590
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1241.5	1243.4
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1202	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17810.0	17800.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		7670	7660
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1445.2	1453
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1390.54	

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 11: Validación de datos – Pesos unitarios Suelto y Compactado de agregados naturales



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Fecha : Chiclayo, 13 de Setiembre 2024

ENSAYO : Peso unitario del agregado fino

REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17730.0	17720.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10270.0	10270.0
3.- Peso del material		7460	7450
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1408	1406
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1406.60	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18450.0	18460.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10270.0	10270.0
3.- Peso del material		8180	8190
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1543	1545
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1544	

ENSAYO : Peso unitario del agregado grueso

REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17380.0	17370.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		7240	7230
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1366	1364
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1363	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18500.0	18490.0
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10140.0	10140.0
3.- Peso del material		8360	8350
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1577	1575
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1574	


Henry Rivadeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 12: Validación de datos – Contenido de humedad de agregados naturales



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha : Chiclayo, 12 de Setiembre 2024

ENSAYO : Contenido de humedad del agregado fino
REFERENCIA : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	486.2	486.2
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	2.84	2.84
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.84	

ENSAYO : Contenido de humedad del agregado grueso
REFERENCIA : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.2	500.2
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	499.38	499.38
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.16	


Henry Evideneyta
Cubas
Téc. Laboratorio
USAT



Fuente personal

Anexo 13: Validación de datos – Contenido de humedad de agregados reciclados



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha : Chiclayo, 12 de Setiembre 2024

ENSAYO : Contenido de humedad del agregado fino reciclado
REFERENCIA : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

I .- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	501.84	501.84
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	477.96	477.96
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	5.00	5.00
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	5.00	

ENSAYO : Contenido de humedad del agregado grueso reciclado
REFERENCIA : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

I .- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	501.13	501.13
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	484.72	484.72
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	3.4	3.4
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	3.39	


Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 14: Validación de datos – Peso específico y absorción de los agregados reciclados



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha : Chiclayo, 21 de Octubre 2024

ENSAYO : Peso específico y Absorción del agregado fino reciclado
REFERENCIA : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Arena - Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Pesc	(g)	951.9	951.9
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	646.39	646.39
3.- Peso del Agua	(g)	305.55	305.55
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	636.16	636.16
5.- Peso del Frasco	(g)	146.39	146.39
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	490	490
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.519
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.571
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.659
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	2.09

ENSAYO : Peso específico y Absorción del agregado grueso reciclado
REFERENCIA : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Confitillo - Cantera La Victoria - Pátapo

I.- Datos.

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	(g)	500.5	500.5
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	1236.47	1236.47
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	(g)	797.26	797.26
4.- Peso del Agua.	(g)	439.21	439.21
5.- Peso sumergido	(g)	296.8	296.8
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del recipient	(g)	508.98	508.98
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	(g)	458.6	458.6

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.252
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.458
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.931
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	9.15

Henry Rivadeneira Obitas
Tec. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 15: Validación de datos – Peso específico y absorción de los agregados naturales



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha : Chiclayo, 18 de Setiembre 2024

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

Cantera : Arena - Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Pesc	(g)	942.5	942.5
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	638.09	638.09
3.- Peso del Agua	(g)	304.45	304.45
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	627.86	627.86
5.- Peso del Frasco	(g)	138.09	138.09
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	490	490
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.505
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.557
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.643
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	2.09

ENSAYO : Peso específico y Absorción del agregado grueso
REFERENCIA : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Confitillo - Cantera La Victoria - Pátapo

I.- Datos.

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	(g)	502.2	502.2
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	1252.3	1252.3
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	(g)	814.84	814.84
4.- Peso del Agua.	(g)	437.46	437.46
5.- Peso sumergido	(g)	312.6	312.6
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del recipient	(g)	530.44	530.44
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	(g)	477.5	477.5

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.519
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.649
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.571
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	5.17

Henry Rivadeneyra Obitas
Tec. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 16: Validación de datos – Contenido de sales solubles de agregados reciclados



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha : Chiclayo, 22 de Octubre 2024

ENSAYO Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

REFERENCIA Norma N.T.P. 399.152 : 2002

Análisis Químico

		Ag Grueso re	Ag Fino re
solubles totales	ppm	2000	2000
	%	0.2	0.2


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 17: Validación de datos – Resistencia al desgaste de agregados grueso reciclado y natural



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tests : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha : Chiclayo, 22 de Octubre 2024

ENSAYO Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores

REFERENCIA ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

Muestra: Confitillo

ENSAYO N°1	1
GRADUACIÓN	"D"
ESFERAS	6
PESO TOTAL	5001
N°4 - N°8	5001
PESO SECO	4990
VUELTAS	500
N°10	3987
PESO FINAL	3987
% DESGASTE	20.10%

Muestra: Agregado grueso reciclado

ENSAYO N°2	2
GRADUACIÓN	"A"
ESFERAS	12
1 1/2" - 1"	1253.32
1" - 3/4"	1254.96
3/4" - 1/2"	1251.98
1/2" - 3/8"	1251.33
PESO TOTAL	5011.59
PESO SECO	4618
VUELTAS	500
N°10	3634
PESO FINAL	3634
% DESGASTE	21.31%


Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 18: Validación de datos – Resumen de diseño de mezcla patrón para 320 kg/cm²



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



RESUMEN DISEÑO DE MEZCLA F.C. PATRÓN

Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 320 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Tipo I
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

- Cantera : Arena - Tres Tomas - Mesones Muro
- 1.- Peso específico de masa : 2.505 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5569 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1407 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1544 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 2.1 %
- 6.- Contenido de humedad : 2.8 %
- 7.- Módulo de finesa : 3.009

