

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



**Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II
para pavimentos intertrabados**

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

AUTOR

Neyser Jose Regalado Ortiz

ASESOR

Segundo Guillermo Carranza Cieza

<https://orcid.org/0000-0001-9321-2501>

Chiclayo, 2025

**Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines
tipo II para pavimentos intertrabados**

PRESENTADA POR
Neyser Jose Regalado Ortiz

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

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Carmen Chilon Muñoz
PRESIDENTE

Carlos Enrique Cumpa Vieyra
SECRETARIO

Segundo Guillermo Carranza Cieza
VOCAL

Informe Final Tesis - Turniti.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	24%	2%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	12%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
4	creativecommons.org Fuente de Internet	1%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Católica de Santa María	<1%

Índice

Resumen	11
Abstract	12
Introducción.....	13
Revisión de literatura.....	16
Materiales y métodos	25
Resultados y discusión	69
Conclusiones	111
Recomendaciones	113
Referencias	114
Anexos	118

Lista de Figuras

Figura 1: Estructura del adoquín tipo II	20
Figura 2: Muestra de 1 kg de confitillo	31
Figura 3: Tamizado del confitillo.....	32
Figura 4: Peso de la arena amarilla.	33
Figura 5: Pesado de la muestra en la canastilla.....	35
Figura 6: Pesado de la muestra seca en el horno.....	36
Figura 7: Peso de la fiola más la muestra.....	37
Figura 8: Muestra seca al horno	38
Figura 9: Peso del recipiente	39
Figura 10: Peso del agregado fino suelto + recipiente	40
Figura 11: Peso del recipiente	41
Figura 12: Peso del agregado grueso suelto + recipiente	42
Figura 13: Peso del agregado fino compactado + recipiente	43
Figura 14: Peso del agregado grueso compactado + recipiente	44
Figura 15: Colocación de la muestra en el horno.....	45
Figura 16: Colocación de la muestra en el horno.....	46
Figura 17: Peso inicial de confitillo para abrasión.....	47
Figura 18: Maquina de los ángeles.....	48
Figura 19: Porcelanato reciclado triturado	48
Figura 20: Peso del porcelanato reciclado.....	49
Figura 21: Colocación de la muestra en el horno.....	50
Figura 22: Peso del porcelanato reciclado compactado + recipiente	51
Figura 23: Peso del recipiente	52
Figura 24: Peso del porcelanato reciclado suelto + recipiente	53
Figura 25: Peso de la fiola más la muestra.....	54
Figura 26: Muestra seca al horno	55

Figura 27: Maquinaria vibro-compresora para la fabricación de adoquines.....	60
Figura 28: Fabricación de adoquines	61
Figura 29: Fraguado de adoquines	61
Figura 30: Curado de adoquines.....	61
Figura 31: Medición dimensional de adoquines	62
Figura 32: Absorción de los adoquines	63
Figura 33: Densidad de los adoquines.....	64
Figura 34: Esfuerzo a la compresión de los adoquines	65
Figura 35: Ensayo de resistencia a la flexión del adoquín	66
Figura 36: Resistencia a la abrasión del adoquín	67

Lista de Tablas

Tabla 1: Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico	19
Tabla 2: Composición química del porcelanato	22
Tabla 3: Muestras Total para ensayos	26
Tabla 4: Cantidad de muestras a ensayar por resistencia a la compresión.....	26
Tabla 5 Cantidad de muestras a ensayar por resistencia a la Flexión	27
Tabla 6: Cantidad de muestras a ensayar por resistencia a la abrasión.....	27
Tabla 7: Cantidad de muestras a ensayar por resistencia a la abrasión.....	27
Tabla 8: Variable Independiente	29
Tabla 9: Variables dependientes	29
Tabla 10: Variables intervinientes.....	29
Tabla 11: Especificaciones de porcentaje que pasa del agregado grueso	32
Tabla 12 Especificaciones de porcentajes que pasa el agregado fino	34
Tabla 13: Slump método ACI	56
Tabla 14: Resistencia requerida 28 días	56
Tabla 15: Agua en lt/m ³ de concreto para los TMN de agregados gruesos.....	57
Tabla 16: Relación agua/cemento según la resistencia requerida	58
Tabla 17: Volumen de agregado grueso.....	59
Tabla 18: Dimensiones de los adoquines fabricados	60
Tabla 19:Tolerancia dimensional máxima	62
Tabla 20: Limites dimensionales.....	62
Tabla 21: Matriz de consistencia.....	68
Tabla 22: Contenido de humedad del agregado fino.....	69
Tabla 23: Análisis granulométrico agregado fino	69
Tabla 24: Peso específico y de masa del agregado fino	70
Tabla 25: Peso unitario suelto del agregado fino	71

Tabla 26: Peso unitario compactado del agregado fino	71
Tabla 27: Contenido de Humedad del agregado grueso	72
Tabla 28: Análisis granulométrico del agregado grueso	72
Tabla 29: Peso específico de masa y absorción del agregado grueso	73
Tabla 30: Peso unitario suelto del agregado grueso	74
Tabla 31: Peso unitario compactado del agregado grueso	74
Tabla 32: Abrasión del agregado grueso (Confitillo).....	75
Tabla 33: Contenido de humedad del porcelanato reciclado	76
Tabla 34: Granulometría del porcelanato reciclado	76
Tabla 35: Peso específico de masa y absorción del porcelanato reciclado	77
Tabla 36: Peso unitario suelto del porcelanato reciclado	78
Tabla 37: Peso unitario compactado del porcelanato reciclado	78
Tabla 38: Resultado diseño de mezcla patrón por m ³	79
Tabla 39: Resumen de diseños de mezcla con Porcelanato Reciclado	79
Tabla 40: Tolerancia dimensional – Muestra Patrón	80
Tabla 41: Tolerancia dimensional – Muestra 10% de reemplazo	80
Tabla 42: Tolerancia dimensional – Muestra 20% de reemplazo	81
Tabla 43: Tolerancia dimensional – Muestra 30% de reemplazo	81
Tabla 44: Absorción – Muestras patrón	82
Tabla 45: Absorción – Muestra 10% de reemplazo	82
Tabla 46: Absorción – Muestra 20% de reemplazo	83
Tabla 47: Absorción – Muestra 30% de reemplazo	84
Tabla 48: Densidad – Muestra Patrón	86
Tabla 49: Densidad – Muestra Reemplazo 10%	87
Tabla 50: Densidad – Muestra Reemplazo 20%	87
Tabla 51: Densidad – Muestra Reemplazo 30%	88
Tabla 52: Resistencia a la Compresión de adoquines – Muestra Patrón.....	89

Tabla 53: Resistencia a la Compresión de adoquines – Muestra con 10% de reemplazo.....	90
Tabla 54: Resistencia a la Compresión de adoquines – Muestra con 20% de reemplazo.....	91
Tabla 55: Resistencia a la Compresión de adoquines – Muestra con 30% de reemplazo.....	92
Tabla 56: Resultados de resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días todos los adoquines.....	93
Tabla 57: Módulo de rotura – Muestras Patrón.....	95
Tabla 58: Modulo de rotura – Muestra 10% de reemplazo	96
Tabla 59: Modulo de rotura - Muestra 20% de reemplazo	97
Tabla 60: Modulo de rotura - Muestra 30% de reemplazo	98
Tabla 61: Resultados de resistencia a la Flexión a las edades de 7, 14 y 28 días todos los adoquines.....	99
Tabla 62: Resistencia a la abrasión de la muestra patrón.....	100
Tabla 63: Resistencia a la abrasión 10% de reemplazo	100
Tabla 64: Resistencia a la abrasión 20% de reemplazo	100
Tabla 65: Resistencia a la abrasión 30% de reemplazo	101
Tabla 66: Cantidad de porcelanato para elaborar 1 millar de adoquines	101
Tabla 67: APU del transporte por m ³ del porcelanato reciclado	102
Tabla 68: Costo por m ³ de la trituración del Porcelanato reciclado	102
Tabla 69: Análisis de costos de los adoquines de concreto patrón	103
Tabla 70: Análisis de costos de los adoquines de concreto - 10% de porcelanato reciclado .	104
Tabla 71: Análisis de costos de los adoquines de concreto - 20% de porcelanato reciclado .	104
Tabla 72: Análisis de costos de los adoquines de concreto - 30% de porcelanato reciclado .	105
Tabla 73: Resumen de precios unitarios por millar de adoquines.....	105

Lista de Graficas

Grafica 1: Curva granulométrica del agregado fino (Pátapo)	70
Grafica 2: Curva granulometría del agregado grueso	73
Grafica 3: Curva granulométrica del porcelanato reciclado.....	77
Grafica 4: Absorción individual - Muestras patrón.....	82
Grafica 5: Absorción individual - Muestras 10% de reemplazo	83
Grafica 6: Absorción individual - Muestras 20% de reemplazo	84
Grafica 7: Absorción individual - Muestras 30% de reemplazo	85
Grafica 8: Promedios de Absorción en las muestras de adoquines.....	85
Grafica 9: Densidad individual - Muestras patrón	86
Grafica 10: Densidad individual - Muestras 10% de reemplazo.....	87
Grafica 11: Densidad individual - Muestras 20% de reemplazo.....	88
Grafica 12: Densidad individual - Muestras 30% de reemplazo.....	88
Grafica 13: Promedios de Densidad en las muestras de adoquines	89
Grafica 14: Curva edad vs $f'c$ de la muestra patrón de adoquines	90
Grafica 15: Curva edad vs $f'c$ de la muestra 10% de porcelanato de adoquines	91
Grafica 16: Curva edad vs $f'c$ de la muestra 20% de porcelanato de adoquines	92
Grafica 17: Curva edad vs $f'c$ de la muestra 30% de porcelanato de adoquines	93
Grafica 18: Resumen del ensayo de resistencia a la compresión en adoquines	94
Grafica 19: Curva edad vs Resistencia a la flexión de la muestra patrón	95
Grafica 20: Curva edad vs Resistencia a la flexión de la muestra 10% de porcelanato.....	96
Grafica 21: Curva edad vs Resistencia a la flexión de la muestra 20% de porcelanato.....	97
Grafica 22: Curva edad vs Resistencia a la flexión de la muestra 30% de porcelanato.....	98
Grafica 23: Resumen de la resistencia a la flexión de los adoquines.....	99
Grafica 24: Resumen resistencia promedio a la abrasión	101
Grafica 25: Resumen de Precios unitarios por millar	106

Resumen

La construcción civil es un campo que está en un constante crecimiento y evolución, lo que conlleva a la generación de puestos de trabajo, sumado a un crecimiento económico y por ende mejorando la calidad de vida de las personas, sin embargo, este crecimiento no solo tiene impactos positivos, sino que también negativos, uno de los cuales es el aumento de los desechos producto de la construcción los cuales por lo general tienen tratamientos inadecuados y van a parar a botaderos contaminando los ecosistemas. Teniendo en cuenta el contexto planteado, en la siguiente investigación se decide el aprovechamiento de un material en específico que es el porcelanato que es un tipo de desecho de la construcción, donde se tiene como objetivo el elaborar un adoquín con porcelanato reciclado para posteriormente analizar sus propiedades físico-mecánicas. Con la finalidad de cumplir el objetivo se realizaron distintos ensayos de laboratorio, los cuales nos dieron como resultado que la resistencia a la compresión de los adoquines con 30% de porcelanato reciclado obtuvieron una mejora del 17.30% con respecto a las muestras patrón esto a una edad de curado de 28 días, mientras que la resistencia a la flexión mejoro con respecto a la muestra patrón en un 17.57% esto se logró con un 20% de reemplazo, además en cuanto a la resistencia a la abrasión se obtuvo que las muestras con mejor desempeño fueron las de 20% las cuales obtuvieron un porcentaje de desgaste de 0.127%. En conclusión, es posible el uso de porcelanato en la elaboración de adoquines siendo que mejora las propiedades de los adoquines elaborados de manera convencional.

Palabras clave: Adoquines de concreto, Residuos de construcción y demolición, porcelanato.

Abstract

Civil construction is a field that is in constant growth and evolution, which leads to the generation of jobs, economic growth and a better quality of life. However, this growth not only has positive impacts, but also negative ones, one of which is the increase in construction waste, which generally has inadequate treatments and ends up in landfills, contaminating ecosystems. Taking into account the proposed context, in the following investigation it was decided to use a specific material, which is porcelain, which is a type of construction waste, where the objective is to make a paver with recycled porcelain to later analyze its physical-mechanical properties. In order to meet the objective, different laboratory tests were carried out, which resulted in the compression resistance of the pavers with 30% recycled porcelain obtained an improvement of 17.30% with respect to the standard samples, this at an age curing of 28 days, while the flexural resistance improved with respect to the standard sample by 17.57%, this was achieved with a 20% replacement. In addition, in terms of abrasion resistance, it was obtained that the samples with better performance were those of 20% which obtained a wear percentage of 0.127%. In conclusion, it is possible to use porcelain in the production of pavers, since it improves the properties of pavers made in a conventional way.

Keywords: Concrete pavers, construction and demolition waste, porcelain tile.

Introducción

En esta tesis de investigación se plantea la elaboración de un adoquín tipo II el cual será utilizado para pavimentos intertrabados, en la que haremos uso del porcelanato reciclado sustituyendo al agregado fino en diferentes porcentajes del 10%, 20% y 30%.

En la industria de la construcción se genera alta contaminación y desechos, a estos desechos no se les da un manejo adecuado; el porcelanato es un material ampliamente usado en la construcción de pisos, paredes y en algunos casos veredas, este material es usado como acabado final. Muchas veces este material es desechado debido a que en la construcción suele haber desperdicios de este y a su vez van a parar en botaderos junto a los desechos que se producen la construcción.

A nivel internacional, en países como Colombia los residuos de la construcción y demolición tienen sistemas simples de gestión del vertido de los residuos muchas veces incontrolado, siendo que solo del 5% al 10% de dichos residuos son sometidos a procesos de reutilización y reciclaje, a pesar de que en el año 2011, la secretaria de ambiente expidió una resolución para obligar al reciclaje de los residuos de sus obras a las constructoras, estos esfuerzos a tenido poco o nulo impacto sobre la mitigación de estos residuos de la construcción [31]. Estos porcentajes tan bajos de reutilización de los residuos de la construcción nos da una idea del desaprovechamiento que existe de estos materiales donde se encuentra el porcelanato que además tienen un mal manejo para tener una buena disposición final.

Por otro lado, en Europa se generan anualmente un total de 890 000 000 toneladas de residuos de construcción, de los cuales tan solo se reciclan un 50% siendo este un valor bajo para las metas planteadas por la directiva europea para el año 2020 [32]. Esto nos da una idea de la alta cantidad de residuos de construcción que se generan y lo poco que se están aprovechando.

A nivel nacional, los residuos de producto de la construcción y demolición solo se recolectan y reutilizan en un 73% y 12% respectivamente tan solo en la capital Lima, entre estos residuos producto de la construcción y demolición tenemos al porcelanato el cual muchas veces es desperdiciado y no se le da un segundo uso, yendo a terminar en botaderos o centros de acopio de basura municipales sin tener una reutilización [1]. Tan solo en la ciudad de Cusco, durante el año 2019, se obtuvo un total de 56 242. 16 toneladas de residuos de la construcción y demolición, en la cual su la gran mayoría este compuesto de materiales cerámicos siendo un total de 54.0%, en la que dicha sección se incluye el porcelanato [2]. Por ello, dado que estos

residuos de porcelanato no cuentan con un debido tratamiento los reciclaremos para elaborar adoquines más ecológicos y sustentables.

A nivel local, en Chiclayo existe una gran problemática ambiental donde en el año 2013 se tras un estudio realizado por municipalidad provincial de Chiclayo se obtuvo un total de 13178.80 m³ de residuos provenientes de la construcción de obras menores [33]. Estos residuos son distribuidos de manera irregular y en puntos de acopio a lo largo de la ciudad por lo que a la larga se puede convertir en un problema más grande a la ciudad siendo importante el implementar procedimientos para la reutilización de estos materiales entre los cuales se encuentra el material que es investigado en esta tesis.

Con lo visto de los residuos de la construcción y las grandes cantidades que se generan de este tipo de desechos, se busca el reciclar un elemento específico de estos que el porcelanato reciclado el cual está ligado a estos residuos debido a que por la propia actividad de construir se generan cantidades de residuos y esto sumado al crecimiento del sector, se concluye en que los residuos de porcelanato aumentan, por ello con el fin de buscar alternativas y disminuir la cantidad de los residuos de la construcción se planteó esta investigación.

Con la problemática planteada, se plantea la siguiente pregunta ¿Qué influencia tiene la incorporación del porcelanato reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines tipo II para pavimentos intertrabados? Para responder a la pregunta que plantea la problemática se plantea la siguiente hipótesis: “El adoquín tipo II con incorporación de porcelanato reciclado como agregado fino cumplirá con las propiedades físicas y mecánicas para ser empleado en pavimentos intertrabados”.

En el aspecto técnico esta investigación lo que se busca es demostrar la posibilidad de elaborar adoquines tipo II para pavimentos intertrabados haciendo uso del porcelanato reciclado triturado. Se tiene expectativa que primero cumpla con las normas para estos elementos, y segundo mejore sus propiedades requeridas para ser usada en pavimentos intertrabados, además, para futuras investigaciones evaluar que tan provechoso es la comercialización a mayor escala de estos adoquines. Por otra parte, nos ayudara a hacernos una idea sobre qué tan viable es el uso del porcelanato en la elaboración de adoquines y a su vez buscar una mayor base científica sobre el uso de estos materiales reciclados para elaborar adoquines de concreto.

En el aspecto social, implica concientizar a la población referente al tema ambiental y como nuestras actividades afectan a este, principalmente a causa de la contaminación producida en la industria de la construcción en el país y el mundo; sin embargo, siempre existe la posibilidad de dar un cambio reciclando y buscando alternativas para mitigar los impactos producidos por la industria de la construcción. Entonces, con esto se lograría una mejora en la calidad de vida

y un medio ambiente más limpio logrando así un desarrollo sostenible, y a su vez disminuir la cantidad de residuos generados por el ser humano al realizar la actividad de construcción civil.

En el aspecto económico, el hecho de fomentar la reutilización del porcelanato y no simplemente desecharlo dándole así un segundo uso además de tener un precio reducido por lo que son simplemente residuos, a su vez producto de la reutilización de este material que es tratado como desecho se disminuye el uso de agregados naturales lo que llevaría a una menor explotación de los agregados de cantera y ahorra en la extracción de estas mismos. Entonces, teniendo en cuenta esto las Mypes pueden incurrir en este negocio de elaborar adoquines con estos materiales reciclado y así conseguir distintos puestos de trabajo para nuevas personas.

En el aspecto ambiental, mitigar los impactos negativos producido por la industria de la construcción con esto a través del reciclaje de materiales sostenibles los cuales nos servirán para la elaborar elementos de concreto, con esto conseguiremos tener mejor una mejor calidad de vida, preservando el cuidado del agua, aire, suelo y paisaje debido a que se reduce la cantidad de desechos en las vías urbanas y a su vez se preserva los ecosistemas debido a que no se contaminan los lugares naturales con desechos de construcción.

Finalmente se planteó como **objetivo general** elaborar un adoquín tipo II con incorporación de porcelanato reciclado para determinar las propiedades físico-mecánicas para su uso en pavimentos intertrabados. Para lo cual se plantearon **objetivos específicos**: Recolectar el porcelanato reciclado para la elaboración de los adoquines tipo II, caracterizar el porcelanato reciclado que se usara como agregado fino en los adoquines tipo II, determinar el diseño de mezcla más óptimo para la elaboración de los adoquines tipo II con la incorporación de porcelanato reciclado como reemplazo parcial del agregado fino, determinar la influencia del porcelanato reciclado en las propiedades físicas de los adoquines tipo II, determinar la influencia del porcelanato reciclado en la resistencia a la compresión de los adoquines tipo II, determinar la influencia del porcelanato reciclado en la resistencia a la flexión de los adoquines tipo II, comparar los resultados de los adoquines con porcelanato reciclado y los tradicionales, evaluar los costos de los adoquines con incorporación de porcelanato reciclado y los tradicionales. Con estos objetivos planteados, se busca evaluar primero como influye el porcelanato en las propiedades físico-mecánica de los adoquines para así determinar la factibilidad de su uso como agregado fino y segundo se busca el buscarle un uso alternativo a simplemente ser desechados dándoles una segunda vida en este caso para elaborar adoquines de concreto.

Revisión de literatura

Mohammed Jamal, Mohammad Zaky, Shihab Al-juboor, M. H. Bin Wan, Zakiyyu Ibrahim [3]. “Mechanical Properties of the Concrete Containing Porcelain Waste as Sand” Este artículo habla acerca del uso del porcelanato como reemplazo parcial a la arena para la fabricación del concreto, las muestras fueron medidas en función del peso en porcentajes del 10%, 20%, 30%, 40% y 50% de la arena, a su vez se utilizó distintos tiempos de curado que son de 7, 28 y 60 días. Como resultados obtuvo que el mejor comportamiento en cuanto a la resistencia a la compresión la obtuvo con las muestras con reemplazo del 40% alcanzando una resistencia de 56 Mpa mejorando a la muestra patrón, en cuanto a la resistencia a la flexión el mejor desempeño lo obtuvo con las muestras de 30% de reemplazo donde obtuvo una resistencia de 12.76 Mpa. Llego a la conclusión que la porcelana mejora las propiedades mecánicas del concreto.

Mohammed Jamal, Mohammad Zaky, Shihab Al-juboor, M. H. Bin Wan, Zakiyyu Ibrahim [4]. “Mechanical Strength of Concrete by Replacement of Sand with Porcelain Waste with Addition of Superplasticizer” En este artículo se tuvo como objetivo el determinar las propiedades mecánicas del concreto, donde se utilizó el reemplazo de la arena por los residuos de porcelana y a su vez emplear un superplastificante. Esta investigación obtuvo resultados satisfactorios con respecto a la mejora de la resistencia a la compresión, flexión y rotura donde se obtuvieron resultados de 78.2 Mpa, 9.93 Mpa y 5.64 Mpa con un reemplazo del 50% en una edad de curado de 60 días.

K.W.D. Kobbekaduwa y S.V.T.J. Perera [5]. “Effect of porcelain waste as a fine aggregate on the mechanical properties of concrete” Esta investigación está basada en la búsqueda de minorar los impactos ambientales por parte de la fabricación del hormigón y busca la viabilidad del uso de residuos de porcelana triturados como sustituto de áridos finos, se empleó en porcentajes del 25%, 50%, 75%, 85% y 100%, llego a la conclusión de que el mejor porcentaje fue del 75% de reemplazo.

Campos Marco Antonio, Paulon Vladimir Antonio, Argollo Ferrão André Munhoz [6]. “Concrete Made with Alternative Fine Aggregates: The Reuse of Porcelain Electrical Insulators” En este estudio se realizó una examinación de un para la metodología de molienda utilización del porcelanato para ser empleado en lugar de los agregados finos en el concreto. Obtuvo resultados que la resistencia a la compresión mejoro en un 53% a los 365 días con respecto a las muestras de referencia esto se logró con un 100% de reemplazo del agregado fino, en cuanto a la resistencia a la tracción por compresión diametral se obtuvo que en un 100%

de reemplazo se logró un resultado de resistencia promedio de 6.71 Mpa a los 112 días de curado.

Velásquez [7]. “Influencia del porcelanato reciclado como reemplazo de los agregados sobre asentamiento, compresión, absorción, densidad y porosidad en el concreto, Trujillo 2021” En la tesis de investigación citada, se hizo un estudio de cómo influye el porcelanato reciclado en las propiedades del concreto, esto se hizo a partir del reemplazo del porcelanato reciclado tanto por el agregado grueso como por el agregado fino. Y se obtuvo como resultados que el porcelanato reciclado como agregado grueso en el concreto disminuía la resistencia a la compresión a los 28 días, dando como resultados 209 kg/cm² mientras que para la muestra sin reemplazo llegó a 270 kg/cm². Por otra parte, cuando se reemplaza el porcelanato reciclado en lugar del agregado fino se produjo un incremento en la resistencia a la compresión llegando a 312 kg/cm², y se disminuyó: el asentamiento 3.70 cm, se obtuvo una densidad de 2208 kg/m³, y la porosidad se llegó a 9.14% y la absorción a 4.13%, y esto se logró con un 40% de reemplazo.

Tapia [8]. “Evaluación del concreto adicionando residuos de cerámica y porcelanato tesis para optar el título de ingeniero civil” En esta tesis de investigación de la ciudad de Chota, se utilizó la cerámica y el porcelanato como reemplazo al agregado fino en porcentajes del 0%, 5%, 10%, 15% y 25%. Se diseñó un concreto de $f'c$ 210 kg/cm². Se obtuvo como resultados, que el concreto con reemplazo de cerámica y porcelanato disminuyó la trabajabilidad, por el contrario, aumentó la resistencia a la compresión en un porcentaje de 15.86% respecto al concreto patrón y esto se logró con un porcentaje de reemplazo del 15%. Se llegó a la conclusión que el concreto elaborado con componente de residuos de cerámica y porcelanato alcanza mejores resultados en las características mecánicas que un concreto fabricado de manera tradicional.

Bases Teóricas

Concreto

El concreto se interpreta como la mezcla del cemento, agregados gruesos y finos, y agua. El agregado grueso cumple la función de llenar los vacíos de las partículas del mortero el cual este compuesto por el cemento, el agregado fino y el agua. Sobre el papel, el volumen entre las partículas debe llenarse con el volumen del mortero, sin embargo, esto no sucede así, sino que este volumen es mayor por la utilización de una cantidad superior para con esto asegurar la no formación de vacíos. Se debe asegurar la buena calidad de los materiales, además de unas

dosificaciones exactas; por último, se debe de tener en cuenta otros procesos como el mezclado, traslado, vaciado y el curado. [9]

Componentes del concreto:

Cemento Portland

Según la NTP 334.009, nos dice que el cemento hidráulico proviene del proceso de pulverización del Clinker, el cual tiene como componentes principales los silicatos de calcio hidráulicos, además de estos también posee otro compuesto como el sulfato de calcio y caliza como incorporación durante el proceso que se denomina molienda. [10]

Tipos de cemento:

Tipo I: Es de uso común en distintos tipos de concretos y donde no se necesitan atributos especiales.

Tipo II: Es el tipo de cemento más genérico, se usa especialmente cuando se desean mezclas con comportamiento mecánicos frente a sulfatos.

Tipo III: Cemento de altas resistencias iniciales

Tipo IV: Se utiliza cuando se quiere un mejor control al calor a la hidratación.

Tipo V: Cemento de alto rendimiento frente a sulfatos.

Agua

El uso del agua debe ser potable y de calidad, libre de distintos elementos como aceites, sales o materias orgánicas que contaminen el concreto. El empleo del agua potable la cual es para el consumo humano es válido para su uso en el concreto. Entonces, la función principal del agua es la hidratación del cemento y a su vez también mejorar la trabajabilidad del concreto. [9]

Agregado fino y grueso

Es un elemento inerte en el concreto al igual que el agregado grueso, este elemento no interviene en las reacciones químicas que se producen en el concreto en las cuales si intervienen el agua y el cemento. El agregado fino debe cumplir distintas características entre las que tenemos que debe ser limpio de impurezas, polvo, limos o pizarras, o materias orgánicas. [9]

Por otra parte, como se mencionó en el punto anterior el agregado grueso al igual que el fino también es un material inerte y no interviene en las reacciones químicas del concreto. Este compuesto por rocas graníticas, diuréticas y sintéticas. Por último, al

igual que el agregado fino tampoco debe contener impurezas y un valor superior al 5% de limos y arcillas. [9]

Tabla 1: Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico

Agregado	Tamices normalizados
Fino	150 μm (N°100)
	300 μm (N° 50)
	600 μm (N° 30)
	1,18 mm (N° 16)
	2,36 mm (N° 8)
	4,75 mm (N° 4)
Grueso	9,50 mm (3/8)
	12,5 mm (1/2)
	19,00 mm (3/4)
	25,0 mm (1)
	37,5 mm (1 1/2)
	50,0 mm (2)
	63,0 mm (2 1/2)
	75,0 mm (3)
	90,0 mm (3 1/2)
	100,0 mm (4)

Fuente: Ntp 400.011

Concreto Vibrado

El concreto vibrado es aquel que se usa como método de asentamiento práctico y eficaz, a través de este método se logra en el concreto una buena resistencia mecánica, compactación y acaba bueno. Es un procedimiento en el cual consiste en someter a la masa del concreto a movimientos con altas frecuencias, con el fin de acomodar las partículas del concreto de mejor manera así disminuyendo el aire dentro del concreto. Los concretos que tienen una alta resistencia son de consistencia seca, debido a la relación agua cemento tan baja que se usa en estos, por este motivo su uso en obras es muy poco común [11]. Por ello el vibrado se muestra como una solución sobre estos concretos con bajo asentamiento.

Adoquines

Los adoquines prefabricados de concreto, tienen una forma prismática, así mismo sus bases pueden ser polígonos, y estos conforman las bases de un pavimento Intertrabado, a su vez estas pueden ser de dos tipos bicapa o monocapa.

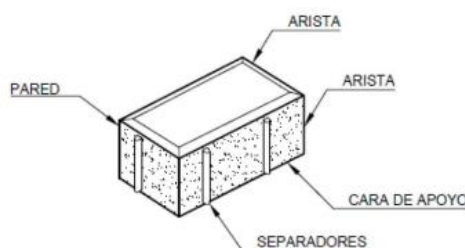


Figura 1: Estructura del adoquín tipo II

Clasificación

Según la NTP 399.611 los adoquines están clasificados en tres tipos, los cuales pasaremos a detallar [12]:

Adoquines Tipo I: Estos adoquines son los que menos requerimientos tienen, así mismo son adoquines los cuales están destinados únicamente para el uso peatonal.

Adoquines tipo II: Los adoquines tipo II son aquellos que están destinados a un uso de tránsito vehicular ligero.

Adoquines Tipo III: Estos adoquines tienen un uso más exigente dado que están destinados a un uso en tránsito vehicular pesado, ya sea contenedores o patios industriales.

Proceso de fabricación de adoquines

Dosificaciones

Primero se realiza el diseño de mezcla para los adoquines, para ello es necesario la caracterización de los agregados a utilizar ya sea determinando su contenido de humedad, absorción, granulometría, etc. Para posteriormente haciendo uso de otros métodos como el ACI 211 determinar qué cantidad emplear por cada componente del concreto para adoquines.

Mezclado

El mezclado se hace a través de distintos métodos, ya sea mezclado manual o utilizando maquinarias. El uso de mezcladores, es más eficaz y se consiguen mezclas más homogéneas por ello se hace más común usar maquinarias.

Vibro-compactación

En este punto lo que se hace es vibrar y comprimir la mezcla anteriormente fabricada, esto con el fin de eliminar los vacíos y tener un adoquín más compacto, esto nos da un adoquín macizo y con dimensiones iguales. [35].

Fraguado

En el fraguado consiste en la fase donde se endurece la mezcla de concreto, esto se realiza a través de las reacciones de tipo químicas internas que se suceden en el concreto producto la interacción del agua y el cemento.

Curado

El curado es la etapa final del concreto, consiste en no permitir que el concreto pierda humedad esto con la finalidad de que este alcance su máximo rendimiento mecánico [36].