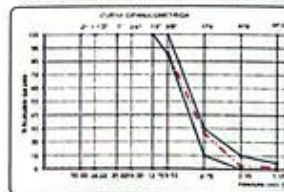
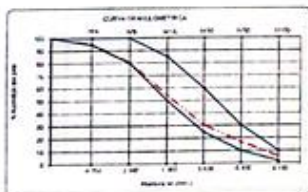
Agregado grueso :

- Cantera : Confitillo - Cantera La Victoria - Pátapo
- 1.- Peso específico de masa : 2.519 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.6493 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1363 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1574 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 5.2 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.2 %
- 7.- Tamaño máximo : 1/2" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/8" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.4	95.6
Nº 08	15.1	80.4
Nº 16	26.2	54.2
Nº 30	23.7	30.6
Nº 50	13.5	17.0
Nº 100	11.5	5.5
Fondo	0.4	5.1

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
1/2"	0.0	100.0
3/8"	13.5	86.5
Nº 04	69.7	26.7
Nº 08	24.1	2.2
Nº 16	0.3	1.9
Fondo	1.9	0.0



Cantidad de materiales por metro cúbico :

- Cemento : 446.0 Kg/m³ : Cemento Tipo I
- Agua : 217.6 L : Agua Potable de la Zona.
- Agregado fino : 937.7 Kg/m³ : Arena - Tres Tomas - Mesones Muro
- Agregado grueso : 692.2 Kg/m³ : Confitillo - Cantera La Victoria - Pátapo

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	2.10	1.55	20.7	Lts/pe ³
Proporción en volumen :	1.00	2.24	1.71	20.7	Lts/pe ³

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Henry Rivadeneira Obilias
 Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



Anexo 19: Validación de datos – Resumen de diseño de mezcla para 320 kg/cm² reciclado



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



RESUMEN DISEÑO DE MEZCLA FC RECIKLADO

Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Testis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $f_c = 320 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Tipo I
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino reciclado :

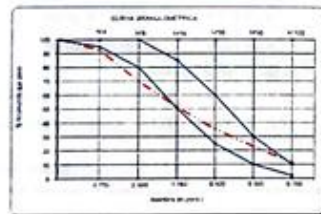
- Cantera : 0
- 1.- Peso específico de masa : 2.519 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.571355104 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1454 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1669 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 2.1 %
- 6.- Contenido de humedad : 5.0 %
- 7.- Módulo de finesa : 3.162

Agregado grueso reciclado :

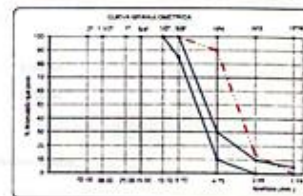
- Cantera : Confiullo - Cantera La Victoria - Pátapo
- 1.- Peso específico de masa : 2.252 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.4575231 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1202 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1399 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 9.1 %
- 6.- Contenido de humedad : 3.4 %
- 7.- Tamaño máximo : 3/4" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 1/2" Pulg.

Granulometría :

Mailla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	7.4	92.6
Nº 08	22.4	70.2
Nº 16	18.9	51.3
Nº 30	15.8	35.5
Nº 50	12.6	22.9
Nº 100	11.6	11.3
Fondo	6.0	5.3



Mailla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
1/2"	0.9	99.1
3/8"	9.1	90.0
Nº 04	76.4	13.6
Nº 08	13.1	0.6
Nº 16	0.2	0.4
Fondo	0.4	0.0



Cantidad de materiales por metro cúbico :

- Cemento : 446.0 Kg/m³ : Cemento Tipo I
- Agua : 224.5 L : Agua Potable de la Zona.
- Agregado fino : 447.9 Kg/m³ : Arena - Tres Tomas - Mesones Muro
- Agregado grueso : 346.1 Kg/m³ : Confiullo - Cantera La Victoria - Pátapo
- Ag grueso rec : 357.2 Kg/m³ : Reciclado
- Ag fino rec : 457.3 Kg/m³ : reciclado

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	Ag rec	Al rec
Proporción en peso :	1.00	1.00	0.78	21.39	0.80	1.03
Proporción en volumen :	1.00	1.07	0.85	21.39	1.00	1.06

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Henry Rivas Encaya
 Obblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 20: Validación de datos – Resumen de diseño de mezcla para 320 kg/cm² de 100% AR y 50% AR + AD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



RESUMEN DISEÑO DE MEZCLA FC PATRÓN 50% AR + AD

Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tests : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento	446.0 Kg/m ³	: Cemento Tipo I						
Agua	224.5 L	: Agua Potable de la Zona.						
Agregado fino	447.9 Kg/m ³	: Arena - Tres Tomas - Mesones Muro						
Agregado grueso	346.1 Kg/m ³	: Confillo - Cantera La Victoria - Pátapo						
Ag grueso rec	357.2 Kg/m ³	: Reciclado						
Ag fino rec	457.3 Kg/m ³	: reciclado						
	Cemento	Arena	Piedra	Agua	Ag rec	Af rec	Aditivo	
Proporción en peso :	1.00	1.00	0.78	21.39	0.80	1.03	0.25 lts/lts	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.07	0.85	21.39	1.00	1.06	0.25 lts/lts	Lts/pie ³

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

RESUMEN DISEÑO DE MEZCLA 100 % AR

Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tests : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento	446.0 Kg/m ³	: Cemento Tipo I			
Agua	222.7 L	: Agua Potable de la Zona.			
Agregado fino rec	686.8 Kg/m ³	: Reciclado			
Agregado grueso rec	916.6 Kg/m ³	: Reciclado			
	Cemento	Af rec	Ag rec	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.54	2.06	21.22	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.59	2.57	21.22	Lts/pie ³