Porcelanato

El porcelanato es un revestimiento de pisos, los cuales dado su resistencia y durabilidad son ideales para áreas en donde haya un alto tráfico, esta alta resistencia es obtenida de un proceso de producción en la que incluye una temperatura de cocción de 1250 °C además de una presión y compactación más alta a la tradicional [13]. Principales características de este material:

Gres Porcelánico

El gres porcelánico es un tipo de cerámica que presenta una pasta dura y compacta, coloreada y no porosa. El significado de la palabra “gres” es masa cerámica de la baldosa extremadamente vitrificada, y de esta última característica es de donde deriva su gran resistencia.

Principales características y ventajas principales del gres porcelánico

- Es fabricado en una sola cocción, lo que hace que sea un material igual en su base como en la superficie.
- Es resistente a los cambios de temperatura.
- Puede ser cortado, perforado y modificado a necesidad en la obra, utilizando las herramientas idóneas.
- Es fácil de mantener y limpiar.

Composición Química

Tabla 2: Composición química del porcelanato

Compuesto	%En peso
Al ₂ O ₃ %	17.45
SiO ₂ %	66.24
K ₂ O %	1.52
CaCO ₃ %	0.85
Fe ₂ O ₃ %	0.47

Fuente: Senai/Centro de Tecnologia em Materiais – Brasil

Principalmente el porcelanato está compuesto por dióxido de silicio y oxido de aluminio [14].

Normatividad

Norma técnica CE.010 Pavimentos urbanos

Lo que busca esta norma es la establecer los requisitos mínimos necesarios al momento de diseñar, construir y mantener los pavimentos urbanos; esto lo hace desde un enfoque a la ingeniería de pavimentos y mecánica de suelos, con el fin de mantener una calidad alta durante el tiempo en que se encuentre en servicio. [15]

Normas Técnicas Peruanas (NTP)

NTP 334.009 2016

Esta norma tiene el objetivo de establecer los requerimientos del cemento portland en sus distintos tipos. [10]

NTP 399.604 2002

Esta norma tiene como objetivo primero referente al muestreo de las unidades de albañilería de concreto y segundo referente a los ensayos de estas, para obtener sus dimensiones, resistencia a la compresión, su absorción, densidad y contenido de humedad. [16]

NTP 399.611 2017

Esta norma técnica tiene como objetivo el establecer requisitos que deben cumplir los adoquines para su uso en campo de la construcción de los pavimentos. Así mismo su campo de aplicación está condicionada a los pavimentos peatonales, patios industriales y vehiculares. [12]

NTP 400.012 2013 (revisada en 2018)

Esta norma técnica se basa en el análisis granulométrico de los agregados tanto finos y gruesos. Nos brinda que métodos debemos seguir para determinar a qué tipo de categoría pertenece un agregado y esto lo logra a través de tamices. Por último, explica los cálculos a tomar para hacer un análisis de los resultados.[17]

NTP 400.017 2011

Esta norma tiene objetivo de determinar el peso unitario del agregado en dos condiciones ya sea suelto o también compactado, además del calcular los vacíos que hay entre las partículas ya sea entre los agregados finos, gruesos o una mezcla de ambos. Por último, este ensayo solo se aplicará a agregados que no superen los 125 mm de TMN. [18]

NTP 400.021 (revisada el 2018)

Esta norma establece los provenientes a tomar para conseguir determinar tres propiedades que son la densidad promedio de partículas del agregado grueso, además su densidad específica, y por último la absorción que posee este. [19]

NTP 400.022 2013

Esta norma busca la determinación de la densidad promedio de partículas del agregado fino, su densidad relativa, y absorción. Esto lo logra a través de establecer un procedimiento normalizado. [20]

MTC E 207

Ensayo de desgaste de los agregados que tengan tamaños menores a 37.5 mm, este ensayo establece un procedimiento para determinar la degradación de los agregados menores a 37.5 mm utilizando la máquina de impacto de los ángeles [29].

ITINTEC 399.124:1988

La norma tiene por objetivo el establecer los requisitos y métodos de ensayo que deben ser cumplidos por los adoquines de concreto los cual son usados para pavimentos, a su vez establece el método para la determinación de la resistencia a la flexión [21].

Normas Internacionales

Método ACI (ACI 211)

Este método se basa en la resistencia que se quiere alcanzar en una mezcla de concreto, se fija una relación agua/cemento para garantizar alcanzar una resistencia adecuada y además la durabilidad de la mezcla. Al final se obtiene una dosificación con la cual se logrará alcanzar la resistencia requerida para un determinado elemento estructural [22].

ASTM C944

Esta normativa tiene por objetivo el realizar el método para determinar la resistencia a la abrasión del concreto o superficie de mortero haciendo del ensayo del rodillo giratorio [23].

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación:

Según la metodología planteada esta investigación pertenece a un tipo de investigación aplicada, dado que se emplean distintos métodos y estudios anteriores con el fin de solucionar una problemática. En cuanto al nivel es experimental, dado que aquí lo que se hará es manipular la variable independiente con el fin de obtener determinados resultados en mi variable dependiente [24].

Pregunta de investigación

¿Qué influencia tiene la incorporación del porcelanato reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines tipo II para pavimentos intertrabados?

Hipótesis

El adoquín tipo II con incorporación de porcelanato reciclado como agregado fino cumplirá con las propiedades físicas y mecánicas para su uso en pavimentos intertrabados.

Diseño para contrastar la hipótesis

Dado que nuestra investigación es de carácter experimental se piensa realizar ensayos con los cuales se tiene el objetivo de determinar las propiedades físico-mecánicas del adoquín tipo II, con esto se espera cumplir con los resultados que nos establece la NTP 399.611 para su uso en pavimentos, se tendrá como base el manipular a la variable independiente que estaría relacionada con el porcelanato reciclado en 10%, 20% y 30% lo que incorporaremos a nuestros adoquines tipo II con la intención de mejorar sus propiedades físico-mecánicas.

Variable independiente: Porcelanato reciclado

Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas.

Objeto de estudio: Adoquines Tipo II para pavimentos intertrabados.

Población

Para nuestra investigación planteada se han determinado con la cantidad total de adoquines a emplear los cuales van a contar con las mismas dimensiones y forma, y contarán con porcelanato reciclado utilizado en distintos porcentajes además de las muestras patrón.

Muestra

En esta investigación planteada, la muestra lo conforman un total de 96 adoquines, los cuales se dividen en un total de 24 unidades por porcentaje. Se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas por cada porcentaje de adición de porcelanato.

El tipo de muestreo es no probabilístico, lo cual se escoge a razón de las características de la investigación, teniendo en cuenta los límites de recursos técnicos, económicos y de tiempo. Además, se priorizará el control y la precisión al momento de elaborar y ensayar los adoquines descartando cualquier muestra que contenga fallos como fisuras o no que no sean homogéneas, por ello el número de muestras planteadas fue el que se muestra en la Tabla 3.

En la siguiente Tabla 03 se distribuyen las muestras de la siguiente manera:

Tabla 3: Muestras Total para ensayos

MUESTREO PARA ADOQUINES CON e=60 mm					
Adoquines porcelanato reciclado	N° de unidades	F'c (7, 14, 28 días)	Resistencia a la flexión (7, 14, 28 días)	Resistencia a la abrasión (28d)	Tolerancia dimensional, Absorción y Densidad (28d)
Adoquín patrón	3	3	3	1	1
Adoquín 10% de reemplazo	3	3	3	1	1
Adoquín 20% de reemplazo	3	3	3	1	1
Adoquín 30% de reemplazo	3	3	3	1	1
Adoquines por ensayo		36	36	12	12
Adoquines totales		96			

Fuente Propia

Muestreo

Como se mencionó en el punto anterior para el muestro aplicado en esta investigación fue de tipo no probabilístico, por tanto, los adoquines no son seleccionados por medio de la probabilidad por el contrario se hará por medio de las características de la investigación y la elección propia del investigador [25].

Tabla 4: Cantidad de muestras a ensayar por resistencia a la compresión

Ensayos	Curado	Número de muestras				Adoquines por ensayo
		0%	10%	20%	30%	
Resistencia a la compresión	7 días	3	3	3	3	12
	14 días	3	3	3	3	12
	28 días	3	3	3	3	12
Total		9	9	9	9	36

Fuente Propia

Tabla 5 Cantidad de muestras a ensayar por resistencia a la Flexión

Ensayos	Curado	Número de muestras				Adoquines por ensayo
		0%	10%	20%	30%	
Resistencia a la Flexión	7 días	3	3	3	3	12
	14 días	3	3	3	3	12
	28 días	3	3	3	3	12
Total		9	9	9	9	36

Fuente Propia

Tabla 6: Cantidad de muestras a ensayar por resistencia a la abrasión

Adoquines con Porcelanato Reciclado	Resistencia a la abrasión
Adoquín patrón	3
Adoquín 10% de reemplazo	3
Adoquín 20% de reemplazo	3
Adoquín 30% de reemplazo	3
Total	12

Fuente Propia

Tabla 7: Cantidad de muestras a ensayar por resistencia a la abrasión

Adoquines con Porcelanato Reciclado	Variación dimensional, densidad y absorción
Adoquín patrón	3
Adoquín 10% de reemplazo	3
Adoquín 20% de reemplazo	3
Adoquín 30% de reemplazo	3
Total	12

Fuente Propia

Criterios de selección

En este punto determinaremos los criterios a tener en cuenta al momento de determinar nuestras muestras para los ensayos; las obtendremos de tener en cuenta algunos puntos claves, los cuales son:

- Que nuestras unidades de muestra sean representativas y homogéneas, ya que vamos a utilizar un material agregado a la fabricación de adoquines convencionales, y se debe tener especial cuidado.
- Sean adoquines sólidos, sin presentar fisuras o grietas que impidan su correcto funcionamiento.
- La edad a ensayar las muestras que se tienen en consideración será de 7, 14 y 28 días para los ensayos de resistencia a la flexión y compresión; y para los ensayos de densidad, absorción y variabilidad serán de 28 días.

Para determinar nuestros porcentajes de porcelanato reciclado lo haremos en base a nuestros antecedentes, los cuales pasaremos a mencionar:

- Mohammed Jamal, Mohammad Zaky, Shihab Al-juboor, M. H. Bin Wan, Zakiyyu Ibrahim [3], en esta investigación se obtuvo que a los 28 días de curado las muestras con 30% de porcelanato obtuvieron la mejor resistencia siendo de 47.7 Mpa con una edad de curado de 28 días mejorando a la muestra patrón, a su vez en la resistencia a la flexión fueron las muestras que mejor desempeño tuvieron a diferencia de las demás muestras con distintos porcentajes esto con una edad de curado de 60 días.
- Velázquez [8], en la investigación realizada en Trujillo, con un porcentaje de reemplazo del 40% de porcelanato por agregado fino se llegó a una resistencia a la compresión de 312 kg/cm² y mejoro al concreto patrón que llego a 270 kg/cm². Pero, de igual modo se disminuyó la trabajabilidad y porosidad.
- Tapia [9], por último, en esta tesis se utilizó residuos de cerámica y porcelanato en porcentajes del 0% al 25%, y se llegó a la conclusión de que con el 15% de reemplazo se aumenta la resistencia a la compresión hasta un 15.86%.

Por lo tanto, con estas consideraciones, usaremos un porcentaje de 10%, 20% y 30% de porcelanato reciclado para esta investigación.

Operacionalización de variables

Objeto de estudio: Adoquines tipo II para pavimentos intertrabados.

Tabla 8: Variable Independiente

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
Variable Independiente				
Variable	Indicador	Unidad	Rango de Aplicación	Método (Ensayo, Instrumento, NTP)
Porcelanato reciclado	Cantidad de porcelanato reciclado	%	0%, 10%, 20% y 30%	Balanza (cantidad de porcelanato reciclado reemplazante del agregado fino)

Fuente Propia

Tabla 9: Variables dependientes

Variable Dependiente			
Variable	Indicador	Unidad	Método De medición (Ensayo, Instrumento, NTP)
Propiedades Físico-Mecánicas	Resistencia a la Compresión	Kg/cm ²	NTP 399.604 - NTP 399.611 2010
	Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	ITINTEC 339.124
	Resistencia al desgaste por abrasión	%	ASTM C944
	Absorción	%	NTP 399.604 - NTP 399.611 2010
	Densidad	kg/m ³	NTP 399.604
	Tolerancia Dimensional	mm	NTP 399.604

Fuente Propia

Tabla 10: Variables intervinientes

Variable Interviniente				
Variable	Indicador	Unidades	Valor	Método de medición (Ensayo, Instrumento, NTP)
Diseño de Mezcla	F'c del diseño de mezcla	kg/cm ²	420	Método ACI 211
Cemento	Tipo de Cemento	Bols	Tipo Prefabricados	Balanza
Curado	Tiempo de curado	Días	7, 14 y 28 días	Calendario
Granulometría de los agregados	Tamaño de los agregados	mm	-	NTP 400.012
Agregado Grueso	Resistencia a la abrasión	%	-	NTP 400.019

Fuente Propia

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación Directa

A través de esta técnica se permitirá evaluar el comportamiento de los adoquines para pavimentos intertrabados con la incorporación de porcelanato reciclado, además de los distintos resultados para cada uno de los ensayos.

Experimentación

La experimentación se utiliza con el fin de comprobar el comportamiento físico-mecánico que tendrán los adoquines de concreto. En el caso de esta investigación se utilizó unas muestras patrón las cuales nos sirven para comparar con los porcentajes de variación de porcelanato reciclado. Por último, se dará las conclusiones de los experimentos para así ver qué porcentaje tuvo el mejor desempeño.

Investigación científica

Primero haremos es analizar nuestras variables, y como es que vamos a manipular nuestra variable independiente. Como segundo punto que tendremos en cuenta, serán los ensayos que haremos para obtener nuestros resultados, y con ellos analizaremos nuestros resultados para sacar conclusiones lo cual sería nuestra etapa final de nuestra investigación.

Instrumentos:

- Normas Técnicas Peruanas
- Artículos de investigación internacionales
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Normas internacionales

Procedimientos

Para este punto se basará en la descripción de los pasos y puntos clave a seguir para la elaboración de nuestros adoquines para pavimentos intertrabados. Tendremos en consideración los recursos que vamos a necesitar para la elaboración de estos y después adicionar el porcelanato reciclado en reemplazo del agregado fino.

Ensayos de Laboratorio

Análisis granulométrico de los agregados

Granulometría del agregado grueso

La granulometría la haremos en relación a la NTP 400.012 la cual nos da los parámetros necesarios para la obtención del agregado grueso.

Instrumentos y equipos

- Juego de tamices (1/2", 3/8", N°4, N°8 y N°16)
- Brocha
- Taras
- Cucharon
- Balanza electrónica (sensible a 0.5 gr)
- Horno, con capacidad de 110 ± 5 °C

Procedimientos

1. Se pesa la cantidad de agregados para ensayar, de acuerdo a su TMN esperado, para luego pasar a pesarlo y colocarlo al horno para que tener la muestra seca.
2. Se procede a pesar la muestra en el caso de esta investigación 1 kg de confitillo.

Figura 2: Muestra de 1 kg de confitillo



Fuente Propia

3. Se pasa por los tamices de tamaños 1/2", 3/8", N° 4, N° 8 y N° 16, en el orden respectivo.

Figura 3: Tamizado del confitillo



Fuente Propia

4. Se deposita la muestra por cada tamiz y se zarandea con el fin de que pasen la mayor cantidad de muestra posible.
5. Se procede a pesar la muestra retenida en todos los tamices normalizados.
6. Se procede a calcular el % retenido acumulado del agregado y el % que pasa de este mismo.
7. Se realiza la curva granulométrica.

Especificaciones

La ASTM C-33 los requerimientos granulométricos del agregado grueso de acuerdo con el % que pasa por las distintas mallas [30].

Tabla 11: Especificaciones de porcentaje que pasa del agregado grueso

Tamaño nominal	Porcentajes que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8
2"	95 a 100	-	35 a 75	-	10 a 30	-	0 a 5	-
1 1/2"	100	95 a 100	-	35 a 75	-	10 a 30	0 a 5	-
1"	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5
3/4"	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5
1/2"	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5
3/8"	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 5

Fuente: ASTM C-33

Granulometría del agregado fino

La granulometría la haremos en relación a la NTP 400.012 la cual nos da los parámetros necesarios para la obtención de la granulometría del agregado fino.

Instrumentos y equipos

- Juego de tamices
- Brocha
- Taras
- Cucharon
- Balanza electrónica (sensible a 0.5 gr)
- Horno, con capacidad de 110 ± 5 °C

Procedimientos

1. Para la preparación de la muestra de agregado fino se seca en el horno a una temperatura continua, para después pesar una cantidad que como mínimo será de 300 gr.
2. Se pesa la muestra en el caso de esta investigación 1 kg de agregado fino

Figura 4: Peso de la arena amarilla.



Fuente Propia

3. Se pasa por los tamices de tamaños N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200 en el orden respectivo.
4. Se verte la muestra por cada tamiz y se zarandea con el fin de que pasen la mayor cantidad de muestra posible.
5. Se procede a pesar la muestra retenida en cada uno de los tamices normalizados.
6. Se calcula el % retenido acumulado del agregado y el % que pasa de este mismo.
7. Se realiza la curva granulométrica y por último se calcula el módulo de fineza

Calculo

$$M.F = \frac{\% \text{ Ret. Acum. } (N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 50, N^{\circ}100)}{100}$$

Especificaciones

La ASTM C-33 los requerimientos granulométricos del agregado fino de acuerdo con el %que pasa por las distintas mallas [30].

Tabla 12 Especificaciones de porcentajes que pasa el agregado fino

Malla	Porcentaje que pasa (%)
3/8"	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	10 a 30
N° 100	2 a 10

Peso específico y absorción agregado grueso

Para la obtención del peso específico y absorción del agregado grueso, nos basaremos en la normativa técnica peruana 400.021, la cual tiene la finalidad de establecer un método para obtener el peso específico y la absorción de este agregado. Este ensayo es importante dado que nos servirá para hacer nuestros diseños de mezcla para la posterior elaboración de nuestros adoquines.

Instrumentos

- Balanza, sensibilidad de 0.5 gr
- Recipiente de muestra
- Tanque de agua
- Tamices
- Horno, con capacidad de 110 ± 5 °C

Procedimientos

1. Haremos un lavado a nuestra muestra para así limpiarla de todo tipo de impurezas, una vez hecho ello se procede a sumergirla durante 24 horas a temperatura ambiente.
2. Procedemos a hacer el pesado del agregado grueso, secándolo con una franela para quitar el exceso de agua, de esta forma obtendremos el peso del agregado saturado superficialmente seco.
3. El agregado pasa a ser pesado en una castilla, la cual debe estar sumergida en el agua.

Figura 5: Pesado de la muestra en la canastilla



4. Posteriormente, la muestra la llevaremos al horno por 24 horas a una temperatura de 110 °C con la finalidad de secar completamente la muestra. Al culminar este proceso pesaremos la muestra.

Figura 6: Pesado de la muestra seca en el horno



Fuente Propia

Peso específico y absorción agregado fino

Para la obtención del peso específico y absorción del agregado fino lo haremos apoyándonos en la NTP 400.022.

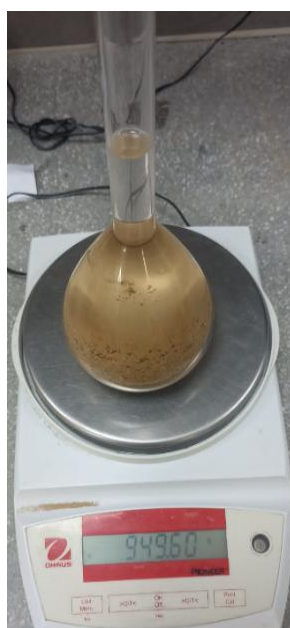
Instrumentos

- Balanza
- Fiola (500 cm³)
- Taras de tamaño alto
- Embudo
- Molde y barra compactadora
- Horno, con capacidad de 110 ± 5 °C

Procedimientos

1. Pesaremos una muestra con un total de 500 gr de agregado fino, y lo vertimos en la fiola para luego llenarla y dejarla reposar por 24 horas.

Figura 7: Peso de la fiola más la muestra



Fuente Propia

2. Transcurridas las 24 horas, sacaremos el agua del recipiente y dejamos secar el material (muestra saturada superficialmente seca)
3. Colocaremos la muestra en el molde, y la llenaremos en 3 porciones y cada porción será golpeada 25 veces por la barra compactadora por etapa.
4. Pesamos el material, para luego ser sumergida en agua nuevamente por 24 horas.

5. Finalmente agregamos agua destilada y vertimos el material una tara grande para luego colocarla al horno durante un periodo de 24 horas.

Figura 8: Muestra seca al horno



Fuente Propia

Cálculos

A= Peso de la muestra secada en el horno (gr)

B= Volumen del frasco (cm³)

C= Volumen del agua añadida al frasco (cm³)

Peso específico (D)

$$D = \frac{A}{B - C} * 100$$

Peso específico aparente (F)

$$F = \frac{A}{A - C} * 100$$

Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{B - A}{A} * 100$$

Peso unitario suelto agregado fino

Para la obtención de los pesos unitarios de los agregados lo haremos apoyándonos de la NTP 400.017, en la cual nos menciona que la obtención de los pesos de los agregados se hace en condiciones sueltas o compactadas, aparte de calcular los vacíos entre partículas de los agregados.

Instrumentos

- Balanza
- Brocha
- Varilla
- Probetas cilíndricas de metal
- Cucharón

Procedimiento

1. Primero, debemos tener nuestra muestra en estado seco al aire libre, para así poder llevar a cabo el ensayo. Posteriormente tomaremos medidas tanto en peso y dimensiones de nuestro recipiente.

Figura 9: Peso del recipiente



Fuente Propia

2. Cubriremos el recipiente con el agregado teniendo una caída a una altura aproximada de 50mm.
3. Haciendo uso de la varilla nivelamos la superficie del agregado en el recipiente y pasaremos a pesarla.

Figura 10: Peso del agregado fino suelto + recipiente



Fuente Propia

Cálculos

$$P. Unitario suelto = \frac{A - B}{C} * 100$$

A= Peso del recipiente más el peso del agregado

B= Peso del recipiente

C= Volumen del recipiente

Peso unitario suelto agregado grueso

Para la obtención de los pesos unitarios de los agregados lo haremos apoyándonos de la NTP 400.017, en la cual nos menciona que la obtención de los pesos de los agregados se hace en condiciones sueltas o compactadas, aparte de calcular los vacíos entre partículas de los agregados.

Instrumentos

- Balanza
- Brocha
- Varilla
- Probetas cilíndricas de metal
- Cucharon

Procedimiento

1. Primero, debemos tener nuestra muestra en estado seco al aire libre, para así poder llevar a cabo el ensayo. Posteriormente tomaremos medidas tanto en peso y dimensiones de nuestro recipiente.

Figura 11: Peso del recipiente



Fuente Propia

2. Cubriremos el recipiente con el agregado dejándolo caer a una altura aproximada de 50mm.
3. Haciendo uso de la varilla nivelamos la superficie del agregado en el recipiente y pasaremos a pesarla.

Figura 12: Peso del agregado grueso suelto + recipiente



Fuente Propia

Cálculos

$$P. Unitario suelto = \frac{A - B}{C} * 100$$

A= Peso del recipiente más el peso del agregado

B= Peso del recipiente

C= Volumen del recipiente

Peso unitario compactado agregado fino

Para determinar el peso unitario compactado de los agregados finos y gruesos, debemos de tener los siguientes instrumentos:

Instrumentos

- Balanza
- Varilla apisonadora
- Recipiente cilíndrico
- Mazo de goma

Procedimiento

1. Determinaremos el volumen y el peso del recipiente.
2. Posteriormente dejaremos caer el agregado a una altura de 50mm, y lo llenaremos en 3 capas y a cada capa la compactaremos un total de 25 veces con la varilla compactadora.
3. Una vez lleno lo que haremos es nivelar la superficie para proceder como último paso a pesar.

Figura 13: Peso del agregado fino compactado + recipiente



Fuente Propia

Cálculos

$$P. Unitario suelto = \frac{A - B}{C} * 100$$

A= Peso del recipiente más el peso del agregado

B= Peso del recipiente

C= Volumen del recipiente

Peso unitario compactado agregado grueso

Para determinar el peso unitario compactado de los agregados finos y gruesos, debemos de tener los siguientes instrumentos:

Instrumentos

- Balanza
- varilla apisonadora
- recipiente cilíndrico
- mazo de goma

Procedimiento

4. Determinaremos el volumen y el peso del recipiente.
5. Posteriormente dejaremos caer el agregado a una altura de 50mm, y lo llenaremos en 3 capas y a cada capa la compactaremos un total de 25 veces con la varilla compactadora.
6. Una vez lleno lo que haremos es nivelar la superficie para proceder como último paso a pesar.

Figura 14: Peso del agregado grueso compactado + recipiente



Fuente Propia

Cálculos

$$P. Unitario suelto = \frac{A - B}{C} * 100$$

A= Peso del recipiente más el peso del agregado

B= Peso del recipiente

C= Volumen del recipiente

Contenido de humedad agregado grueso

Para hallar el contenido de humedad que poseen los agregados lo haremos en base a NTP 339.185, en la cual se establece el proceso para determinar los porcentajes de contenido de humedad ya sea del agregado grueso.

Instrumentos

- Balanza
- Taras
- Horno

Procedimiento

1. Lo primero que haremos será pesar nuestra muestra inicial.
2. Una vez pesada procedemos a meter la muestra al horno por un tiempo de 24 horas a 110 grados centígrados.
3. Por último, dejaremos reposar la muestra salida del horno y la pesaremos por última vez.

Figura 15: Colocación de la muestra en el horno



Fuente Propia

Cálculos

El contenido de humedad lo calcularemos con la siguiente formula:

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

P= Contenido total de humedad (%)

W= Masa de la muestra húmeda original (gr)

D= Masa de la muestra seca (gr)

Contenido de humedad agregado fino

Para hallar el contenido de humedad que poseen los agregados lo haremos en base a NTP 339.185, en la cual se establece el proceso para determinar los porcentajes de contenido de humedad ya sea del agregado fino.

Instrumentos

- Balanza
- Horno
- Taras

Procedimiento

1. Lo primero que haremos será pesar nuestra muestra inicial.
2. Una vez pesada procedemos a meter la muestra al horno por un periodo de 24 horas a 110 grados centígrados.
3. Por último, dejaremos reposar la muestra salida del horno y la pesaremos por última vez.

Figura 16: Colocación de la muestra en el horno



Fuente Propia

Cálculos

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

P= Contenido total de humedad

W= Masa de la muestra húmeda original (gr)

D= Masa de la muestra seca (gr)

Abrasión por máquina de los Ángeles:

Para realizar el ensayo nos basamos en la norma del MTC E 207: Abrasión los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½”).

Objetivo del ensayo

- Determinar la resistencia a la abrasión del confitillo

Instrumentos y equipos

- Balanza
- Esferas de acero
- Máquina de los ángeles
- Tamiz N°12

Procedimiento

1. Primero se realiza el lavado y posterior secado al horno de la muestra a ensayar por 24 horas.
2. Tamizar un total de 2.5 kg de muestra que pasa por la malla 3/8” y se retiene en la malla ¼”, posteriormente se tamiza 2.5 kg que pase por la malla ¼” y se retiene en la malla N° 4
3. Colocar la muestra en el interior de la máquina de los Ángeles junto a 8 esferas de acero (Graduación C) por un periodo de 500 revoluciones.
4. Retirar la muestra y comenzar a tamizar por la malla N° 12.
5. Lavar y secar al horno la muestra retenida por la malla N° 12.
6. Registrar el peso final resultante del ensayo.

Figura 17: Peso inicial de confitillo para abrasión



Fuente Propia

Cálculo

$$P.C = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} * 100$$

$P.C$ = Porcentaje Perdido

P_1 = Masa original de la muestra ensayada

P_2 = Masa final de la muestra ensayada

Trituración del porcelanato reciclado

Los procesos para los materiales procedentes de los RCD se suelen hacer en maquinarias o de manera manual que se encargan de esto. Para el caso de nuestra investigación se hará uso de la máquina de los ángeles con la cual se realizará el proceso de trituración para así alcanzar la granulometría necesaria para la investigación.

Fuente Propia

Figura 18: Máquina de los ángeles



Figura 19: Porcelanato reciclado triturado



Fuente Propia

Ensayos al porcelanato reciclado

Granulometría del porcelanato reciclado

La granulometría la haremos en relación a la NTP 400.012 la cual nos da los parámetros necesarios para la obtención de la granulometría de agregados, y la emplearemos para obtener la granulometría del porcelanato reciclado.

Instrumentos y equipos

- Juego de tamices
- Brocha
- Taras
- Cucharon
- Balanza electrónica (sensible a 0.5 gr)
- Horno, con capacidad de 110 ± 5 °C

Procedimientos

1. Para la preparación de la muestra de porcelanato reciclado se seca en el horno a una temperatura continua, para después pesar una cantidad mínima de 300 gr.
2. Se pesa la muestra en el caso de esta investigación 500 gr de porcelanato reciclado

Figura 20: Peso del porcelanato reciclado



Fuente Propia

3. Se pasa por los tamices de tamaños normados para el agregado fino.
4. Se verte la muestra por cada tamiz y se zarandea con el fin de que pasen la mayor cantidad de muestra posible.
5. Se pesa la muestra retenida en cada uno de los tamices normalizados.
6. Se calcula el % retenido acumulado del agregado y el % que pasa de este mismo.
7. Se realiza la curva granulométrica y se calcula el módulo de fineza.

Contenido de humedad del porcelanato reciclado

Para hallar el contenido de humedad que posee el porcelanato reciclado lo haremos en base a NTP 339.185, en la cual se establece el proceso para determinar los porcentajes de contenido de humedad del agregado fino que es en la forma que se utilizó el porcelanato reciclado.

Instrumentos

- Balanza
- Horno
- Taras

Procedimiento

1. Lo primero que haremos será pesar nuestra muestra inicial.
2. Una vez pesada procedemos a meter la muestra al interior del horno por un tiempo de 24 horas a 110 grados centígrados.
3. Por último, dejaremos reposar la muestra salida del horno y la pesaremos por última vez.

Figura 21: Colocación de la muestra en el horno



Fuente Propia

Cálculos

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

P= Contenido total de humedad del porcelanato

W= Masa de la muestra original de porcelanato húmeda (gr)

D= Masa de la muestra de porcelanato seca (gr)

Peso unitario compactado del porcelanato reciclado

Para determinar el peso unitario compactado de los agregados finos y gruesos, emplearemos la misma metodología que en el agregado fino.

Instrumentos

- Balanza
- Varilla apisonadora
- Recipiente cilíndrico
- Mazo de goma

Procedimiento

1. Determinaremos el volumen y el peso del recipiente.
2. Posteriormente dejaremos caer el agregado a una altura de 50mm, y lo llenaremos en 3 capas y a cada capa la compactaremos un total de 25 veces con la varilla compactadora.
3. Una vez lleno lo que haremos es nivelar la superficie para proceder como último paso a pesar.

Figura 22: Peso del porcelanato reciclado compactado + recipiente



Fuente Propia

Cálculos

$$P. Unitario suelto = \frac{A - B}{C} * 100$$

A= Peso del recipiente + el peso del porcelanato

B= Peso del recipiente

C= Volumen del recipiente

Peso unitario suelto del porcelanato reciclado

Para la obtención de los pesos unitarios del porcelanato reciclado lo haremos apoyándonos de la NTP 400.017, en la cual nos menciona que la obtención de los pesos de los agregados se hace en condiciones sueltas o compactadas, aparte de calcular los vacíos entre partículas de los agregados.