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Henry
Rivadeneira
Obitas
Tec. Laboratorio
USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo



Fuente personal

Anexo 21: Validación de datos – Resumen de diseño de mezcla para 320 kg/cm² de 100% AR + AD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



RESUMEN DISEÑO DE MEZCLA 100 % AR + AD

Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tests : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Cantidad de materiales por metro cúbico:

Cemento	446.0 Kg/m ³							
								: Cemento Tipo I
Agua	222.7 L							: Agua Potable de la Zona.
Agregado fino rec	686.8 Kg/m ³							Reciclado
Agregado grueso rec	916.6 Kg/m ³							Reciclado
	Cemento	Af rec	Ag rec	Agua	Aditivo			
Proporción en peso :	1.00	1.54	2.06	21.22	0.25 lts/bls			Lts/plie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.59	2.57	21.22	0.25 lts/bls			Lts/plie ³

OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Henry Rivadencya Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT


 USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 22: Validación de datos – Tolerancia de adoquines



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

ENSAYO: Tolerancia dimensional de adoquines patrón
 REFERENCIA: NTP 399.611 2017

N°	Estrato	% de compactación	Espesor	Puntos		Dimensiones				Estrados				Perfiles		Pesa (gr)		
				Medida	Altura	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Medida (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Longitud (cm)	Medida (cm)	Longitud (cm)	Medida (cm)	Ancho (cm)			
1	3-4	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
2	3-2			Medida	Altura	30.00	30.00	3.20	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
3	3-2	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
4	3-4			Medida	Altura	30.00	30.00	3.07	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
5	3-3	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
6	3-6			Medida	Altura	30.00	30.11	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
7	3-7	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
8	3-6			Medida	Altura	30.00	30.07	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
9	3-6	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
10	3-6			Medida	Altura	30.00	30.11	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
11	3-6	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
12	3-6			Medida	Altura	30.00	30.11	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
13	3-6	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
14	3-6			Medida	Altura	30.00	30.11	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
15	3-6	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
16	3-6			Medida	Altura	30.00	30.11	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
17	3-7	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
18	3-6			Medida	Altura	30.00	30.11	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

ENSAYO: Tolerancia dimensional de adoquines con 50 % AR
 REFERENCIA: NTP 399.611 2017

N°	Estrato	% de compactación	Espesor	Puntos		Dimensiones				Estrados				Perfiles		Pesa (gr)			
				Medida	Altura	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Medida (cm)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Longitud (cm)	Medida (cm)	Longitud (cm)	Medida (cm)	Ancho (cm)				
1	3%-1	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.11	3.20	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000	
2	3%-2			Medida	Altura	30.00	30.00	3.20	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
3	3%-3	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.11	3.07	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
4	3%-4			Medida	Altura	30.00	30.07	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
5	3%-5	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000	
6	3%-6			Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
7	3%-7	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000	
8	3%-8			Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
9	3%-9	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000	
10	3%-10			Medida	Altura	30.00	30.11	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
11	3%-11	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000	
12	3%-12			Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
13	3%-13	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000	
14	3%-14			Medida	Altura	30.00	30.07	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
15	3%-15	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000	
16	3%-16			Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000
17	3%-17	90%	7 cm	Medida	Altura	30.00	30.00	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000	
18	3%-18			Medida	Altura	30.00	30.11	3.00	30.00	30.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3000

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 23: Validación de datos – Tolerancia de adoquines



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duhan
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tests : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg.

ENSAYO: Tolerancia dimensional de adoquines con 100 % AR
 REFERENCIA: NTP 399.611 2017

N°	Especimen	N de ensayos	Diseño	Resaca			Dimensiones planas			Espesuras			Agregados			Prom. grs		
				Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)			
1	100% - 1	100%	10 Bar	10 Bar	11 Bar	10.11	10.09	1.70	10.00	10.00	4.00	1.50	4.00	1.70	Comp	Comp	Comp	1700
2	100% - 2			10 Bar	11 Bar	10.00	10.11	0.22	10.00	10.00	4.00	0.90	1.50	1.00	Comp	Comp	Comp	1600
3	100% - 3			10 Bar	11 Bar	10.10	10.10	0.02	10.00	10.00	4.00	1.00	1.00	0.00	Comp	Comp	Comp	1700
4	100% - 4	100%	7 Bar	10 Bar	11 Bar	10.13	9.90	3.07	10.00	10.00	4.00	1.20	1.00	1.20	Comp	Comp	Comp	1700
5	100% - 5			10 Bar	11 Bar	10.00	10.00	0.17	10.00	10.00	4.00	0.90	0.90	1.70	Comp	Comp	Comp	1600
6	100% - 6			10 Bar	11 Bar	10.13	10.12	1.00	10.00	10.00	4.00	1.20	1.20	0.00	Comp	Comp	Comp	1700
7	100% - 7	100%	10 Bar	10 Bar	10 Bar	10.00	10.10	0.10	10.00	10.00	4.00	0.90	1.00	1.00	Comp	Comp	Comp	1675
8	100% - 8			10 Bar	10 Bar	10.10	9.90	0.11	10.00	10.00	4.00	1.00	0.10	1.10	Comp	Comp	Comp	1775
9	100% - 9			10 Bar	10 Bar	10.00	10.12	0.02	10.00	10.00	4.00	0.90	1.00	0.00	Comp	Comp	Comp	1700
10	100% - 10	100%	10 Bar	10 Bar	10 Bar	10.10	10.00	0.10	10.00	10.00	4.00	1.00	0.00	1.20	Comp	Comp	Comp	1700
11	100% - 11			10 Bar	10 Bar	10.10	10.00	0.00	10.00	10.00	4.00	1.00	0.20	0.00	Comp	Comp	Comp	1775
12	100% - 12			10 Bar	10 Bar	10.11	10.00	0.07	10.00	10.00	4.00	1.10	0.20	0.70	Comp	Comp	Comp	1600
13	100% - 13	100%	10 Bar	10 Bar	11 Bar	10.00	10.02	1.02	10.00	10.00	4.00	0.90	0.10	1.00	Comp	Comp	Comp	1675
14	100% - 14			10 Bar	11 Bar	10.00	10.00	1.70	10.00	10.00	4.00	0.20	0.00	1.00	Comp	Comp	Comp	1675
15	100% - 15			10 Bar	11 Bar	10.00	10.00	1.00	10.00	10.00	4.00	0.90	0.00	0.00	Comp	Comp	Comp	1700
16	100% - 16	100%	10 Bar	11 Bar	10 May	10.11	10.00	0.11	10.00	10.00	4.00	1.10	0.00	1.20	Comp	Comp	Comp	2000
17	100% - 17			11 Bar	10 May	10.10	10.00	0.11	10.00	10.00	4.00	1.00	0.00	1.20	Comp	Comp	Comp	1700.7
18	100% - 18			11 Bar	10 May	10.12	10.00	0.10	10.00	10.00	4.00	1.20	0.10	1.20	Comp	Comp	Comp	2000

ENSAYO: Tolerancia dimensional de adoquines con 50 % AR + AD
 REFERENCIA: NTP 399.611 2017

N°	Especimen	N de ensayos	Diseño	Resaca			Dimensiones planas			Espesuras			Agregados			Prom. grs		
				Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Largo (mm)			
1	50% + AD - 1	100%	10 Bar	10 Bar	11 Bar	10.00	9.90	0.11	10.00	10.00	4.00	0.10	1.00	1.00	Comp	Comp	Comp	1600
2	50% + AD - 2			10 Bar	11 Bar	10.00	9.90	0.10	10.00	10.00	4.00	0.50	1.10	1.00	Comp	Comp	Comp	1700
3	50% + AD - 3			10 Bar	11 Bar	10.00	10.12	0.12	10.00	10.00	4.00	0.10	1.00	0.50	Comp	Comp	Comp	1600
4	50% + AD - 4	100%	10 Bar	10 Bar	10 Bar	10.00	9.90	0.10	10.00	10.00	4.00	1.00	1.10	1.00	Comp	Comp	Comp	1600
5	50% + AD - 5			10 Bar	10 Bar	10.00	10.00	0.00	10.00	10.00	4.00	0.20	0.50	1.00	Comp	Comp	Comp	1600
6	50% + AD - 6			10 Bar	10 Bar	10.00	9.90	0.10	10.00	10.00	4.00	0.00	0.10	1.70	Comp	Comp	Comp	1600
7	50% + AD - 7	100%	7 Bar	10 Bar	10 Bar	10.00	9.90	0.10	10.00	10.00	4.00	0.10	1.00	1.50	Comp	Comp	Comp	1600
8	50% + AD - 8			10 Bar	10 Bar	10.00	10.00	0.00	10.00	10.00	4.00	0.20	0.10	1.00	Comp	Comp	Comp	1600
9	50% + AD - 9			10 Bar	10 Bar	10.00	10.00	0.00	10.00	10.00	4.00	0.00	0.20	1.10	Comp	Comp	Comp	1700
10	50% + AD - 10	100%	10 Bar	10 Bar	10 Bar	10.00	9.90	0.10	10.00	10.00	4.00	0.20	1.10	0.50	Comp	Comp	Comp	1700
11	50% + AD - 11			10 Bar	10 Bar	10.00	9.90	0.10	10.00	10.00	4.00	0.20	1.00	1.10	Comp	Comp	Comp	1700
12	50% + AD - 12			10 Bar	10 Bar	10.00	10.11	0.11	10.00	10.00	4.00	0.10	1.10	0.00	Comp	Comp	Comp	1600
13	50% + AD - 13	100%	10 Bar	10 Bar	10 Bar	10.00	10.00	0.00	10.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.50	Comp	Comp	Comp	1600
14	50% + AD - 14			10 Bar	10 Bar	10.00	9.90	0.10	10.00	10.00	4.00	0.00	0.70	1.00	Comp	Comp	Comp	1600
15	50% + AD - 15			10 Bar	10 Bar	10.00	10.00	0.00	10.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	Comp	Comp	Comp	1600
16	50% + AD - 16	100%	10 Bar	11 Bar	10 May	10.10	10.10	0.00	10.00	10.00	4.00	1.00	1.00	1.00	Comp	Comp	Comp	1700.0
17	50% + AD - 17			11 Bar	10 May	10.00	9.90	0.10	10.00	10.00	4.00	0.00	0.50	1.00	Comp	Comp	Comp	1600.0
18	50% + AD - 18			11 Bar	10 May	10.10	9.90	0.20	10.00	10.00	4.00	1.00	0.20	1.00	Comp	Comp	Comp	1700.7

Henry Divadeneyra
 Obliotas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 24: Validación de datos – Tolerancia de adoquines



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tecnicista : Cuhas Villalobos Abel Angel Duhan
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

ENSAYO: Tolerancia dimensional de adoquines con 100 % AR + Ad
 REFERENCIA: NTP 399.611 2017