Instrumentos

- Balanza
- Brocha
- Varilla
- Probetas cilíndricas de metal
- Cucharón

Procedimiento

1. Primero, debemos tener nuestra muestra en estado seco al aire libre, para así poder llevar a cabo el ensayo. Posteriormente tomaremos medidas tanto en peso y dimensiones de nuestro recipiente.

Figura 23: Peso del recipiente



Fuente Propia

2. Cubriremos el recipiente con el agregado dejándolo caer a una altura aproximada de 50mm.
3. Haciendo uso de la varilla nivelamos la superficie del agregado en el recipiente y pasaremos a pesarla.

Figura 24: Peso del porcelanato reciclado suelto + recipiente



Fuente Propia

Cálculos

$$P. Unitario suelto = \frac{A - B}{C} * 100$$

A= Peso del recipiente + el peso del porcelanato

B= Peso del recipiente

C= Volumen del recipiente

Peso específico y absorción del porcelanato reciclado

Para la obtención del peso específico y absorción del porcelanato reciclado lo haremos apoyándonos en la NTP 400.022.

Instrumentos

- Balanza
- Fiola de 500 cm³
- Taras de tamaño alto
- Embudo
- Molde y barra compactadora
- Horno, con capacidad de 110 ± 5 °C

Procedimientos

1. Pesaremos una muestra de 500 gr de porcelanato reciclado, y lo vertimos en la fiola para luego llenarla y dejarla reposar por 24 horas.

Figura 25: Peso de la fiola más la muestra



Fuente Propia

2. Transcurridas las 24 horas, sacaremos el agua del recipiente y dejamos secar el material (muestra saturada superficialmente seca)
3. Colocaremos la muestra en el molde, y la llenaremos en 3 porciones y cada porción será golpeada 25 veces por la barra compactadora por etapa.
4. Pesamos el material, para luego ser sumergida en agua nuevamente por 24 horas.

5. Finalmente agregamos agua destilada y vertimos el material una tara grande para luego colocarla al horno durante un periodo de 24 horas.

Figura 26: Muestra seca al horno



Fuente Propia

Cálculos

A= Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)

B= Volumen del frasco (cm³)

C= Volumen del agua en el frasco (cm³)

Peso específico (D)

$$D = \frac{A}{B - C} * 100$$

Absorción (Ab)

$$Ab = \frac{B - A}{A} * 100$$

Diseño de Mezcla

Para realizar nuestros diseños de mezcla lo haremos en base a la norma ACI 216, realizaremos diseños de mezcla con un f'_c 420 kg/cm² y a las cuales iremos sustituyéndole el porcelanato reciclado en porcentajes del 10%, 20% y 30%. Una vez obtenidas las dosificaciones a utilizar pasaremos a elaborar nuestros adoquines. A continuación, se detallará el método paso a paso:

1° Selección del Slump

El primer paso estipulado por el método ACI es el de la selección del Slump de acuerdo la necesidad de la construcción en la que se requería. Los valores son aplicados cuando se emplea el vibrado para compactar el concreto, en esta investigación al tratarse de un elemento prefabricado la trabajabilidad del concreto estará entre 0" a 1".

Tabla 13: Slump método ACI

Tipo de Construcción	Máxima	Mínima
Zapatas y Muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, calzaduras y subestructura de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

2° Selección de la resistencia a la compresión requerida

Se determina la resistencia a la compresión necesaria para el diseño, la cual está dada en función del f'_c . Cuando no se tiene un historial de probetas anteriores correspondientes a obras y proyectos anteriores, se emplea la siguiente Tabla 14.

Tabla 14: Resistencia requerida 28 días

Resistencia a la compresión	
f'_c	f'_{cr}
<210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
>350	$f'_c + 98$

En el caso de esta investigación, el f'_c es de 420 kg/cm², por lo tanto, se empleará los valores de f'_c para concretos mayores a 350 kg/cm².

3° Tamaño máximo del agregado grueso

La cantidad de agua requerida está ligada al Slump y este depende del tamaño máximo, forma, granulometría y la cantidad de aire incluido.

4° Determinación del agua de mezclado

En función al Slump y al tamaño máximo del agregado grueso se determina el agua necesaria para el mezclado, y además se considera si es un concreto con o sin aire incorporado.

Tabla 15: Agua en lt/m³ de concreto para los TMN de agregados gruesos

SLUMP	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
1" = 25 mm	3 / 8" (9.5 mm.)	1 / 2" (12.5 mm.)	3 / 4" (19 mm)	1" (25 mm)	1 1 / 2" (37.5 mm)	2" (50 mm)	3" (75 mm)	6" (150 mm)
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2" (25 a 50 mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100 mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" (150 a 175 mm)	243	228	216	202	190	178	160	- - -
Porcentaje (%) de Aire Atrapado								
% Aire Atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2" (25 a 50 mm)	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" (75 a 100 mm)	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" (150 a 175 mm)	216	205	197	184	174	166	154	- - -

5° Determinación del aire contenido

La tabla del ACI otorga el porcentaje de aire atrapado que habrá en el diseño de mezcla esto en mezclas sin aire incorporado, que son para diferentes TMN de agregado grueso adecuadamente graduado dentro de los requisitos de la norma NTP 400.037, para el caso de esta investigación se utilizará el de 3% debido a que se usará confitillo como agregado grueso.

6° Selección de la relación agua/cemento

En la selección de valores para la relación agua/cemento se hace de acuerdo con la resistencia a la compresión requerida con un tiempo de curado de 28 días. En el caso de no encontrarse el f'_{cr} a los 28 días dentro de la Tabla 16 lo que se hace es extrapolar los valores.

Tabla 16: Relación agua/cemento según la resistencia requerida

f'cr A LOS 28 DIAS (kg/cm2)*	C° S/ AIRE INCORPORADO	C° C/AIRE INCORPORADO
140	0.82	0.74
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	0.34
420	0.41	0.33
450	0.38	0.31

7° Cantidad de cemento

La cantidad de cemento a emplear se calcula con la cantidad de agua, y la relación que hay entre esto, por último, se emplea la siguiente formula:

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

Donde:

R a/c: Relacion agua – cemento

A: Contenido de agua de la mezcla

C: Contenido de cemento en la mezcla

8° Volumen del agregado grueso

En el ACI se maneja una Tabla 17 la cual refleja el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto, los valores están comprendidos a partir del TMN del agregado grueso, y el módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 17: Volumen de agregado grueso

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de Cº, para diversos módulos de finura (b/b _o)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8" (9.5 mm.)	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2" (12.5 mm.)	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4" (19 mm.)	0.66	0.64	0.62	0.6
1" (25 mm.)	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2" (37.5 mm.)	0.75	0.73	0.71	0.69
2" (50.0 mm.)	0.78	0.76	0.74	0.72
3" (75.0 mm.)	0.82	0.8	0.78	0.76
6" (150 mm.)	0.87	0.85	0.83	0.81

9° Volumen del agregado fino

El volumen del agregado fino se calcula a partir de la diferencia del volumen absoluto el cual se resta con la unidad. Se puede hacer por peso o por volumen absoluto siguiendo las siguientes formulas:

$$\text{Volumen Absoluto AF} = 1.00 - \text{Volumen Absoluto}$$

$$\text{Peso Seco AF} = \text{Vol. ABS AF} \times \text{Peso Específico} \times 1000$$

10° Ajuste de la mezcla por humedad de agregados

Como paso final se hace el ajuste por humedad de los agregados, siendo que se sumara o restara la cantidad de agua añadida a la mezcla hasta que quede igual a la humedad libre contribuida por los agregados, es decir, con humedad total menos la absorción.

Elaboración de los adoquines

Para elaborar nuestros adoquines emplearemos distintos insumos entre los cuales tenemos los necesarios para elaborar la mezcla de concreto, también el porcelanato reciclado necesario a utilizar en los adoquines, y a su vez distintos moldes y maquinarias para lograr obtener nuestro elemento a estudiar. Por último, dejaremos fraguar nuestros adoquines por un periodo de 28 días para obtener nuestra resistencia máxima.

Tabla 18: Dimensiones de los adoquines fabricados

Largo	Ancho	Altura
20 cm	10 cm	6 cm

Fuente: NTP 399.611

Figura 27: Maquinaria vibro-compresora para la fabricación de adoquines



Fuente Propia

Figura 28: Fabricación de adoquines



Fuente Propia

Figura 29: Fraguado de adoquines



Fuente Propia

Figura 30: Curado de adoquines



Fuente Propia

Ensayos para determinar las propiedades físicas de los adoquines

Tolerancia dimensional

La primera de las características que debe de cumplir los adoquines es la tolerancia dimensional en la que se encargara de ver principalmente que los adoquines tengan dimensiones similares y no una variabilidad muy grande unos de otros, esto se hace en base a la NTP 399.611. Se hará en base a la siguiente Tabla 19.

Tabla 19: Tolerancia dimensional máxima

Tolerancia dimensional, max. (mm)		
Longitud	Ancho	Espesor
$\pm 1,6$	$\pm 1,6$	$\pm 3,2$

Fuente: NTP 399.611

En el caso de nuestros adoquines a elaborar tendrán una tolerancia dimensional máxima la cual será representada en la siguiente Tabla 20.

Tabla 20: Limites dimensionales

Dimensión Limite	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
Limt. Superior	20.16	10.16	6.32
Limt. Inferior	19.84	9.84	5.68

Fuente Propia

Figura 31: Medición dimensional de adoquines



Ensayo a la absorción

Para realizar el ensayo de absorción de los adoquines, los haremos en base a la NTP 399.604.

Instrumentos

- Balanza
- Recipientes
- Horno ventilado

Procedimiento

1. Lo primero que haremos es saturar nuestras unidades a ensayar, esto lo haremos sumergiéndolo en agua por 24 horas, para luego ser pesados y obtener el peso sumergido.
2. Una vez retirado del agua, pasaremos a dejar drenar por 1 minuto, y posteriormente tomaremos el peso el cual nos representara el Peso saturado de la unidad.
3. Luego pasaremos a lo que es el secado de los especímenes en el horno a 100 grados centígrados. Y luego registraremos los pesos secados al horno.
4. Por último, realizaremos los cálculos:

Cálculos

$$\%Absorción = [(W_s - W_d)/W_s] * 100$$

W_s = Peso Saturado del espécimen. (gr)

W_i = Peso sumergido del espécimen. (gr)

W_d = Peso seco al horno del espécimen. (gr)

Figura 32: Absorción de los adoquines



Ensayo de densidad

Para determinar la densidad de la misma forma la haremos siguiendo los pasos del punto anterior lo único cambiaremos será el cálculo empleado.

Instrumentos

- Balanza
- Recipientes
- Horno ventilado

Procedimiento

1. Lo primero que haremos es saturar nuestras unidades a ensayar, esto lo haremos sumergiéndolo en agua por 24 horas, para luego ser pesados y obtener el peso sumergido.
2. Una vez retirado del agua, pasaremos a dejar drenar por 1 minuto, y posteriormente tomaremos el peso el cual nos representara el Peso saturado de la unidad.
3. Luego pasaremos a lo que es el secado de los especímenes en el horno a 100 grados centígrados. Y luego registraremos los pesos secados al horno.
4. Por último, realizaremos los cálculos

Cálculos

$$Densidad = \frac{W_d}{W_s - W_i} * 1000 \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

W_s = Peso Saturado del espécimen. (gr)

W_i = Peso sumergido del espécimen. (gr)

W_d = Peso seco al horno del espécimen. (gr)

Figura 33: Densidad de los adoquines



Ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los adoquines

Resistencia a la compresión

Para el desarrollo adecuado del ensayo de resistencia a la compresión lo haremos basándonos en la NTP 399.604, en esta norma están los procedimientos para el ensayo de los adoquines a compresión.

Equipos

- Prensa Hidráulica
- Brochas
- Laminas Metálicas de amplio grosor

Procedimiento

1. Elaboramos nuestros adoquines, los cuales tomaremos 3 para realizar los ensayos.
2. Se realiza el curado de las muestras de adoquines de concreto en los días exactos.
3. Colocamos el adoquín de manera alineando su centroide y el centro donde hará presión la maquina encargada de nuestro ensayo.
4. Anotamos los resultados otorgados por la maquina sobre la resistencia máxima a la compresión.

Cálculos

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

R = Resistencia a la compresion (kg/cm^2)

P = Carga Aplicada (kgf)

A = Area del Adoquin (cm^2)

Figura 34: Esfuerzo a la compresión de los adoquines



Resistencia a la flexión

Para obtener la resistencia a la flexión se hará en base a la normativa ITINTEC 399.124, básicamente lo que determinaremos con este ensayo será el módulo de rotura (M_r) de nuestro adoquín de concreto.

Equipos

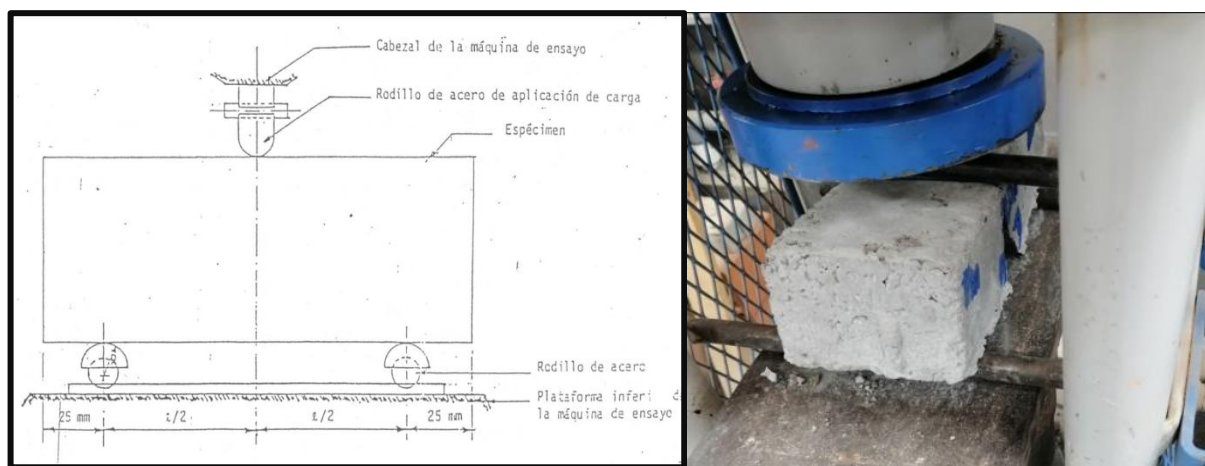
- Prensa
- Varillas
- Placas con una superficie mínima igual al tamaño del adoquín.

Procedimiento

- El adoquín será colocado en la máquina de ensayo de manera centrada.
- Colocaremos el adoquín sobre 2 varillas las cuales harán de eje, y 1 varilla al centro del adoquín que hará contacto con la placa superior de la prensa.
- Por último, se aplicará la fuerza sobre el adoquín para al final pasar a los cálculos

Cálculos

Figura 35: Ensayo de resistencia a la flexión del adoquín



Fuente: ITINTEC 399.124

$$R = \frac{3 P L}{2 b d^2}$$

R = Resistencia a la Flexion (Mpa)

P = Carga de la Rotura (N)

L = Luz Entre Apoyos del espécimen (mm)

b = Ancho del espécimen (mm)

d = Espesor del espécimen (mm)

Resistencia a la Abrasión

Se emplea la norma internacional ASTM C944: Que se basa en realizar un método estándar para calcular la resistencia a la abrasión del concreto o también superficies de mortero haciendo uso del método del rodillo giratorio.

Instrumentos y equipos:

- Rodillo giratorio
- Brocha
- Dispositivo de sujeción
- Dispositivo de abrasión (taladro de banco)
- Balanza con precisión de 0.1 gr

Procedimiento

1. Pesar la masa original de la muestra a ensayar.
2. Posicionar la muestra en el dispositivo de sujeción del taladro de banco.
3. Encender el motor y proceder a bajar el dispositivo hasta que haga contacto con la muestra.
4. Se continua con la abrasión durante 2 minutos por 3 ciclos.
5. Después de cada ciclo se pesa la muestra.

Figura 36: Resistencia a la abrasión del adoquín



Fuente Propia

Cálculos

$$\%desgaste = \frac{M_f - M_i}{M_f} * 100$$

M_i = Masa inicial (gr)

M_f = Masa final (gr)

Tabla 21: Matriz de consistencia

Titulo	Objetivos	Pregunta de investigacion	Hipotesis	Variables	Operacionalizacion de variables
Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados	Objetivo general: Elaborar un adoquín tipo II con incorporación de porcelanato reciclado para que cumpla con las propiedades físico-mecánicas para su uso en pavimentos intertrabados. Objetivos específicos: • Recolectar el porcelanato reciclado para la elaboración de los adoquines tipo II. • Caracterizar el porcelanato reciclado que se usara como agregado fino en los adoquines tipo II. • Determinar el diseño de mezcla más óptimo para la elaboración de los adoquines tipo II con la incorporación de porcelanato reciclado como reemplazo parcial del agregado fino. • Determinar la influencia del porcelanato reciclado en las propiedades físicas de los adoquines tipo II. • Determinar la influencia del porcelanato reciclado en la resistencia a la compresión de los adoquines tipo II. • Determinar la influencia del porcelanato reciclado en la resistencia a la flexión de los adoquines tipo II. • Comparar los resultados de los adoquines con porcelanato reciclado y los tradicionales. • Evaluar los costos de los adoquines con incorporación de porcelanato reciclado y los tradicionales.	¿Qué influencia tiene la incorporación del porcelanato reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines tipo II para pavimentos intertrabados?	El adoquín tipo II con adición de porcelanato reciclado cumplirá con las propiedades físicas y mecánicas para su uso en pavimentos intertrabados.	Variable independiente: Adicion de porcelanato reciclado	Incorporaremos porcelanato reciclado en porcentajes del 0%, 10%, 20% y 30% la cual utilizaremos en estos porcentajes como agregado fino. Con la finalidad de obtener el mejor desempeño tanto en sus propiedades, como el mejor costo en su elaboracion.
				Variable dependiente Propiedades Fisico-Mecanicas de los adoquines	Determinaremos sus propiedades fisico-mecanicas, apoyandonos de las siguientes normativas: NTP 399.604, NTP 399.611, ITINTEC 339.124, ASTM C944 . Estas propiedades seran estudiadas en todas las muestras con la variable independiente manipulada.
				Variable intervinientes	_Diseño de mezcla f'c 420 kg/cm2 _Cemento Portland tipo HE _Granulometria de los agregados _Edad de curado de los adoquines _Abrasion agregado grueso

Resultados y discusión

Ensayos a los agregados de cantera

Agregado fino

Contenido de humedad

Tabla 22: Contenido de humedad del agregado fino

Descripción	Cantidad	Und
Peso de la muestra humedad	1000.12	gr
Peso de la muestra seca	993.66	gr
Cont. Humedad	0.65	%

Fuente Propia

El contenido de humedad se trabajó con respecto a lo estipulado en la NTP 399.185. En donde el agregado fino obtuvo un contenido de humedad del 0.65%. En donde se tiene una masa inicial de 1000.12 gramos, y luego de pasar por las 24 horas en horno se tiene una pérdida de masa de 6.46 gramos, esto nos da como resultado un contenido de humedad del 0.65%.

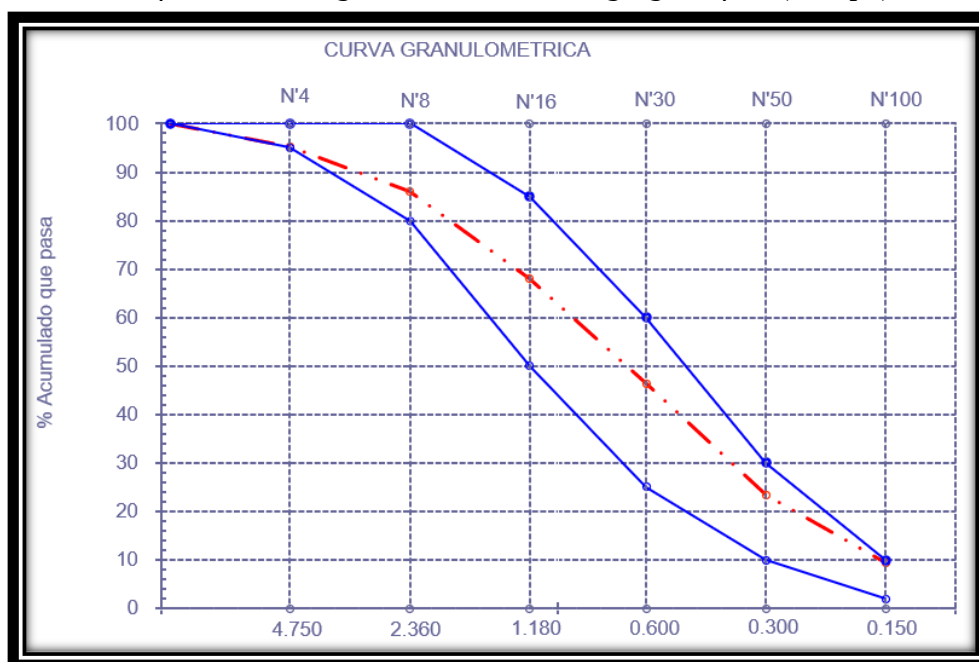
Granulometría

Tabla 23: Análisis granulométrico agregado fino

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	23.29	4.7	4.7	95.3	95	100
Nº 08	2.360	46.91	9.4	14.0	86.0	80	100
Nº 16	1.180	89.1	17.8	31.9	68.1	50	85
Nº 30	0.600	109.3	21.9	53.7	46.3	25	60
Nº 50	0.300	114.92	23.0	76.7	23.3	10	30
Nº 100	0.150	70.1	14.0	90.7	9.3	2	10
Fondo		46.34	9.3	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.717			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente Propia

Grafica 1: Curva granulométrica del agregado fino (Pátapo)



Fuente Propia

La granulometría del agregado fino empleado para esta investigación proviene de la cantera de “La Victoria”, y posee una granulometría adecuada para ser utilizado en esta investigación. Asimismo, se obtuvo un módulo de fineza de 2.717, donde se sabe que estos resultados obtenidos están dentro de los límites de 2.3 a 3.1 lo cual está estipulado en la NTP 400.037. Por último, el mayor porcentaje retenido se encuentra ubicado en el tamiz N°50 con el 23%, siendo menor al límite señalado por la norma el cual es del 45%.

Ensayo de peso específico y de masa

Presentaremos los cálculos del peso específico de masa y además la absorción del agregado fino.

Tabla 24: Peso específico y de masa del agregado fino

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	949.6	1008.6
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	643.1	701.7
3.- Peso del Agua	(g)	306.5	306.85
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	641.1	698.3
5.- Peso del Frasco	(g)	143.1	201.7
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	497
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

Fuente Propia

Resultados del peso específico y absorción del agregado fino

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.572
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.586
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.609
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.54

Fuente Propia

El peso específico de masa nos dio como resultado total de 2.572 gr/cm³ y una absorción del 0.54%, estos datos son muy importantes debido a que sirven para realizar el diseño de mezcla y nos ayudaran a mantener una relación a/c constante.

Ensayo de peso suelto y compactado

Cálculo del peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

Tabla 25: Peso unitario suelto del agregado fino

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8960	8960
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8960	8960
4.- Constante o Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1690	1690
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1679	

Fuente Propia

Tabla 26: Peso unitario compactado del agregado fino

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	10000	10010
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		10000	10010
4.- Constante Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1886	1888
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1875	

Fuente Propia

El peso unitario suelto seco nos da como resultado 1679 kg/m³, dato el cual nos sirve para utilizar en nuestro diseño de mezcla, además el peso unitario compactado seco nos da como resultado 1875 kg/m³ el cual es superior al suelto siendo un indicador de que el ensayo fue realizado correctamente.

Agregado grueso

Contenido de Humedad

Tabla 27: Contenido de Humedad del agregado grueso

Descripción	Cantidad	Und
Peso de la muestra humedad	1000.21	gr
Peso de la muestra seca	995.74	gr
Cont. Humedad	0.45	%

Fuente Propia

El contenido de humedad se trabajó con respecto a lo estipulado en la NTP 399.185. En donde el agregado grueso obtuvo un contenido de humedad del 0.45%. En donde se tiene una masa inicial de 1000.21 gramos, y luego de pasar por las 24 horas en horno se tiene una pérdida de masa de 4.47 gramos, esto nos da como resultado un contenido de humedad del 0.45%.

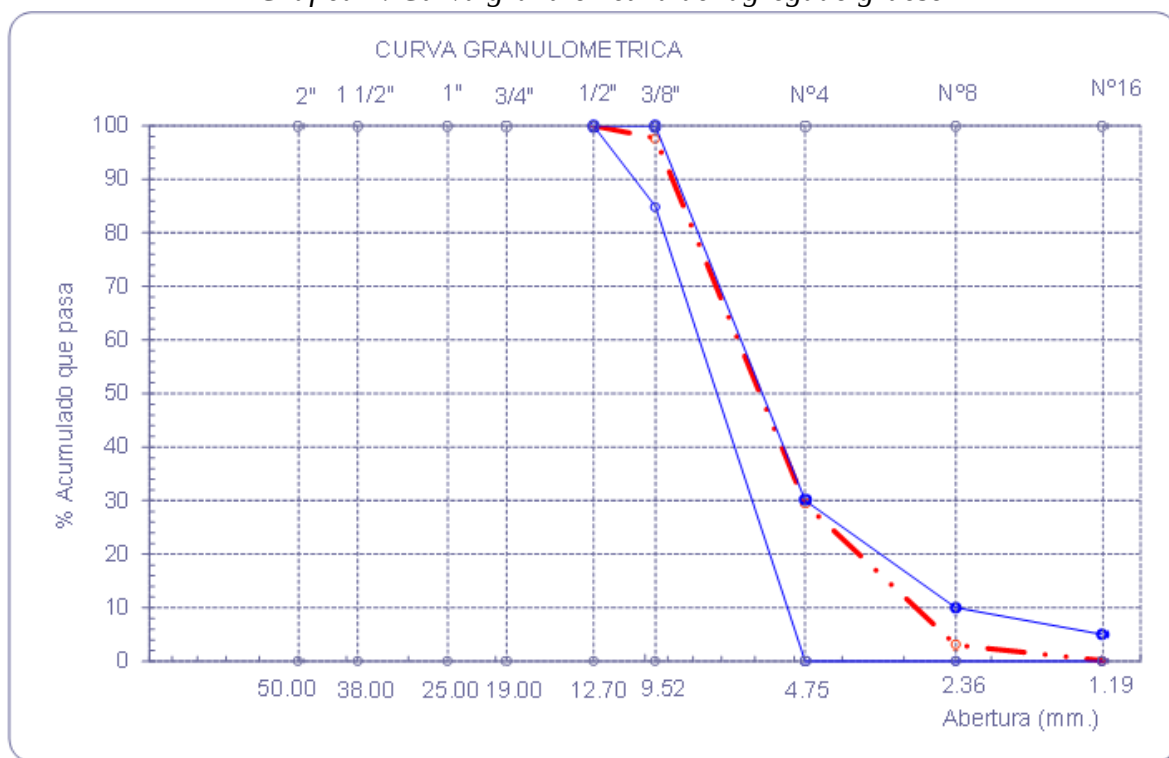
Granulometría

Tabla 28: Análisis granulométrico del agregado grueso

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa	USO 56	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	40.0	85.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	10.0	40.0
3/8"	9.52	22.9	2.3	2.3	97.7	0.0	15.0
Nº 04	4.75	682.6	68.3	70.6	29.4	0.0	5.0
Nº 08	2.36	263.8	26.4	96.9	3.1	0.0	0.0
Nº 16	1.19	29.1	2.9	99.8	0.2	0.0	0.0
Fondo		1.6	0.2	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	38.00			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	25.00			

Fuente Propia

Grafica 2: Curva granulometría del agregado grueso



Fuente Propia

El agregado grueso usado en esta investigación proviene de la cantera “Tres Tomas”, en el cual después de aplicarle el respectivo análisis granulométrico se obtuvo que el TMN era de 3/8” en el cual se encuentra apto para ser utilizado como agregado grueso.

Ensayo de peso específico de masa y absorción

Se presenta la Tabla 29 de datos para el cálculo del peso específico de masa y absorción del agregado grueso.

Tabla 29: Peso específico de masa y absorción del agregado grueso

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1490	1490
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1510	1510
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso de la canastilla	(g)	1840	1840
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	960	960

Fuente Propia

Resultados del cálculo del peso específico de masa y absorción

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.709
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.745
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.811
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.34

Fuente Propia

El peso específico de masa nos dio como resultado total de 2.709 gr/cm³ y una absorción del 1.34%, estos datos son muy importantes debido a que sirven para realizar el diseño de mezcla y nos ayudaran a mantener una relación a/c constante.

Peso unitario suelto y compactado*Tabla 30: Peso unitario suelto del agregado grueso*

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7690	7680
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material	(gr.)	7690	7680
4.- Constante ~~ó~~ Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1451	1449
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1443	

*Fuente Propia**Tabla 31: Peso unitario compactado del agregado grueso*

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8620	8640
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material	(gr.)	8620.0	8640.0
4.- Constante ~~ó~~ Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1626	1630
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1621	

Fuente Propia

El peso unitario suelto seco nos da como resultado 1443 kg/m³, dato el cual nos sirve para utilizar en nuestro diseño de mezcla, además el peso unitario compactado seco nos da como resultado 1621 kg/m³ el cual es superior al suelto siendo un indicador de que el ensayo fue realizado correctamente.

Abrasión del agregado grueso por Máquina de los Ángeles

Se procedió a realizar el ensayo de abrasión por máquina de los ángeles para el agregado grueso (confitillo) el cual fue extraído de la cantera - Tres Tomas.

Tabla 32: Abrasión del agregado grueso (Confitillo)

ENSAYO N°		1
GRADUACIÓN		"C"
N° DE ESFERAS		8
PESO INICIAL		5000 g
PESO RETENIDO	3/8" - 1/4"	2500g
	1/4" - N°4	2500 g
N° DE REVOLUCIONES		500
PESO RETENIDO N° 12		4048 g
% RETENIDO N° 12		80.96 %
% DESGASTE		19.04 %

Fuente Propia

Se obtuvo un desgaste por abrasión de 19.04%, donde se utilizó una graduación "C" en la cual se emplean un total de 8 esferas, con 500 revoluciones, con el resultado obtenido se puede decir que cumple con los requisitos que están especificados en la NTP 400.037, al no exceder el 50% de desgaste por abrasión.

Porcelanato Reciclado

Contenido de Humedad

Tabla 33: Contenido de humedad del porcelanato reciclado

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	575.66 g
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	575.17 g
C.- Peso de recipiente	(gr.)	75.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.1

Fuente Propia

El contenido de humedad se trabajó con respecto a lo estipulado en la NTP 399.185. En donde el agregado grueso obtuvo un contenido de humedad del 0.10%. En donde se tiene una masa inicial de 500.62 gramos, y luego de pasar por las 24 horas en horno se tiene una pérdida de masa de 0.49 gramos, esto nos da como resultado un contenido de humedad del 0.10%.

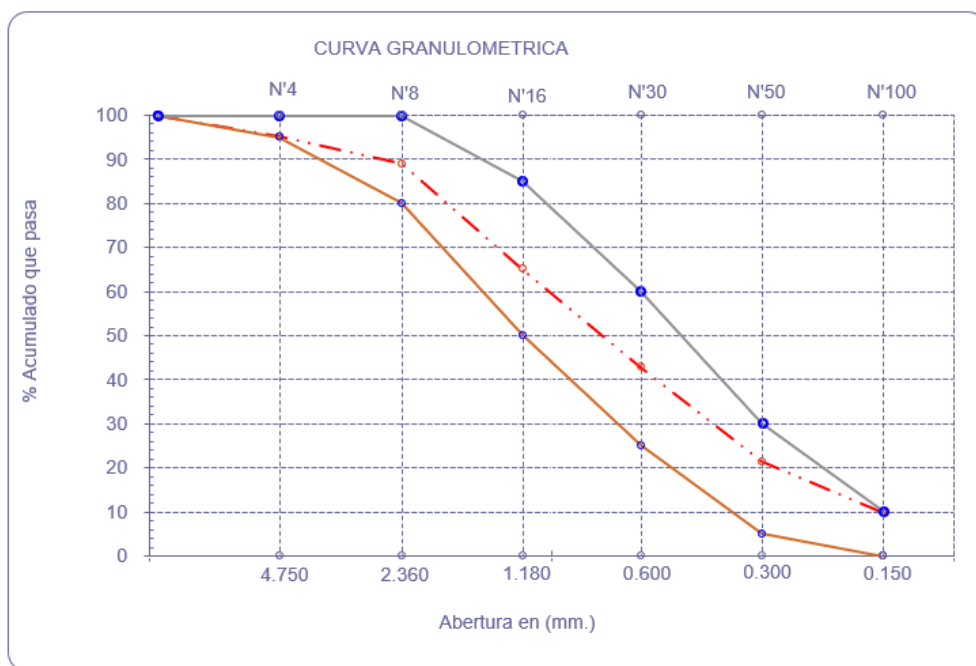
Granulometría

Tabla 34: Granulometría del porcelanato reciclado

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0.89	0.2	0.2	99.8	100	100
Nº 04	4.750	23.62	4.7	4.9	95.1	95	100
Nº 08	2.360	30.89	6.2	11.1	88.9	80	100
Nº 16	1.180	119.21	23.8	34.9	65.1	50	85
Nº 30	0.600	111.63	22.3	57.2	42.8	25	60
Nº 50	0.300	107.02	21.4	78.6	21.4	10	30
Nº 100	0.150	57.9	11.6	90.2	9.8	2	10
Fondo		49.1	9.8	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.769			
Abertura de malla de referencia				9.500			

Fuente Propia

Grafica 3: Curva granulométrica del porcelanato reciclado



Fuente Propia

El porcelanato reciclado usado en esta investigación proviene de los residuos que se generan en la construcción de viviendas, que tras aplicarle un proceso de trituración se debe aplicar el respectivo análisis granulométrico se obtuvo que el módulo de fineza es de 2.769, el cual nos dice que cumple con lo establecido por NTP 400.037.

Peso específico de masa y absorción

Se presenta la Tabla 35 de datos para el cálculo del peso específico de masa y además la absorción del porcelanato reciclado.

Tabla 35: Peso específico de masa y absorción del porcelanato reciclado

I.- Datos.

1.- Peso del Porcelanato Sup. Seco + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	991.3
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	701.6 g
3.- Peso del Agua	(g)	289.67 g
4.- Peso del Porcelanato Secado al Horno + Peso del Frasco	(g)	573.08 g
5.- Peso del Frasco	(g)	81.47 g
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	492
7.- Volumen del frasco	(g)	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.337
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.377
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.434
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.71

Fuente Propia

El porcentaje absorción dio como resultado un total de 1.71% lo que, comparado con nuestro agregado natural, es bastante superior. Por lo cual, este dato nos servirá para después ser usado en nuestro diseño de mezcla con reemplazos

Peso unitario suelto y compactado

Tabla 36: Peso unitario suelto del porcelanato reciclado

I.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	7360 g	7350 g
2.- Peso del recipiente	5100 g	5100 g
3.- Peso del material	2260 g	2250 g
4.- Constante ó Volumen (m3)	0.00157 m3	0.00157 m3
5.- Peso unitario suelto húmedo	1438.8 kg/m3	1432.4 kg/m3
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	1434.1 kg/m3	

Tabla 37: Peso unitario compactado del porcelanato reciclado

II.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	7710 g	7720 g
2.- Peso del recipiente	5100 g	5100 g
3.- Peso del material	2610 g	2620 g
4.- Constante ó Volumen (m3)	0.00157 m3	0.00157 m3
5.- Peso unitario compactado húmedo	1661.6 kg/m3	1667.9 kg/m3
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	1663.1 kg/m3	

El peso unitario suelto seco nos da como resultado 1434.1 kg/m³, dato el cual nos sirve para utilizar en nuestro diseño de mezcla, además el peso unitario compactado seco nos da como resultado 1663.1 kg/m³.

Diseño de mezcla

Teniendo todas las características del porcelanato reciclado y de los agregados naturales elegidos de la cantera “La Victoria” para el agregado fino y de la cantera “Tres tomas” para el agregado grueso (Confitillo), se realizó el diseño de mezcla el cual se determinó con $F'c$ de diseño = 420 kg/cm² el cual se realizó siguiendo los pasos estipulados por el método ACI – 211.

Tabla 38: Resultado diseño de mezcla patrón por m³

Material	Resultado	Unidad	Descripción
Cemento	620	Kg/m ³	Cemento portland para prefabricados
Agua	199	Kg/m ³	Agua potable de la zona
R/c	0.312	-	-
Agregado Fino	776	Kg/m ³	La Victoria
Agregado Grueso	762	Kg/m ³	Tres Tomas

Tabla 39: Resumen de diseños de mezcla con Porcelanato Reciclado

		Diseño de mezcla con Porcelanato $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$		
		10%	20%	30%
Cemento		620	620	620
Agua		201	202	203
R/c		0.312	0.312	0.312
Agregado Fino	Arena	692.6	610.2	529.2
	Porcelanato	76.9	152.6	226.8
Agregado Grueso		761	761	760

Ensayos al concreto en estado endurecido (adoquines)

• Tolerancia dimensional

La tolerancia dimensional es establecida para los adoquines de manera individual, en este caso se ha tomado las medidas de las muestras elegidas para realizarle el ensayo físico, para luego pasar a realizar la verificación con lo estipulado en la NTP 399.611.

Tabla 40: Tolerancia dimensional – Muestra Patrón

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONAL			VERIFICACIÓN NTP 399.611		
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
01	MP - 01	201.00	101.10	62.00	200.00	100.00	60.00	1.00	1.10	2.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
02	MP - 02	200.65	101.40	61.50	200.00	100.00	60.00	0.65	1.40	1.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
03	MP - 03	200.50	101.60	61.90	200.00	100.00	60.00	0.50	1.60	1.90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
04	MP - 04	199.50	99.70	62.10	200.00	100.00	60.00	-0.50	-0.30	2.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
05	MP - 05	201.20	99.85	62.10	200.00	100.00	60.00	1.20	-0.15	2.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
06	MP - 06	199.80	99.20	63.10	200.00	100.00	60.00	-0.20	-0.80	3.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente Propia

La variación dimensional de las muestras patrón ensayadas se observa que en las dimensiones que más varia es en el espesor, sin embargo, cumple con los parámetros establecidos por la normativa.

Tabla 41: Tolerancia dimensional – Muestra 10% de reemplazo

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONAL			Verificación NTP 399.611		
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
01	M1 - 10% de Porcelanato	201.60	100.10	62.95	200.00	100.00	60.00	1.60	0.10	2.95	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
02	M2 - 10% de Porcelanato	200.50	100.50	63.00	200.00	100.00	60.00	0.50	0.50	3.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
03	M3 - 10% de Porcelanato	200.40	100.20	63.30	200.00	100.00	60.00	0.40	0.20	3.30	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
04	M4 - 10% de Porcelanato	199.50	100.00	63.10	200.00	100.00	60.00	-0.50	0.00	2.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
05	M5 - 10% de Porcelanato	200.00	99.80	62.15	200.00	100.00	60.00	0.00	-0.20	3.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
06	M6 - 10% de Porcelanato	199.00	99.80	63.40	200.00	100.00	60.00	-1.00	-0.20	3.40	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE

Fuente Propia

Tabla 42: Tolerancia dimensional – Muestra 20% de reemplazo

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONAL			Verificación NTP 399.611		
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
01	M1 - 20% de Porcelanato	201.60	101.70	63.20	200.00	100.00	60.00	1.60	1.70	3.20	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
02	M2 - 20% de Porcelanato	201.60	101.00	63.10	200.00	100.00	60.00	1.60	1.00	3.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
03	M3 - 20% de Porcelanato	200.10	100.15	63.50	200.00	100.00	60.00	0.10	0.15	3.50	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
04	M4 - 20% de Porcelanato	198.90	100.00	62.65	200.00	100.00	60.00	-1.10	0.00	2.65	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
05	M5 - 20% de Porcelanato	199.45	101.15	62.55	200.00	100.00	60.00	-0.55	1.15	2.55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
06	M6 - 20% de Porcelanato	199.40	99.80	63.30	200.00	100.00	60.00	-0.60	-0.20	3.30	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE

Fuente Propia

Tabla 43: Tolerancia dimensional – Muestra 30% de reemplazo

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONAL			Verificación NTP 399.611		
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
01	M1 - 30% de Porcelanato	201.40	101.10	62.30	200.00	100.00	60.00	1.40	1.10	2.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
02	M2 - 30% de Porcelanato	200.10	100.20	63.35	200.00	100.00	60.00	0.10	0.20	3.35	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
03	M3 - 30% de Porcelanato	200.00	101.00	62.75	200.00	100.00	60.00	0.00	1.00	2.75	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
04	M4 - 30% de Porcelanato	199.60	100.30	63.60	200.00	100.00	60.00	-0.40	0.30	3.60	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
05	M5 - 30% de Porcelanato	200.10	100.20	62.30	200.00	100.00	60.00	0.10	0.20	2.30	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
06	M6 - 30% de Porcelanato	200.00	99.90	63.10	200.00	100.00	60.00	0.00	-0.10	3.10	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente Propia

En las muestras con reemplazo se observó que la mayoría de variabilidad dimensional se encuentra en cuanto al espesor, por otro lado, algunas se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la NTP 399.611.

Absorción

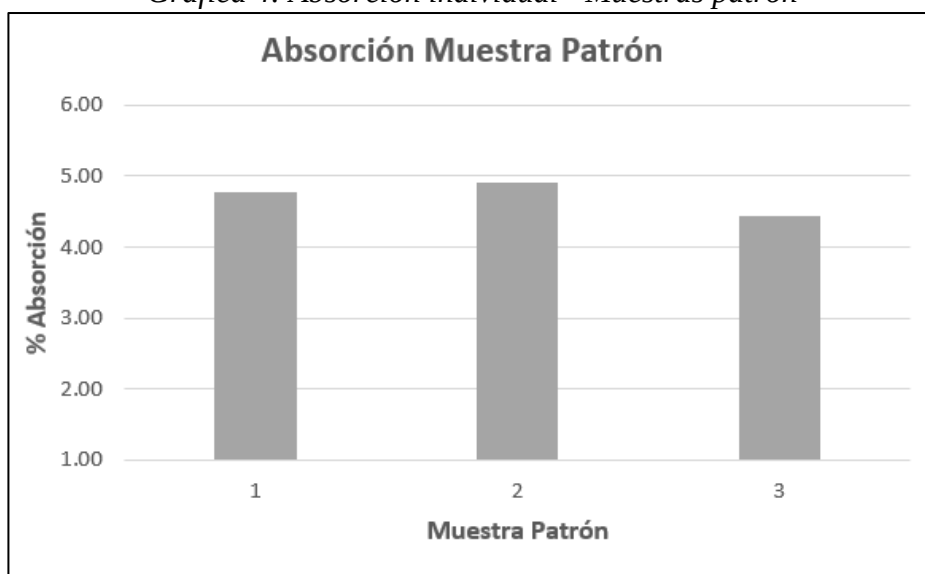
En el ensayo de absorción de los adoquines llevada a cabo en esta investigación se hizo con el propósito de realizar la comparación de los resultados con los requerimientos establecidos por la NTP 399.611. Conforme a esta norma, nos dice que los resultados para un promedio de tres unidades deben tener un máximo del 6% de absorción y para unidades individuales de 7.5%. Todos los adoquines de la muestra patrón cumplieron con el límite máximo permisible por parte de la normativa. Se detallan los resultados en la siguiente Tabla 44.

Tabla 44: Absorción – Muestras patrón

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCIÓN INDIVIDUAL (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M - 01	MUESTRA PATRÓN	3294	1830	3144	4.77	4.70
M - 02	MUESTRA PATRÓN	3256	1820	3104	4.90	
M - 03	MUESTRA PATRÓN	3340	1830	3198	4.44	

Fuente Propia

Grafica 4: Absorción individual - Muestras patrón



Fuente Propia

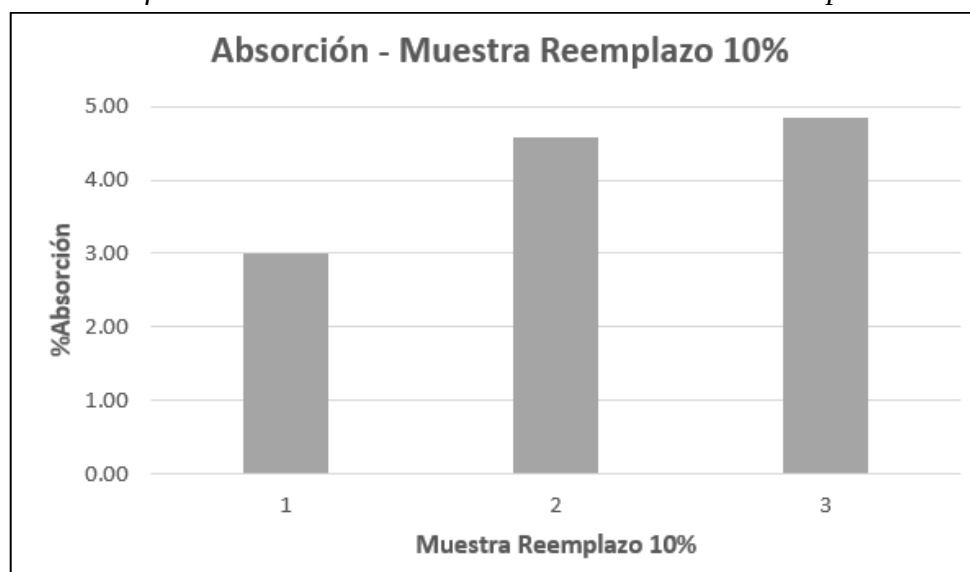
Se realizó los ensayos a los adoquines con 10% de reemplazo de agregado fino por porcelanato reciclado, las unidades ensayadas cumplieron con los límites especificados en la normativa. Los resultados se detallan en la siguiente Tabla 45.

Tabla 45: Absorción – Muestra 10% de reemplazo

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCIÓN INDIVIDUAL (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3290	1860	3194	3.01	4.15
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3305	1851	3160	4.59	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3355	1883	3200	4.84	

Fuente Propia

Grafica 5: Absorción individual - Muestras 10% de reemplazo



Fuente Propia

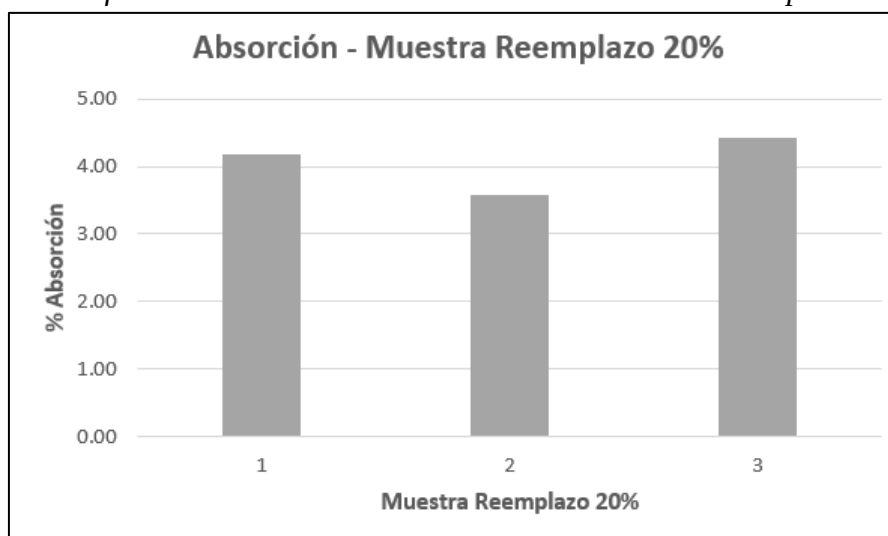
Se efectuó el ensayo a los adoquines con 20% de reemplazo de porcelanato reciclado, las unidades ensayadas cumplieron con los parámetros que están dentro de los establecimientos de la NTP 399.611. Los resultados son detallados en la siguiente Tabla 46.

Tabla 46: Absorción – Muestra 20% de reemplazo

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCIÓN INDIVIDUAL (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3392	1940	3256	4.18	4.06
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3352	1860	3236	3.58	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3110	1778	2978	4.43	

Fuente Propia

Grafica 6: Absorción individual - Muestras 20% de reemplazo



Fuente Propia

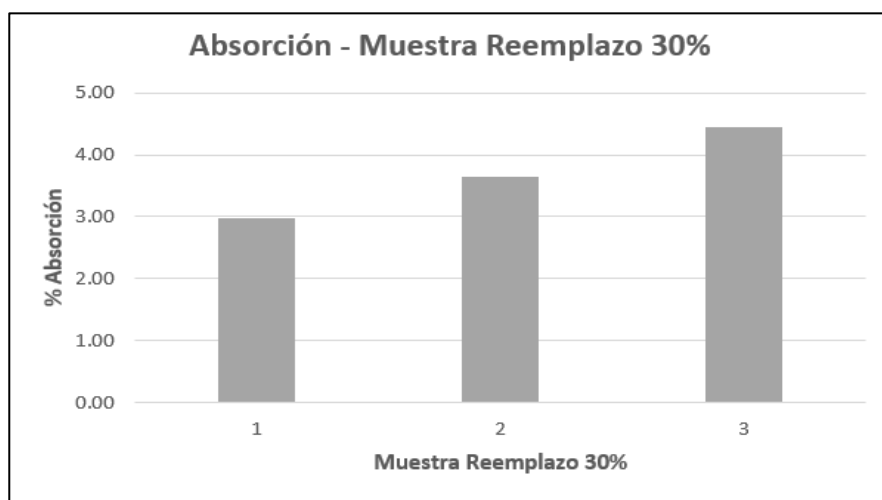
Con respecto a los ensayos de los adoquines con reemplazo de 30% de agregado fino por porcelanato reciclado, las muestras ensayadas tuvieron resultados dentro de los parámetros que son establecidos por la NTP 399.611. Se detallan los resultados en la siguiente Tabla 47.

Tabla 47: Absorción – Muestra 30% de reemplazo

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCIÓN INDIVIDUAL (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3384	1900	3286	2.98	3.69
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3416	1932	3296	3.64	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3384	1930	3240	4.44	

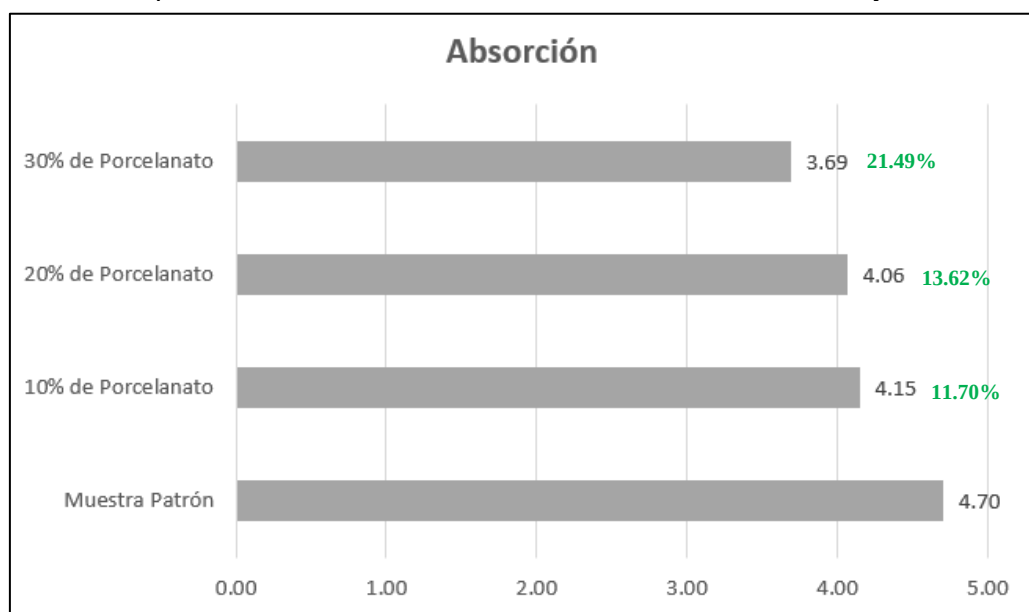
Fuente Propia

Grafica 7: Absorción individual - Muestras 30% de reemplazo



Fuente Propia

Grafica 8: Promedios de Absorción en las muestras de adoquines



Fuente Propia

Gráfica 8 resume el promedio de absorción obtenido de las muestras patrón y de las que poseen porcelanato reciclado en lugar de agregado fino. Donde se observa que todos y cada uno de las muestras ensayadas cumplen con los requerimientos de la NTP. 399.611 en cuanto al promedio de 3 unidades debe ser menor al 6% de absorción.

Densidad

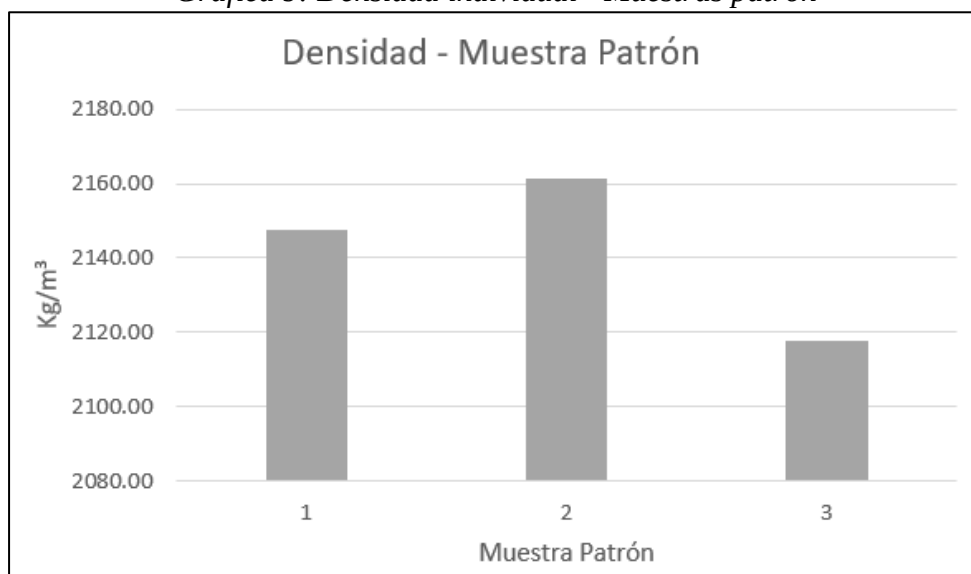
Durante esta investigación se llevó a cabo el ensayo para determinar la densidad de los adoquines fabricados. Los adoquines que pertenecen a la muestra patrón fueron sometidos a los procedimientos para determinar la densidad y cuyos resultados son detallados en la Tabla 48. Igualmente, se presenta las muestras con reemplazo de 10%, 20% y 30% de porcelanato reciclado en las siguientes Tablas 49, 50 y 51.

Tabla 48: Densidad – Muestra Patrón

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	DENSIDAD INDIVIDUAL (Kg/m³)	DENSIDAD PROMEDIO (Kg/m³)
M - 01	MUESTRA PATRÓN	3294	1830	3144	2147.54	2142.33
M - 02	MUESTRA PATRÓN	3256	1820	3104	2161.56	
M - 03	MUESTRA PATRÓN	3340	1830	3198	2117.88	

Fuente Propia

Grafica 9: Densidad individual - Muestras patrón



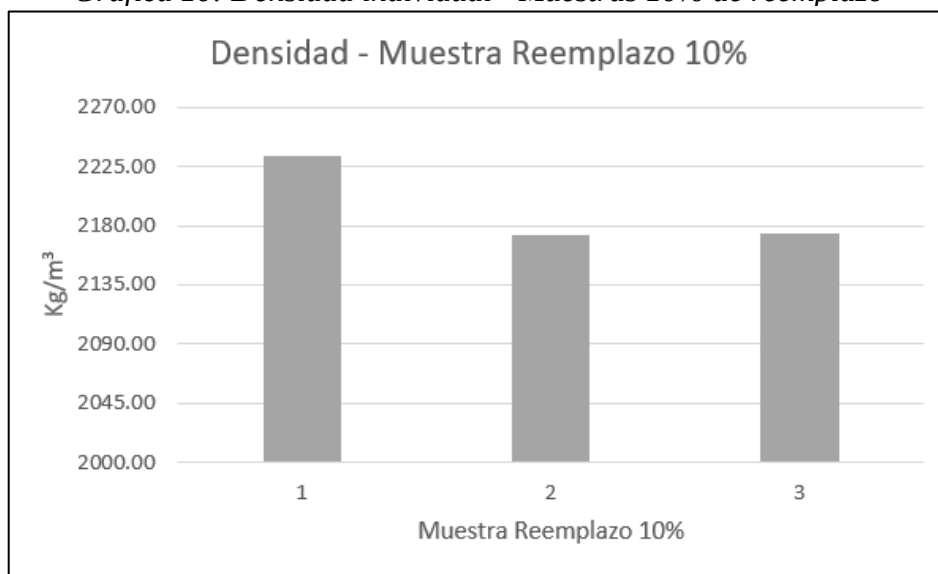
Fuente Propia

Tabla 49: Densidad – Muestra Reemplazo 10%

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	DENSIDAD INDIVIDUAL (Kg/m³)	DENSIDAD PROMEDIO (Kg/m³)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3290	1860	3194	2233.57	2193.60
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3305	1851	3160	2173.31	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3355	1883	3200	2173.91	

Fuente Propia

Grafica 10: Densidad individual - Muestras 10% de reemplazo



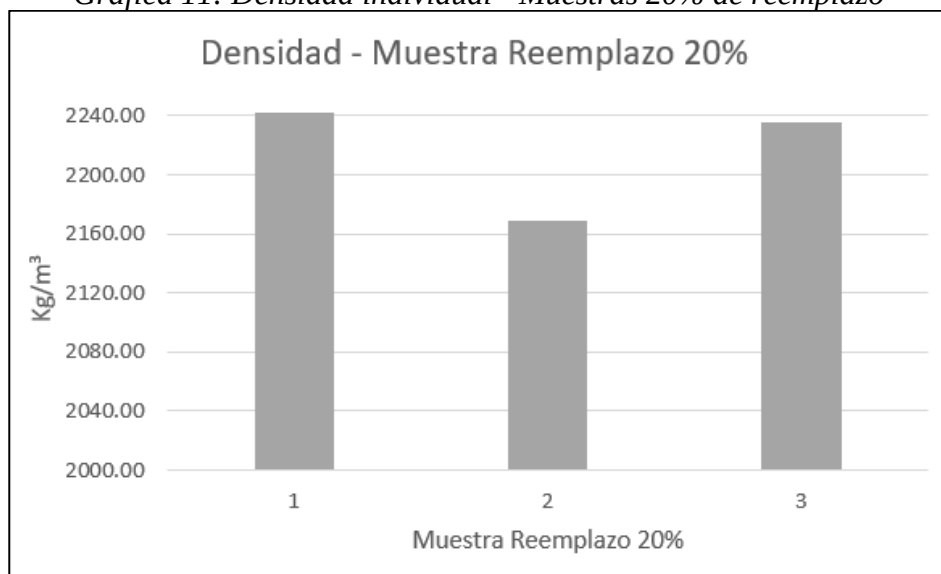
Fuente Propia

Tabla 50: Densidad – Muestra Reemplazo 20%

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	DENSIDAD INDIVIDUAL (Kg/m³)	DENSIDAD PROMEDIO (Kg/m³)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3392	1940	3256	2242.42	2215.69
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3352	1860	3236	2168.90	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3110	1778	2978	2235.74	

Fuente Propia

Grafica 11: Densidad individual - Muestras 20% de reemplazo



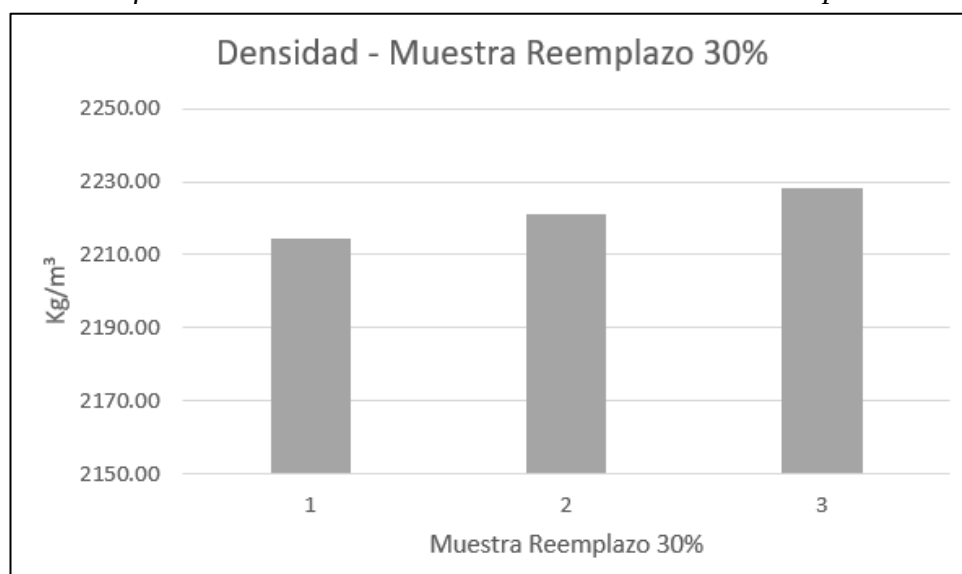
Fuente Propia

Tabla 51: Densidad – Muestra Reemplazo 30%

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	DENSIDAD INDIVIDUAL (Kg/m³)	DENSIDAD PROMEDIO (Kg/m³)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3384	1900	3286	2214.29	2221.22
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3416	1932	3296	2221.02	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3384	1930	3240	2228.34	

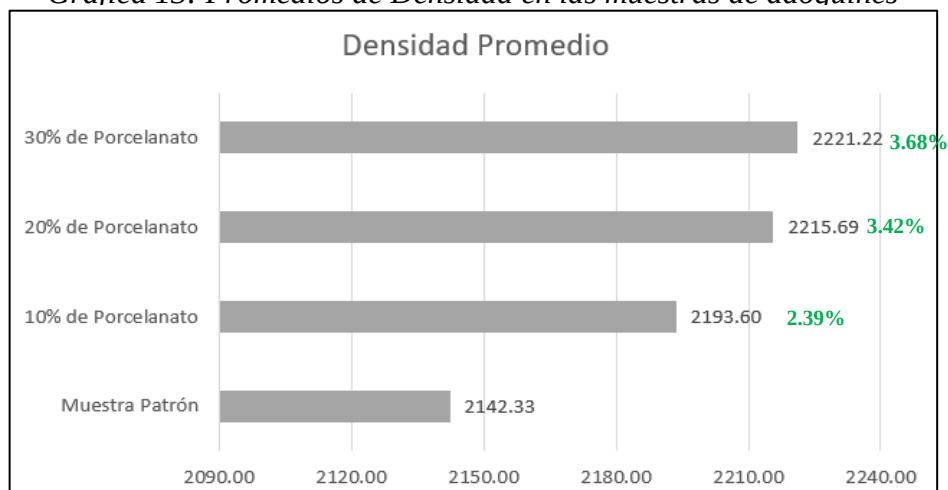
Fuente Propia

Grafica 12: Densidad individual - Muestras 30% de reemplazo



Fuente Propia

Grafica 13: Promedios de Densidad en las muestras de adoquines



Fuente Propia

Gráfico 13 resumen de los promedios de densidad obtenidos de los adoquines de muestra patrón y de los que contienen porcelanato reciclado agregado fino parcial. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que los adoquines para pavimentos intertrabados a mayor contenido de porcelanato reciclado mayor será su densidad.

Resistencia a la compresión del adoquín de concreto

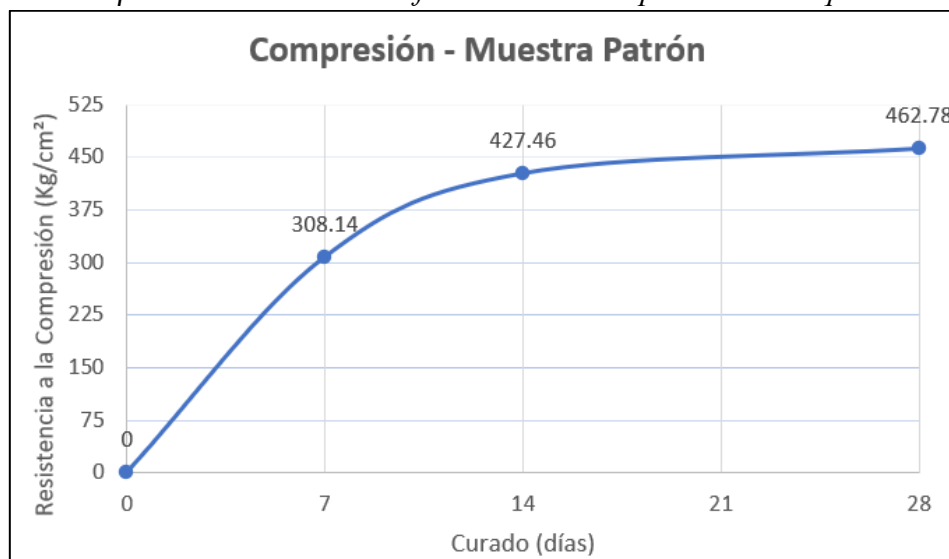
La resistencia a la compresión de los adoquines tipo II que nos pide la normativa es de 420 kg/cm² por lo cual nuestra muestra patrón tuvo un desempeño correcto y cumplido con los requerimientos de la normativa. En la siguiente Tabla 52 se especifica los resultados a los 7, 14 y 28 días de curado de las muestras patrón.

Tabla 52: Resistencia a la Compresión de adoquines – Muestra Patrón

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c PROMEDIO	
											Kg/cm²	Mpa
MP - 01	MUESTRA PATRÓN	420	20/10/2023	27/10/2023	7	20.07	9.96	199.90	61335.1	306.83	308.14	30.22
MP - 02	MUESTRA PATRÓN	420	20/10/2023	27/10/2023	7	20.05	10.04	201.30	60555.2	300.82		
MP - 03	MUESTRA PATRÓN	420	20/10/2023	27/10/2023	7	20.15	9.96	200.69	63572.3	316.76		
MP - 04	MUESTRA PATRÓN	420	20/10/2023	03/11/2023	14	19.96	10.05	200.60	86675.9	432.09	427.46	41.92
MP - 05	MUESTRA PATRÓN	420	20/10/2023	03/11/2023	14	20.06	10.00	200.60	85493.3	426.19		
MP - 06	MUESTRA PATRÓN	420	20/10/2023	03/11/2023	14	19.95	9.97	198.90	84353.2	424.10		
MP - 07	MUESTRA PATRÓN	420	20/10/2023	17/11/2023	28	20.16	10.00	201.60	93031.6	461.47	462.78	45.38
MP - 08	MUESTRA PATRÓN	420	20/10/2023	17/11/2023	28	20.15	10.06	202.71	93976.4	463.60		
MP - 09	MUESTRA PATRÓN	420	20/10/2023	17/11/2023	28	19.98	9.92	198.20	91823.4	463.28		

Fuente Propia

Grafica 14: Curva edad vs f'_c de la muestra patrón de adoquines



Fuente Propia

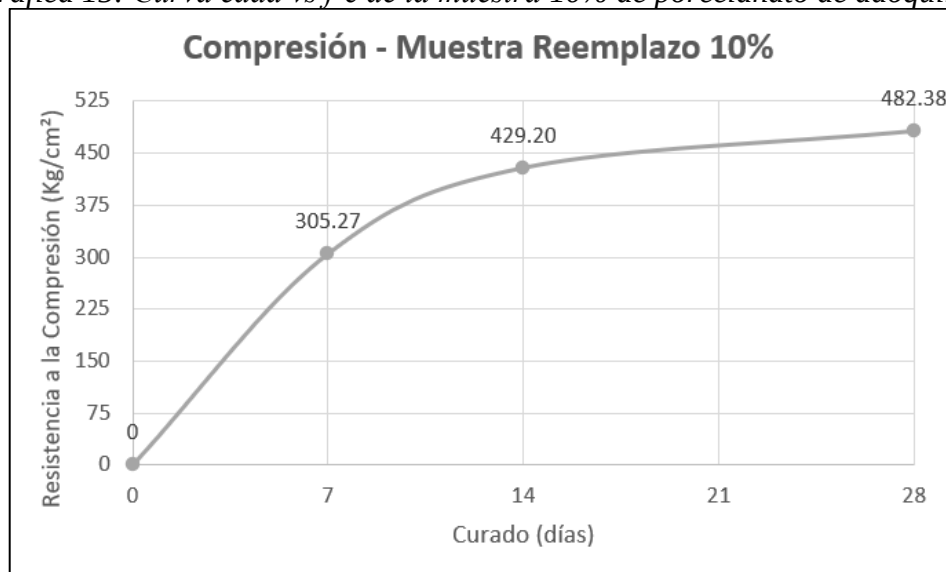
Se muestran los resultados obtenidos con las muestras a la compresión de las muestras con 10% porcelanato reciclado por porcelanato reciclado a los 7, 14, 28 días de curado, se afirma que cumplen con los requisitos de la NTP 399.611, obtuvo una resistencia máxima a los 28 días de 482.38 kg/cm² en promedio. En la siguiente Tabla 53 se detallan los resultados.

Tabla 53: Resistencia a la Compresión de adoquines – Muestra con 10% de reemplazo

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c PROMEDIO	
											Kg/cm²	Mpa
M - 01	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	20.05	9.91	198.70	59382.9	298.86	305.27	29.94
M - 02	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	19.96	10.14	202.39	61352.2	303.13		
M - 03	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	19.95	9.96	198.70	62354.1	313.81		
M - 04	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.96	10.11	201.80	86542.1	428.86	429.20	42.09
M - 05	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.96	10.13	202.19	85553.8	423.13		
M - 06	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.86	9.95	197.61	86081.5	435.62		
M - 07	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	19.95	10.00	199.50	98627.9	494.38	482.38	47.31
M - 08	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	20.00	9.98	199.60	94454.7	473.22		
M - 09	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	19.90	9.98	198.60	95237.6	479.54		

Fuente Propia

Grafica 15: Curva edad vs f'_c de la muestra 10% de porcelanato de adoquines



Fuente Propia

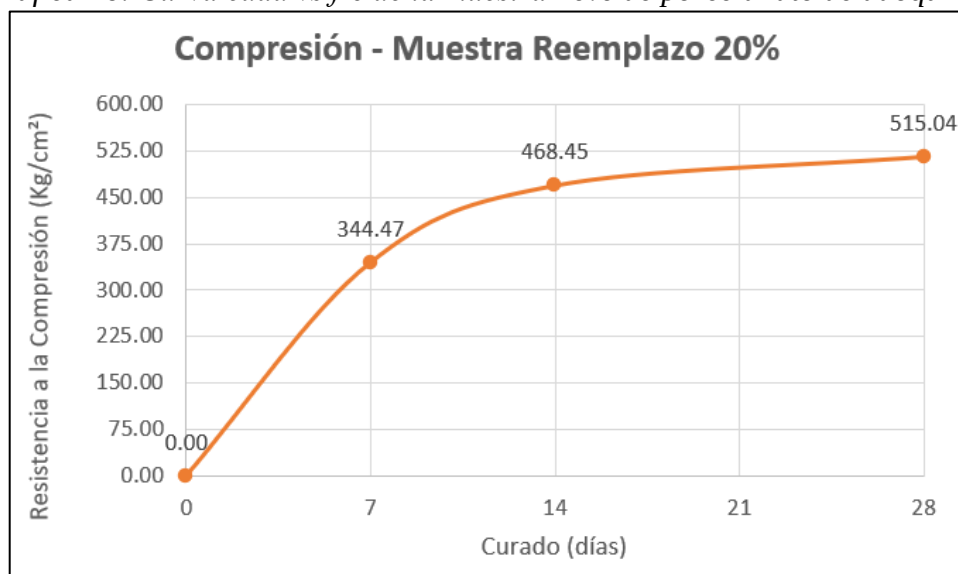
En la siguiente Tabla 54 se muestran los resultados de la resistencia a la compresión de los adoquines que tienen un 20% de reemplazo de agregado fino por porcelanato reciclado a los 7, 14 y 28 días, donde se observa que cumplen con la resistencia requerida por NTP 399.611 y a su vez obtuvo una resistencia máxima de 515.04 kg/cm² en promedio.

Tabla 54: Resistencia a la Compresión de adoquines – Muestra con 20% de reemplazo

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c PROMEDIO	
											Kg/cm²	Mpa
M - 01	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	20.05	10.21	204.71	71969.3	351.57	344.47	33.78
M - 02	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	20.00	10.05	201.00	68472.4	340.66		
M - 03	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	19.89	9.96	198.10	67593.1	341.20		
M - 04	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	20.01	9.95	199.10	92242.7	463.30	468.45	45.94
M - 05	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.93	10.01	199.50	94173.8	472.05		
M - 06	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.95	10.15	202.49	95173.9	470.01		
M - 07	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	19.89	10.00	198.90	99646.7	500.99	515.04	50.51
M - 08	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	20.16	10.10	203.62	109933	539.90		
M - 09	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	19.94	9.98	199.00	100343	504.23		

Fuente Propia

Grafica 16: Curva edad vs f'_c de la muestra 20% de porcelanato de adoquines



Fuente Propia

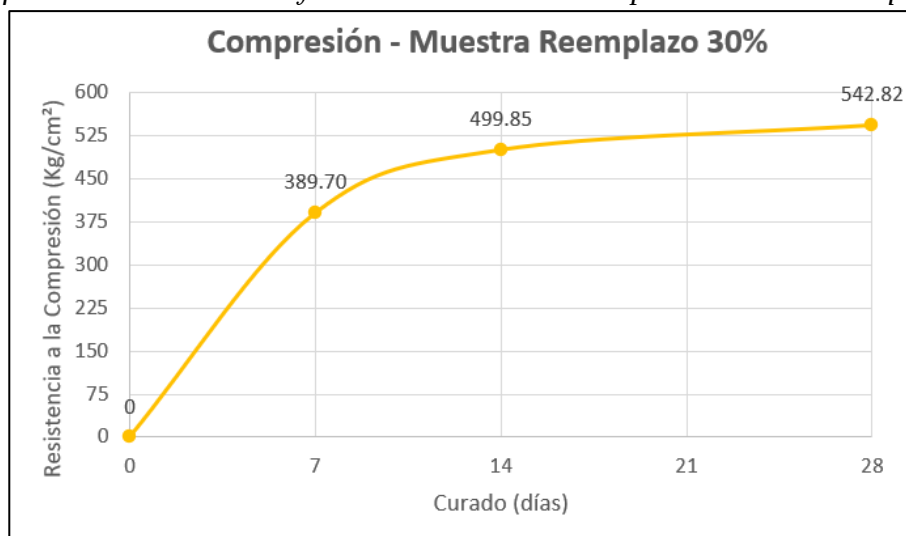
Se presenta en la siguiente Tabla 55 los resultados que se obtuvieron en el ensayo de la resistencia a la compresión de los adoquines de muestra con reemplazo de 30% de agregado fino por porcelanato reciclado a los 7, 14 y 28 días de curado. Donde se observa que alcanzaron una resistencia máxima de 542.82 kg/cm² en promedio y cumplen con los requisitos de la NTP 399.611.

Tabla 55: Resistencia a la Compresión de adoquines – Muestra con 30% de reemplazo

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c PROMEDIO	
											Kg/cm²	Mpa
M - 01	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	20.16	10.02	202.00	78781.9	390.00	389.70	38.22
M - 02	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	20.10	10.00	201.00	79384.5	394.95		
M - 03	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	19.90	10.01	199.20	76521.2	384.14		
M - 04	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	20.13	10.16	204.52	100636	492.06	499.85	49.02
M - 05	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	20.00	9.99	199.80	101071	505.86		
M - 06	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.95	10.05	200.50	100574	501.62		
M - 07	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	20.24	10.20	206.45	115348	558.73	542.82	53.23
M - 08	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	20.00	10.10	202.00	105997	524.74		
M - 09	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	20.14	10.10	203.41	110857	544.98		

Fuente Propia

Grafica 17: Curva edad vs f'_c de la muestra 30% de porcelanato de adoquines



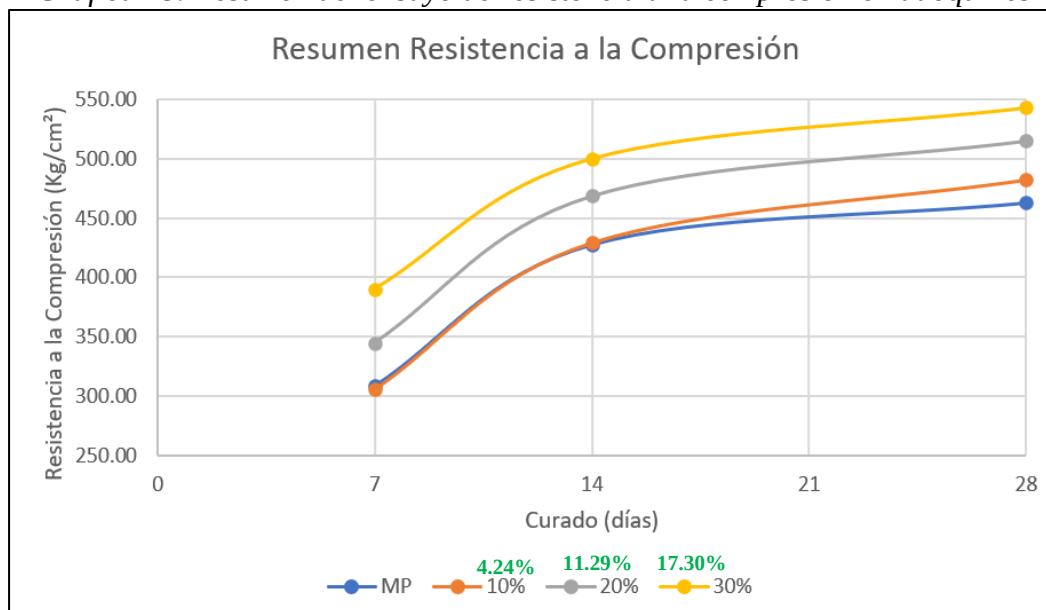
Fuente Propia

Tabla 56: Resultados de resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días todos los adoquines

N° MUESTRA	Fecha de Rotura	Edad de Rotura	Resistencia Promedio (kg/cm²)
Muestra Patron - 01	27/10/2023	7 días	308.14
Muestra Patron - 02	03/11/2023	14 días	427.46
Muestra Patron - 03	17/11/2023	28 días	462.78
10% Porcelanato - 01	10/11/2023	7 días	305.27
10% Porcelanato - 02	17/11/2023	14 días	429.20
10% Porcelanato - 03	01/12/2023	28 días	482.38
20% Porcelanato - 01	10/11/2023	7 días	344.47
20% Porcelanato - 02	17/11/2023	14 días	468.45
20% Porcelanato - 03	01/12/2023	28 días	515.04
30% Porcelanato - 01	10/11/2023	7 días	389.70
30% Porcelanato - 02	17/11/2023	14 días	499.85
30% Porcelanato - 03	01/12/2023	28 días	542.82

Fuente Propia

Grafica 18: Resumen del ensayo de resistencia a la compresión en adoquines



Fuente Propia

En el Grafica 18 resumen se muestra que las muestras con reemplazo tienen un mejor desempeño que las muestras patrón, siendo las muestras con 30% de reemplazo las que alcanzaron una resistencia más alta. A su vez todas las muestras consiguen alcanzar la resistencia mínima exigida por normativa.

Resistencia a la flexión del adoquín de concreto (Mr)

El ensayo de resistencia a la flexión de los adoquines se realizó a la edad de curado de 7, 14 y 28 días, y a su vez se siguió lo establecido por la norma ITINTEC 339.124:1988 en la cual se detalla el procedimiento para llevar a cabo el ensayo.

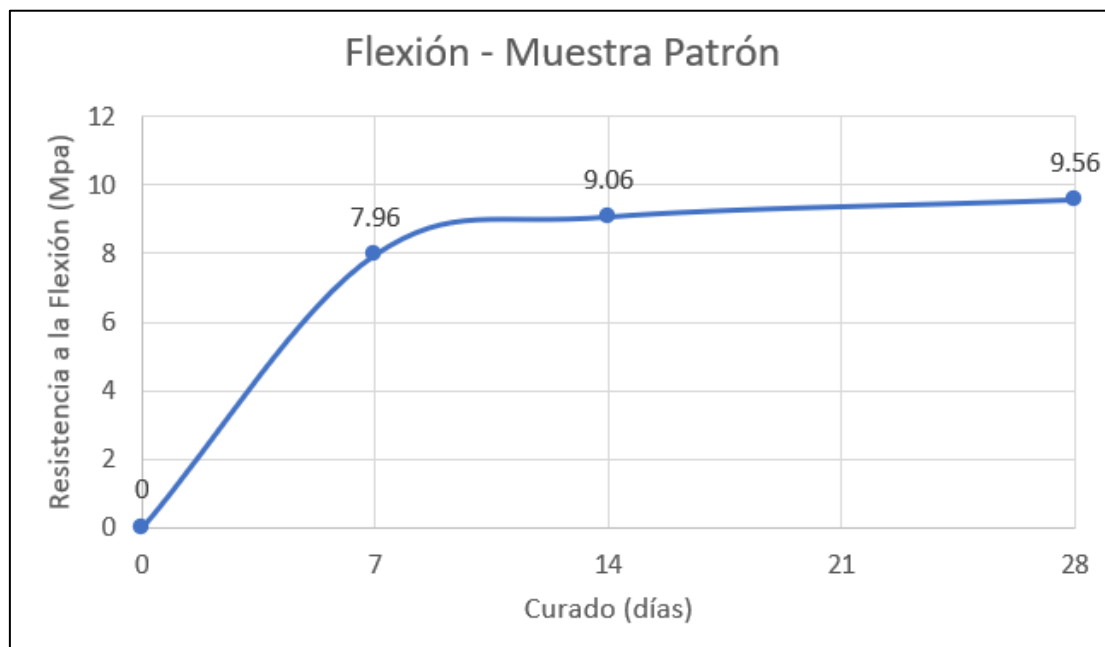
Los resultados obtenidos para las muestras patrón son mostrados en la siguiente Tabla 57 a los 7,14 y 28 días de curado, donde se observa que tuvieron una máxima resistencia a los 28 días donde alcanzo una resistencia total de 9.56 Mpa en promedio.

Tabla 57: Módulo de rotura – Muestras Patrón

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LUZ (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	CARGA		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (Mpa)	RESISTENCIA TRACCIÓN POR FLEXIÓN PROMEDIO	
								kgf	N		Mpa	Kg/cm²
M - 01	MUESTRA PATRÓN	20/10/2023	27/10/2023	7	150.00	99.80	62.50	1362.6	13362.47	7.71	7.96	81.175
M - 02	MUESTRA PATRÓN	20/10/2023	27/10/2023	7	150.00	99.80	63.10	1556.5	15263.97	8.64		
M - 03	MUESTRA PATRÓN	20/10/2023	27/10/2023	7	150.00	99.10	63.20	1350.2	13240.87	7.53		
M - 04	MUESTRA PATRÓN	20/10/2023	03/11/2023	14	150.00	100.10	61.20	1557.3	15271.82	9.17	9.06	92.386
M - 05	MUESTRA PATRÓN	20/10/2023	03/11/2023	14	150.00	100.30	63.10	1670.2	16378.98	9.23		
M - 06	MUESTRA PATRÓN	20/10/2023	03/11/2023	14	150.00	99.85	62.10	1533.4	15037.44	8.79		
M - 07	MUESTRA PATRÓN	20/10/2023	17/11/2023	28	150.00	100.10	63.20	1709.3	16762.42	9.43	9.56	97.463
M - 08	MUESTRA PATRÓN	20/10/2023	17/11/2023	28	150.00	101.30	63.10	1755.9	17219.41	9.61		
M - 09	MUESTRA PATRÓN	20/10/2023	17/11/2023	28	150.00	101.60	63.10	1766.4	17322.38	9.63		

Fuente Propia

Grafica 19: Curva edad vs Resistencia a la flexión de la muestra patrón



Fuente Propia

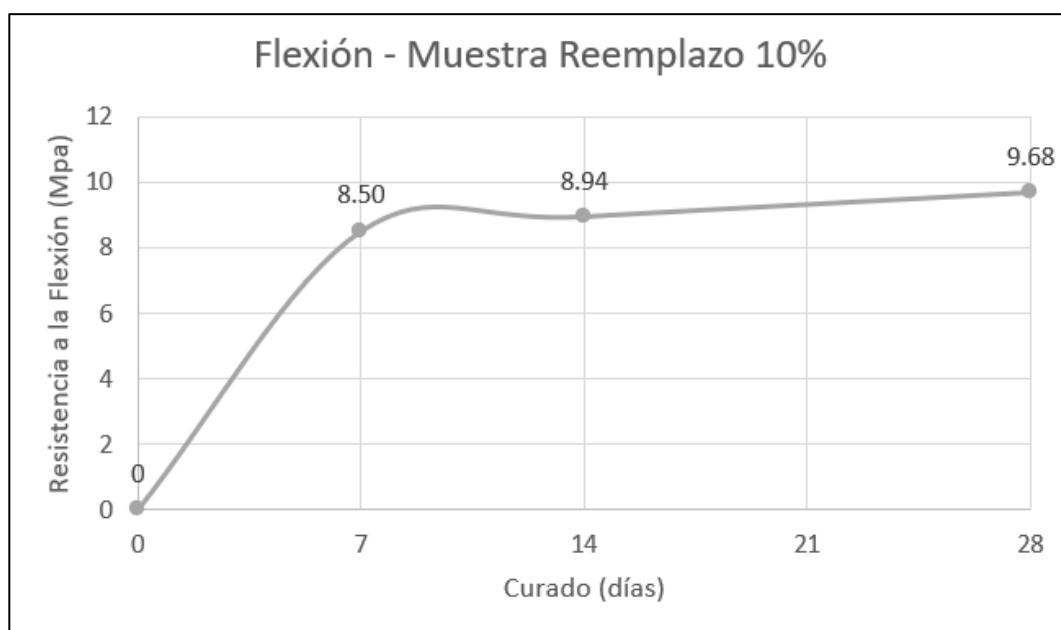
Se presenta en la siguiente Tabla 58 los resultados para los adoquines con reemplazo de 10% de agregado fino por porcelanato reciclado a los 7, 14 y 28 días de curado, donde se observa una resistencia máxima de 9.68 Mpa en promedio.

Tabla 58: Modulo de rotura – Muestra 10% de reemplazo

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LUZ (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	CARGA		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA TRACCIÓN POR FLEXIÓN PROMEDIO	
								kgf	N		Mpa	Kg/cm2
M - 01	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	101.50	62.50	1521.2	14918	8.47	8.50	86.660
M - 02	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	101.30	63.10	1542.3	15125	8.44		
M - 03	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	101.10	63.20	1572.5	15421	8.59		
M - 04	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	100.10	63.10	1631.5	15999	9.03	8.94	91.180
M - 05	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	100.30	62.20	1493.4	14645	8.49		
M - 06	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	101.20	63.30	1709.3	16762	9.30		
M - 07	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.30	63.20	1691.5	16588	9.22	9.68	98.745
M - 08	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.00	63.10	1783.0	17485	9.78		
M - 09	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.10	63.20	1838.1	18026	10.04		

Fuente Propia

Grafica 20: Curva edad vs Resistencia a la flexión de la muestra 10% de porcelanato



Fuente Propia

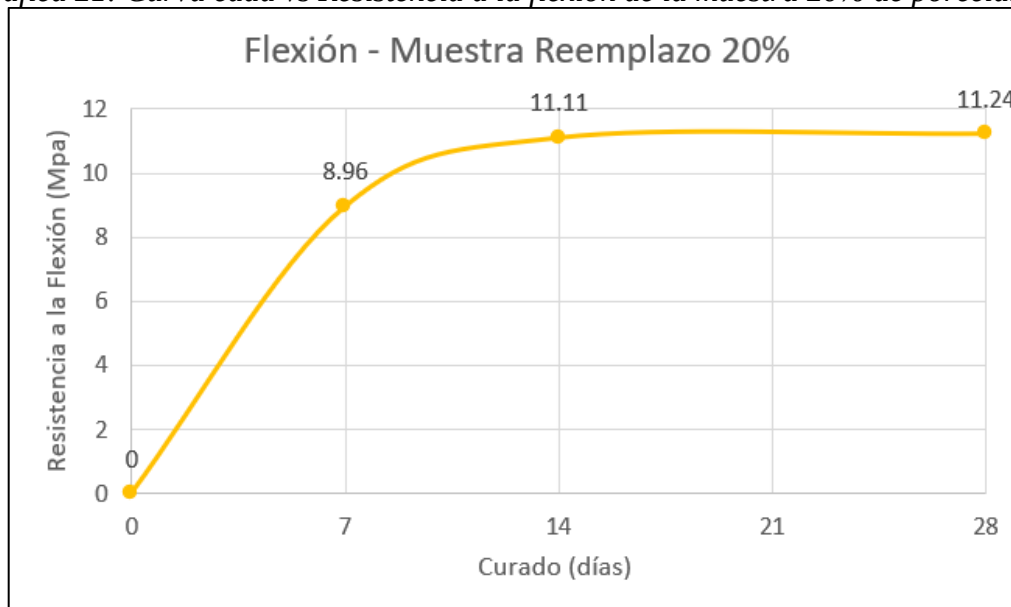
En la siguiente Tabla 59 se especifican los resultados de las muestras con reemplazo de 20% de agregado fino por porcelanato reciclado a los 7, 14 y 28 días de curado, donde se obtuvo como resultado una resistencia máxima de 11.24 Mpa en promedio.

Tabla 59: Modulo de rotura - Muestra 20% de reemplazo

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LUZ (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	CARGA		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA TRACCIÓN POR FLEXIÓN PROMEDIO	
								kgf	N		Mpa	Kg/cm2
M - 01	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	100.25	62.50	1598.1	15672	9.00	8.96	91.397
M - 02	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	100.70	63.10	1562.2	15320	8.60		
M - 03	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	101.60	62.50	1670.5	16382	9.29		
M - 04	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	100.20	61.20	1942.3	19047	11.42	11.11	113.331
M - 05	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	100.40	64.20	2044.9	20054	10.90		
M - 06	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	101.60	62.10	1956.6	19188	11.02		
M - 07	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.90	63.20	2101.4	20608	11.39	11.24	114.589
M - 08	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.80	64.20	2084.1	20438	10.96		
M - 09	20% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	102.90	64.30	2190.4	21480	11.36		

Fuente Propia

Grafica 21: Curva edad vs Resistencia a la flexión de la muestra 20% de porcelanato



Fuente Propia

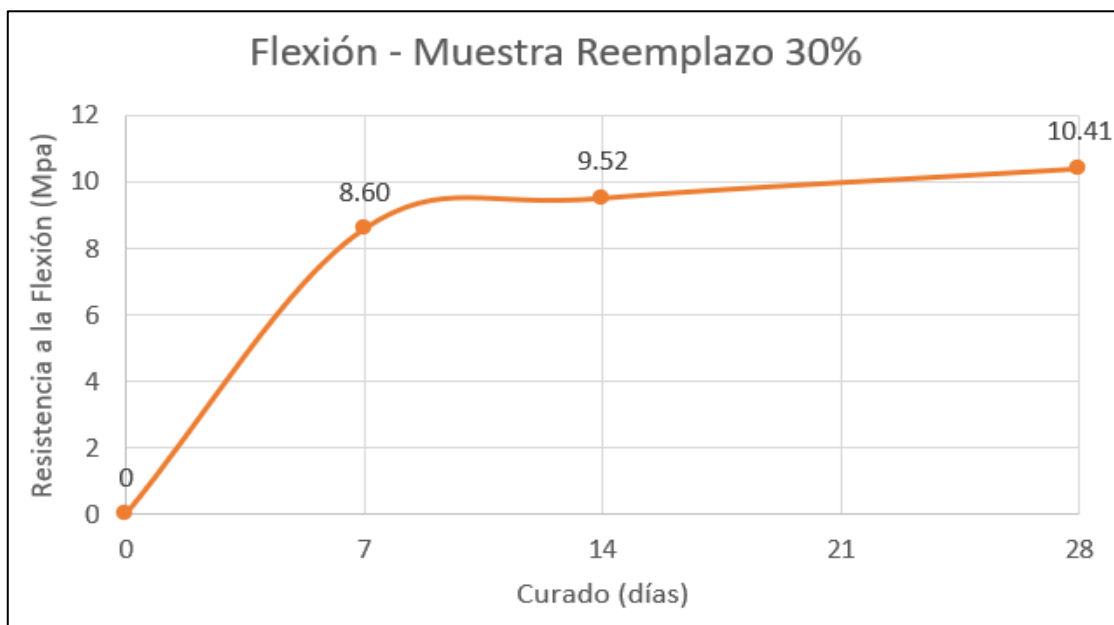
Se muestran los resultados para las muestras con reemplazo de 30% de agregado fino por porcelanato reciclado a edades de curado de 7, 14 y 28 días, y se observa que la resistencia máxima alcanzada es de 10.41 Mpa en promedio.

Tabla 60: Modulo de rotura - Muestra 30% de reemplazo

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LUZ (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	CARGA		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA TRACCIÓN POR FLEXIÓN PROMEDIO	
								kgf	N		Mpa	Kg/cm2
M - 01	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	100.40	63.20	1549.1	15191.4	8.52	8.60	87.649
M - 02	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	100.20	63.30	1562.3	15320.9	8.59		
M - 03	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	100.35	63.10	1571.2	15408.1	8.68		
M - 04	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	100.10	61.20	1625.3	15938.7	9.57	9.52	97.063
M - 05	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	100.30	63.10	1713.6	16804.6	9.47		
M - 06	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	100.60	62.20	1679.7	16472.1	9.52		
M - 07	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.80	63.20	1772.9	17386.1	9.62	10.41	106.143
M - 08	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.15	63.50	1856.7	18207.9	10.04		
M - 09	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.20	63.10	2111.4	20705.7	11.56		

Fuente Propia

Grafica 22: Curva edad vs Resistencia a la flexión de la muestra 30% de porcelanato



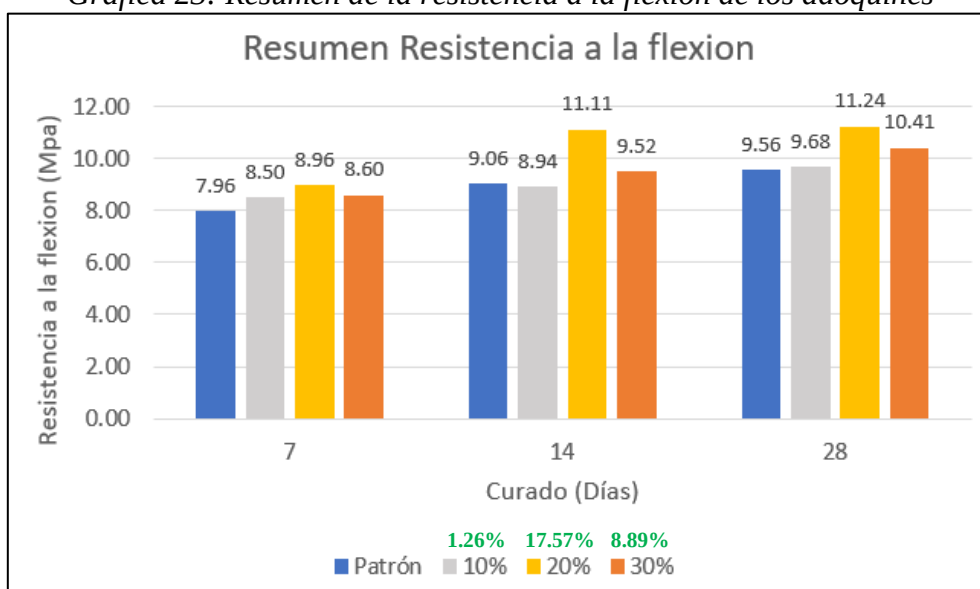
Fuente Propia

Tabla 61: Resultados de resistencia a la Flexión a las edades de 7, 14 y 28 días todos los adoquines

N° MUESTRA	Fecha de Rotura	Edad de Rotura	Resistencia Promedio (MPa)
Muestra Patron - 01	27/10/2023	7 días	7.96
Muestra Patron - 02	03/11/2023	14 días	9.06
Muestra Patron - 03	17/11/2023	28 días	9.56
10% Porcelanato - 01	10/11/2023	7 días	8.50
10% Porcelanato - 02	17/11/2023	14 días	8.94
10% Porcelanato - 03	01/12/2023	28 días	9.68
20% Porcelanato - 01	10/11/2023	7 días	8.96
20% Porcelanato - 02	17/11/2023	14 días	11.11
20% Porcelanato - 03	01/12/2023	28 días	11.24
30% Porcelanato - 01	10/11/2023	7 días	8.60
30% Porcelanato - 02	17/11/2023	14 días	9.52
30% Porcelanato - 03	01/12/2023	28 días	10.41

Fuente Propia

Grafica 23: Resumen de la resistencia a la flexión de los adoquines



Fuente Propia

Se muestra en la Grafica 23 resumen el desempeño de las muestras tanto patrón como las experimentales, tal cual se observa que las muestras con 20% de reemplazo tienen un mejor desempeño siendo que mejoran a las muestras patrón.

Resistencia a la Abrasión

El ensayo de resistencia a la abrasión se realizó en base a la normativa internacional ASTM C944-99. Se empleo un rodillo giratorio donde por orden de la normativa se realizan tres ciclos por dos minutos de duración cada uno. Se observa en la siguiente Tabla 62 los resultados obtenidos de las muestras patrón con 28 días de curado.

Tabla 62: Resistencia a la abrasión de la muestra patrón

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Adoquin Tipo II - 28 d	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3225.0	3221.0	4.00	0.12
M-2		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3242.4	3237.6	4.80	0.15
M-3		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3264.0	3260.0	4.00	0.12

Fuente Propia

Se detalla en las siguientes Tablas 63, 64 y 65 los resultados de las muestras con reemplazo de 10%, 20% y 30% de agregado fino por porcelanato, donde observa que los resultados con menor desgaste por tanto con mejor desempeño fueron las de 20% de reemplazo.

Tabla 63: Resistencia a la abrasión 10% de reemplazo

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Adoquin Tipo II + 10% PORCELANATO RECICLADO	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3221.7	3216.2	5.50	0.17
M-2		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3153.7	3148.0	5.70	0.18
M-3		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3168.1	3164.9	3.20	0.10

Fuente Propia

Tabla 64: Resistencia a la abrasión 20% de reemplazo

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Adoquin Tipo II + 20% PORCELANATO RECICLADO	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3228.6	3224.0	4.60	0.14
M-2		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3256.3	3252.9	3.40	0.10
M-3		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3167.0	3162.5	4.50	0.14

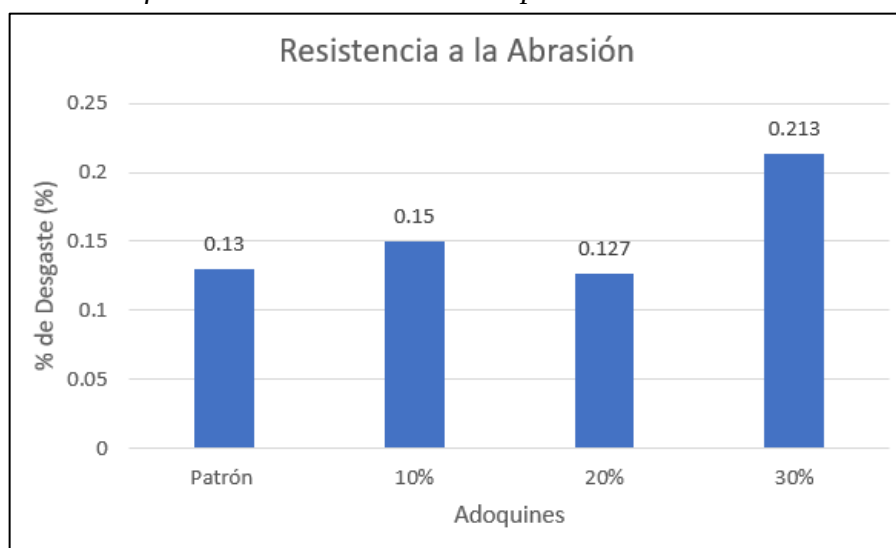
Fuente Propia

Tabla 65: Resistencia a la abrasión 30% de reemplazo

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Adoquin Tipo II + 30% PORCELANATO RECICLADO	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3313.9	3308.2	5.70	0.17
M-2		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3339.9	3331.6	8.30	0.25
M-3		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3234.7	3227.7	7.00	0.22

Fuente Propia

Grafica 24: Resumen resistencia promedio a la abrasión



Fuente Propia

Evaluación de costos de los adoquines

Para realizar el análisis de costos de las distintas muestras primero hemos extraído la cantidad de porcelanato reciclado para cada uno de las muestras de 0%, 10%, 20% y 30% para elaborar un millar de adoquines, las cantidades extraídas del porcelanato reciclado fue a través del diseño de mezcla de donde se obtiene que el volumen de concreto necesario para fabricar un millar de adoquines es de 1.26 m³. En la siguiente Tabla 66 se muestra las cantidades en peso y volumen para las muestras con adición de porcelanato.

Tabla 66: Cantidad de porcelanato para elaborar 1 millar de adoquines

Cantidad de porcelanato para 1 millar de adoquines		
Muestras	Por kg	Por m ³
10% Porcelanato	96.96	0.041
20% Porcelanato	192.22	0.082
30% Porcelanato	285.78	0.122

Fuente Propia

Estas cantidades de porcelanato se obtiene tras multiplicar los valores de las cantidades de porcelanato expresadas en la Tabla 39 por 1.26 m³ de concreto que es la cantidad de porcelanato necesaria para obtener 1 millar de adoquines.

Para obtener el precio del porcelanato, se realizó los APU que se muestran en las siguientes Tablas 67 y 68 donde se analiza el costo de transporte y trituración del porcelanato reciclado para posteriormente ser utilizado en los adoquines. Por último, se resalta que el precio de la mano de obra que la conforman peones y operarios fueron extraídos de la revista COSTOS [34] en su edición de abril del 2025 que a la fecha es la fuente de costos de mano de obra más actualizada. En cuanto a los materiales y equipos se utilizaron los costos reales empleados por el autor a lo largo de la investigación.

Tabla 67: APU del transporte por m³ del porcelanato reciclado

Rendimiento	15.000	m ³ /DIA	Jornada	8.00 horas	Costo unitario directo por: m ³	32.7
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.00	1.07	20.22	21.57	
					21.57	
Materiales						
PORCELANATO REICLADO	m ³		15.00	0.00	0.00	
					0.00	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.00	21.57	0.43	
MOTOCARGUERA	hm	1.00	0.53	20.00	10.67	
					11.10	

Fuente Propia

Tabla 68: Costo por m³ de la trituración del Porcelanato reciclado

Rendimiento	7.000	m ³ /DIA	Jornada	8.00 horas	Costo unitario directo por: m ³	81.4
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.00	2.29	20.22	46.22	
					46.22	
Materiales						
PORCELANATO REICLADO	m ³		7.00	0.00	0.00	
					0.00	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.00	46.22	0.92	
MAQUINA DE LOS ANGELES	hm	1.00	1.14	30.00	34.29	
					35.21	

Fuente Propia

Con los precios obtenidos por m³ tanto para transporte y procesamiento del porcelanato reciclado se obtiene que el coste del porcelanato reciclado por m³ asciende a al precio de S/.114.09 con lo cual este precio será el empleado en los análisis de costos de los adoquines no convencionales.

En la siguiente Tabla 69 se detalla los costos para la elaboración de los adoquines patrón los cuales fueron evaluados por millar obteniendo un precio de S/. 1770.53.

Tabla 69: Análisis de costos de los adoquines de concreto patrón

Rendimiento	0.600	ml/DIA	Jornada	8.00 horas	Costo unitario directo por: ml	1770.53
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	13.333	28.39	378.53	
PEON	hh	2.00	26.667	20.22	539.20	
					917.73	
Materiales						
CEMENTO	bls		18.373	27.50	505.25	
ARENA	m3		0.380	50.00	19.01	
CONFITILLO	m3		0.355	55.00	19.50	
AGUA	m3		0.251	6.00	1.51	
					545.26	
Equipos						
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.50	6.667	20.00	133.333	
BLOQUETERA ROSACOMETA	hm	0.50	6.667	22.00	146.67	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3	917.73	27.53	
					307.53	

Fuente Propia

En las tablas 70, 71 y 72 se muestran los costos para elaborar los adoquines con porcelanato reciclado en 10%, 20% y 30% donde se obtuvieron precios de S/. 1773.20, S/. 1775.82 y S/. 1778.39 respectivamente.

Tabla 70: Análisis de costos de los adoquines de concreto - 10% de porcelanato reciclado

Rendimiento	0.600	ml/DIA	Jornada	8.00 horas	Costo unitario directo por: ml	1773.20
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
	OPERARIO	hh	1.00	13.333	28.39	378.53
	PEON	hh	2.00	26.667	20.22	539.20
						917.73
Materiales						
	CEMENTO	bls		18.3726	27.50	505.25
	ARENA	m3		0.3392	50.00	16.96
	CONFITILLO	m3		0.3542	55.00	19.48
	AGUA	m3		0.2528	6.00	1.52
	PORCELANATO	m3		0.0415	114.09	4.73
						547.94
Equipos						
	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.50	6.667	20.00	133.33
	BLOQUETERA ROSACOMETA	hm	0.50	6.667	22.00	146.67
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.000	917.73	27.53
						307.53

Fuente Propia

Tabla 71: Análisis de costos de los adoquines de concreto - 20% de porcelanato reciclado

Rendimiento	0.600	ml/DIA	Jornada	8.00 horas	Costo unitario directo por: ml	1775.82
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
	OPERARIO	hh	1.00	13.333	28.39	378.53
	PEON	hh	2.00	26.667	20.22	539.20
						917.73
Materiales						
	CEMENTO	bls		18.3726	27.50	505.25
	ARENA	m3		0.2989	50.00	14.94
	CONFITILLO	m3		0.3538	55.00	19.46
	AGUA	m3		0.2544	6.00	1.53
	Porcelanato	kg		0.0822	114.09	9.38
						550.56
Equipos						
	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.50	6.667	20.00	133.33
	BLOQUETERA ROSACOMETA	hm	0.50	6.667	22.00	146.67
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.000	917.73	27.53
						307.53

Fuente Propia

Tabla 72: Análisis de costos de los adoquines de concreto - 30% de porcelanato reciclado

Rendimiento	0.600	ml/DIA	Jornada	8.00 horas	Costo unitario directo por: ml	1778.39
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.00	13.333	28.39	378.53
PEON		hh	2.00	26.667	20.22	539.20
						917.73
Materiales						
CEMENTO		bis		18.3726	27.50	505.25
ARENA		m3		0.2592	50.00	12.96
CONFITILLO		m3		0.3534	55.00	19.44
AGUA		m3		0.2560	6.00	1.54
Porcelanato		m3		0.1223	114.09	13.95
						553.13
Equipos						
MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	0.50	6.667	20.00	133.33
BLOQUETERA ROSACOMETA		hm	0.50	6.667	22.00	146.67
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.000	917.73	27.53
						307.53

Fuente Propia

En la siguiente Tabla 73 se realiza el cuadro resumen donde se compara el precio de los adoquines patrón y con reemplazo, a su vez se realiza el cálculo del aumento porcentual en el precio de los adoquines de las muestras con reemplazo con respecto a las muestras patrón.

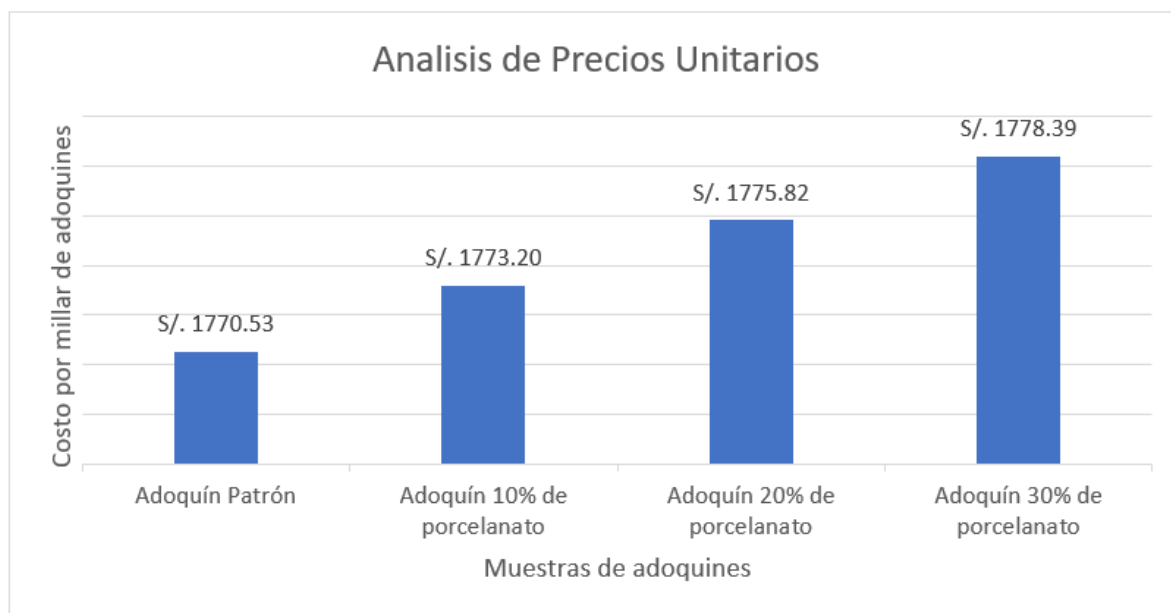
Tabla 73: Resumen de precios unitarios por millar de adoquines

Descripción	Unidad	Precio	Porcentaje de aumento en precio
Adoquin Patrón	mll	S/. 1770.53	0%
Adoquin 10% de porcelanato	mll	S/. 1773.20	0.15%
Adoquin 20% de porcelanato	mll	S/. 1775.82	0.30%
Adoquin 30% de porcelanato	mll	S/. 1778.39	0.44%

Fuente Propia

Podemos observar, que la variación porcentual máxima es del 0.44% la cual está en los adoquines con 30% de porcelanato con respecto a las muestras patrón, y a su vez la mayor diferencia es de S/. 7.86.

Grafica 25: Resumen de Precios unitarios por millar



Fuente Propia

En el Grafico 25 se ilustra el aumento del precio de los adoquines por millar al aumentar el uso del porcelanato reciclado, donde se concluye que las muestras patrón obtuvieron un menor costo que las muestras que contienen porcelanato reciclado.

Discusiones

- Según el primer objetivo planteado, recolectar el porcelanato reciclado, esta se realizó en la región Lambayeque y se puede decir que se logró de manera fructífera teniendo en cuenta los desechos de construcción que se generan diariamente, donde se recolectó 0.02 m^3 de porcelanato reciclado donde tras su trituración se usó para la fabricación de todas las muestras de adoquines de concreto, teniendo en cuenta la cantidad de porcelanato recolectado se compara con la cantidad de RCD que se vierten en el distrito de Chiclayo donde [26] en su investigación nos dice que tras cuantificar la recolección de RCD en el distrito de Chiclayo obtuvo un total de 423.90 m^3 de los cuales el 4% pertenecen a restos cerámicos siendo un total de 16.96 m^3 de material cerámico donde está incluido el porcelanato reciclado.
- Para el siguiente objetivo, caracterizar el porcelanato reciclado que fue empleado en esta investigación, se realizó los ensayos correspondientes al porcelanato reciclado previa trituración, para los resultados obtenidos de las características del porcelanato reciclado tenemos que se obtiene un módulo de fineza de 2.77, el contenido de humedad fue de 0.10%, los pesos unitarios suelto seco (P.U.S.S) y compactado seco (P.U.S.U) resultaron ser de 1434.14 kg/m^3 y de 1663.10 kg/m^3 respectivamente, por último se obtuvo peso específico de masa y porcentaje de absorción donde se obtuvieron 2337.33 y 1.71% respectivamente, resultados que al ser comparados con investigaciones como la de [7] que también caracteriza el porcelanato reciclado obteniendo resultados similares como el peso específico de masa donde se obtuvo una variación mínima del 0.25%, el módulo fineza varía en un 6.54%, en el caso del peso unitario suelto seco y compactado seco varía en un 1.77% y 2.66% respectivamente, en cuanto al contenido de humedad y porcentaje de absorción es donde más diferencia relativa hay siendo que en mi investigación se obtuvo 0.1% y 1.71% respectivamente, y en la investigación citada se obtuvo 0.02% para el contenido de humedad y 1.2% para el porcentaje de absorción, esto tiene que ver principalmente con las condiciones de almacenamiento y la humedad en la zona.
- En relación a obtener el diseño de mezcla más óptimo para los adoquines, todos fueron diseñados con una resistencia de 420 kg/cm^2 , donde se obtuvo que todos los adoquines cumplieron con la resistencia estipulada por la NTP 399.611 [12], luego se obtuvo que las muestras con 20% de porcelanato reciclado obtuvieron el mejor desempeño en las propiedades de resistencia a la flexión y abrasión, donde en esta última obtuvo un porcentaje de desgaste del 0.126% y comparando con la investigación de [27] donde se emplea baldosas cerámicas se obtiene que la dosificación con menor desgaste es de 0.09%

obteniendo resultados relativamente similares, con respecto a la normativa ASTM C944 no establece un límite mínimo o máximo de desgaste, esto es importante debido a que se empleara para pavimentos intertrabados es por ello que se establece un diseño de mezcla adecuado y favorable para la investigación, por tanto la dosificación de 20% de porcelanato reciclado fue la más optima y obtuvo las siguientes medidas por metro cubico $C = 620 \text{ kg/m}^3$, $\text{Agua} = 202 \text{ lts/m}^3$, $A_f = 610.4 \text{ kg/m}^3$, $A_g = 761 \text{ kg/m}^3$ y $\text{Porcelanato} = 152.6 \text{ kg/m}^3$.

- Para realizar el objetivo de determinar la influencia del porcelanato reciclado en las propiedades físicas de los adoquines tipo II, se realizaron un total de tres ensayos los cuales consta en determinar primero la tolerancia dimensional de los adoquines, en donde se obtuvieron medidas favorables como se muestra en las Tablas 40, 41, 42 y 43 que tras compararlo con la NTP 399.611 [12] se muestra que algunas no cumplen con los límites establecidos en un total de siete las cuales la mayoría fallaron en cuanto al espesor en donde la normativa nos dice que no debe exceder el $\pm 3.2 \text{ mm}$.

En la propiedad de absorción de los adoquines, se obtuvo como resultados para las muestras patrón de 4.70% en promedio y de las muestras con reemplazo de 10%, 20% y 30% se obtuvo una absorción de 4.15%, 4.06% y 3.69% en promedio respectivamente, obteniendo una mejora máxima del 21.49% en la absorción, al comparar estos datos con [7] se obtiene que a medida que el uso del porcelanato como agregado fino aumenta la absorción disminuye en este caso de la investigación obtuvo en el concreto patrón un 5.3% y para el 40% una absorción de 4.1% que fue la mínima, esto nos da la idea que en el que caso de nuestra investigación los resultaron fueron similares y a su vez siguieron un mismo patrón de que a más porcelanato menos absorción. En cuanto a la NTP 399.611 [12] nos dice que la absorción no debe exceder el 6% en promedio siendo que claramente tanto los adoquines patrón como experimentales cumplieron con los requerimientos.

En la propiedad de la densidad de los adoquines, los resultados que se obtuvieron para la muestra patrón fueron de 2142.33 kg/m^3 en promedio y los que contienen porcelanato reciclado en 10%, 20% y 30% obtuvieron una densidad promedio de 2193.60 kg/m^3 , 2215.69 kg/m^3 y 2221.22 kg/m^3 respectivamente, obteniendo una máxima mejora del 3.68%, donde al comparar con [5] obtuvo que las muestras con porcelanato aumentaron la densidad hasta llegar al 75% de reemplazo donde a partir de allí empezaron a disminuir así mismo esto nos da una idea favorecedora para nuestra investigación dado que se coincide en la tendencia de los resultados.

- Para determinar influencia del porcelanato reciclado en la resistencia a la compresión de los adoquines se emplearon total de tres adoquines para posteriormente ser curadas a las edades

7, 14 y 28 días esto para las 4 dosificaciones para por último promediar las resistencias obtenidas, como podemos notar en la Grafica 18 podemos observar que las muestras patrón alcanzaron una resistencia de 462.78 kg/cm² siendo un 10.19% superior al $F'_c=420$ kg/cm² diseñado y comparando con la resistencia obtenida de los adoquines con porcelanato en 10%, 20% y 30% se logró un aumento en las resistencia en 4.24%, 11.29% y 17.30% con respecto a la resistencia obtenida de las muestras patrón. Comparando los datos con los obtenidos en la investigación de [3] contradice los resultados de esta investigación debido a que a los 28 días obtuvo resultados en los cuales disminuía en cuanto a las muestras con 10% y 20% de porcelanato con respecto a las muestras de control, disminuyendo en un 25.16% y 2.33% respectivamente. Mientras que en la investigación [4] la resistencia a la compresión mejora a medida en que se aumenta el porcentaje de porcelanato respaldando los resultados obtenidos en esta investigación, siendo la que tiene un 50% de reemplazo la que mejor desempeño tuvo, con una mejora del 38.24% con respecto a las muestras de control.

- Para determinar la influencia del porcelanato reciclado en la resistencia a la flexión de los adoquines patrón y experimentales con porcelanato, se realizó tres adoquines los cuales fueron curados a las edades de 7, 14 y 28 días esto para todos los diseños de mezcla, en donde se alcanzó un módulo de rotura de 9.56 Mpa y para las muestras con reemplazo de 10% y 20% se obtuvieron una influencia positiva debido a que mejoro el módulo de rotura en un porcentaje de 1.26% y 17.57% con respecto a los adoquines patrón, mientras que la muestra de 30% obtuvo una mejora de 8.89% siendo mejor que las muestras patrón pero peor que las muestras con 20% de reemplazo. Teniendo en cuenta nuestros resultados se realiza la comparación con [4] donde obtiene un mejor desempeño con la muestra con 40% de porcelanato a los 28 días la cual mejoro en un 25.75% para posteriormente disminuir su resistencia a la flexión con la muestra con 50% de porcelanato, por lo cual se puede decir que el porcelanato mejora hasta cierta cantidad de reemplazo para posteriormente disminuir su resistencia en el caso de mi investigación paso a partir del 20% y de la investigación mencionada del 40%.
- Con respecto a realizar la comparación de los adoquines tradicionales y los elaborados con porcelanato reciclado, se realizó por cada ensayo en las Gráficas 8, 12, 18, 23 y 24 donde se analizaron la absorción, densidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y la resistencia a la abrasión respectivamente. Donde se puede decir que todas las muestras experimentales mejoran a las muestras patrón y a su vez se afirma que los adoquines con 20% de porcelanato reciclado fueron las que mejor desempeño tuvieron dado que, a pesar

que tuvieron una menor resistencia a compresión, absorción y densidad que las muestra con 30% de porcelanato, tuvieron un mejor desempeño en la resistencia a abrasión y flexión, siendo que en la resistencia a la abrasión las muestras con 30% de porcelanato empeoraron a las muestras patrón obteniendo un resultado de 0.213% de desgaste, por otro lado las muestras con 20% de porcelanato mejoro en un 2.31%.

- En el objetivo que consta en evaluar el costo de los adoquines, se puede decir que a medida en que más se usaba el porcelanato más aumenta el costo por millar de los adoquines, esto debido a que el porcelanato tuvo costos de recolección y procesamiento los cuales aumento su costo por m³, teniendo como resultado que para la muestra patrón tuvo un costo de S/. 1770.53 y para las muestras con 10%, 20% y 30% de porcelanato tuvieron un costo de S/. 1773.20, S/. 1775.82, S/. 1778.39 respectivamente. Si realizamos la comparación con [28] quien utilizo RCD para elaborar sus adoquines obtuvo un costo de 805.37 para su muestra patrón y un costo de S/.806.07, S/.806.77 y S/.807.47 para sus muestras de 10%, 20% y 30% respectivamente para las muestras con reemplazo, con esta comparación nos damos cuenta que nuestro adoquín tuvo un costo más elevado que el que de la tesis citada. En el caso de mi investigación la máxima diferencia obtenida es S/.7.86 que estuvo entre los adoquines convencionales y los que tenían un 30% de porcelanato reciclado.

Conclusiones

- Como conclusión se dice que debido a lo amplia que es la construcción en la región Lambayeque los desechos de la misma también son abundantes por lo cual la recolección del porcelanato reciclado fue hecha de manera fructífera, y a su vez tuvo un desempeño correcto como agregado fino en la investigación realizada.
- Se concluye que la caracterización del porcelanato reciclado es posible realizarse como un agregado fino común, a su vez por lo investigado en esta tesis se puede decir que el porcelanato reciclado tiene las características adecuadas para ser usado en los adoquines de concreto en base a las normativas para cada característica analizada.
- Tras realizar los diseños de mezcla de las muestras patrón y de las muestras experimentales, se concluye en que el diseño de mezcla más óptimo y por tanto con mejor desempeño fue la que posee un 20% de porcelanato reciclado en la cual se obtuvo una dosificación por metro cúbico de: $C = 620 \text{ kg/m}^3$, $\text{Agua} = 202 \text{ lts/m}^3$, $A_f = 610.4 \text{ kg/m}^3$, $A_g = 761 \text{ kg/m}^3$ y $\text{Porcelanato} = 152.6 \text{ kg/m}^3$; esto fue debido a que obtuvo un mejor desempeño en la mayoría de ensayos, mejorando a las muestras patrón en la absorción en un 13.62%, densidad en un 3.42%, resistencia a compresión en un 11.29%, resistencia a la flexión en un 17.57%, y en la resistencia a la abrasión obtuvo el menor desgaste con un 0.127%.
- Después de realizar los ensayos físicos para los adoquines de concreto, se concluye que en cuanto a la absorción se tiene que las muestras con 10%, 20% y 30% se tiene una mejora en 11.70%, 13.62% y 21.49% con respecto a las muestras patrón. A su vez la densidad de los adoquines también mejoró en un 2.39%, 3.42%, 3.68% para las muestras de 10%, 20% y 30% respectivamente, mientras que en la tolerancia dimensional hubo variaciones en algunas muestras experimentales, sin embargo, se puede decir que los adoquines cumplen con las propiedades físicas para ser usados en pavimentos intertrabados y además el porcelanato reciclado influye de manera positiva en las propiedades físicas.
- La resistencia a la compresión de los adoquines patrón cumplieron con lo requerido por la NTP 399.611, y los adoquines con 30% de porcelanato tienen la mejor resistencia a compresión siendo esta la que alcanzó un mejor desempeño mejorando a las muestras patrón en un 17.30% alcanzando una resistencia máxima de 542.82 Kg/cm^2 , con respecto a todas las muestras con 10% y 20% estas mejoraron a las muestras patrón en

un 4.24% y 11.29% respectivamente, a su vez se concluye que a medida que más porcelanato se usa más aumenta la resistencia a la compresión, teniendo el porcelanato una influencia positiva en esta propiedad.

- Con respecto a la resistencia a la flexión, concluimos en que cumplieron con la resistencia requerida por normativa ITINTEC 339.124 la cual es de 4.9 Mpa, siendo que las muestras con 20% de porcelanato obtuvieron el mejor desempeño, teniendo en cuenta en que mejoro a la muestra patrón en 17.57% llegando a alcanzar una resistencia máxima a los 28 días de 11.24 Mpa, por otro lado, las muestras de 10% y 30% de porcelanato mejoraron en un 1.26% y 8.89% respectivamente esto con respecto a las muestras patrón, por tanto se concluye que el porcelanato reciclado mejora la resistencia a la flexión de los adoquines de concreto.
- Se concluye que, si comparamos los adoquines tradicionales con los elaborados con porcelanato reciclado para esta investigación, obtenemos un buen desempeño por parte de los adoquines con porcelanato, por tanto, podemos decir que el uso del porcelanato reciclado es viable y sustentable para elaborar adoquines de concreto en cuanto a las propiedades físico-mecánicas.
- En cuanto a la evaluación de costos se afirma que los adoquines aumentaron el costo conforme se aumenta el uso de porcelanato, las muestras patrón tuvieron un coste de S/.1770.53 por millar y las muestras con 10% y 20% de porcelanato tuvieron un coste de S/.1773.20 y S/.1775.82 por millar, siendo el que tuvo un mayor coste el de 30% de porcelanato con un total de S/. 1778.39 por millar de adoquines siendo un 0.44% más costo que las muestras patrón, sin embargo, se puede decir que el uso del porcelanato reciclado para elaborar adoquines de concreto es viable, siempre que el porcelanato sea reciclado y su costo sea el mínimo.

Recomendaciones

- Se recomienda identificar los puntos de acopio de desechos de material de construcción para identificar y recolectar de manera más fácil el porcelanato reciclado, además de utilizar agregados de cantera adecuados y con propiedades similares al empleado en esta investigación.
- Para obtener características similares al porcelanato reciclado obtenidos en esta investigación se recomienda primero realizar una limpieza del porcelanato con la finalidad de quitar impurezas y polvo, y luego realizar una trituración adecuada hasta alcanzar un módulo de fineza similar a la de esta investigación.
- Elaborar diseños de mezcla con porcentajes de porcelanato reciclado más elevados a los utilizados en esta investigación, con la finalidad de analizar cómo afecta el porcelanato reciclado en cantidades más altas como reemplazo de agregado fino.
- Con respecto a los ensayos físicos se recomienda utilizar moldes adecuados con la finalidad de que no afecte en las dimensiones de los adoquines de concreto y que permitan que todas las muestras posean dimensiones similares y que no difieran con lo estipulado por las normativas.
- Para la resistencia a la compresión se recomienda que el adoquín posea una superficie en la cara superior e inferior lo más lisa y plana posible, debido a que si existen irregularidades en el adoquín el ensayo no se desarrollaría de manera efectiva.
- En la resistencia a la flexión, se recomienda el uso de bases con varillas soldadas con la finalidad de evitar el movimiento al momento efectuar la carga, así logrando tener un ensayo efectivo y más preciso.
- Se recomienda, emplear el porcelanato reciclado junto a otros materiales sostenibles de similares características esto con el fin de disminuir los costos de los adoquines y lograr obtener un mejor costo-beneficio con los adoquines.
- Como recomendación final se incentiva a futuros investigadores el utilizar el porcelanato reciclado debido a que no existe una gran diferencia en los costos de los adoquines de concreto convencional y los fabricados con porcelanato, a su vez obteniendo un valor agregado gracias a su sostenibilidad debido a que se alienta una cultura de reciclaje.

Referencias

- [1] Ministerio del Ambiente, «INFORME ANUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES Y NO MUNICIPALES EN EL PERÚ GESTIÓN 2012,» Lima, 2012.
- [2] J. Flores, “Gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición en la municipalidad provincial del cusco”, Trabajo fin de master, Dpto. de Ingeniería, Universitat Politècnica de Catalunya Barcelonatech, Barcelona, España, 2020.
- [3] M. Jamal, M. Z. Noh, S. Al-juboor, M. Haziman y Z. Ibrahim, «Mechanical Properties of the Concrete Containing Porcelain Waste as Sand, » International Journal of Engineering & Technology, vol. 4.30, n° 7, pp. 180 - 184, 2018.
- [4] M. J. Jasim et al, "Mechanical Strength of Concrete by Replacement of Sand with Porcelain Waste with Addition of Superplasticizer," Annals of the Romanian Society for Cell Biology, vol. 25, (4), pp. 5394-5405, 2021. Disponible en: <http://www.annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/3102>
- [5] K. Kobbekaduwa y S. Perera, «EFFECT OF PORCELAIN WASTE AS A FINE AGGREGATE ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE, » de Advances in Concrete Technology, Structural Engineering and Design: Dedicated to Helarisi Abeyruwan, Sri Lanka, 2019.
- [6] M. A. Campos, V. A. Paulon and André Munhoz de Argollo Ferrão, "Concrete Made with Alternative Fine Aggregates: The Reuse of Porcelain Electrical Insulators," Mater. Sci. Forum, vol. 912, pp. 185-190, 2018/01//. Disponible en: <https://www.scientific.net/MSF.912.185> DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.912.185>.
- [7] G. Velasquez, “Influencia del porcelanato reciclado como reemplazo de los agregados sobre asentamiento, compresión, absorción, densidad y porosidad en el concreto, Trujillo 2021”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad privada del norte, Trujillo, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/29593>
- [8] C. Tapia, “Evaluación del concreto adicionando residuos de cerámica y porcelanato tesis para optar el título de ingeniero civil”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Chota, Chota, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14142/176>
- [9] E. Harmsen, “Diseño de estructuras de concreto armado”, 3era ed. Lima: Pontificia universidad católica del Perú, 2002.
- [10] «CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos». INDECOPI, NTP 334.009. [En línea]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/indecopi>

- [11] J. Arrieta y E. Peñaherrera, “FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON UNA MESA VIBRATORIA”, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2001. Disponible en: <https://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf>
- [12] «UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos». INDECOPI, NTP 399.611, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/indecopi>
- [13] Dossier técnico ARQ. ARQ (Santiago) [online]. 2012, n.80 [citado 2023-06-10], pp.86-94. Disponible en: ISSN 0717-6996. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962012000100019>.
- [14] R. Piccoli, «ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE BALDOSAS CERAMICAS TIPO GRES PORCELANATO SUBMETIDAS A FAST FIRING,» Senai/Centro de Tecnologia em Materiais.
- [15] RNE «Norma técnica CE. 010: Pavimentos Urbanos», 2006. [En línea]. Disponible en: https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf
- [16] «UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto». INDECOPI, NTP 399.604, 2002. [En línea]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/indecopi>
- [17] «AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global». INDECOPI, NTP 400.012, 2001. [En línea]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/indecopi>
- [18] «AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado». INDECOPI, NTP 400.017. [En línea]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/indecopi>
- [19] «AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso». INDECOPI, NTP 400.021, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/indecopi>
- [20] «AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino». INDECOPI, NTP 400.022, 2002. [En línea]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/indecopi>
- [21] «ADOQUINES DE CONCRETO (HORMIGON) PARA PAVIMENTOS, REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO». ITINTEC, ITINTEC 339.124, 1988. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/446646454/NTP-339-124-1988-Adoquines>
- [22] «American concrete institute». ACI, ACI 211, [En línea]. Disponible en: www.concrete.org

- [23] «Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method». ASTM INTERNATIONAL, ASTM C944-99, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/standards/c944>
- [24] T. Grajales, «TIPOS DE INVESTIGACION», 2000.
- [25] M. Borja, Metodología de la investigación científica para ingenieros, Chiclayo, 2012. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- [26] L. Burga, “Diagnóstico, caracterización y diseño de la disposición final de los residuos de construcción y demolición (RCD) en el distrito de Chiclayo”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2022. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/5761>
- [27] E. Sanchez, “Reutilización de los residuos de baldosa cerámica en el mejoramiento de la resistencia a compresión en adoquines de concreto tipo I”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2023. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/6304>
- [28] A. Espinoza, “Elaboración de adoquines de concreto destinados al tránsito vehicular ligero utilizando parcialmente residuos de demolición como agregado fino y grueso”, Tesis de pregrado, Dpto. de Ingeniería, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2022. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4856>
- [29] «ABRACION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 ½”)». MTC, MTC E 207, 2016. [En línea]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf
- [30] «Especificación estándar de agregados para concreto». ASTM INTERNATIONAL, ASTM C33, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.astm.org/>
- [31] J. Castaño, M. Rodriguez y R. Lasso, «Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá perspectivas y limitantes», Tecnura, vol. 17, n° 38, pp. 121 - 129, 2013
- [32] Del Rio Merino, Problemática de los RCD-Propuestas para su gestión y reciclaje; Universidad Politecnica de Madrid, Madrid, 2012.
- [33] Municipalidad Provincial de Chiclayo, Gerencia de ambiente y desarrollo económica, «PLAN DE GESTION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DE LA CONSTRUCCION Y DEMOLICION DEPOSITADOS EN ESPACIOS PUBLICOS,» Chiclayo, 2013.
- [34] “SUPLEMENTO TÉCNICO ABRIL 2025”, REVISTA COSTOS, Edi. 335.1, p. 33, Perú, diciembre 2025.

[35] Supermix, «Ficha Técnica: Adoquines de concreto», Concretos Supermix ficha técnica, Disponible en: <https://www.supermix.com.pe/>

[36] Sika, «CURADO DEL CONCRETO,» Sika Informaciones Técnicas, 2009, Disponible en: <https://col.sika.com/dam/dms/co01/e/Curado%20del%20Concreto.pdf>

Anexos

Anexo 1 Contenido de Humedad de los agregados



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



Tesista Regalado Ortiz Neyser Jose
Solicitante Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados
Lugar Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión 23/11/2023

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

Cantera CANTERA DE PATAPO

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.12
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	993.66
C.- Peso de recipiente	(gr.)	101.1
D.- Contenido de humedad	(%)	0.65
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.65

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

Cantera CANTERA TRES TOMAS

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.21
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	995.74
C.- Peso de recipiente	(gr.)	102.8
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.45

Observaciones :

Henry Rivasdenegri Oblitas
Téc. Laboratorio USAT

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

Anexo 2 Análisis granulométrico del Agregado Fino

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

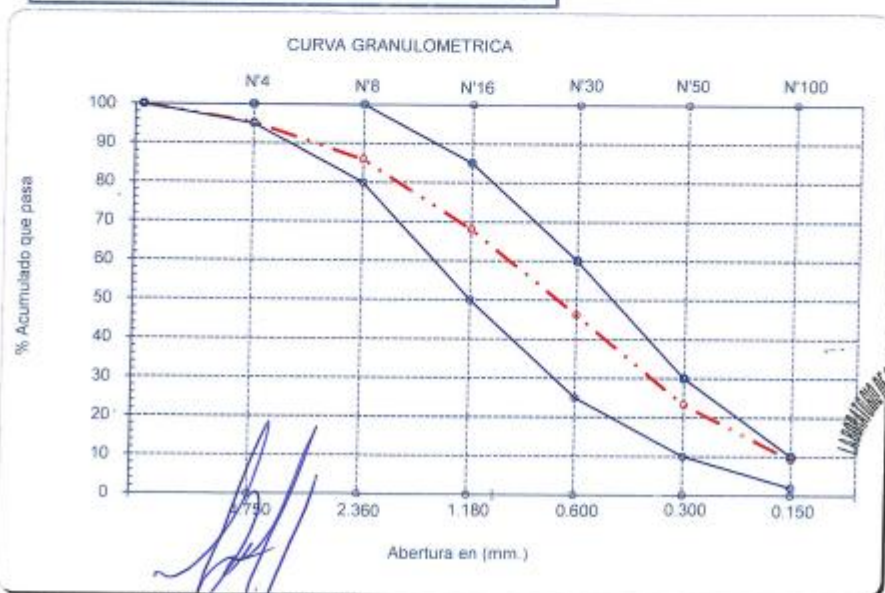
Tesista Regalado Ortiz Neyser Jose
Escuela Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados
Lugar Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión 23/11/2023

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

Cantera CANTERA DE LA VICTORIA

P. Inicial S. 500.0

Malla		Peso Ret.	(% Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	23.29	4.7	4.7	95.3	95	100
Nº 08	2.360	46.91	9.4	14.0	86.0	80	100
Nº 16	1.180	89.1	17.8	31.9	68.1	50	85
Nº 30	0.600	109.3	21.9	53.7	46.3	25	60
Nº 50	0.300	114.92	23.0	76.7	23.3	10	30
Nº 100	0.150	70.1	14.0	90.7	9.3	2	10
Fondo		46.34	9.3	100.0	0.0		
Módulo de Fineza		2.717					
Abertura de malla de referencia		9.500					



Henry Rivasdeneyra
Obtinas
Tec. Laboratorio
USAT

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

Anexo 3 Análisis granulométrico del agregado grueso



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



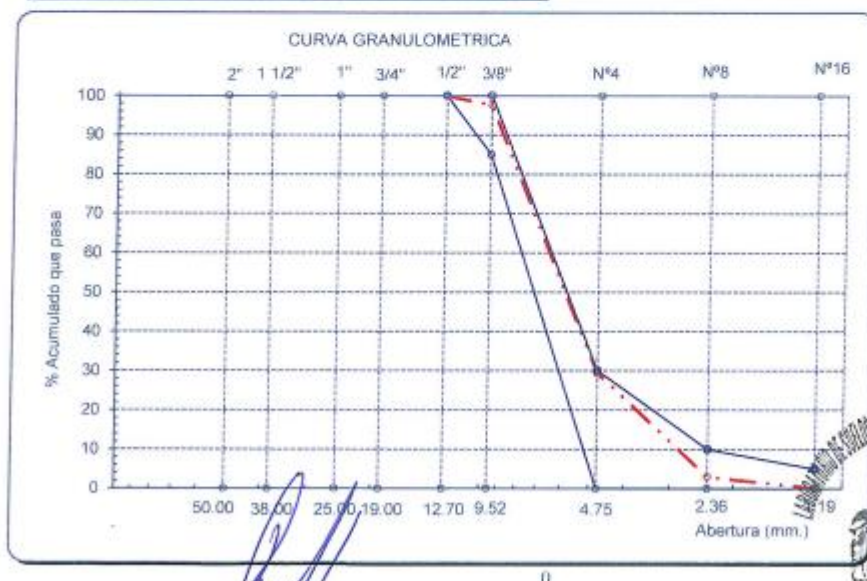
Tesista: Regalado Ortiz Neyser Jose
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: 23/11/2023

Ensayo: Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia: Norma ASTM C-136 & N.T.P. 400.012

Cantera: CANTERA TRES TOMAS

P. Inicial S. 1000

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(% Acum. Ret.	(% Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
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	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	40.0	85.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	10.0	40.0
3/8"	9.52	22.9	2.3	2.3	97.7	0.0	15.0
Nº 04	4.75	682.6	68.3	70.6	29.4	0.0	5.0
Nº 08	2.36	263.8	26.4	96.9	3.1	0.0	0.0
Nº 16	1.19	29.1	2.9	99.8	0.2	0.0	0.0
Pondero		1.6	0.2	100.0	0.0		
Tamaño Máximo			1/2"	38.00			
Tamaño Máximo Nominal			3/8"	25.00			



Henry Rivadeneyra
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 4 Peso Específico y absorción de los agregados



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



Tesista Regalado Ortiz Neyser Jose
Solicitante Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados
Lugar Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión 23/11/2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

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

Cantera CANTERA DE LA VICTORIA

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso c	(g)	949.6	1008.6
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	643.09	701.68
3.- Peso del Agua	(g)	306.51	306.87
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	641.12	698.29
5.- Peso del Frasco	(g)	143.09	201.7
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	496.61
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.573
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.587
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.609
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.54

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

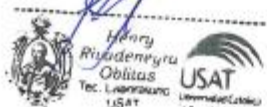
Cantera CANTERA TRES TOMAS

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1490.0
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1510.0
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastil	(g)	1840.0
4.- Peso de la canastilla	(g)	880.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	960.0

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.709
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.745
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.811
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.34



Anexo 5 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino



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



Tesista : Regalado Ortiz Neyser Jose

Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis : Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados

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

Fecha de emisión : 23/11/2023

Ensayo : Peso unitario del agregado fino

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

Cantera : CANTERA DE LA VICTORIA

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19010	19010
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050.0	10050.0
3.- Peso del material		8960	8960
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1690	1690
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1679.19	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	20050	20060
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050.0	10050.0
3.- Peso del material		10000	10010
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1886	1888
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1875.0	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.12
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	993.66
C.- Peso de recipiente	(gr.)	101.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.65

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT



Anexo 6 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso (confitillo)



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



Tesista Regalado Ortiz Neyser Jose
Solicitante Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados
Lugar Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión 23/11/2023

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

Cantera CANTERA TRES TOMAS

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17790	17780
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10100.0	10100.0
3.- Peso del material		7690	7680
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1451	1449
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1443.128	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18670	18690
2.- Peso del recipiente	(gr.)	10050.0	10050.0
3.- Peso del material		8620.0	8640.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1626	1630
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1620.6	

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

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.21
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	995.74
C.- Peso de recipiente	(gr.)	102.8
E.- Contenido de humedad	(%)	0.45

Henry Rivas de la Cruz
Téc. Laboratorio
USAT



Anexo 7 Resistencia a la abrasión del Agregado grueso (confitillo)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



Tesista : Regalado Ortiz Neyser Jose
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de ensayo : Chiclayo 09 de Abril de 2024

ENSAYO : RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

REFERENCIA : Norma MTC E 207 / ASTM C-131

Cantera : Cantera Tres Tomas

Muestra : Confitillo

I.- Granulometría global

Mallas Pasa	Retiene	Peso retenido	% retenido	Método C
3/4"	1/2"	0.0	0.0	0.0
1/2"	3/8"	0.0	0.0	0.0
3/8"	1/4"	2500.0	50.0	2500.0
1/4"	Nº 4	2500.0	50.0	2500.0
Total		5000.0	100.0	5000 ± 10

II.- Ensayo de abrasión

-Peso inicial antes del ensayo	5000.00
-Peso final después de las 500 revoluciones	4048.00

III.- Cálculos

% de desgaste por abrasión	%	19.04
----------------------------	---	-------

OBSERVACIONES :

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "C", Nº de esferas : 8, Revoluciones : total 500

Henry Rivadeneira Obillos
Téc. Laboratorio USAT

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

Anexo 8 Contenido de humedad del porcelanato



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



Tesista Regalado Ortiz Neyser Jose

Solicitante Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados

Lugar Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión 23/11/2023

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Elemento Porcelanato Reciclado

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.62
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	500.13
C.- Peso de recipiente	(gr.)	75.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.10

Observaciones :

Henry Rivas Obillos
Téc. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 9 Análisis granulométrico del Porcelanato



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



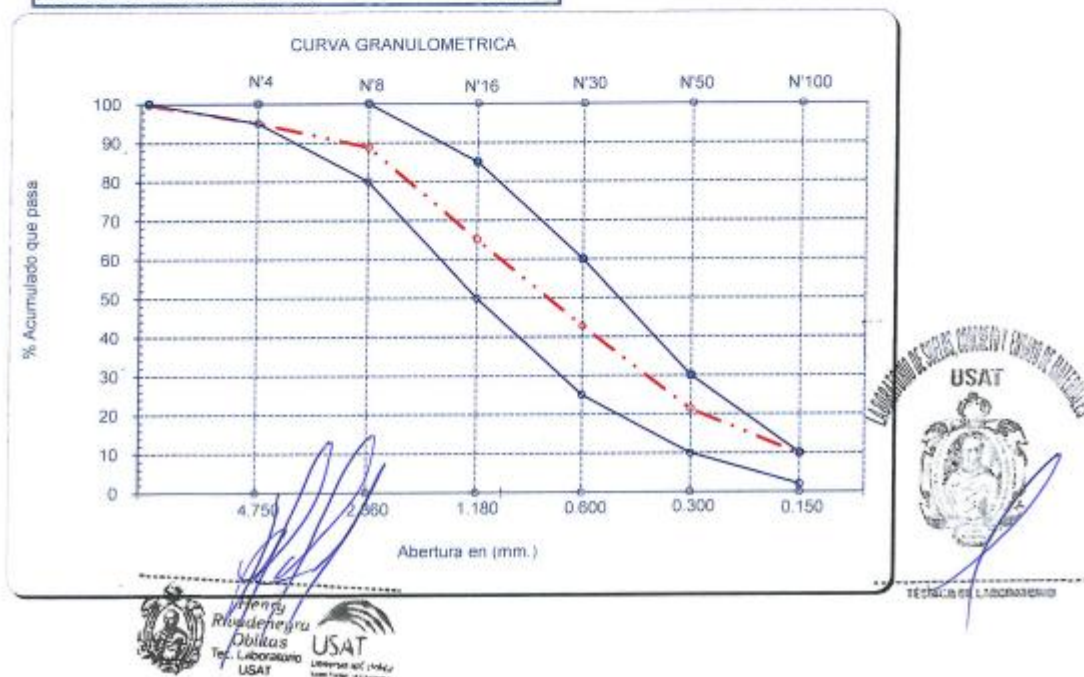
Tesista Regalado Ortiz Neyser Jose
Escuela Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados
Lugar Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión 23/11/2023

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-136 6 N.T.P. 400.012

Agregado Porcelanato reciclado

P. Inicial S. 500.3

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0.89	0.2	0.2	99.8	100	100
Nº 04	4.750	23.62	4.7	4.9	95.1	95	100
Nº 08	2.360	30.89	6.2	11.1	88.9	80	100
Nº 16	1.180	119.21	23.8	34.9	65.1	50	85
Nº 30	0.600	111.63	22.3	57.2	42.8	25	60
Nº 50	0.300	107.02	21.4	78.6	21.4	10	30
Nº 100	0.150	57.9	11.6	90.2	9.8	2	10
Fondo		21.3	4.3	94.4	5.6		
Módulo de Fineza				2.769			
Abertura de malla de referencia				9.500			



Anexo 10 Peso específico y absorción del porcelanato



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



Tesista Regalado Ortiz Neyser Jose

Solicitante Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados

Lugar Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión 23/11/2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

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

Elemento Porcelanato reciclado

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	991.3	1008.6
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	701.63	701.68
3.- Peso del Agua	(g)	289.67	306.87
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	693.23	698.29
5.- Peso del Frasco	(g)	201.623	201.7
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	491.61	496.61
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.337
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.377
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.434
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.71


Henry Rivas de la Cruz
Obtuso
Tec. Laboratorio
USAT


USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 11 Peso unitario suelto y compactado del porcelanato



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



Tesista Regalado Ortiz Neyser Jose

Escuela Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

Tesis Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados

Lugar Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión 23/11/2023

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

Elemento Porcelanato reciclado

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7360	7350
2.- Peso del recipiente	(gr.)	5100.0	5100.0
3.- Peso del material		2260	2250
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00157	0.00157
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1438.8	1432.4
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1434.17	

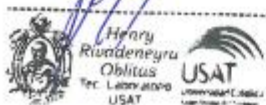
2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7710	7720
2.- Peso del recipiente	(gr.)	5100.0	5100.0
3.- Peso del material		2610	2620
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00157	0.00157
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1661.6	1667.9
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1663.13	

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

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500.62
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	500.13
C.- Peso de recipiente	(gr.)	75.0
E.- Contenido de humedad	(%)	0.10



Anexo 12 Diseño de Mezcla - Muestra Patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josémaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



DISEÑO DE MEZCLA

Tesista

Regalado Ortiz Neyser Jose

Ensayo : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (Sin aire incorporado)

Referencia : MÉTODO ACI 211

Resistencia del Diseño :

$f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO **CANTERA TRES TOMAS**

FINO **CANTERA DE PATAPO**

- 01.- Tamaño máximo nominal
- 02.- Peso Unitario suelto seco
- 03.- Peso Unitario compactado seco
- 04.- Peso específico de masa seco
- 05.- Contenido de humedad
- 06.- Contenido de absorción
- 11.- Módulo de fineza (adimensional)

3/8"	---	pulg.
1443	1679	kg/m ³
1621	1875	kg/m ³
2709	2573	kg/m ³
0.45	0.65	%
1.34	0.54	%
---	2.717	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

- 12.- Resistencia especificada a los 28 días
- 13.- Contenido de aire atrapado
- 14.- Relación agua cemento
- 15.- Asentamiento
- 16.- Volumen unitario del agua
- 17.- Volumen del agregado grueso
- 18.- Peso específico del cemento

98	f'_c	518	kg/cm ²
		3.0	%
	$R_{a/c}$	0.312	
		0	Pulg.
		193.35	L/m ³
		0.468	m ³
		3150	kg/cm ²

: Agua Potable de la Zona.

: Cemento Pórtland para Prefabricados

III.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) Cemento	620	Kg/m ³	0.197	m ³		
b) Agua	193.35	Lt/m ³	0.193	m ³	Corrección por humedad	
c) Aire	3	%	0.030	m ³		Agua Efectiva
d) Arena	771	Kg/m ³	0.300	m ³	776	0.9
e) Grava	759	Lt/m ³	0.280	m ³	762	-6.8
	2346		1.000	m ³		-5.9

IV.) Resultado final de diseño (húmedo)

a) Cemento	620	Kg/m ³	0.781	kg
b) Agua	199	Lt/m ³	0.251	Lt
c) Arena	776	Kg/m ³	0.978	kg
d) Grava	762	Kg/m ³	0.961	kg
e) Aditivo	0.00	Lt/m ³	0.000	Lt
	2358		2.971	kg

V.) Tarda de ensayo

0.0013	m ³	0.0012	m ³
$F_{f'_{censayo}}$	14.6	Bolsas	
$R_{a/c}$	0.312	Diseño	

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso :	1.00	1.25	1.23	13.67	Lts/Pie
Proporción en volumen :	1.00	1.12	1.28	13.67	0.000 Lts/Pie ³

Henry Rivas Obilias
Téc. Laboratorio
USAT



Anexo 13 Diseño de Mezcla - 10% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San José María Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



DISEÑO DE MEZCLA

Tesista: Regalado Ortiz Neyser Jose
Ensayo: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
Referencia: RECOMENDACIÓN ACI 211

Resistencia del Diseño:

$f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO CANTERA TRES TOMAS

FINO + 10% DE PORCELANATO CANTERA DE PATAPO

- 01.- Tamaño máximo nominal
- 02.- Peso Unitario suelto seco
- 03.- Peso Unitario compactado seco
- 04.- Peso específico de masa seco
- 05.- Contenido de humedad
- 06.- Contenido de absorción
- 11.- Módulo de fineza (adimensional)

3/8"	---	---	pulg.
1443	1679	1434	kg/m ³
1621	1875	1663	kg/m ³
2709	2573	2337	kg/m ³
0.45	0.65	0.10	%
1.34	0.54	1.71	%
---	2.717	2.77	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

- 12.- Resistencia especificada a los 28 días
- 13.- Contenido de aire atrapado
- 14.- Relación agua cemento
- 15.- Asentamiento
- 16.- Volumen unitario del agua
- 17.- Volumen del agregado grueso
- 18.- Peso específico del cemento
- 19.- Aditivo

98

f_{cr}	518	kg/cm ²
$R^{a/c}$	3.0	%
	0.312	
	0	Pulg.
	193.35	L/m ³
	0.468	m ³
	3150	kg/cm ³
	0.0	%

: Agua Potable de la Zona.

: Cemento Pórtland para Prefabricados

III.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) Cemento	620	Kg/m ³	0.197	m ³		
b) Agua	193.35	Lt/m ³	0.193	m ³		
c) Aire	3	%	0.030	m ³		
d) Arena	765	Kg/m ³	0.300	m ³		
e) Grava	758	Lt/m ³	0.280	m ³		
	2339		1.000	m ³		

Corrección por humedad

Agua Efectiva

-0.5

-6.8

-7.3

IV.) Resultado final de diseño (húmedo)

a) Cemento	620	Kg/m ³	0.781	kg
b) Agua	201	Lt/m ³	0.253	lt
c) Arena + 10% Porcelanato	770	Kg/m ³	0.970	kg
d) Grava	761	Kg/m ³	0.959	kg
e) Aditivo	0.00	Lt/m ³	0.000	lt
	2351		2.963	kg

V.) Tarda de ensayo

	0.0013	m ³
$F_{correctado}$	0.0012	m ³
$R^{a/c}$	14.6	Bolsas
	0.312	Diseño

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso:	1.00	1.24	1.23	13.76		Lts/Pie ³
Proporción en volumen:	1.00	1.13	1.28	13.76	0.000	Lts/Pie ³

Henry Rivasdenegra
Oblitos
Tec. Laboratorio
USAT



Anexo 14 Diseño de Mezcla - 20% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



DISEÑO DE MEZCLA

Tesista: Regalado Ortiz Neyser Jose
Ensayo: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
Referencia: RECOMENDACIÓN ACI 211

Resistencia del Diseño:

$f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUPO: CANTERA TRES TOMAS

FINO + 20% DE PORCELANATO CANTERA DE PATAPO

- 01.- Tamaño máximo nominal
- 02.- Peso Unitario suelto seco
- 03.- Peso Unitario compactado seco
- 04.- Peso específico de masa seco
- 05.- Contenido de humedad
- 06.- Contenido de absorción
- 11.- Módulo de fineza (adimensional)

3/8"	---	---	pulg.
1443	1679	1434	kg/m ³
1621	1875	1663	kg/m ³
2709	2572	2337	kg/m ³
0.45	0.65	0.10	%
1.34	0.54	1.71	%
---	2.717	2.769	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

- 12.- Resistencia especificada a los 28 días
- 13.- Contenido de aire atrapado
- 14.- Relación agua cemento
- 15.- Asentamiento
- 16.- Volumen unitario del agua
- 17.- Volumen del agregado grueso
- 18.- Peso específico del cemento
- 19.- Aditivo

: Agua Potable de la Zona.

: Cemento Portland para Prefabricados

98	f'_c	518	kg/cm ²
	$R_{a/c}$	3.0	%
		0.312	
		0	Pulg.
		193.35	L/m ³
		0.467	m ³
		3150	kg/m ³
		0.0	%

III.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) Cemento	620	Kg/m ³	0.197	m ³		
b) Agua	193.35	Lt/m ³	0.193	m ³	Corrección por humedad	
c) Aire	3	%	0.030	m ³		Agua Efectiva
d) Arena	759	Kg/m ³	0.300	m ³	763	-1.8
e) Grava	757	Lt/m ³	0.280	m ³	761	-6.8
	2332		1.000	m ³		-8.6

IV.) Resultado final de diseño (húmedo)

a) Cemento	620	Kg/m ³	0.781	kg
b) Agua	202	Lt/m ³	0.254	Lt
c) Arena + 20% porcelanato	763	Kg/m ³	0.961	kg
d) Grava	761	Kg/m ³	0.958	kg
e) Aditivo	0.00	Lt/m ³	0.000	Lt
	2345		2.955	kg

V.) Tarda de ensayo

0.0013	m ³	0.0012	m ³
F_{CONCRETO}	14.6	Bolsas	
$R_{a/c}$	0.312	Diseño	

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso:	1.00	1.23	1.23	13.85	Lts/Pie ³
Proporción en volumen:	1.00	1.13	1.28	13.85	0.000 Lts/Pie ³

Henry Rivas de la Cruz
Obispa
Téc. Laboratorio
USAT



Anexo 15 Diseño de Mezcla - 30% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



DISEÑO DE MEZCLA

Tesista: Regalado Ortiz Neyser Jose
Ensayo: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
Referencia: RECOMENDACIÓN ACI 211

Resistencia del Diseño:

$f'_c = 420 \text{ kg/cm}^2$

I.) DATOS DEL AGREGADOS:

GRUESO CANTERA TRES TOMAS

- 01.- Tamaño máximo nominal
- 02.- Peso Unitario suelto seco
- 03.- Peso Unitario compactado seco
- 04.- Peso específico de masa seco
- 05.- Contenido de humedad
- 06.- Contenido de absorción
- 11.- Módulo de fineza (adimensional)

FINO + 30% DE PORCELANATO CANTERA DE PATAPO

3/8"	---	---	pulg.
1443	1679	1434	kg/m ³
1621	1875	1663	kg/m ³
2709	2572	2337	kg/m ³
0.45	0.65	0.10	%
1.34	0.54	1.71	%
---	2.717	2.769	

II.) DATOS DE LA MEZCLA Y OTROS

- 12.- Resistencia especificada a los 28 días
- 13.- Contenido de aire atrapado
- 14.- Relación agua cemento
- 15.- Asentamiento
- 16.- Volumen unitario del agua
- 17.- Volumen del agregado grueso
- 18.- Peso específico del cemento
- 19.- Aditivo

98

f'_c	518	kg/cm ²
$R_{a/c}$	3.0	%
	0.312	
	0	Pulg.
	193.35	L/m ³
	0.467	m ³
	3150	kg/m ³
	0.0	%

: Agua Potable de la Zona.

: Cemento Portland para Prefabricados

III.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a) Cemento	620	kg/m ³	0.197	m ³		
b) Agua	193.35	Lt/m ³	0.193	m ³	Corrección por humedad	
c) Aire	3	%	0.030	m ³		Agua Efectiva
d) Arena	752	kg/m ³	0.301	m ³	756	-3.1
e) Grava	756	Lt/m ³	0.279	m ³	760	-6.8
	2325		1.000	m ³		-9.9

IV.) Resultado final de diseño (húmedo)

a) Cemento	620	kg/m ³	0.781	kg
b) Agua	203	Lt/m ³	0.256	Lt
c) Arena + 30% Porcelanato	756	kg/m ³	0.953	kg
d) Grava	760	kg/m ³	0.957	kg
e) Aditivo	0.00	Lt/m ³	0.000	Lt
	2339		2.947	kg

V.) Tarda de ensayo

0.0013	m ³
0.0012	m ³
14.6	Bolsas
0.312	Diseño

VI.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

Proporción en peso:	1.00	1.22	1.23	13.94	Lts/Pie ³
Proporción en volumen:	1.00	1.14	1.28	13.94	0.000 Lts/Pie ³



Anexo 16 Resultado Tolerancia Dimensional - Muestra patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josémaría Escrivá N°555, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECIKLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.604.2002

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : TOLERANCIA DIMENSIONAL DE ADOQUINES - MUESTRAS PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONAL		
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
01	MP - 01	201.00	101.10	62.00	200.00	100.00	60.00	1.00	1.10	2.00
02	MP - 02	200.65	101.40	61.50	200.00	100.00	60.00	0.65	1.40	1.50
03	MP - 03	202.92	101.60	61.90	200.00	100.00	60.00	2.92	1.60	1.90
04	MP - 04	199.50	99.70	62.10	200.00	100.00	60.00	-0.50	-0.30	2.10
05	MP - 05	201.20	99.85	62.10	200.00	100.00	60.00	1.20	-0.15	2.10
06	MP - 06	199.80	99.20	63.10	200.00	100.00	60.00	-0.20	-0.80	3.10



Henry Rivadeneyra Oblitas
Téc. Laboratorio USAT



TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 17 Resultado Tolerancia Dimensional - Muestra 10% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josémaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECIKLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS
TESISTA : REGALADO ORTIZ MEYER JOSE
LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 392.004.2002

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : TOLERANCIA DIMENSIONAL DE ADOQUINES - REEMPLAZO AG. FINO POR PORCELANATO 10%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONAL		
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
01	M1 - 10% de Porcelanato	201.60	100.10	62.95	200.00	100.00	60.00	1.60	0.10	2.95
02	M2 - 10% de Porcelanato	200.50	100.50	63.00	200.00	100.00	60.00	0.50	0.50	3.00
03	M3 - 10% de Porcelanato	200.40	100.20	63.30	200.00	100.00	60.00	0.40	0.20	3.30
04	M4 - 10% de Porcelanato	199.50	100.00	63.10	200.00	100.00	60.00	-0.50	0.00	2.10
05	M5 - 10% de Porcelanato	200.00	99.80	62.15	200.00	100.00	60.00	0.00	-0.20	2.15
06	M6 - 10% de Porcelanato	199.00	99.80	63.40	200.00	100.00	60.00	-1.00	-0.20	3.40

Henry Rivas de la Cruz
Oblitos
E.C. Laboratorio
USAT

USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 18 Resultado Tolerancia Dimensional - Muestra 20% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josémaría Escrivá N°955, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO REICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO E PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.934/2002

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : TOLERANCIA DIMENSIONAL DE ADOQUINES - REEMPLAZO AG. FINO POR PORCELANATO 20%.

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONAL		
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
01	M1 - 20% de Porcelanato	201.60	101.70	63.20	200.00	100.00	60.00	1.60	1.70	3.20
02	M2 - 20% de Porcelanato	201.50	101.00	63.10	200.00	100.00	60.00	1.50	1.00	3.10
03	M3 - 20% de Porcelanato	200.10	100.15	63.50	200.00	100.00	60.00	0.10	0.15	3.50
04	M4 - 20% de Porcelanato	198.50	100.00	62.60	200.00	100.00	60.00	-1.50	0.00	2.60
05	M5 - 20% de Porcelanato	199.45	101.15	62.55	200.00	100.00	60.00	-0.55	1.15	2.55
06	M6 - 20% de Porcelanato	199.40	99.80	62.30	200.00	100.00	60.00	-0.60	-0.20	2.30


Henry Rivasneira Obillos
Téc. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo


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

Anexo 19 Resultado Tolerancia Dimensional - Muestra 30% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San José María Escrivá N° 888, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 369.604.2002

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

ENSAYO : TOLERANCIA DIMENSIONAL DE ADOQUINES - REEMPLAZO AG. FINO POR PORCELANATO 30%

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	DIMENSIONES REALES			DIMENSIONES ESTÁNDAR			TOLERANCIA DIMENSIONAL		
		Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
01	M1 - 30% de Porcelanato	201.40	101.10	62.30	200.00	100.00	60.00	1.40	1.10	2.30
02	M2 - 30% de Porcelanato	200.10	100.20	63.35	200.00	100.00	60.00	0.10	0.20	3.35
03	M3 - 30% de Porcelanato	200.00	101.00	62.75	200.00	100.00	60.00	0.00	1.00	2.75
04	M4 - 30% de Porcelanato	199.60	100.30	63.60	200.00	100.00	60.00	-0.40	0.30	3.60
05	M5 - 30% de Porcelanato	200.10	100.20	62.30	200.00	100.00	60.00	0.10	0.20	2.30
06	M6 - 30% de Porcelanato	200.00	99.00	63.10	200.00	100.00	60.00	0.00	-0.10	3.10

Neysier Ortiz Regalado
Técnico de Laboratorio
USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 20 Resultado %Absorción - Muestra Patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS
TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE
LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.804 - 202

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : ABSORCION - MUESTRAS PATRÓN

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCIÓN INDIVIDUAL (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M - 01	MUESTRA PATRÓN	3294	1830	3144	4.77	4.70
M - 02	MUESTRA PATRÓN	3255	1820	3104	4.90	
M - 03	MUESTRA PATRÓN	3340	1830	3198	4.44	


Henry Huadenebra Obillos
Téc. Laboratorio USAT


USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 21 Resultado %Absorción - Muestra 10% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San José María Escrivá N°888, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.604 . 202

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : ABSORCIÓN - REEMPLAZO 10%

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCIÓN INDIVIDUAL (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3290	1960	3194	3.01	4.15
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3305	1851	3180	4.52	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3355	1883	3200	4.84	


Henry Obdulio
Obdulio
T.C. Laboratorio
USAT
Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales


USAT
Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayo de Materiales
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 22 Resultado %Absorción - Muestra 20% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San José María Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.854 - 202

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : ABSORCIÓN - REEMPLAZO 20%

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (g)	PESO SUMERGIDO (g)	PESO SECO (g)	ABSORCIÓN INDIVIDUAL (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3352	1945	3295	4.18	4.00
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3352	1860	3236	3.69	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3110	1778	2978	4.43	


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo


USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
FELIPE DE LA ROSA
FELIPE DE LA ROSA

Anexo 23 Resultado %Absorción - Muestra 30% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROV

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.604 : 202

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : ABSORCIÓN - REEMPLAZO 30%

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	ABSORCIÓN INDIVIDUAL (%)	ABSORCIÓN PROMEDIO (%)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3384	1900	3266	2.88	3.69
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3418	1932	3266	3.64	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3384	1920	3240	4.44	


Henry Rivas Neyra Obllitas
Téc. Laboratorio USAT



USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
FECHE DE LABORATORIO

Anexo 24 Resultado Densidad - Muestra Patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San José María Escrivá N°866, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.804 . 202

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : DENSIDAD - MUESTRAS PATRÓN

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	DENSIDAD INDIVIDUAL (Kg/m³)	DENSIDAD PROMEDIO (Kg/m³)
M - 01	MUESTRA PATRÓN	3294	1830	3144	2147.54	2142.33
M - 02	MUESTRA PATRÓN	3256	1820	3104	2161.56	
M - 03	MUESTRA PATRÓN	3340	1830	3198	2117.88	


Henry Riosdenora Obilitas
Téc. Laboratorio USAT


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

Anexo 25 Resultado Densidad - Muestra 10% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San José María Estrada N°666, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSÉ

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.604 . 202

TÍTULO : UNIDADES DE ALBARILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : DENSIDAD - REEMPLAZO 10%

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	DENSIDAD INDIVIDUAL (Kg/m³)	DENSIDAD PROMEDIO (Kg/m³)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3290	1860	3194	2233.57	2193.60
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3305	1851	3160	2173.31	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 10%	3355	1883	3200	2173.91	


Henry Rivasdeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT


USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 26 Resultado Densidad - Muestra 20% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San José María Escrivá N° 865, Chiclayo - Perú



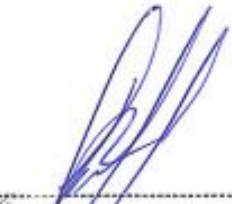
ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS
TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE
LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.604 . 202

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : DENSIDAD - REEMPLAZO 20%

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	DENSIDAD INDIVIDUAL (Kg/m³)	DENSIDAD PROMEDIO (Kg/m³)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3392	1940	3256	2242.42	2215.69
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3352	1960	3236	2168.60	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 20%	3110	1778	2978	2235.74	


Henry Rivasdenegra Oblitas
Ing. Laboratorio USAT


USAT
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
FÉRMEN DE LABORATORIO

Anexo 27 Resultado Densidad - Muestra 30% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : N.T.P 399.804 . 202

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.

ENSAYO : DENSIDAD - REEMPLAZO 30%

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PESO SATURADO (gr)	PESO SUMERGIDO (gr)	PESO SECO (gr)	DENSIDAD INDIVIDUAL (Kg/m³)	DENSIDAD PROMEDIO (Kg/m³)
M - 01	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3384	1900	3288	2214.29	2221.22
M - 02	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3416	1932	3296	2221.02	
M - 03	MUESTRA REEMPLAZO 30%	3364	1930	3240	2228.34	


Henry Piñdeneyra Obillos
Tec. Laboratorio USAT


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

Anexo 28 Resultado Resistencia a la Compresión - Muestra patrón

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO REICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : NTP 399.604 : 2002

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	F'c DISEÑO (kgf/cm²)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kgf/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c PROMEDIO	
											Kg/cm²	Mpa
MP - 01	MUESTRA PATRÓN	420	26/08/2023	27/08/2023	7	20.07	9.96	199.90	61335.1	306.63	308.14	30.22
MP - 02	MUESTRA PATRÓN	420	26/08/2023	27/08/2023	7	20.05	10.04	201.30	60555.2	300.82		
MP - 03	MUESTRA PATRÓN	420	26/08/2023	27/08/2023	7	20.15	9.96	200.69	63572.3	316.76		
MP - 04	MUESTRA PATRÓN	420	26/08/2023	03/09/2023	14	19.96	10.05	200.80	86675.9	432.09	427.46	41.92
MP - 05	MUESTRA PATRÓN	420	26/08/2023	03/09/2023	14	20.06	10.00	200.60	85493.3	426.19		
MP - 06	MUESTRA PATRÓN	420	26/08/2023	03/09/2023	14	19.95	9.97	199.90	84353.2	424.10		
MP - 07	MUESTRA PATRÓN	420	26/08/2023	17/09/2023	28	20.16	10.00	201.60	93031.6	461.47	462.78	45.38
MP - 08	MUESTRA PATRÓN	420	26/08/2023	17/09/2023	28	20.15	10.06	202.71	93978.4	463.60		
MP - 09	MUESTRA PATRÓN	420	26/08/2023	17/09/2023	28	19.98	9.92	199.20	91823.4	463.28		


Henry Rivasneyma Oblitas
Téc. Laboratorio USAT


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

Anexo 29 Resultado Resistencia a la Compresión - Muestra 10% Porcelanato

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : NTP 399.604 : 2002

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESION

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	F _o DISEÑO (Kg/cm²)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESION F _c PROMEDIO	
											Kg/cm²	Mpa
M - 01	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	20.05	9.91	198.70	39362.9	296.66	305.27	29.04
M - 02	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	10.96	10.14	202.39	61352.2	303.13		
M - 03	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	10/11/2023	7	19.95	9.96	198.70	62354.1	313.61		
M - 04	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.96	10.11	201.80	86542.1	428.66	429.20	42.00
M - 05	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.96	10.13	202.19	65553.8	423.13		
M - 06	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.86	9.95	197.61	86081.5	436.62		
M - 07	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	19.95	10.00	199.50	93627.9	464.36	482.36	47.31
M - 08	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	20.00	9.98	199.80	94454.7	473.22		
M - 09	10% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	19.90	9.98	198.00	95237.6	479.54		


Henry Rivas
Rivas
Obitua
USAT
Laboratorio
USAT
Laboratorio Católico
Laboratorio de Ensayos


USAT
Laboratorio Católico
Laboratorio de Ensayos

Anexo 30 Resultado Resistencia a la Compresión - Muestra 20% Porcelanato

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS
TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE
LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : NTP 399.804 : 2002

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm²)	CARGA (kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'c PROMEDIO	
											Kg/cm²	Mpa
M - 01	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	19/11/2023	7	20.65	10.21	204.71	71969.3	351.57	344.47	33.76
M - 02	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	19/11/2023	7	20.60	10.05	201.00	60472.4	340.66		
M - 03	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	19/11/2023	7	19.80	9.96	198.10	67593.1	341.20		
M - 04	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	20.01	9.95	199.10	92242.7	463.36	468.45	45.94
M - 05	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.93	10.01	199.50	94173.8	472.05		
M - 06	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	17/11/2023	14	19.95	10.15	202.49	95173.8	470.01		
M - 07	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	19.80	10.00	198.00	99846.7	500.99	515.04	50.51
M - 08	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	20.16	10.10	203.62	109933	539.90		
M - 09	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	420	03/11/2023	01/12/2023	28	19.94	9.98	199.00	100343	504.23		


Henry Rivas
Odontólogo
Téc. Laboratorio
USAT


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

Anexo 31 Resultado Resistencia a la Compresión - Muestra 30% Porcelanato

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
TESIS : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECIDADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS
TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE
LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : NTP 399.604 : 2002

TÍTULO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA M ^o	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F _c PROMEDIO	
											kg/cm ²	Mpa
M - 01	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	425	03/11/2023	10/11/2023	7	20.18	10.02	202.00	78781.8	390.00	386.70	38.22
M - 02	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	425	03/11/2023	10/11/2023	7	20.10	10.00	201.00	79364.5	394.85		
M - 03	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	425	03/11/2023	10/11/2023	7	19.90	10.01	199.20	76521.2	384.14		
M - 04	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	425	03/11/2023	17/11/2023	14	20.13	10.16	204.52	100836	492.96	499.85	49.02
M - 05	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	425	03/11/2023	17/11/2023	14	20.00	9.99	199.80	101071	505.86		
M - 06	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	425	03/11/2023	17/11/2023	14	19.95	10.05	200.50	100574	501.82		
M - 07	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	425	03/11/2023	01/12/2023	28	20.24	10.20	206.45	115348	558.73	542.82	53.23
M - 08	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	425	03/11/2023	01/12/2023	28	20.00	10.10	202.00	109997	524.74		
M - 09	30% Reemplazo A.F por Porcelanato reciclado	425	03/11/2023	01/12/2023	28	20.14	10.10	203.41	110857	544.98		

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Téc. Laboratorio
USAT



Anexo 32 Resistencia a la Flexión - Muestra patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josémaría Escrivá Nº655, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TEMA : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ MEYER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : INTETEC 389.124 : 1989

TÍTULO : ADOQUINES DE CONCRETO (HORMIGÓN) PARA PAVIMENTOS.

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN.

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VENCIDO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LUZ (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	CARGA		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (N/mm²)	RESISTENCIA TRACCIÓN POR FLEXIÓN PROMEDIO	
								kgf	N		kgf/cm²	N/mm²
M - 01	MUESTRA PATRÓN	28/10/2023	27/10/2023	7	150.00	99.80	62.50	1362.5	13362.5	7.71	7.56	81.175
M - 02	MUESTRA PATRÓN	28/10/2023	27/10/2023	7	150.00	99.80	63.10	1558.5	15264	8.64		
M - 03	MUESTRA PATRÓN	28/10/2023	27/10/2023	7	150.00	99.10	63.20	1350.2	13240.9	7.53		
M - 04	MUESTRA PATRÓN	28/10/2023	03/11/2023	14	150.00	100.10	61.20	1557.3	15271.8	9.17	9.06	82.366
M - 05	MUESTRA PATRÓN	28/10/2023	03/11/2023	14	150.00	100.30	63.18	1670.2	16379	9.23		
M - 06	MUESTRA PATRÓN	28/10/2023	03/11/2023	14	150.00	99.85	62.10	1533.4	15037.4	8.79		
M - 07	MUESTRA PATRÓN	28/10/2023	17/11/2023	20	150.00	100.10	63.20	1709.3	16762.4	9.43	9.56	97.463
M - 08	MUESTRA PATRÓN	28/10/2023	17/11/2023	20	150.00	101.30	63.10	1756.9	17216.4	9.81		
M - 09	MUESTRA PATRÓN	28/10/2023	17/11/2023	20	150.00	101.60	63.10	1766.4	17322.4	9.63		

Handwritten signature
Hecho a requerimiento de
Obtención de
USAT

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

Anexo 33 Resultado Resistencia a la Flexión - Muestra 10% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San José María Estrada N°655, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TEMA : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECIKLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSÉ

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : ITNTDC 386.124 : 1988

TÍTULO : ADQUINES DE CONCRETO (HORMIGÓN) PARA PAVIMENTOS

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACUNDO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	LÍZ (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	CARGA		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA TRACCIÓN POR FLEXIÓN PROMEDIO	
								kgf	N		Max	kg/cm2
M-01	10% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	18/11/2023	7	150	101.50	62.55	1521.2	14918	8.47	8.59	85.050
M-02	10% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	18/11/2023	7	150	101.30	63.10	1542.3	15125	8.44		
M-03	10% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	18/11/2023	7	150	101.18	63.25	1572.5	15421	8.59		
M-04	10% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	100.10	63.10	1621.5	15995	8.93	8.94	91.190
M-05	10% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	100.30	62.25	1403.4	14043	8.49		
M-06	10% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	17/11/2023	14	150	101.20	63.30	1798.3	16762	9.30		
M-07	10% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.35	63.25	1691.3	16588	9.22	9.68	98.745
M-08	10% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.00	63.10	1783.0	17466	9.78		
M-09	10% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.15	63.25	1835.1	18028	10.04		

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT



Anexo 34 Resultado Resistencia a la Flexión - Muestra 20% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San Josémaría Escrivá 1755, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TEMA : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TESISTA : REGALADO CRISTÓFERO MEYER, JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : INTEC 999.124 : 1999

TÍTULO : ADQUINES DE CONCRETO (HORMIGÓN) PARA PAVIMENTOS.

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN.

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VACUNDO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	LUZ (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	CARGA		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA TRACCIÓN POR FLEXIÓN PROMEDIO	
								kgf	N		Mpa	Kg/cm²
M - 01	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	100.25	62.50	1598.1	15672	9.00	8.99	91.397
M - 02	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	100.70	63.10	1562.2	15320	8.60		
M - 03	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	7	150	101.60	62.50	1670.5	16362	9.29		
M - 04	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	14	150	100.20	61.20	1942.3	19047	11.42	11.11	112.331
M - 05	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	14	150	100.40	64.20	2044.9	20054	10.90		
M - 06	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	10/11/2023	14	150	101.90	62.10	1899.8	18598	11.00		
M - 07	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	26	150	101.00	63.20	2101.4	20608	11.38	11.24	114.669
M - 08	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.80	64.20	2064.1	20438	10.90		
M - 09	20% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	102.30	64.30	2190.4	21480	11.36		

Henry Rivas de la Cruz
Obiñas
Téc. Laboratorio
USAT

USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 35 Resultado Resistencia a la Flexión - Muestra 30% Porcelanato



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
Av. San José María Escrivá N° 855, Chiclayo - Perú



ESCUELA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL - UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

TEMA : INFLUENCIA DEL PORCELANATO RECICLADO EN LA ELABORACIÓN DE ADQUINES TIPO II PARA PAVIMENTOS INTERTRABADOS

TERCETA : REGALADO ORTIZ NEYSER JOSE

LUGAR : DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

FECHA DE EMISIÓN : Chiclayo, 24 de Mayo del 2024

NORMATIVA : (INTEC 999 124 : 1988)

TÍTULO : ADQUINES DE CONCRETO (HORMIGÓN) PARA PAVIMENTOS.

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN.

MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ENSAYO	EDMO (días)	LUM (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	CARGA		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN (kg/cm²)	RESISTENCIA TRACCIÓN POR FLEXIÓN PROMEDIO	
								kgf	N		Mpa	kg/cm²
M - 01	30% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	13/11/2023	7	150	100.40	65.30	1549.1	15191	8.52	8.69	87.649
M - 02	30% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	13/11/2023	7	150	100.20	63.30	1582.3	15321	8.50		
M - 03	30% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	13/11/2023	7	150	100.35	63.10	1571.2	15456	8.66		
M - 04	30% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	13/11/2023	14	150	100.10	61.20	1625.3	15839	9.67	9.52	97.063
M - 05	30% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	13/11/2023	14	150	100.30	60.10	1713.6	16905	9.47		
M - 06	30% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	13/11/2023	14	150	100.90	62.20	1679.7	16472	9.52		
M - 07	30% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.80	63.20	1772.9	17385	9.62	10.41	106.143
M - 08	30% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.15	63.50	1856.7	18200	10.04		
M - 09	30% Reemplazo A.F. por Porcelanato reciclado	03/11/2023	01/12/2023	28	150	101.20	63.10	2111.4	20706	11.90		

Henry Rivas Obregon
Tec. Laboratorio
USAT

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

Anexo 36 Resultado Resistencia a la Abrasión - Muestra patrón



Protección Biológica Km. 3.5
Chilayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de Ensayo : 0305A-24/ LEMS W&C
Solicitante : NEYSER JOSÉ REGALADO ORTIZ
Proyecto / Obra : Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Viernes, 03 de mayo del 2024

Inicio de Ensayo : Viernes, 03 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Viernes, 03 de mayo del 2024

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 Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Adoquín Tipo II - 28 d	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3225.0	3221.0	4.00	0.12
M-2		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3242.4	3237.6	4.80	0.15
M-3		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3264.0	3260.0	4.00	0.12

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

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

Henry Rivas Encaya Obillos
Téc. LABORATORIO USAT

MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL

Anexo 37 Resultado Resistencia a la Abrasión - Muestra 10% Porcelanato



Prolongación Bolgnesi Km. 3.5
Chidayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de Ensayo : 0305A-24/ LEMS W&C
Solicitante : NEYSER JOSÉ REGALADO ORTIZ
Proyecto / Obra : Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Viernes, 03 de mayo del 2024
Inicio de Ensayo : Viernes, 03 de mayo del 2024
Fin de Ensayo : Viernes, 03 de mayo del 2024

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 Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Adoquin Tipo II + 10%	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3221.7	3216.2	5.50	0.17
M-2	PORCELANATO	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3153.7	3148.0	5.70	0.18
M-3	RECICLADO	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3168.1	3164.9	3.20	0.10

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

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.


Henry Rivasdeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT


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


USAT
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

TECNICO DE LABORATORIO

LEMS W&C EIRL
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP 246504

Anexo 38 Resultado Resistencia a la Abrasión - Muestra 20% Porcelanato



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo - Lambayeque

R.U.C. 20460781334

Email: servicios@lemswac.com

Solicitud de Ensayo : 0305A-24/ LEMS W&C
Solicitante : NEYSER JOSÉ REGALADO ORTIZ
Proyecto / Obra : Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Viernes, 03 de mayo del 2024

Inicio de Ensayo : Viernes, 03 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Viernes, 03 de mayo del 2024

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 Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Adoquín Tipo II + 20% PORCELANATO RECICLADO	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3228.6	3224.0	4.60	0.14
M-2		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3256.3	3252.9	3.40	0.10
M-3		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3167.0	3162.5	4.50	0.14

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

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

Henry Rivasdenegra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Chiclayo

USAT
 Laboratorio de Soporte Científico y Estudios de Materiales
 TÉCNICO DE LABORATORIO

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

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 245544

Anexo 39 Resultado Resistencia a la Abrasión - Muestra 30% Porcelanato



LEMS W&C EIRL

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chilayo - Lambayeque

R.U.C. 20482781334

Email: servicios@lemswyc.com

Solicitud de Ensayo : 0305A-24/ LEMS W&C
Solicitante : NEYSER JOSÉ REGALADO ORTIZ
Proyecto / Obra : Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Viernes, 03 de mayo del 2024

Inicio de Ensayo : Viernes, 03 de mayo del 2024

Fin de Ensayo : Viernes, 03 de mayo del 2024

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 Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	Adoquín Tipo II + 30% PORCELANATO RECICLADO	05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3313.9	3308.2	5.70	0.17
M-2		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3339.9	3331.6	8.30	0.25
M-3		05/04/2024	03/05/2024	28	2	3	98	3234.7	3227.7	7.00	0.22

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.
MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 244504

Anexo 40 Carta de Autorización



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

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 20 de mayo del 2024

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 **"Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados"**.

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 Neyser José Regalado Ortiz identificado (a) con DNI N° 77204322 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado "Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados" 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 normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio. ASTM C944-12 (12)

Atentamente.


Henry Rivas de la Cruz
Oblitus
Tec. I, especialista
USAT


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


USAT
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 41 Certificado de calibración prensa multiusos

**PERUTEST S.A.C.**

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	PRESNA MULTIUSOS	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	FORNEY	
Modelo	7691F	
Número de Serie	2491	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	    
Marca	OHAUS	
Modelo	DEFENDER 300	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	
2023-03-02	 JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA	
		

☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 42 Certificado de calibración Balanza

**PERUTEST S.A.C.**

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 0111 - 2023

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2000 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	AMPUT
Modelo	457
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA

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

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

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

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

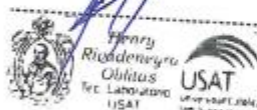
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622
☎ 913 028 623 / 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

Anexo 43 Validación de Ensayos



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

INFORME N° LEM USAT 056-2024-I

FECHA: 24 de Mayo 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Neyser Jose Regalado Ortiz

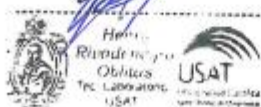
TITULO DE LA TESIS: Influencia del porcelanato reciclado en la elaboración de adoquines tipo II para pavimentos intertrabados.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, 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:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso unitario suelto seco
- Peso unitario suelto compactado
- Peso específico de masa
- Absorción de los agregados
- Tolerancia dimensional
- Absorción del adoquín
- Densidad del adoquín
- Resistencia a la Compresión del adoquín
- Resistencia a la Flexión del adoquín
- Resistencia a la Abrasión del adoquín

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental

Anexo 44 Precio de la mano de obra - Revista COSTOS

**COSTO DE HORA HOMBRE EN OBRAS DE EDIFICACIÓN
(VIGENTE AL 1 DE ENERO DEL 2025)**

ITEM	CONCEPTOS	CATEGORÍA		
		OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
1.00	REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE (RB) (vigente del 01.06.2024 al 31.05.2025)	86.80	68.10	61.30
2.00	BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC) (vigente del 01.06.2024 al 31.05.2025)	27.78	20.43	18.39
3.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB (115.19%)	99.98	78.44	70.61
4.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE EL BUC (12.00%)	3.33	2.45	2.21
5.00	FONDO DE CAPACITACIÓN (CAPECO-FTCCP)	0.20	0.20	0.20
6.00	BONIFICACIÓN POR MOVILIDAD	8.60	8.60	8.60
7.00	OVEROL (2 und. anuales)	0.44	0.44	0.44
	COSTO DÍA HOMBRE (DH)	227.13	178.66	161.75
	COSTO HORA HOMBRE (HH)	28.39	22.33	20.22

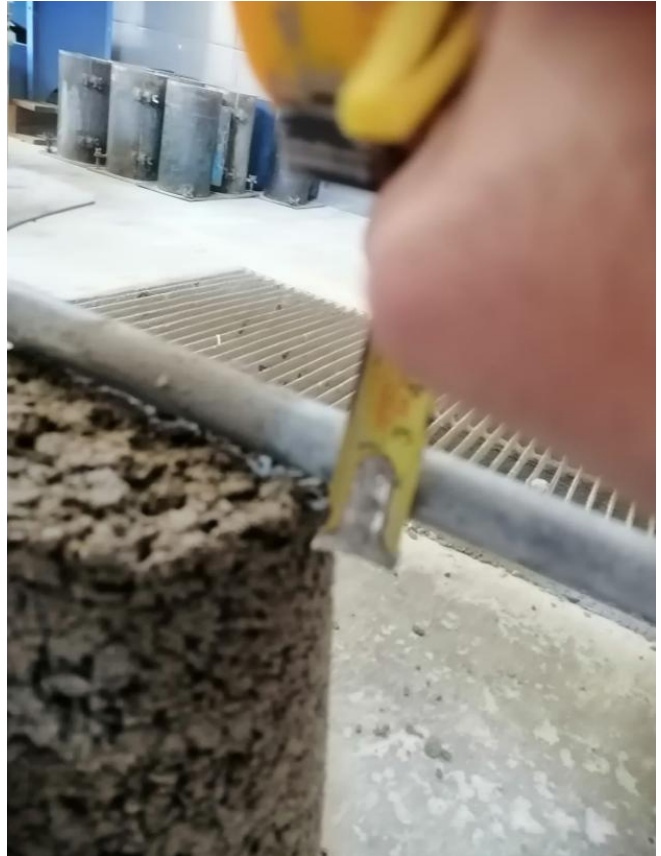
Fuente: Revista Costos “Suplemento Técnico (Ed. 335.1 – abril 2025)”, sección 03, pág. 33.

Panel Fotográfico

Residuos de Porcelanato



Trabajabilidad de la mezcla



Contenido de Humedad**Peso Tara****Peso muestra Húmeda****Peso muestra Seca + Tara****Peso Tara****Peso muestra Húmeda****Peso muestra Seca + Tara****Peso Tara****Peso muestra Húmeda****Peso muestra Seca + Tara**

Pesos unitarios Suelto y compactado



Pesos Específicos de masa y absorción



Absorción y Densidad



Resistencia a la Compresión



Resistencia a la Flexión



Resistencia a la Abrasión