N°	Especimen	% de cumplimiento	Eje	Pesa			Dimensiones			Dimensiones estándar			Tolerancia			Perforaciones			Prom (gr)	
				Medida	Balance	Long (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Long (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Long (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Long (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Long (mm)		Ancho (mm)
1	100% + AD - 1	100% + AD	7 día	07-Nov	14-Nov	19.99	10.00	3.91	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1982
2	100% + AD - 2			07-Nov	14-Nov	20.07	9.91	4.00	20.00	10.00	4.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1973
3	100% + AD - 3			07-Nov	14-Nov	20.00	9.96	4.11	20.00	10.00	4.00	0.00	0.40	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1987
4	100% + AD - 4	100% + AD	28 día	07-Nov	05-Dic	20.00	10.07	3.87	20.00	10.00	4.00	0.00	0.20	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1981	
5	100% + AD - 5			07-Nov	05-Dic	20.02	9.92	4.19	20.00	10.00	4.00	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1942	
6	100% + AD - 6			07-Nov	05-Dic	19.95	10.00	3.90	20.00	10.00	4.00	0.20	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1970	
7	100% + AD - 7	100% + AD	14 día	07-Nov	21-Nov	19.98	10.02	4.19	20.00	10.00	4.00	0.20	0.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2024	
8	100% + AD - 8			07-Nov	21-Nov	20.02	9.90	3.70	20.00	10.00	4.00	0.20	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1448	
9	100% + AD - 9			07-Nov	21-Nov	20.00	10.14	3.71	20.00	10.00	4.00	0.00	1.40	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1574	
10	100% + AD - 10	100% + AD	28 día	07-Nov	05-Dic	20.00	1.00	3.70	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1407	
11	100% + AD - 11			07-Nov	05-Dic	20.05	10.01	3.82	20.00	10.00	4.00	0.20	0.10	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1762	
12	100% + AD - 12			07-Nov	05-Dic	20.03	9.82	3.69	20.00	10.00	4.00	0.20	1.20	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1217	
13	100% + AD - 13	100% + AD	28 día	26-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.02	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	2023	
14	100% + AD - 14			26-Oct	21-Nov	20.00	9.95	3.96	20.00	10.00	4.00	0.00	0.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1994	
15	100% + AD - 15			26-Oct	21-Nov	20.00	10.00	4.00	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2000	
16	100% + AD - 16	100% + AD	28 día	11-Abr	09-May	20.02	9.92	3.99	20.00	10.00	4.00	0.20	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1764	
17	100% + AD - 17			11-Abr	09-May	20.00	9.91	3.82	20.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.20	1.20	0.00	0.00	0.00	1707.9	
18	100% + AD - 18			11-Abr	09-May	20.11	10.10	4.00	20.00	10.00	4.00	1.10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1742.3	

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Morguejo
 Chiclayo, Lambayeque
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 25: Validación de datos – Ensayo de absorción de adoquines



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duhan
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Fecha : 5 de diciembre, 2024

Código : NTP 399.613 : 2005

Título : Unidades de albañilería. Porcentaje de Absorción

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	G4	G3	A	Promedio (%)
		(g)	(g)	(%)	
01	CONCRETO 320 lg/m ² - MUESTRA PATRÓN	1850.00	1846.00	2.36%	2.34%
02	CONCRETO 320 lg/m ² - MUESTRA PATRÓN	1869.00	1830.00	2.13%	
03	CONCRETO 320 lg/m ² - MUESTRA PATRÓN	1877.00	1831.00	2.51%	
04	CONCRETO 320 lg/m ² - 50 % AR	1892.00	1859.00	1.99%	1.71%
05	CONCRETO 320 lg/m ² - 50 % AR	1896.00	1871.00	1.34%	
06	CONCRETO 320 lg/m ² - 50 % AR	1794.00	1762.00	1.82%	
07	CONCRETO 320 lg/m ² - 100 % AR	1871.00	1823.00	2.63%	1.92%
08	CONCRETO 320 lg/m ² - 100 % AR	1775.00	1773.00	0.11%	
09	CONCRETO 320 lg/m ² - 100 % AR	1747.00	1686.00	3.01%	

DONDE :

G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSIÓN EN EL AGUA FRÍA, EXPRESADO EN GRAMOS

G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS

A : ES LA ABSORCIÓN, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :

- Muestro realizados por el solicitante.

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


Henry Rivadeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 26: Validación de datos – Ensayo de absorción de adoquines



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Cuhas Villalobos Abel Angel Duban
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tests : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg.
 Fecha : 5 de diciembre, 2024

Código : NTP 399.613 : 2005
 Título : Unidades de albañilería. Porcentaje de Absorción

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	G4	G3	A	Promedio (%)
		(g)	(g)	(%)	
01	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	1940.00	1902.00	2.00%	1.45%
02	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	1840.00	1830.00	0.55%	
03	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	1854.00	1831.00	1.80%	
04	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	1645.00	1609.00	2.24%	2.34%
05	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	1745.00	1713.00	1.87%	
06	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	1557.00	1513.00	2.91%	

OBSERVACIONES :
 G4 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SATURADO LUEGO DE 24 HORAS DE INMERSIÓN EN EL AGUA FRIA, EXPRESADO EN GRAMOS
 G3 : ES LA MASA DEL ESPECIMEN SECO, EXPRESADO EN GRAMOS
 A : ES LA ABSORCIÓN, EXPRESADA EN PORCENTAJE

OBSERVACIONES :
 - Muestreo realizados por el solicitante.
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Henty
 Divadencya
 Obllitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 27: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la flexión de adoquines



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Cuñas Villalobos Abel Angel Duhan
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tests : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha : 6 de Noviembre, 2024

Código : N.T.P. 339.078
 Título Resistencia a la flexión del concreto

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (kg)	Artigandad del Especimen	Módulo de Rotura	Promedio kg / cm ²
01	CONCRETO 320 kg/m ³ - MUESTRA PATRÓN	06/11/2024	03/12/2024	5297.40	28	7.50	7.26
02	CONCRETO 320 kg/m ³ - MUESTRA PATRÓN	06/11/2024	03/12/2024	5199.30	28	7.94	
03	CONCRETO 320 kg/m ³ - MUESTRA PATRÓN	06/11/2024	03/12/2024	4316.40	28	7.50	
04	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	06/11/2024	03/12/2024	4022.10	28	5.84	5.75
05	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	06/11/2024	03/12/2024	3924.00	28	6.06	
06	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	06/11/2024	03/12/2024	3924.00	28	6.23	
07	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	06/11/2024	03/12/2024	3924.00	28	4.94	4.83
08	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	06/11/2024	03/12/2024	3924.00	28	5.27	
09	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	06/11/2024	03/12/2024	3727.80	28	5.04	

OBSERVACIONES:

- Muestreo realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Henry Rivadeneira Obitias
 Tec. Laboratorio USAT

LE LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 28: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la flexión de adoquines



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cuñas Villalobos Abel Angel Duban
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Rng.

Código : N.T.P. 339.078
 Título Resistencia a la flexión del concreto

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Especimen	Módulo de Rotura	Promedio kg / cm2
01	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	06/11/2024	03/12/2024	4708.80	28	6.53	6.43
02	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	06/11/2024	03/12/2024	4610.70	28	6.92	
03	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	06/11/2024	03/12/2024	4905.00	28	7.03	
04	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR + AD	06/11/2024	03/12/2024	3924.00	28	5.81	5.16
05	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR + AD	06/11/2024	03/12/2024	4316.40	28	5.58	
06	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR + AD	06/11/2024	03/12/2024	4708.80	28	6.65	

OBSERVACIONES:
 - Muestreo realizado por el solicitante.
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 29: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines muestra patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duhan
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha : 6 de Noviembre, 2024

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 N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 320 kg/cm ² - MUESTRA PATRÓN	06/11/2024	06/11/2024	7	256.7
02	CONCRETO 320 kg/cm ² - MUESTRA PATRÓN	06/11/2024	13/11/2024	7	294
03	CONCRETO 320 kg/cm ² - MUESTRA PATRÓN	06/11/2024	13/11/2024	7	296
04	CONCRETO 320 kg/cm ² - MUESTRA PATRÓN	06/11/2024	21/11/2024	14	311
05	CONCRETO 320 kg/cm ² - MUESTRA PATRÓN	06/11/2024	21/11/2024	14	320
06	CONCRETO 320 kg/cm ² - MUESTRA PATRÓN	06/11/2024	21/11/2024	14	312
07	CONCRETO 320 kg/cm ² - MUESTRA PATRÓN	24/10/2024	21/11/2024	28	354
08	CONCRETO 320 kg/cm ² - MUESTRA PATRÓN	24/10/2024	21/11/2024	28	364
09	CONCRETO 320 kg/cm ² - MUESTRA PATRÓN	24/10/2024	21/11/2024	28	364

OBSERVACIONES :

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


Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 30: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 50% AR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg.

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 N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	06/11/2024	13/11/2024	7	256.8
02	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	06/11/2024	13/11/2024	7	259.6
03	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	06/11/2024	13/11/2024	7	262.6
04	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	06/11/2024	21/11/2024	14	296.3
05	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	06/11/2024	21/11/2024	14	301.7
06	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	06/11/2024	21/11/2024	14	290.8
07	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	24/10/2024	21/11/2024	28	329.5
08	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	24/10/2024	21/11/2024	28	331.0
09	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR	24/10/2024	21/11/2024	28	333.4

OBSERVACIONES :

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


Henry Rivadencya Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 31: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 100% AR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

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 ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _o kg/cm ²
01	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	06/11/2024	13/11/2024	7	224.5
02	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	06/11/2024	13/11/2024	7	217.1
03	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	06/11/2024	13/11/2024	7	217.3
04	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	06/11/2024	21/11/2024	14	271.2
05	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	06/11/2024	21/11/2024	14	278.5
06	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	06/11/2024	21/11/2024	14	268.5
07	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	24/10/2024	21/11/2024	28	318.2
08	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	24/10/2024	21/11/2024	28	325.3
09	CONCRETO 320 kg/m ³ - 100 % AR	24/10/2024	21/11/2024	28	321.7

OBSERVACIONES :

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


Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 32: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 50% AR + AD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesisista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

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 N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Fc kg/cm ²
01	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	07/11/2024	14/11/2024	7	283.3
02	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	07/11/2024	14/11/2024	7	289.6
03	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	07/11/2024	14/11/2024	7	288.6
04	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	07/11/2024	21/11/2024	14	311.4
05	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	07/11/2024	21/11/2024	14	319.0
06	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	07/11/2024	21/11/2024	14	306.0
07	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	24/10/2024	21/11/2024	28	346.3
08	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	24/10/2024	21/11/2024	28	344.9
09	CONCRETO 320 kg/cm ² - 50 % AR + AD	24/10/2024	21/11/2024	28	342.3


 Henry Rivasneym Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 33: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 50% AR + AD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Testista : Cubas Villalobos Abel Angel Duban
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

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 ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	07/11/2024	14/11/2024	7	283.3
02	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	07/11/2024	14/11/2024	7	289.6
03	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	07/11/2024	14/11/2024	7	288.6
04	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	07/11/2024	21/11/2024	14	311.4
05	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	07/11/2024	21/11/2024	14	319.0
06	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	07/11/2024	21/11/2024	14	308.0
07	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	24/10/2024	21/11/2024	28	346.3
08	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	24/10/2024	21/11/2024	28	344.9
09	CONCRETO 320 kg/m ³ - 50 % AR + AD	24/10/2024	21/11/2024	28	342.3


Henry Rivadeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



Fuente personal

Anexo 34: Validación de datos – Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines – muestra 100% AR + AD



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Cubas Villalobos Abel Angel Duhan
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil
 Tesis : Análisis del concreto destinado para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

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 ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Fc kg/cm ²
01	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	07/11/2024	14/11/2024	7	229.6
02	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	07/11/2024	14/11/2024	7	225.6
03	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	07/11/2024	14/11/2024	7	228.2
04	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	07/11/2024	21/11/2024	14	284.7
05	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	07/11/2024	21/11/2024	14	283.1
06	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	07/11/2024	21/11/2024	14	290.4
07	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	24/10/2024	21/11/2024	28	330.3
08	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	24/10/2024	21/11/2024	28	328.6
09	CONCRETO 320 kg/cm ² - 100 % AR + AD	24/10/2024	21/11/2024	28	326.3


 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratoria USAT


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÍTULO DE LABORATORIO

Fuente personal

Anexo 35: Validación de datos – Carta de autorización de laboratorio LEMS W&C EIRL



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
servicios@lemswyc.com

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 21 de mayo de 2025

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

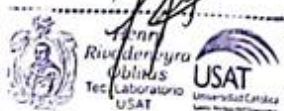
AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado. "ANÁLISIS DEL CONCRETO DESTINO PARA FABRICACIÓN DE ADOQUINES DE USO PEATONAL UTILIZANDO AGREGADO OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONCRETO EN LABORATORIO"

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** al estudiante Ángel Duban Cubas Villalobos, identificada con DNI N°71423624, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autora del trabajo de investigación denominado "Análisis del concreto destino para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregado obtenidos de residuos de concreto en laboratorio" para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados

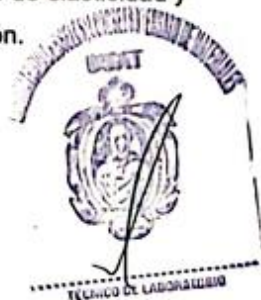
MÉTODO. Resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio.

MÉTODO. Estándar para la determinación del módulo de elasticidad y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión.

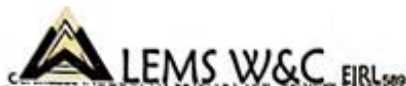


Atentamente;

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL



Anexo 36: Validación de datos – Ensayo para obtener el Módulo de Elasticidad

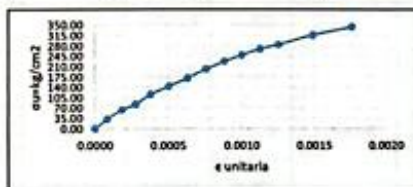


Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycir@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0805C_25/ LEMS W&C
Solicitante : Cubas Villalobos Abel Ángel Duban
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis del concreto destino para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios"
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Jueves, 08 de mayo de 2025
Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo de 2025
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena)
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad	σ_c	Esfuerzo S2	Esfuerzo S1	ϵ unitaria	E_c	Promedio E_c
			(Días)	(Kg/cm ²)	(40% σ_c) Kg/cm ²	(0.000050) Kg/cm ²	ϵ_2 (S ₂)	Kg/cm ²	
Patrón - f'c= 320 kg/cm ²	16/04/2025	14/05/2025	28	343.58	137	18.89307	0.000478	276704	276971.52
Patrón - f'c= 320 kg/cm ²	16/04/2025	14/05/2025	28	336.43	135	18.50133	0.000472	275216	
Patrón - f'c= 320 kg/cm ²	16/04/2025	14/05/2025	28	346.42	139	19.04910	0.000478	278995	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
Wilson
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL
Elfez
Elfez Mendoza Medina
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 324531

Henny
Henny Ribaldmeyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Suelos

USAT
USAT
TEC. LABORATORIO

Anexo 37: Validación de datos – Ensayo para obtener el Módulo de Elasticidad

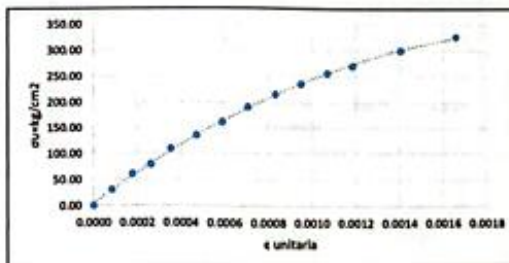


Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0805C_25/ LEMS W&C
Solicitante : Cubas Villalobos Abel Ángel Duban
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis del concreto destino para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios"
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Jueves, 08 de mayo de 2025
Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo de 2025
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm2)DM1 - sustitucion (P)0% al cemento ó (CM)0%
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u	Esfuerzo S2	Esfuerzo S1	ϵ unitaria	E_s	Promedio E_s
				(Kg/cm ²)	(40% σ_u) Kg/cm ²	(0.000050) Kg/cm ²	$\epsilon_s (S_2)$	Kg/cm ²	Kg/cm ²
PC - f'c= 320. kg/cm ² + 50% Concreto Reciclado	16/04/2025	14/05/2025	28	326.36	131	17.94692	0.000478	283976	281726.57
PC - f'c= 320. kg/cm ² + 50% Concreto Reciclado	16/04/2025	14/05/2025	28	320.65	128	17.63154	0.000472	274402	
PC - f'c= 320. kg/cm ² + 50% Concreto Reciclado	16/04/2025	14/05/2025	28	324.06	130	17.82076	0.000478	286802	
PC - f'c= 320 kg/cm ² + 50% Concreto Reciclado + Aditivo	16/04/2025	14/05/2025	28	336.53	135	18.50465	0.000344	276458	278669.65
PC - f'c= 320 kg/cm ² + 50% Concreto Reciclado + Aditivo	16/04/2025	14/05/2025	28	341.07	136	18.75695	0.000334	274670	
PC - f'c= 320 kg/cm ² + 50% Concreto Reciclado + Aditivo	16/04/2025	14/05/2025	28	362.37	145	18.11412	0.000342	284881	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. EN ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT

LEMS W&C EIRL

Elferéz Mendoza Medina
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 324831

USAT

 TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 38: Validación de datos – Ensayo para obtener el Módulo de Elasticidad

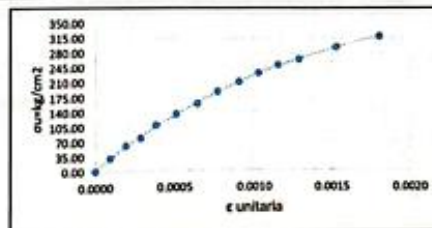


Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycer1@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0805C_25/ LEMS W&C
Solicitante : Cubas Villalobos Abel Ángel Duban
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis del concreto destino para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios"
Ubicación : Dist Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Jueves, 08 de mayo de 2025
Fin de Ensayo : Miércoles, 14 de mayo de 2025
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
Referencia : Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PC - f'c= 320. kg/cm ² + 100% Concreto Reciclado	16/04/2025	14/05/2025	28	333.83	134	18.50133	0.000472	272739	
PC - f'c= 320. kg/cm ² + 100% Concreto Reciclado	16/04/2025	14/05/2025	28	332.10	133	19.04910	0.000478	271879	
PC - f'c= 320 kg/cm ² + 100% Concreto Reciclado + Aditivo	16/04/2025	14/05/2025	28	366.59	147	12.12977	0.000344	288200	289290.27
PC - f'c= 320 kg/cm ² + 100% Concreto Reciclado + Aditivo	16/04/2025	14/05/2025	28	360.16	144	13.84363	0.000334	289749	
PC - f'c= 320 kg/cm ² + 100% Concreto Reciclado + Aditivo	16/04/2025	14/05/2025	28	354.86	142	13.68712	0.000342	289922	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
[Signature]
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
[Signature]
Eljerez Mendoza Medina
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 324531

[Signature]
Henry
Hualdeygra
Cobitis
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
[Signature]
LABORATORIO

Anexo 39: Validación de datos – Ensayo de abrasión para adoquines



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitud de Ensayo : 0805C_25/ LEMS W&C
Solicitante : Cubas Vilalobos Abel Ángel Duban
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis del concreto destino para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 08 de mayo de 2025
Inicio de Ensayo : Viernes, 09 de mayo del 2025
Fin de Ensayo : Viernes, 09 de mayo del 2025

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa	Masa	Desgaste (g/min)	Desgaste (%)
								Inicial (g)	Final (g)		
M-1	FC =320 kg/cm2, Patrón	11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1932.3	1929.1	1.58	0.16
M-2		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1715.0	1712.0	1.52	0.18
M-3		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1730.9	1728.5	1.23	0.14

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.


WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Elferez Mendoza Medina
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 324931


Henry Rivas Cerezo
Dbltas
Téc. Laboratorio
USAT


USAT
TEC. LABORATORIO

Anexo 40: Validación de datos – Ensayo de abrasión para adoquines



Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de Ensayo : 0805C_25/ LEMS W&C
Solicitante : Cubas Villalobos Abel Ángel Duban
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis del concreto destino para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 08 de mayo de 2025
Inicio de Ensayo : Viernes, 09 de mayo del 2025
Fin de Ensayo : Viernes, 09 de mayo del 2025

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa	Masa	Desgaste (g/min)	Desgaste (%)
								Inicial (g)	Final (g)		
M-1	FC =320 kg/cm ² , Patrón + 50% Concreto Reciclado	11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1648.8	1647.1	0.84	0.10
M-2		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1737.6	1733.7	1.92	0.22
M-3		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1843.8	1842.0	0.88	0.10
M-4	FC =320 kg/cm ² , Patrón + 50% Concreto Reciclado+Aditivo	11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1783.6	1780.8	1.38	0.16
M-5		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1630.4	1627.8	1.29	0.16
M-6		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1734.7	1732.2	1.23	0.14

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
Elferéz Mendoza Medina
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 324831

Rivadeneira Oblitas
T.C. Laboratorio
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 41: Validación de datos – Ensayo de abrasión para adoquines



LEMS W&C EIRL
RNP - Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycefirf.com

Solicitud de Ensayo : 0805C_25/ LEMS W&C
Solicitante : Cubas Villalobos Abel Ángel Duban
Proyecto / Obra : Tesis "Análisis del concreto destino para fabricación de adoquines de uso peatonal utilizando agregados obtenidos de residuos de concreto en laboratorios"
Ubicación : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Jueves, 08 de mayo de 2025
Inicio de Ensayo : Viernes, 09 de mayo del 2025
Fin de Ensayo : Viernes, 09 de mayo del 2025

ENSAYO : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

NORMA : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa	Masa	Desgaste (g/min)	Desgaste (%)
								Inicial (g)	Final (g)		
M-1	FC =320 kg/cm2, Patrón + 100% Concreto Reciclado	11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	2006.0	2003.0	1.50	0.15
M-2		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1938.7	1935.8	1.50	0.15
M-3		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	2063.0	2060.0	1.50	0.15
M-4	FC =320 kg/cm2, Patrón + 100% Concreto Reciclado + Aditivo	11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1788.4	1786.7	0.84	0.09
M-5		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1707.9	1706.3	0.80	0.09
		11/04/2025	09/05/2025	28	2	3	98	1743.3	1741.4	0.95	0.11

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.


WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Elferéz Mendoza Medina
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 324531


 Terry Radeneyra Oblitas
 Laboratorio USAT
 USAT


 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO