UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS PARA LA OBTENCIÓN DE MÓDULO DE ELASTICIDAD Y ROTURA EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

PRESENTADA POR:

Bach. ATAHUAMAN MELENDEZ, MARILIN KEMERLY

Bach. UCHARIMA TORRES, JOEL ROBERTO

ASESOR:

Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mis padres que siempre estuvieron conmigo en los momentos buenos y malos de mi vida, a mi hermana que me ayudaba día a día, a mi abuelo Santos quien me enseñó a ser buena persona, mis dos ángeles del cielo mi abuela Margarita y mi papá Felipe y finalmente a mis maestros que confiaron en mí.

Ucharima Torres, Joel Roberto

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mis padres Lourdes y Wilfredo que son los autores principales de mi vida, por forjarme como la persona que soy actualmente. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. En honor a su paciencia y esfuerzo. A mis abuelos por darme unos padres maravillosos.

A mis hermanos por ser mis cómplices en cada logro que voy realizando y demostrarme lo importante que son en mi vida.

Atahuaman Melendez, Marilin Kemerly

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por ser nuestro guía constante en cada paso que he dado para llegar a donde estoy, por darme fuerzas y sabiduría cuando más lo necesitaba.

En segundo dar las Gracias de corazón a la Mg. Ing. Liliana Janet Chavarría Reyes por su paciencia, dedicación y aliento. De igual manera a nuestro co-asesor el Dr. Ing. Carlos Magno Chavarry Vallejos. Ha sido un privilegio contar con su apoyo incondicional.

Gracias a mi alma mater Universidad Ricardo Palma por darnos los mejores años de nuestras vidas, que de alguna manera han sido claves para nuestra vida profesional, cruzando en nuestros caminos a personas muy importantes, amigos, colegas y tutores.

¡Gracias a todos los amigos a los que hemos robado horas de compañía, nombrar a todos sería muy extenso y podríamos cometer algún olvido injusto, por ello, gracias, amigos por su apoyo!

Y por encima de todo gracias a los nuestros, por estar incondicionalmente con nosotros tantos años, nuestros queridos padres y nuestra familia.

Atahuaman Melendez, Marilin Kemerly

Y Ucharima Torres, Joel Roberto

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN i
ABSTRACT ii
INTRODUCCIÓN iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1 Descripción de la realidad problemática 1
1.2 Formulación del problema 2
1.3 Formulación de la investigación 2
1.3.1 Problema general 2
1.3.2 Problemas específicos 2
1.4 Objetivos de la investigación 2
1.4.1 Objetivo general 2
1.4.2 Objetivos específicos 3
1.5 Justificación de la investigación 3
1.5.1 Conveniencia 3
1.5.2 Relevancia social 3
1.5.3 Aplicaciones prácticas 3
1.5.4 Utilidad metodológica 3
1.5.5 Valor teórico 4
1.6 Importancia 4
1.7 Limitaciones de la investigación 4
1.8 Delimitación 4
1.8.1 Delimitación geográfica 4
1.8.2 Delimitación temporal 4
1.8.3 Delimitación temática 4
1.8.4 Delimitación muestral 5
1.9 Alcance 5
1.10 Viabilidad 5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 6
2.1 Marco histórico 6
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema 7
2.2.1 Antecedentes Internacionales 7
2.2.2 Antecedentes nacionales 10

2.2.3 Artículos relaciones con el tema 12
2.3 Estructuras teóricas y científicas que sustentas el estudio 37
2.3.1 Agregados..... 37
2.3.2 Módulo de rotura..... 38
2.3.3 Método diseño de mezcla (ACI) 39
2.3.4 Método de diseño de pavimentos rígidos AASHTO..... 39
2.3.5 Pavimento rígido por el metodo PCA 39
2.3.6 Ensayos a la compresión 39
2.3.7 Ensayos a la resistencia de flexión..... 40
2.4 Definición de términos básicos 40
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis..... 41
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS 42
3.1 Hipótesis..... 42
3.1.1 Hipótesis general..... 42
3.1.2 Hipótesis específicas 42
3.2 Variables 42
3.2.1 Variables independientes 42
3.2.2 Variables dependientes 42
3.2.3 Variables intervinientes..... 42
3.3 Sistema de variables..... 42
3.3.1 Definición conceptual 42
3.3.2 Definición operacional 43
3.3.3 Operacionalización de variables..... 45
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 47
4.1 Método de investigación 47
4.2 Tipo de investigación 48
4.3 Nivel de investigación..... 48
4.4 Diseño de investigación 49
4.5 Población y muestra 49
4.5.1 Población..... 49
4.5.2 Muestra..... 49
4.5.3 Unidad de análisis 52
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... 52

4.7 Descripción de procedimiento y análisis 53
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN 54
5.1 Resultado de la investigación 54
5.2 Análisis e interpretación de los resultados 106
5.3 Contrastación de hipótesis 123
DISCUSIÓN 129
CONCLUSIONES 131
RECOMENDACIONES 133
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 134
ANEXOS 138
Anexo 1 Matriz de Consistencia 138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la variable..... 45
Tabla 2: Cantidad de especímenes de concreto- cantera Río Maschón. 50
Tabla 3: Cantidad de especímenes de concreto- cantera Río Chonta. 50
Tabla 4: Tipo de probeta y dosificacion 51
Tabla 5: Primer grupo de ensayo con la proporción de 1:1.5:3. 55
Tabla 6: Segundo grupo de ensayo con la proporción de 1:2:4..... 55
Tabla 7: Tercer grupo de ensayo con la proporción de 1:3:6 56
Tabla 8: Tabla de la resistencia a la compresión a los 14 días con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado. 57
Tabla 9: Tabla de la resistencia a la compresión a los 28 días con respecto a cada tamaño máximo nominal..... 58
Tabla 10:Tabla de la resistencia a la compresión a los 28 días con respecto a cada grupo. 59
Tabla 11: Ensayo a la compresión con respecto al tamaño máximo nominal del agregado 14 días. 63
Tabla 12: Ensayo a la compresión con respecto al tamaño máximo nominal del agregado 21 días. 64
Tabla 13: Tipo de agregado ensayado para obtener el módulo de elasticidad a los 28 días con resistencia a la compresión 306 kg/cm². 65
Tabla 14: Tipo de agregado ensayado para obtener el módulo de elasticidad a los 28 días con resistencia a la compresión 612 kg/cm² 66
Tabla 15: Tipo de agregado ensayado para obtener el módulo de elasticidad a los 28 días con resistencia a la compresión 918 kg/cm² 66
Tabla 16: Tipo de agregado ensayado para obtener el módulo de elasticidad a los 28 días con resistencia a la compresión 1224 kg/cm² 67
Tabla 17: Tipo de agregado con la resistencia de diseño 265 kg/cm² 68
Tabla 18: Tipo de agregado de cantera y resultado del módulo de elasticidad ASTM-C469..... 70
Tabla 19: Tipo de agregado con respecto a la resistencia a la compresión Y módulo de elasticidad (piedra caliza y grava de cuarcita)..... 71
Tabla 20: Tipo de agregado con respecto a la resistencia a la compresión Y módulo de elasticidad - 350kg/cm² 72

Tabla 21: Tipo de agregado con el módulo de elasticidad a los 28 días..... 73
Tabla 22: Tipo de agregado con el módulo de elasticidad a los 90 días..... 74
Tabla 23: Tipo de agregado con la resistencia a la flexión Mr: 42kg/cm²..... 75
Tabla 24: Tipo de agregado con la resistencia a la flexión Mr: 45kg/cm²..... 76
Tabla 25: Tipo de agregado respecto a la resistencia a la flexión Mr: 42kg/cm² 77
Tabla 26: Tipo de agregado con la resistencia a la flexión Mr: 45kg/cm²..... 78
Tabla 27: Tipo de Agregado según la resistencia a la flexión-7dias. 79
Tabla 28: Tipo de agregado de cantera según la resistencia a la flexión-28dias. 80
Tabla 29: Tipo de agregado (granito, caliza y cuarzo)según la resistencia a la flexión a los 7 días. 81
Tabla 30: Tipo de agregado (caliza, cuarzo y granito)según la resistencia a la flexión 14 días. 82
Tabla 31: tipo de agregado (caliza, cuarzo y granito) según la resistencia a la flexión 28 días. 83
Tabla 32: Tipo de agregado (caliza, cuarzo y granito) según la resistencia a la flexión 90 días. 83
Tabla 33: Tipo de agregado según la resistencia a la flexión. (granito) 84
Tabla 34: Tipo de agregado según la resistencia a la flexión Andesita. 85
Tabla 35: Tipo de agregado según la resistencia a la flexión SMA-2 86
Tabla 36: Tipo de agregado según la resistencia a la flexión SMA-6 87
Tabla 37: Tipo de agregado según la resistencia a la flexión SMA-8 87
Tabla 38: Tipo de agregado natural respecto a su tamaño ½” 89
Tabla 39 :Tipo de agregado Natural con respecto a su tamaño 1” 90
Tabla 40: Tipo de agregado según fuente proveniente. 91
Tabla 41:Tipo de agregado según la resistencia a la compresión.CA-D-1..... 91
Tabla 42: Tipo de agregado según la resistencia a la compresión. CA-D-2..... 92
Tabla 43: Tipo de agregado según la resistencia a la compresión.CA-D-3..... 93
Tabla 44: Tipo de agregado según la resistencia a la compresión CA-D-4..... 93
Tabla 45: Tipo de agregado según la resistencia a la compresión.CA-D-5..... 94
Tabla 46: Variación del tipo de agregado respecto a su resistencia. 95
Tabla 47: Variación del tipo de agregado respecto a la resistencia a la compresión 28 días. 96
Tabla 48: Variación de la resistencia vs la edad 97

Tabla 49: Variación de la resistencia respecto a su agregado - muestra 1.....**¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 50: Variación de la resistencia respecto a su agregado - muestra 2..... 99
Tabla 51: Variación de la resistencia respecto a su agregado -FB 100
Tabla 52: Variación de la resistencia respecto a su agregado -CS 101
Tabla 53: Variación de la resistencia respecto a su agregado -SG 102
Tabla 54: Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY25 102
Tabla 55: Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY50 103
Tabla 56: Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY55 104
Tabla 57: Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY65. 104
Tabla 58: Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY40 105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1: Fundamento teórico que sustenta la hipótesis 41
Figura 2: Variación de la resistencia del hormigón con MAS para mezcla 1: 1. 5:3 55
Figura 3: Variación de la resistencia del hormigón con MAS para mezcla 1: 2: 4 56
Figura 4: Variación de la resistencia del hormigón con MAS para mezcla 1: 3: 6 56
Figura 5: Resultado de la resistencia a la compresión 14 días tmn 9.5mm, 12.7mm y 19.1mm. 58
Figura 6: Resultado de la resistencia a la compresión 28 días tmn 9.5mm, 12.7mm y 19.1mm 58
Figura 7: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo A. 60
Figura 8: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo B. 60
Figura 9: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo C. 61
Figura 10: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo D. 61
Figura 11: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo E. 62
Figura 12: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo F. 62
Figura 13: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado (10,20 y 30) mm-14 días. 63
Figura 14: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado (10,20 y 30) mm- 21días. 64
Figura 15: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los dos tipos de agregados con resistencia a la compresión 306 kg/cm² 65

Figura 16: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los dos tipos de agregados con resistencia a la compresión 612kg/cm². 66
Figura 17: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los dos tipos de agregados con resistencia a la compresión 918 kg/cm² 67
Figura 18: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los dos tipos de agregados con resistencia a la compresión 1224 kg/cm² 67
Figura 19: Resultado del módulo de elasticidad con respecto agregados de cantera –E.060. 69
Figura 20: Resultado del módulo de elasticidad con respecto agregados de cantera –ASTM C-469 70
Figura 21: Resultado del módulo de elasticidad con respecto a los agregados piedra caliza y grava de cuarcita con la mezcla concreto convencional. 72
Figura 22: Resultado del módulo de elasticidad con respecto a los agregados. 73
Figura 23: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al agregado natural, peso ligero y agregado reciclado – 28 días. 74
Figura 24: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al agregado natural, peso ligero y agregado reciclado – 90 días. 74
Figura 25: Resultado de la resistencia a la flexión respecto agregado Rio Chonta-Mr :42kg/cm². 75
Figura 26: Resultado de la resistencia a la flexión respecto agregado Rio Chonta-Mr 45kg/cm². 76
Figura 27: Resultado de la resistencia a la flexión respecto agregado Rio Mashcon-Mr 42kg/cm². 77
Figura 28: Resultado de la resistencia a la flexión respecto agregado Rio Mashcon-Mr 45kg/cm². 78
Figura 29: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado de la cantera. 80
Figura 30: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado de la cantera. 81
Figura 31: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural. 82
Figura 32: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural 14 días. 82

Figura 33: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural 28 días. 83
Figura 34: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural 90 días. 84
Figura 35: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural -1dia-3dias-28dias 84
Figura 36: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural andesita. 85
Figura 37: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado SMA-2. 86
Figura 38: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregad SMA-6. 87
Figura 39: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado SMA-8 88
Figura 40: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural ½” 89
Figura 41: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado CA-D-1 92
Figura 42: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado (CA-D-2) 92
Figura 43: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado CA-D-3 93
Figura 44: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado CA-D-4. 94
Figura 45: Resultado de la resistencia a la compresión de CA-D-5 94
Figura 46: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado-7 días. 96
Figura 47: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado 28 días. 97
Figura 48: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado 90 días. 98
Figura 50: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado-muestra 2. 100

Figura 51: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado-FB..... 101
Figura 52: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado-CS..... 101
Figura 53: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado SG..... 102
Figura 54 : Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY25..... 103
Figura 55: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY50..... 103
Figura 56: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY55..... 104
Figura 57: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY65..... 105
Figura 58: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY40..... 105
Figura 59: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al tamaño máximo nominal y al grupo respectivo. 106
Figura 60: Resultado de los dos ensayos (14 y 28 días) de la resistencia a la compresión con respecto al tamaño máximo nominal. 107
Figura 61: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los 6 grupos ensayados y por tipo de tamaño máximo nominal del agregado. .. 108
Figura 62: Resultado del módulo de elasticidad con respecto a los dos tipos de agregados. 110
Figura 63: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado de la cantera Mashcon y Chonta. 110
Figura 64: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado (piedra caliza y grava de cuarcita)..... 111
Figura 65: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado (agregado natural 10 mm y 20 mm, agregado ligero y agregado reciclado) 112
Figura 66: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al tipo de agregado (agregados gruesos y finos obtenido de la cantera del Mashcon)..... 113
Figura 67: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al tipo de agregado (agregados gruesos y finos obtenido de la Cantera del Chonta)..... 114
Figura 68: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto a las 4 muestras en relación a la edad. 114
Figura 69: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto a las 5 muestras en relación a la edad. 115
Figura 70: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado andesita..... 116

Figura 71: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado granito. 117
Figura 72: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto a los tipos de agregados 117
Figura 73: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los tipos de agregados 119
Figura 74: Variación de la resistencia a la compresión vs tipo de agregado. 120
Figura 75: Variación de la resistencia vs agregado en relación a la edad del agregado 121
Figura 76: Variación de la resistencia a la compresión vs agregado en relación a la edad del agregado. 122
Figura 77: Variación de la resistencia a la compresión vs agregado en relación al a/c. 123
Figura 78: Resultado de la resistencia a la compresión según los autores de cada artículo. 124
Figura 79: Resultado del módulo de elasticidad con respecto a los tipos de agregados naturales, reciclados y de cantera 125
Figura 80: Resultado de los tipos de agregado con respecto a la resistencia a la flexión. 126
Figura 81: Resultados de la resistencia a la compresión con respecto al tipo de agregado. 127

RESUMEN

En la presente investigación se realizó un estudio con respecto a la influencia de los agregados para la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en los pavimentos rígidos. El presente trabajo se basó en investigaciones realizadas en artículos y tesis referidas al tema. La presente investigación es de tipo documental, bibliográfico en el cual se observaron y analizaron los resultados de diferentes parámetros de diseño con respecto al tamaño máximo nominal del agregado y tipo de agregado recolectando datos de tesis y artículos recopilados. También se tomaron datos de ensayos realizados, de cada artículo obtenido, con respecto al tipo de agregado para indicar la influencia en la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y módulo de rotura. Se concluye que los agregados influyen en la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en los pavimentos rígidos según resultados de consultas bibliográficas. En el tamaño máximo nominal del agregado se obtiene una influencia ascendente que en porcentaje de aumento es de 113%, 54% y 56% para la resistencia a la compresión. El porcentaje ascendente del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado es de 35.4%, 13.8% y 49.5%, para la resistencia a flexión es de 11.4%, 0%, 21.5% y 31.7% y resistencia a la compresión 58.2%, 28.8%, 3.9% y 43.5% se obtuvieron resultados que influyen los tipos de agregados (natural, cantera y reciclado) de forma ascendente.

Palabras claves: Agregado natural, tamaño máximo nominal del agregado, agregado reciclado, módulo de elasticidad, módulo de rotura y resistencia a la compresión.

ABSTRACT

In the present investigation, a study was carried out regarding the influence of aggregates to obtain the modulus of elasticity and modulus of rupture in rigid pavements. The present work was based on research carried out in articles and theses related to analyzing the influence of aggregates to obtain the modulus of elasticity and modulus of rupture in rigid pavements. This is of a documentary, bibliographic type in which the results of different design parameters with respect to the nominal maximum size of the aggregate and type of aggregate were observed and analyzed, collecting data from the thesis and collected articles. Tests were also carried out regarding the type of aggregate to indicate the influence on compressive strength, modulus of elasticity and modulus of rupture. It is concluded that the aggregates influence the obtaining of the modulus of elasticity and modulus of rupture in rigid pavements according to the results of bibliographic consultations. In the nominal maximum size of the aggregate, an upward influence is obtained, which in percentage increase is 113%, 54% and 56% for the compressive strength. The ascending percentage of the modulus of elasticity with respect to the type of aggregate is 35.4%, 13.8% and 49.5%, for flexural strength it is 11.4%, 0%, 21.5% and 31.7% and compressive strength 58.2%, 28.8%, 3.9% and 43.5% obtained results that influenced the types of aggregates (natural, quarry and recycled) in an ascending way.

Keywords: Natural aggregate, nominal maximum aggregate size, recycled aggregate, modulus of elasticity, modulus of rupture, and compressive strength.

INTRODUCCIÓN

El pavimento rígido es una estructura constituida por materiales colocadas en capas sobre un terreno natural con el fin de aumentar la resistencia de carga de circulación de personas. En la actualidad el uso del pavimento rígido se ha vuelto un uso común ya que supera en la resistencia a la compresión y flexión al pavimento flexible. Esta estructura es muy importante en el desarrollo de obras civiles ya que posee diversos materiales de construcción, esto implica los agregados ya que su uso en el diseño de mezcla es muy importante ya sea por su tamaño o por el tipo de agregado, esto influye en la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión. Para este tipo de estructura es indispensable conocer el origen del agregado ya que se diseñará para soportar cargas en la losa del pavimento. El módulo de rotura es un parámetro muy importante para el diseño de un pavimento rígido ya que indica la resistencia que va a tener de acuerdo a las cargas soportadas por los camiones y el módulo de elasticidad indica la rigidez y capacidad de distribución de cargas.

Esta investigación comprende la influencia que tiene los agregados de diferentes canteras para la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura, ya que es muy importante conocer estos parámetros para un diseño de un pavimento rígido que ayudará a conocer el comportamiento que va a tener de acuerdo a cargas de camiones sobre el pavimento.
Esta investigación ayuda a conocer profundamente resultados obtenidos del módulo de elasticidad y rotura para diseñar un pavimento rígido ya que ayudará a entender el comportamiento que tendrá el pavimento de acuerdo a los parámetros.
La siguiente investigación abarca la influencia que tendrá los agregados con respecto a los parámetros de diseño del pavimento rígido. Los datos y resultados obtenidos fueron detallados en tesis y artículos actualizados en 5 años. La siguiente información sobre la influencia de los agregados para obtener el módulo de rotura y módulo de elasticidad servirá para futuras tesis ya que brindará información para el diseño de un pavimento rígido.

La presente investigación comprende los tipos de agregados que influyen en los parámetros de diseño de un pavimento rígido y también como el tamaño máximo del agregado influye en la resistencia a la compresión.

El objetivo de la presente investigación se basa en analizar la influencia de los agregados para la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en pavimentos rígidos. Los objetivos específicos de esta investigación:

- Determinar el tamaño máximo nominal del agregado para obtener la influencia en la resistencia a la compresión del pavimento rígido.
- Determinar los tipos de agregados para obtener la influencia en el módulo de elasticidad en el pavimento rígido.
- Analizar el tipo de agregado para obtener la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido.
- Determinar el tipo de agregado para obtener la influencia en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido.

La investigación consta de cinco capítulos, en el Capítulo I se plantea la descripción de la realidad problemática, formulación del problema, formulación de la investigación, se desarrollaron los objetivos, como objetivo se planteó analizar la influencia de los agregados para la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en pavimentos rígidos. Los objetivos específicos fueron determinar el tamaño máximo nominal del agregado para obtener la influencia en la resistencia a la compresión del pavimento rígido, determinar los tipos de agregado para la obtención de la influencia en el módulo de elasticidad en el pavimento rígido, determinar el tipo de agregado para obtener la influencia en la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido y determinar el tipo de agregado para obtener la influencia en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido.

En el Capítulo II se desarrolló el marco teórico con ayuda de recopilaciones de investigaciones nacionales e internaciones realizadas, estructura teórica y científica que sustenta el estudio.

En el Capítulo III se encuentra el sistema de hipótesis y se indicó la hipótesis general y específicas, de igual manera para el sistema de variables.

En el capítulo IV encontramos el marco metodológico, nivel de investigación, población y muestra que se analizó en la investigación, diseño de la investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos y la descripción de procedimiento y análisis.

El Capítulo V se realizó la presentación y análisis de los resultados de la investigación el cual comprende de tres partes: Resultado de la investigación, análisis e interpretación de los resultados y la contrastación de hipótesis y finalmente se realizó la discusión, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El pavimento rígido es una estructura constituida por materiales colocadas en capas sobre un terreno natural con el fin de aumentar la resistencia de carga de circulación de personas, en la actualidad el uso del pavimento rígido se ha vuelto un uso común ya que supera en resistencia al pavimento flexible.

Se realizó un estudio de la utilización del concreto en la pavimentación de carreteras, se ha vuelto esencial en muchos países, ya que este material ofrece más ventajas sobre los pavimentos flexibles, no solo desde el aspecto técnico, sino también del económico ya que el costo de mantenimiento es menor, el proceso constructivo es más fácil de realizar y se utilizan equipos sencillos de bajo consumo de energía; destaca también por tener cualidades reflectantes, lo que mejora la visibilidad nocturna de los conductores. La tecnología de los pavimentos de concreto hidráulico en los últimos años ha experimentado innumerables avances, llegando a desplazar a los pavimentos flexibles en carreteras de los países más desarrollados del mundo como España, Estados Unidos, Alemania, entre otros.

El módulo de elasticidad es una propiedad mecánica que refleja la habilidad que tiene el concreto para deformarse elásticamente, el cual puede ser obtenido aplicando cargas conocidas sobre un espécimen para evaluar la deformación del material. También el módulo de elasticidad indica rigidez y la capacidad de distribuir cargas al pavimento, el módulo de elasticidad está relacionado con el módulo de rotura.

El incremento de los pavimentos rígidos en algunos países de economías desarrolladas como en Corea del Sur y Estados Unidos se evidencian principalmente en autopistas, representando respecto al total de las vías un 30% en los Estados Unidos y un 16% en Corea del Sur Yang y Yoo, (2017). Como en dichos países, también en el Perú se ha desarrollado una sistemática de aumento progresivo de proyectos de carreteras pavimentadas.

El Estado peruano invierte una fuerte suma de dinero en los proyectos correspondientes en la red vial nacional, la que representa un 20% del total del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), dejando de lado muchos kilómetros de

carreteras de la red vial regional y vecinal descuidados en su ejecución y mantenimiento. Por ejemplo, en el departamento de Piura, según reporte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, del año 2016, se tienen cubiertos en kilómetros, en la red nacional un 81% que están pavimentadas y un 19% sin pavimentar. Mientras en la red departamental se tiene 29% pavimentada y un 71% no pavimentada. Finalmente, en la red vecinal se tiene 3% pavimentado y 97% no pavimentado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 2016).

1.2 Formulación del problema

En el Perú en los últimos años se ha realizado mayor demanda de construcciones de pavimentos rígidos y a la vez obtención de parámetros de diseño con respecto a los agregados, ya que infiere en un resultado mejor que el flexible en su tiempo de vida y su resistencia, para eso se necesita de un componente importante para el concreto, los agregados.

1.3 Formulación de la investigación

1.3.1 Problema general

¿De qué manera los agregados influyen para la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en pavimentos rígidos?

1.3.2 Problemas específicos

a) ¿De qué manera el tamaño máximo nominal de agregado influye en la resistencia a la compresión del pavimento rígido?

b) ¿De qué manera los tipos de agregados influye en el módulo de elasticidad en el pavimento rígido?

c) ¿De qué manera los tipos de agregados influyen en la resistencia a la flexión en el pavimento rígido?

d) ¿De qué manerda los tipos de agregados influye en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido?

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Analizar la influencia de los agregados para la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en pavimentos rígidos.

1.4.2 Objetivos específicos

a) Determinar el tamaño máximo nominal del agregado para obtener la influencia en la resistencia a la compresión del pavimento rígido.

b) Determinar los tipos de agregados para obtener la influencia en el módulo de elasticidad en el pavimento rígido.

c) Analizar el tipo de agregado para obtener la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido.

d) Determinar el tipo de agregado para obtener la influencia en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido.

1.5 Justificación de la investigación

1.5.1 Conveniencia

El módulo de rotura es un parámetro muy importante para el diseño de un pavimento rígido ya que indica la resistencia que va a tener de acuerdo a las cargas soportadas por los camiones y el módulo de elasticidad indica la rigidez y capacidad de distribución de cargas.

1.5.2 Relevancia social

Esta investigación da a conocer la influencia que tiene los agregados de diferentes canteras para la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura, ya que es muy importante conocer estos parámetros para un diseño de un pavimento rígido que ayudará a conocer el comportamiento que va a tener de acuerdo a cargas de camiones sobre el pavimento.

1.5.3 Aplicaciones prácticas

Esta investigación ayuda a conocer profundamente resultados obtenidos del módulo de elasticidad y rotura para diseñar un pavimento rígido ya que ayudará a entender el comportamiento que tendrá el pavimento de acuerdo a los parámetros.

1.5.4 Utilidad metodológica

La siguiente investigación sirva para indicar la influencia que tendrá los agregados con respecto a los parámetros de diseño del pavimento rígido. Los datos y resultados obtenidos fueron detallados en tesis y artículos actualizados en 5 años. Logrando un estudio documental, bibliográfica y descriptiva.

1.5.5 Valor teórico

La siguiente información indica sobre la influencia de los agregados para obtener el módulo de rotura y módulo de elasticidad servirá para futuras tesis ya que brindará información para el diseño de un pavimento rígido y el uso de nuevos tipos de agregados y tamaños máximo de agregados.

1.6 Importancia

La presente investigación dará a conocer los tipos de agregados que influyen en los parámetros de diseño de un pavimento rígido y también como el tamaño máximo del agregado influye en la resistencia a la compresión.

El aporte de la presente investigación abarca resultados de la influencia de los agregados para obtener el módulo de elasticidad y rotura, que serviría para diseños de pavimentos rígidos.

1.7 Limitaciones de la investigación

La presente investigación está limitada por los agregados de diferentes canteras que se van a estudiar de acuerdo a tesis pasadas de acuerdo a ensayos realizados para obtener el módulo de elasticidad y módulo de rotura, para tener la información se buscará investigaciones ya realizadas según canteras y ensayos para obtener los parámetros.

1.8 Delimitación

1.8.1 Delimitación temporal

La investigación se desarrollará durante los meses de mayo del 2021 al mes de noviembre del 2021.

1.8.2 Delimitación geográfica

La presente investigación se delimita de acuerdo a las bibliografías investigadas con respecto a los ensayos para la obtención de módulo de elasticidad y módulo de rotura.

1.8.3 Delimitación temática

El tema es el estudio de los agregados ensayados para indicar la influencia que tiene de acuerdo a la obtención de los parámetros de módulo de elasticidad y módulo de rotura.

1.8.4 Delimitación muestral

Se darán estudios a investigaciones realizadas de ensayos de resistencia a la compresión, características de los agregados y cálculos numéricos de investigaciones pasadas.

1.9 Alcance

El alcance de la investigación llega a conocer más sobre los parámetros de módulo de elasticidad y módulo de rotura ya que sirven para poder diseñar un pavimento rígido y así conocer el comportamiento que tendrá.

1.10 Viabilidad

Al tener la viabilidad de este trabajo de investigación está en la información que se tiene de acuerdo a investigaciones internacionales y nacionales con respecto al tema investigado y también a diversas fuentes de búsqueda como el ProQuest.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

Morales (2016), indicó "Con la invención de la rueda, probablemente en Mesopotamia se vio la necesidad de preparar superficies que permitiera la circulación de "vehículos", se encontraron restos de carretas en la tumba de la Reina de Mesopotamia que datan aproximadamente de 300 A.C. Historiadores como Heródoto citan que los caminos de piedras más antiguos fueron construidos por el Rey de Egipto, para ser utilizados en el transporte de las piedras empleadas en la construcción de las pirámides. En Babilonia se empleó por primera vez el asfalto como material de pavimentación, para rejuntar las losas de la Vía Sacra. En América existen indicios de los Mayas, los Toltecas, los Aztecas y los Incas los cuales utilizaron técnicas avanzadas en la construcción de caminos".

Morales (2016), un pavimento rígido consiste en una losa de concreto simple o armado que está apoyado sobre una base el terreno donde la rigidez y el módulo de elasticidad determina el diseño para la obtención de espesores de pavimento rígido. El uso de los agregados en el pavimento rígido es importante ya que proporciona una masa de partículas capaz de resistir a ensayos mecánicos.

El módulo de elasticidad es una relación que existe entre el esfuerzo y la deformación unitaria donde el ensayo principal es de compresión axial de probetas cilíndricas, para el módulo de rotura es una medida de resistencia a la tracción del concreto un parámetro que define la falla de la estructura donde el ensayo principal es la flexión de probetas prismáticas. Estos parámetros tienen como función indicar un diseño estable para que el pavimento rígido no tenga consecuencias a futuro.

Ispilco y López (2017), indicaron que el pandeo de un pavimento de concreto bajo cargas axiales produce esfuerzos de compresión y flexión. Sin embargo, las relaciones de los esfuerzos y resistencias de compresión son demasiado pequeños para influenciar en el diseño del espesor de la losa. Las relaciones de los esfuerzos y resistencias de flexión son mucho más altos, excediendo a menudo valores de 0.5. Como resultado, los esfuerzos flexores y la resistencia a la flexión del hormigón son usados en el diseño de espesores.

Mendoza y Molina (2004), indicó tanto la relación agua/cemento de la pasta como su edad, son factores que determinan la resistencia a compresión del concreto en el momento de su ensaye, por consiguiente; su influencia en el módulo de elasticidad puede considerarse agrupada al examinar la relación que normalmente se manifiesta entre la resistencia a compresión y el módulo de elasticidad del concreto.

Mendoza y Molina (2004), indicaron que existen dos ensayos, para determinar la resistencia de concreto a tensión por flexión. En ambos ensayos se utiliza el mismo tipo de espécimen, que se prueba a flexión como viga libremente apoyada, pero con la diferencia del modo como se le aplica la carga, y en el otro con dos cargas concentradas iguales, aplicadas en los tercios del claro. Ambos modos de ensayos, se encuentran normalizados conforme a los métodos de prueba ASTM C293 Y ASTM C 78 respectivamente; sin embargo, en la práctica se prefiere el segundo porque esta condición de carga, todo el tercio central del espécimen queda sometido al momento máximo de flexión y al correspondiente esfuerzo máximo de tensión. La correlación entre la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión, permite determinar modelos matemáticos que permite evaluar los conceptos para los pavimentos basados en los datos obtenidos a través de la resistencia a la compresión y al a flexión, para el ensayo a la resistencia a la flexión, donde es una medida donde indicará la falla de la estructura.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Antecedentes Internacionales

Silva et al. (2013), en la investigación indicaron que el módulo de ruptura del concreto hidráulico es fundamental para el diseño de losas de pavimento. Este parámetro es obtenido teóricamente por medio del producto de un factor “K” y la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico. Con este objetivo la investigación se centró en la identificación del valor “K” por medio del análisis del concreto hidráulico pre mezclado distribuido por la empresa CONETSA. Se inició con el diseño de mezclas con una resistencia a la compresión especificada en un rango de 2.000 a 7.000 psi, por medio del muestreo de estas se realizaron pruebas a compresión y flexión a los 3,7 y 28 días, con estos datos se identificó que la

calidad de las mezclas realizadas es alta y esto permite la optimización del diseño de losas simples para pavimentos rígidos.

García (2010), en la investigación indica que la calidad del concreto representa un parámetro fundamental en el correcto desarrollo de las obras civiles modernas. La resistencia a flexión y a compresión son indicadores del desempeño que presenta un concreto preparado luego de cumplir satisfactoriamente su ciclo de fraguado. En la práctica, los ensayos de flexión requieren la elaboración de muestras más costosas que las utilizadas en los ensayos de compresión y con cuidados especiales en su manejo y transporte al sitio de ensayos. Por esta razón, es más común el uso de ensayos de compresión para determinar la calidad del concreto preparado. Sin embargo, en concretos para pavimentos, es vital conocer el desempeño de este a la flexión. En la práctica, es común utilizar la relación directa que existe entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión para obtener los valores de la resistencia a la flexión mediante una relación matemática a partir de los valores obtenidos de resistencias a la compresión para obtener un modelo del comportamiento a flexión.

Esta relación matemática obtenida experimentalmente para el caso particular de la planta PREVESA y expresada por la ecuación Mr = 2,39 * esta validada por la relación planteada por el Instituto del Concreto ASOCRETO en el año 2000, donde Mr es la resistencia a la flexión y f´c es la resistencia a la compresión, ecuación que se encuentra dentro los límites establecidos por dicho instituto. García (2010)

Cárdenas y Lozano (2016), indicaron que en el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, en el anexo 3 están descritas las características para los pavimentos de concreto y textualmente dice lo siguiente: “En los métodos de diseño de pavimentos de concreto, se considera la resistencia a la flexión, medida a 28 días, evaluada mediante su módulo de rotura, siguiendo el método de ensayo de la norma INV E-414-07, como uno de los parámetros que determina el espesor, sin embargo el ensayo que controla ese esfuerzo, es de difícil realización y motivo de grandes discusiones por la poca confiabilidad y gran

dispersión en los valores que arrojan el propio ensayo. Las deformaciones que sufre un pavimento de concreto bajo las cargas de transito producen tanto esfuerzos de compresión como de tensión. Sin embargo, la relación entre los primeros y la resistencia a la compresión del concreto es demasiada baja, como para afectar el diseño del espesor de la losa. La relación entre los segundos y la resistencia a la flexión es mucho mayor, llegando frecuentemente a valores mayores de 0,5. Como resultado de ello los esfuerzos y la resistencia a la flexión, son los factores que se deberán considerar en el diseño de un pavimento.

Gómez (2014), indican que la densidad es la factibilidad que poseen las partículas para movilizase en un medio, en los agregados depende de la gravedad especifica de sus constituyentes sólidos y la porosidad de los materiales, pues un material de baja densidad indica una alta porosidad, reducción de su dureza y alta capacidad de absorción. La densidad de volumen en estado seco también conocido como densidad absoluta, es la relación entre la masa sólida del agregado y el volumen del material sólido, sin los vacíos entre partículas y poros permeables.

Mendoza et al. (2014), indicaron en su investigación que cuando un espécimen de concreto endurecido se somete por primera vez a una carga de compresión axial, que se incremente progresivamente a velocidad uniforme hasta un valor inferior al de ruptura y después se retira a la misma velocidad. Si durante el proceso de carga y descarga completo en el espécimen, se miden las deformaciones parciales a diferentes niveles del esfuerzo aplicados se pueden obtener pares de datos que, al ser representadas en un sistema de ejes ortogonales, con las deformaciones como abscisas y los esfuerzos longitudinales como ordenadas.

Cárdenas y Lozano (2016), indicaron que el módulo de rotura es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos. Es la medida de esfuerzo que se produce en la línea de influencia de tensión que se desarrolla al someter una viga a la flexión, o en las placas de concreto hidráulico de los pavimentos rígidos al paso de las cargas vehiculares.

Londoño y Álvarez (2008), por lo dicho, es deseable que con antelación a la construcción se hagan curvas que correlacionen los valores de las resistencias a compresión, obtenidos con el método de ensayo de la norma INV E-410-07, y a flexión realizadas con los materiales que se van a utilizar en la construcción del pavimento y con base en ellas realizar el control de la producción del concreto durante la ejecución de la obra.

También se puede establecer correlaciones entre los ensayos de tracción indirecta y flexión y con ellos hacer correlaciones similares a los que se hacen entre la resistencia a flexión y compresión".

Cárdenas y Lozano (2016), indica que el pavimento es una obra civil compuesta por una o más capas construidas sobre un suelo de cimentación llamado sub rasante, donde las calidades de las propiedades de los materiales van de mayor a menor con el propósito de disipar adecuadamente los esfuerzos y deformaciones producidas por el tránsito, por el peso propio de la estructura, y por los agentes del intemperismo para no afectar la capacidad portante del cimiento. El pavimento como sistema está caracterizado por las propiedades, espesores y disposición de los materiales, así como por la calidad de la construcción, en la cual tiene gran importancia las especificaciones, la supervisión de la obra y el control de calidad ejercido.

El pavimento proporciona la superficie de rodamiento para que los vehículos transiten con rapidez, seguridad y comodidad.

2.2.2 Antecedentes nacionales

López (2017), en su investigación indica que el módulo de elasticidad estático a compresión del concreto se determina utilizando la norma ASTM C 469, ensayando especímenes cilíndricos elaborados normalmente conforme a los métodos ASTM C 192 y C 31. El criterio que se aplica según lo indicado consiste básicamente en definir dos puntos (A y B) sobre la curva esfuerzo-deformación unitaria del concreto ensayado, a fin de calcular la pendiente de la cuerda AB definida de esa manera. Las coordenadas del punto A, son: una abscisa fija (εA) igual a una deformación unitaria de 50 millonésimas, y una ordenada (ζA) determinada a partir de esa deformación,

las coordenadas del punto B son: una ordenada fija (ζB) igual a un esfuerzo equivalente al 40 por ciento del esfuerzo de rotura del concreto que se ensaya; y una abscisa (εB) determinada a partir de ese esfuerzo. Una vez conocidas estas coordenadas, el módulo de elasticidad se determina calculando la tangente del ángulo que la cuerda AB forma con el eje horizontal.

Ispilco y López (2017), realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas de los agregados, con estos resultados se determinó la dosificación de la mezcla aplicando el método ACI 211, teniendo como base dos módulos de rotura 42 kg/cm² y 45 kg/cm² por cada cantera, ya que estos valores son los más utilizados en el diseño de pavimentos rígidos en zonas urbanas, luego se procedió la elaboración de 48 probetas cilíndricas para ser ensayadas a compresión, con las cuales determinamos el módulo de elasticidad y 48 probetas prismáticas para la determinación del módulo de rotura.

Robles y Sánchez (2015), indicaron que la resistencia a flexión y la resistencia a la compresión representan parámetros fundamentales en el correcto desarrollo de los pavimentos rígidos, porque definen la calidad del concreto, principal componente de los pavimentos rígidos, después de cumplir satisfactoriamente su ciclo de fraguado y curado. En nuestro enfoque cuantitativo, el problema principal radica en intentar efectuar ensayos de rotura a la flexión en zonas alejadas, como en el centro poblado San Cristóbal de Chupán, reconociendo que sólo es posible realizarlo en pocos laboratorios a nivel nacional. Por esta razón se determinó, en base a ensayos realizados en laboratorio, un factor de correlación que vincula el Módulo de Rotura a la flexión y la Resistencia a la Compresión, siendo el resultado experimental el factor (k) expresado por la ecuación $Mr = (k)*\sqrt{f'c}$, que identifica rápidamente resultados del Módulo de Rotura a la flexión, aplicable a proyectos de condiciones similares, ante las altas exigencias del control de calidad en los proyectos de construcción.

Carrasco (2019), en su investigación que tiene como objetivo determinar la resistencia a la compresión y el módulo de rotura del pavimento rígido,

incorporando en el diseño de mezcla 5%,7.5% y 10% de micro sílice y 0.5%,1% y 2% de policarboxilato, para el cálculo del espesor de la losa.

Carrasco (2019), indicó que es necesario resaltar que cuando se incorpora el 10% de micro sílice y 1% de policarboxilato en el diseño de mezcla la resistencia a la compresión fue de 988.25 kg/cm², evidenciándose un incremento respecto a la muestra patrón (315 kg/cm²), de acuerdo a los ensayos del laboratorio.

Arzapalo (2018), indicó que tiene como como objetivo de desarrollo de la siguiente investigación es determinar un índice de Condición de Pavimento, para cada pavimento rígido: JRCP/CRCP en el distrito de Yanacancha, provincia de Pasco, Región de Pasco, a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto. El cual se viene siendo justificada en la necesidad de conocer el estado actual de los pavimentos rígidos que tienen las plataformas de las Av. Los Incas y la Av. Minero del distrito de Yanacancha, según el tipo de patologías identificadas, asimismo indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

2.2.3 Artículos relaciones con el tema

Prakash et al. (2020), indicaron que el objetivo de este estudio es investigar el efecto de la adición de fibra de polipropileno en eco-hormigón fabricado con cenizas volantes, un producto industrial como material de reemplazo parcial de cemento, y cáscara de coco, un residuo agrícola, como agregados gruesos, sobre las propiedades mecánicas. del hormigón. Se desarrollaron dos mezclas diferentes, una con cáscara de coco solo como agregados gruesos y la otra con la combinación de agregados convencionales y cáscara de coco como agregados gruesos. El contenido de cemento se reemplazó con cenizas volantes de clase F al 10% en peso en las mezclas de concreto. Las fracciones en volumen de las fibras de polipropileno utilizadas en este estudio fueron 0,25%, 0,5%, 0,75% y 1,0%. La adición de fibras de polipropileno reduce ligeramente la caída y la densidad del concreto de cáscara de coco. A medida que aumenta la fracción de volumen de las fibras, la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del hormigón de

cáscara de coco también aumenta hasta en un 0,5% de la fracción de volumen de fibra. La resistencia a la tracción dividida y la resistencia a la flexión del hormigón de cáscara de coco también se mejoraron con la adición de fibra. La adición de 0,75% y 1,0% en volumen de fibras de polipropileno reduce ligeramente la resistencia a la compresión. Los resultados de este estudio muestran que las fibras de polipropileno pueden usarse en concreto de cáscara de coco para mejorar las propiedades mecánicas del compuesto. El módulo de elasticidad del hormigón está relacionado con los áridos y la rigidez de la pasta de cemento. El módulo de la pasta de cemento es menor que el de los áridos y también menor que el del hormigón (52). La sustitución de áridos naturales por áridos reciclados también afecta el módulo de elasticidad. El contenido de agregado reciclado tiene más efecto sobre el módulo de elasticidad que sobre la resistencia a la compresión debido a su naturaleza porosa, baja densidad y unión débil entre el antiguo ITZ y el nuevo ITZ.

Gonzales y Seara (2018), indicaron que los áridos reciclados (con mortero adherido) presentan un módulo de elasticidad menor que los áridos naturales y el módulo de RC será menor que el del hormigón convencional (53, 54). La debilidad de las nuevas interfaces (nuevo mortero de cemento-agregado, viejo mortero de cemento-agregado y viejo mortero de cemento-nuevo mortero de cemento) puede provocar la presencia de más vacíos capilares y un desarrollo progresivo de grietas que afectarán la deformabilidad del hormigón.

Tiryaki et al. (2017), determinaron que la propiedad mecánica de los tableros de partículas ha ganado una gran importancia debido a su creciente uso como material de construcción en los últimos años. Este estudio tiene como objetivo desarrollar modelos de redes neuronales artificiales (ANN) y regresión lineal múltiple (MLR) para predecir el módulo de ruptura (MOR) y el módulo de elasticidad (MOE) de tableros de partículas en función de diferentes temperaturas de prensado, tiempo de prensado, presión de prensado y tipo de resina. Los resultados experimentales indicaron que el aumento de la temperatura, el tiempo y la presión de prensado en el proceso de fabricación mejoraron generalmente las propiedades mecánicas de los

tableros de partículas. También se observó que los modelos ANN y MLR tuvieron un gran éxito en la predicción de MOR y MOE de tableros de partículas en determinadas condiciones. Por otro lado, una comparación entre ANN y MLR reveló que ANN fue superior en comparación con MLR en la predicción de MOR y MOE. Finalmente, se espera que los hallazgos de este estudio proporcionen información beneficiosa para que los profesionales comprendan mejor la usabilidad de dichos materiales compuestos para aplicaciones de ingeniería y para evaluar mejor los efectos de las condiciones de presión en el MOR y MOE de los tableros de partículas.

Chunget al. (2017), indicaron que los modelos de correlación de frecuencia dual para predecir el crecimiento de la elasticidad y la resistencia a la flexión de los compuestos cementosos diseñados (ECC) mediante la técnica de inspección no destructiva por microondas. Las mediciones paralelas de las propiedades de microondas y las propiedades mecánicas de las muestras de ECC se llevaron a cabo en primer lugar en el sentido de experimentos interdisciplinarios. Los modelos de regresión se desarrollaron mediante regresión no lineal a los datos medidos. El propósito del estudio es: (i) monitorear la resistencia a la flexión y el crecimiento de la elasticidad; y (ii) predecir sus valores de madurez bajo la influencia de diferentes contenidos iniciales de agua, a través de la conductancia efectiva de microondas a edades tempranas. Se ha demostrado que tanto el módulo de ruptura (MOR) como el módulo de elasticidad (MOE) pueden modelarse y correlacionarse con precisión mediante la conductancia de microondas utilizando funciones exponenciales. Los módulos se desarrollaron en función de la conductancia, mientras que el coeficiente de regresión exhibió una relación lineal con la proporción de agua a aglutinante. Estos hallazgos han resaltado la efectividad de la técnica no destructiva de microondas para inspeccionar la variación de la morfología en fase líquida de las ECC. La correlación de doble frecuencia se puede utilizar para el monitoreo de la salud estructural, que no es solo para la predicción, sino que también proporciona un medio de verificación.

Cheng et al. (2017), indicaron que este estudio se realizó para determinar la relación entre el módulo de elasticidad dinámico y el módulo de elasticidad estático, y la relación entre el módulo de elasticidad dinámico y el módulo de ruptura de tableros compuestos de cáscara de mandarina y aserrín. El resultado de este estudio fue el siguiente: Existió una correlación lineal muy estrecha entre el módulo de elasticidad dinámico y el módulo de elasticidad estático, módulo de ruptura de los tableros compuestos de cáscara de mandarina-aserrín con densidad de 0.4, 0.5 y 0.6 g / cm3, y el contenido de cáscara de mandarina de 10, 20, 30 y 40%, por lo tanto, el módulo de elasticidad estático y el módulo de ruptura se pueden predecir a partir del módulo de elasticidad dinámico medido por la prueba de vibración libre usando frecuencia de resonancia.

Sabih y Tarefder (2017), indicaron que el rendimiento del pavimento de hormigón simple con juntas se ve afectado por varios parámetros de diseño, incluidas las propiedades mecánicas y térmicas del hormigón. De estos, el coeficiente de expansión térmica, el módulo elástico y el módulo de ruptura son algunos de los más importantes y para evaluar los efectos de estas propiedades del material en el desempeño del pavimento, se llevaron a cabo simulaciones en MEPDG. Todos los demás parámetros de diseño, como el tráfico, la vida útil, el clima y las condiciones del suelo del lecho de la carretera se consideraron constantes y se evaluó el rendimiento del pavimento. Los resultados de la simulación apreciaron que, con un aumento en el coeficiente de expansión térmica del concreto, el desempeño del pavimento se vio afectado adversamente. Además, con un aumento en el módulo de elasticidad y el módulo de valores de ruptura del hormigón, la resistencia del hormigón aumenta y, como resultado, se obtiene un mejor rendimiento del pavimento. Se hizo evidente que estos parámetros materiales deben considerarse cuidadosamente al diseñar un pavimento rígido.

Mosa y Aldoski (2017), indicó que los agregados forman del 60% al 75% del volumen de hormigón y, por lo tanto, influyen en sus propiedades mecánicas. La resistencia del hormigón normal se ve afectada por el tamaño máximo de un agregado grueso bien graduado de dos maneras opuestas. Las

mezclas de concreto que contienen partículas de agregados más grandes necesitan menos agua de mezcla que las que contienen agregados más pequeños. Por otro lado, los agregados de menor tamaño dan una mayor superficie de unión con la matriz de mortero. Este estudio es una prueba para cubrir estos dos puntos probando tres diferentes mezclas de concreto utilizables en la región de Kurdistán – Irak que son 1: 1.5: 3, 1: 2: 4 y 1: 3: 6 (cemento: arena: grava). En cada mezcla, se utilizaron cinco tamaños máximos de agregado que son 9,5 mm, 12,5 mm, 19 mm, 25 mm y 37,5 mm, la consistencia de todas las mezclas se fija para asentamientos de 25-50 mm. De acuerdo con los resultados de las pruebas, se concluye que, en general, la resistencia a la compresión del hormigón aumenta cuando el tamaño máximo del agregado disminuye y el tamaño máximo del agregado influye fuertemente en la resistencia del concreto. Los resultados de las pruebas también muestran que la resistencia óptima del hormigón se alcanza mediante el uso de agregados de un tamaño máximo de 9,5 mm. Además, llegamos a la conclusión de que, para una resistencia específica, se puede producir una mezcla económica disminuyendo la cantidad de cemento y utilizando un tamaño de agregado máximo apropiado.

Ekwulo (2017), indicaron que en carreteras o en la mayoría de las construcciones de base, agregados de tamaño uniforme y graduados (mixtos) de diferentes Se han utilizado tamaños sin la debida consideración por sus implicaciones en términos de resistencia a la compresión. Esta Se llevó a cabo un estudio para investigar el efecto del tamaño del agregado y la gradación sobre la resistencia a la compresión de Hormigón utilizado para pavimentos rígidos. El estudio investigó cuatro especímenes de hormigón hechos a partir de un tamaño de agregado de Muestra de agregado graduado de 9.5 mm, 12.7 mm, 19.1 mm y de una combinación de 9.5 mm, 12.7 mm y Agregados de 19,1 mm. Se utilizó una mezcla de hormigón de 1: 1,5: 3 con una relación agua-cemento constante (a / c) de 0,6 y probado para la depresión. Los cubos de concreto se produjeron a partir de la misma mezcla, se curaron y se probaron para determinar la resistencia a la compresión a 14 y 28 días. El resultado mostró que el hormigón hecho de tamaños de agregados de 9,5 mm, 12,7 mm y 19,1 mm registraron asentamientos de 60

mm, 50 mm y 30 mm respectivamente, mientras que el hormigón hecho a partir de los agregados graduados registró la menor caída de 20 mm. Además, el hormigón hecho de agregados de 9,5 mm, 12,7 mm y 19,1 mm registró resistencias medias a la compresión de 18,2 N / mm2, 20,0 N / mm2 y 20,9 N / mm2 respectivamente a los 28 días mientras que el hormigón elaborado a partir de los agregados clasificados registró una resistencia a la compresión media de 17,3 N / mm2 a los 28 días. Era concluyó que la trabajabilidad (asentamiento) del concreto fresco disminuye con el aumento en el tamaño del agregado y que La resistencia a la compresión aumenta con el aumento del tamaño del agregado. El estudio también señaló que la clasificación de agregados El uso del procedimiento de gradación de agregado tratado con cemento no necesariamente aumenta la resistencia a la compresión de Hormigón para pavimentos rígidos.

Mohammed y Al- Mashhadi (2020), indicaron que los agregados forman del 60% al 75% del volumen de hormigón y, por lo tanto, influyen en sus propiedades mecánicas. La resistencia del hormigón (normal o de alta resistencia) se ve afectada por el tamaño máximo de un agregado grueso bien clasificado. Las mezclas de concreto que contienen partículas de agregado grueso más grandes necesitan menos agua de mezcla que las que contienen agregados gruesos más pequeños. En otras palabras, las partículas de agregado pequeño tienen más área de superficie que una partícula de agregado grande. En esta investigación, se cubrieron alrededor de veintidós mezclas para estudiar el efecto de la MSCA, sobre la resistencia a la compresión de (concreto de resistencia normal) y Dieciséis mezclas para estudiar el efecto del tamaño máximo de agregado grueso sobre la resistencia a la compresión para (concreto de alta resistencia). La mezcla de concreto se rediseña completamente de acuerdo con el tamaño máximo de las necesidades de agregado grueso y manteniendo una trabajabilidad uniforme para todos los tamaños de agregado grueso. Se adoptó el método de diseño americano ACI 211.1, para hormigón normal. ACI 211-4R, el método de diseño fue adoptado para concreto de alta resistencia. Y use el MSCA con dimensiones (9.5, 12.5, 19, 25, 37.5 y 50) mm para concreto de resistencia normal y el MSCA (9.5, 12.5, 19 y 25) mm para concreto de alta

resistencia. El asentamiento se fijó (75-100) mm para hormigón de resistencia normal. El asentamiento se fija a (25-50) mm para concreto de alta resistencia antes de agregar el reductor de agua de rango alto Supe plastificante (HRWR). Con módulo de finura (F.M) fijado en 2,8 tanto para hormigón normal como para hormigón de alta resistencia. Según los resultados de las pruebas, la resistencia a la compresión aumenta con el aumento de la MSCA, del hormigón normal y también del hormigón de alta resistencia. Y el efecto de la MSCA, sobre la resistencia a la compresión del hormigón normal, es mayor que el del hormigón de alta resistencia.

Urdakul (2010), indicó que el propósito principal de esta investigación es investigar el contenido mínimo de cemento requerido con una proporción adecuada de agua a cemento (a / c) para cumplir con los requisitos de trabajabilidad, resistencia y durabilidad dados en un pavimento de concreto; y para reducir las emisiones de dióxido de carbono, el consumo de energía y los costos. Se llevó a cabo un programa experimental para probar 16 mezclas de concreto con a / c en un rango de 0.35, 0.40, 0.45 y 0.50; y contenido de cemento que varía entre 400, 500, 600 y 700 lb / yd3 (pcy). La relación de agregado fino a agregado total se fijó en 0.42 y el contenido de huecos de los agregados combinados se mantuvo igual para todas las mezclas. Depresión; ajuste de tiempo; Resistencia a la compresión a 1, 3 y 28 días; Penetración de cloruro durante 28 días; y se determinó la permeabilidad al aire a 1, 3 y 28 días. Los resultados de la prueba mostraron que la resistencia es una función de w / cy independiente del contenido de cemento después de que se alcanza el contenido de cemento requerido, para un w / c dado. La trabajabilidad es una función de w / cy del contenido de cemento: el aumento de w / c el contenido de cemento mejora la trabajabilidad. El tiempo de fraguado se reduce cuando se aumenta el contenido de cemento para una a / c dada. La penetración de cloruro aumenta a medida que aumenta el contenido de cemento o w / c, cuando se fija un parámetro. La permeabilidad al aire aumenta a medida que aumenta el contenido de cemento, para un a / c dado. Con base en estos hallazgos, es posible reducir el contenido de pasta sin sacrificar la trabajabilidad, resistencia y durabilidad deseadas, para una a / c dada. Cuando se evalúa el

efecto general del contenido de cemento en las propiedades del concreto, no se recomiendan 400 cy de contenido de cemento debido a su alta porosidad causada por su bajo contenido de pasta. Además, 700 cy tampoco sería apropiado ya que aumentar el contenido de cemento no mejora la resistencia, una vez que se alcanza el contenido requerido; y puede disminuir la durabilidad ya que el alto contenido de cemento aumenta la permeabilidad al aire y la penetración de cloruros. Además, para una w / c superior a 0.35, el contenido de cemento de más de 500 cy afecta adversamente el desempeño del concreto al disminuir la resistencia (el aumento del contenido de cemento de 500 cy a 700 cy aproximadamente reduce la resistencia a la compresión de 28 días en un 15%) y puede causar problemas de agrietamiento relacionados con la contracción.

Patrisia y Coenraad (2020), indicaron que el objetivo de esta investigación fue estudiar las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y resistencia a la rotura-tracción) del concreto geopolímero a base de cenizas volantes usando la variación en el tamaño máximo de agregado grueso. El modo de estudio fue la investigación de laboratorio. Cenizas volantes obtenidas de la planta de energía de vapor Asam-Asam, Kalimantan del Sur, Indonesia. El tamaño máximo del agregado grueso fue de 10 mm, 20 mm y 30 mm. La proporción de hormigón geopolimérico dividida en 3 mezclas diferentes y cada una contenía 400 kg / m3 de cenizas volantes. El activador alcalino utilizado como silicato de sodio e hidróxido de sodio 10 M en la proporción 2: 1. La proporción de activador alcalino a la ceniza volante fue de 0,4. Las probetas cilíndricas (tamaño 100 mm x 200 mm) contaron 10 piezas para cada proporción de la mezcla y curado en condiciones ambientales. El resultado de la prueba mostró que el promedio de resistencias a la compresión y resistencias a la rotura-tracción para probetas de 10 mm, 20 mm y 30 mm de tamaño máximo de agregado a la edad de 21 días fueron 11.04 MPa y 6.12 MPa, 10.82 MPa y 5,22 MPa, 10,06 MPa y 4,84 MPa respectivamente. En conclusión, cuanto mayor sea el máximo tamaño del agregado grueso, menor es el valor de la resistencia a la compresión y la rotura-tracción fuerza.

Rohden y Kirchheim (2020), indicaron que los informes recientes sobre el hormigón en polvo reactivo abordan aspectos importantes con respecto a su rendimiento. Se utilizan varias técnicas para mejorar el diseño de dichos hormigones. Se han informado resistencias a la compresión ultra altas con la aplicación de presión preestablecida y curado en autoclave. El objetivo de este trabajo es evaluar el uso de polvo de cuarzo muy fino para reemplazar el agregado fino, nanosílice y pigmentos inorgánicos para optimizar las propiedades mecánicas del concreto en polvo reactivo. El trabajo experimental se desarrolló en tres fases diferenciadas. En la primera fase, se han desarrollado las proporciones de mezcla de concreto en polvo reactivo, considerando diferentes tamaños máximos de agregado (1.2, 0.6, 0.075 y 0.045 mm). En la segunda fase, se evaluó la influencia de la nanosílice en las propiedades del hormigón en polvo reactivo. En la tercera fase, se evaluó el efecto de la adición de pigmentos inorgánicos amarillos, verdes, naranjas y azules al diseño de la mezcla de concreto en polvo reactivo. Los resultados muestran que el tamaño máximo de agregado influye en la resistencia a la compresión del concreto en polvo reactivo. Una disminución de 1.2 mm a 0.045 mm en el tamaño máximo de agregado resultó en un aumento de 156 MPa en la resistencia a la compresión. El tipo de pigmento no influyó significativamente en la resistencia a la compresión del hormigón en polvo reactivo. La proporción de mezcla que resultó en la mayor resistencia a la compresión (310,7 MPa) se diseñó con pigmento amarillo.

Suraneni y Anleu (2015), indicaron que disminuye la resistencia a la compresión del hormigón significativamente con densidad decreciente y, por lo tanto, hay son algunos ejemplos de hormigones de grado estructural con densidades inferiores a 1.600 kg / m3. Aquí mostramos el desarrollo de hormigón agregado ligero estructural en el rango de densidad de 1200 a 1600 kg / m3. Compresivo se obtienen concentraciones de hasta 36 MPa a los 28 días. Por utilizando fibras, se mezcla con resistencias a la flexión de hasta 7 MPa y se obtiene una alta ductilidad en flexión a los 28 días. Estos resultados son significativamente mejores que los de literatura existente en densidades comparables. Compresivo la resistencia del hormigón ligero

depende tanto de la pasta y propiedades agregadas, mientras que la resistencia a la flexión depende principalmente de la fracción volumétrica de fibras utilizadas.

Rincón y Quevedo (2020) indicaron que al momento de ejecutar una obra se evidencia que en ocasiones no se desarrolla con un solo diseño de mezcla, sino que se deben cumplir ciertas características tales como resistencia y asentamientos según los parámetros especificados por el ingeniero estructural de acuerdo con los análisis de cargas que genera el proyecto; dichas especificaciones hacen que los diseños de mezcla varíen y deba expedirse un diseño para cada caso. Es de resaltar que estos diseños deben cumplir los parámetros regidos bajo la NTC 174 Concretos especificaciones de los agregados para concretos; NTC 3318. Producción de concreto; Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14; Especificaciones Técnicas del Instituto Nacional de Vías de INVIAS los artículos; ART 630 Concreto estructural; ART 500 Pavimento de concreto hidráulico y NSR 10; y el método de mezclas de prueba, por la cantidad de variables que deben controlarse hace que el costo asociado al diseño de concretos sea elevado y deba ser asumido en su totalidad por quien ejecuta el proyecto.

Peralta (2019), indicó que la resistencia a compresión del concreto es la medida más frecuente que se utiliza actualmente para medir la calidad y el desempeño del concreto en las obras de construcción. Esta propiedad de este material utilizado en la construcción se mide usualmente mediante la rotura de muestras de concreto elaboradas en estado fresco y ensayadas en su estado endurecido aplicando una carga axial en una máquina de ensayos a la compresión. En particular para las muestras cilíndrica, la normatividad indica que el diámetro de una muestra de forma cilíndrica o la mínima dimensión de una sección transversal rectangular debe ser, por lo menos, 3 veces mayor que el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso de la mezcla del concreto. El presente proyecto de investigación tiene como finalidad realizar un análisis comparativo de la resistencia a la compresión de muestras de concreto ensayadas en tamaños de cilindros de 100x200 mm y de 150x300 mm y Para lo cual, se realiza un muestreo en dos mezclas de diferentes resistencias, variando en cada caso el TMN de agregado grueso

en ¾” y 1”. Estos cilindros se moldean, curan y ensayan siguiendo los procedimientos estándar requeridos por la normatividad. Los resultados obtenidos se analizarán con referencia a la información técnica disponible de investigaciones realizadas sobre el tema, la cual señala que la resistencia a la compresión esperada en las muestras tomadas en cilindros de 100 mm es superior a las resistencias de los cilindros de 150 mm; así mismo, que el TMN del agregado es un factor de incidencia relevante en los resultados esperados. Las correlaciones y análisis estadísticos de las resistencias en cilindros de diámetro 100 mm contra los de 150 mm para diferentes diseños de mezclas permitirán confirmar las tendencias de incidencia del diámetro del cilindro y las características del agregado grueso; en particular su TMN.

Beushausen y Dittmer (2014), indicaron que la influencia de 2 tipos de agregados sudafricanos comunes en la compresión Resistencia, resistencia a la rotura y a la tracción por flexión y propiedades del módulo elástico del hormigón de alta resistencia. Se utilizaron dos tipos de agregados diferentes (andesita y granito) para producir concreto con objetivo resistencias que van desde 30 MPa hasta 120 MPa. Se descubrió que el hormigón de granito tiene una mayor capacidad de compresión. resistencia, mientras que el agregado andesita más rígida produjo concreto con un módulo de elasticidad significativamente mayor. Se intenta explicar este fenómeno con las teorías de la mecánica de la fractura. Ninguna tendencia fue identificada por la influencia del tipo de agregado en la resistencia a la rotura y a la tracción por flexión. La efectividad de los modelos de predicción de módulo elástico SANS y EN se analizó contra los resultados de la prueba y se encontró que ambos modelos de predicción predijeron con precisión los valores del módulo elástico para el concreto de Andesita, pero produjo predicciones mucho menos precisas para el hormigón de granito.

Setiawan y Suparma (2017), indicaron que el módulo de elasticidad es una propiedad fundamental de una mezcla asfáltica. Un método analítico del módulo elástico es necesario para determinar el espesor del pavimento flexible. Tiene un papel como uno de los valores de entrada en un análisis de tensión-deformación.

En el método de los elementos finitos. El objetivo de este estudio fue desarrollar la medición del módulo elástico utilizando prueba de resistencia a la compresión. Esta investigación utilizó un conjunto de herramientas de molde de muestras y el software Delta Dimensión para registrar la deformación. cambios que ocurren en el anillo de prueba de la máquina de compresión y las probetas. El módulo de elasticidad de los cinco tipos de Se midieron la gradación agregada y 2 tipos de asfalto con un contenido óptimo de asfalto. Cemento asfáltico 60/70 y elastómero. Se utilizó asfalto modificado (EMA) como aglutinante. Indicadores de éxito de fabricación de las muestras utilizadas en vacío en la mezcla (VIM) Criterio del 3-5%. La tasa de éxito de la fabricación de muestras fue de más del 76%. Por tanto, el procedimiento y la Se podría utilizar un equipo de prueba de resistencia a la compresión para medir el módulo elástico. La gradación agregada y los tipos de asfalto afectaron significativamente el módulo de elasticidad del hormigón asfáltico.

Sadai y Khaya. (2016), indicaron que este documento informa los resultados de las pruebas de un estudio de campo llevado a cabo para demostrar el desempeño de agregado de hormigón reciclado (RCA) para su uso en la construcción de pavimento rígido. Propiedades de ocho hormigones Las mezclas que contienen RCA se compararon primero con las de una mezcla de referencia. Dos mezclas proporcionadas con 30% y 40% de RCA grueso junto con el hormigón de referencia se utilizaron luego para el campo implementación, que implicó la fundición de una sección de pavimento de 300 m de largo en St. Louis, Missouri. Muestras fueron tomadas durante la construcción del pavimento de encofrado deslizante. Las muestras centrales se extrajeron a los 120 días para determinar propiedades in situ. Se incorporó instrumentación para monitorear la deformación a largo plazo de diferentes secciones de pavimento. La incorporación de 30% y 40% de RCA redujo la resistencia a la compresión de 91 días en 7% y 12%, y el módulo de elasticidad de 56 días en 22% y 14%, respectivamente. La tracción de división de 56 días Los valores de resistencia y resistencia a la flexión de las dos mezclas de RCA fueron similares a los de la referencia. hormigón. Las mezclas exhibieron un rendimiento similar en términos durabilidad

frente a la abrasión, congelación y descongelación. ciclos y rápida permeabilidad a los iones cloruro. Se observó un aumento de 100 le en la contracción para el 40% RCA comparado con el hormigón de referencia. Sin embargo, todas las mezclas investigadas en el campo exhibieron a largo plazo similares patrones y magnitudes de deformación. La deformación in situ de todas las secciones del pavimento se limitó a 150 ubicaciones de sensores.

García (2013), indicaron que se ejecutó las dosificaciones para hormigones de resistencia de 210, 240 y 280kg/cm², con un asentamiento de (6-9), dado que son los más utilizados en la construcción de elementos estructurales. Al realizar la mezcla se estableció las propiedades del hormigón fresco más importantes, como la trabajabilidad, homogeneidad, consistencia y densidad, para después proceder a tomar las muestras y darles el curado respectivo. A las edades de 7, 14, 21, y 28 se realizaron los ensayos a compresión de las muestras para determinar las curvas tiempo v resistencia para observar la influencia del tiempo en la resistencia del hormigón, además que nos dio un indicativo de la resistencia media del hormigón para cada edad. Los agregados forman del 60% al 75% del volumen de hormigón y, por lo tanto, influyen en sus propiedades mecánicas. La resistencia del hormigón (normal o de alta resistencia) se ve afectada por el tamaño máximo de un agregado grueso bien clasificado. Las mezclas de concreto que contienen partículas de agregado grueso más grandes necesitan menos agua de mezcla que las que contienen agregados gruesos más pequeños. En otras palabras, las partículas de agregado pequeño tienen más área de superficie que una partícula de agregado grande. En esta investigación, se cubrieron alrededor de veintidós mezclas para estudiar el efecto de la MSCA, sobre la resistencia a la compresión de (concreto de resistencia normal) y Dieciséis mezclas para estudiar el efecto del tamaño máximo de agregado grueso sobre la resistencia a la compresión para (concreto de alta resistencia).

Sanchez y Ahimoghadam (2020), indicaron el uso de áridos de hormigón reciclado (RCA) ha crecido sustancialmente en las últimas décadas. RCA es un material compuesto por áridos vírgenes originales (OVA) y mortero

residual (RM); Se ha encontrado que contabilizar RM como parte del mortero total. El volumen en el diseño del hormigón RCA puede mejorar sus propiedades mecánicas y relacionadas con la durabilidad. Además, este impacto podría incluso ser mejorado de acuerdo con la calidad y características innatas de RCA. Sin embargo, actualmente existen muy pocos datos cuantitativos y protocolos de evaluación. destacando esta influencia, especialmente para mezclas de RCA ecoeficientes. Este trabajo presenta un experimento (es decir, químico, mecánico y no destructiva) caracterización de mezclas de RCA de 35-MPa que incorporan distintas calidades de RCA (es decir, 25, 35 y 45 MPa) y tipos (triturados piedra caliza versus grava de cuarcita) y proporcionados mediante el método de volumen equivalente (EV). Los resultados indican que las características RCA pueden impactar el desempeño general del concreto RCA; sin embargo, las partículas de RCA con características distintivas aún pueden considerarse para aplicaciones independientemente de que se adopte o no una técnica de diseño de mezcla adecuada. Finalmente, el método EV parece ser una estrategia adecuada para diseñar Hormigón RCA ecoeficiente.

León y Ramírez (2010), indicaron que la morfología de los agregados influye en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, sin embargo, no se ha establecido una correlación entre parámetros de forma y características del concreto de manera que la incidencia de la forma sea tenida en cuenta en el diseño de la mezcla. La medición de la forma por los métodos tradicionales es subjetiva, por esta razón últimamente se han utilizado tecnologías de análisis de imágenes para determinar las características de forma de las partículas. En este estudio se determinaron las características morfológicas de diferentes agregados usando los métodos tradicionales y el de análisis de imágenes con los descriptores de Fourier, y se determinaron las propiedades mecánicas de concreto preparado con agregados de diferente forma con el fin de evaluar la influencia de esta en las propiedades del concreto fresco y endurecido. Los resultados indican que las propiedades mecánicas no se ven afectadas de manera importante por la forma de los agregados, sin embargo, influye significativamente en la trabajabilidad.

Yehia (2020), en este documento el concreto se mezcla utilizando dos tamaños de agregado natural y dos fuentes. de agregados livianos y reciclados se utilizaron para investigar el efecto del tipo de agregado y tamaño y forma de la muestra sobre la resistencia a la compresión del hormigón. Además, las muestras de la mezcla preparada Los productores de hormigón con diferentes resistencias se evaluaron utilizando cilindros y cubos de tamaño estándar. Los resultados se obtuvieron los días 7, 28 y 90. Además, la resistencia a la flexión, la tensión dividida y Los módulos de elasticidad se evaluaron a los 28 y 90 días. Se realizaron análisis estadísticos examinar la importancia de la diferencia entre los valores de resistencia a la compresión para cada dos mezclas usando pruebas de hipótesis. Además, otras propiedades mecánicas en función de la compresión Fueron discutidos y comparados con los predicados por el Instituto Americano del Concreto (ACI). especificaciones. Los resultados indican que la forma de la muestra tiene un efecto notable en la resistencia a la compresión ya que la relación Cilindro / Cubo en el día 90 osciló entre 0,781 y 0,929. El hormigón La resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad se vieron afectados significativamente por el tipo de agregado. La resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción dividida se vieron menos afectadas por el tipo de agregado, que fue también confirmado por los valores predichos con las ecuaciones del ACI.

Sabih (2018), indicó que el formato del diseño y la predicción del rendimiento de los pavimentos rígidos se reformó con la llegada de Procedimiento de diseño mecanicista-empírico (ME) de pavimentos, que ahora sirve como herramienta de última generación en diseño de pavimentos. Varias agencias estatales han completado o están en proceso de calibración de socorro. modelos de predicción y caracterización de materiales de hormigón para proporcionar entradas precisas requeridas por Software de diseño de pavimentos ME. Existen numerosas propiedades concretas para las que se requieren datos de entrada en el software de diseño ME, pero con investigaciones previas, se encontró que la resistencia del hormigón y la temperatura propiedades que incluyen módulo elástico, módulo de ruptura y coeficiente de expansión térmica (CTE) son los más

importantes que afectan el diseño y desempeño de pavimentos rígidos. Pavimento rígido preciso El diseño depende en gran medida de la precisión de estos insumos de material. Este estudio es parte de un Nuevo México Proyecto de investigación del Departamento de Transporte (NMDOT) que se centra en el desarrollo de pautas para caracterizar materiales de hormigón de cemento Portland (PCC) para mezclas de pavimentación que se utilizan en Nuevo México. Se probaron mezclas de concreto con 5 agregados gruesos diferentes para estas propiedades fundamentales del concreto en la edad de curación de 7, 14, 28 y 90 días, y para CTE a los 28 días. Los resultados de las pruebas de laboratorio representan el nivel 1 Entradas de material PCC. Los datos recopilados ofrecieron una excelente oportunidad para validar y perfeccionar el ME modelos de nivel 2 predeterminados para estimar la resistencia a la flexión y el módulo elástico en función de la compresión datos de fuerza. Los datos demostraron una ligera desviación de los modelos calibrados a nivel nacional. Valores CTE de hormigón en base al tipo de agregado se establecieron para estas mezclas de pavimentación. Un análisis más detallado verificó el beneficio de utilizar las entradas de nivel 1 sobre las entradas de nivel 3 predeterminadas para un diseño y rendimiento precisos del pavimento predicción. También se destacó que el agrietamiento transversal es el más afectado parámetro de desempeño entre el pavimento diseñado con insumos de material de nivel 1 y nivel 3.

Ispilco y López (2017), indicaron en esta investigación tiene como finalidad determinar la influencia de los agregados de las canteras Mashcón y Chonta para la obtención de módulos de elasticidad y rotura en el diseño de pavimentos rígidos. En el presente trabajo de investigación se realizaron ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas de los agregados, con estos resultados se determinó la dosificación de la mezcla aplicando el método ACI 211, teniendo como base dos módulos de rotura 42 kg/cm² y 45 kg/cm² por cada cantera, ya que estos valores son los más utilizados en el diseño de pavimentos rígidos en zonas urbanas, luego se procedió la elaboración d 48 probetas cilíndricas para ser ensayadas a compresión, con las cuales determinamos el módulo de elasticidad y 48 probetas prismáticas para la determinación del módulo de rotura. El módulo

de rotura del concreto se obtuvo en base a la flexión en vigas de sección 15x15 cm y una luz de 45 cm, mediante la aplicación de cargas en los tercios medios de la viga. Con una resistencia a compresión de 265 kg/cm² se obtuvieron módulos de rotura de 42.80 kg/cm² para la cantera del río Chonta y 42.71 kg/cm² para la cantera río Mashcón y para una resistencia a compresión de 304 kg/cm² se obtuvieron módulos de rotura de 45.88 kg/cm² para la cantera del río Chonta y 45.53 kg/cm² para la cantera río Mashcón. El módulo de elasticidad del concreto se obtuvo en base a probetas cilíndricas, para una resistencia a compresión de 265 kg/cm² se obtuvieron módulos de elasticidad de 245 337 kg/cm² para la cantera del río chonta y 239 684 kg/cm² para la cantera río Mashcón; y con una resistencia a compresión de 304 kg/cm² se obtuvieron módulos de elasticidad de 270 868 kg/cm² para la cantera del río chonta y 262 247 kg/cm² para la cantera río Mashcón.

Robles y Sánchez (2015), indicaron que la resistencia a flexión y la resistencia a la compresión representan parámetros fundamentales en el correcto desarrollo de los pavimentos rígidos, porque definen la calidad del concreto, principal componente de los pavimentos rígidos, después de cumplir satisfactoriamente su ciclo de fraguado y curado. En nuestro enfoque cuantitativo, el problema principal radica en intentar efectuar ensayos de rotura a la flexión en zonas alejadas, como en el centro poblado San Cristóbal de Chupán, reconociendo que sólo es posible realizarlo en pocos laboratorios a nivel nacional. Por esta razón se determinó, en base a ensayos realizados en laboratorio, un factor de correlación que vincula el Módulo de Rotura a la flexión y la Resistencia a la Compresión, siendo el resultado experimental el factor (k) expresado por la ecuación $Mr = (k)*\sqrt{f'c}$, que identifica rápidamente resultados del Módulo de Rotura a la flexión, aplicable a proyectos de condiciones similares, ante las altas exigencias del control de calidad en los proyectos de construcción.

Deshpande (2009), indicó que los Estudios recientes muestran que muchos pavimentos construidos en los Estados Unidos de América con agregado de concreto reciclado Los hormigones a base de RCA han experimentado una gran cantidad de agrietamiento por contracción. Hormigón fresco y

endurecido. Las propiedades de los hormigones a base de RCA están relacionadas con la porosidad y la capacidad de absorción del agregado de RCA. En esto estudio, evaluación detallada de la porosidad y capacidad de absorción mediante técnicas petrográficas de los seleccionados agregados se realizó. Este artículo presenta un estudio realizado para evaluar la estabilidad volumétrica de concretos utilizando dos tipos de RCA fabricados localmente y un tipo de agregado virgen para evaluar el efecto de operaciones de reciclaje sobre la actuación del hormigón. Mezclas de concreto con una proporción de agua a cemento (p / c de 0.42 fueron elaborado con los áridos vírgenes seleccionados y RCA. Propiedades del hormigón fresco como asentamiento y contenido de aire se evaluaron además de las propiedades del hormigón endurecido a los 28 días, como la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y el módulo elástico. También se midió la contracción unidimensional del agregado virgen y los hormigones a base de RCA utilizando muestras selladas y sin sellar almacenadas al 50% de HR para evaluar el secado y la contracción total, respectivamente. La diferencia entre los prismas sellados y no sellados dio una indicación del potencial de contracción por secado de ambos los hormigones de áridos vírgenes y basados en RCA. Comportamiento de contracción restringido y su agrietamiento asociado la susceptibilidad se evaluó usando la prueba de anillo según AASHTO PP 34. Los estudios petrográficos mostraron que los agregados a base de RCA exhibían una alta cantidad de porosidad. En la evaluación de estabilidad volumétrica, se observó que el comportamiento de contracción de los hormigones a base de RCA estaba ligado a la porosidad y la cantidad de material de cemento no hidratado existente en el RCA mediante el uso de escaneo microscopio de electrones. Para la misma p / cm, se observó que los hormigones RCA que contienen componentes de escoria exhibieron valores más altos de deformaciones por contracción en comparación con los hormigones RCA que originalmente eran de piedra caliza agregados.

Kozul y Darwin (2001), indicaron que se probaron muestras de concreto para determinar las relaciones entre resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y energía de fractura en función de w / cm, edad y agregado

escribe. Las pruebas se llevaron a cabo en dos series. Serie I (Kozul y Darwin 1997) fue parte de un estudio más amplio para determinar el efecto de la resistencia a la compresión del hormigón y la barra de refuerzo propiedades sobre la fuerza de unión entre el acero de refuerzo y concreto (Darwin et al.1996a, 1996b; Zuo y Darwin 2000). La serie I incluía tamaños de agregados de 12 y 19 mm (1/2 y 3/4 pulg.) y relaciones a / cm de 0,24 a 0,50. Las pruebas se realizaron a edades representativas de las utilizadas para la probeta de ensayo de adherencia, cinco días para hormigón de resistencia normal y de 94 a 164 días para el hormigón de alta resistencia. Las pruebas de la Serie II (Barham y Darwin 1999) utilizaron agregados de 19 mm (3/4 pulg.) y tres categorías de resistencia del hormigón (normal, media y alto) obtenido utilizando proporciones a / cm que varían de 0,25 a 0,46. En la Serie II, las muestras se analizaron a las edades de 7, 28, 56, 90 y 180 días. En ambas series se utilizaron agregados gruesos de basalto triturado y piedra caliza.

Martinez (2006), indicó que el desperdicio producido por las plantas premezcladoras de concreto representa un problema de residuos sólidos que necesita solución. Este concreto puede ser utilizado para fabricar agregados. En este trabajo, se presenta el desempeño de concretos fabricados con agregados reciclados obtenidos a partir de cilindros de concreto premezclado y diferentes consumos de cemento. Los resultados experimentales mostraron que el comportamiento del concreto con agregados reciclados es similar al del concreto con agregados naturales, lo que sugiere que puede ser utilizado como una concreta clase dos, de acuerdo con el Reglamento de Construcción del Distrito Federal (RCDF)

Figueroa y Mendoza (2014), indicaron que los agregados de rocas intrusivas son la principal fuente de agregados finos y gruesos triturados para su uso en hormigón en varios países y tienen que cumplir una serie de especificaciones relativas a la resistencia y durabilidad. Esta investigación reporta la evaluación de agregados de granitoides y rocas asociadas de Santa Marta Batolito, Macizo Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, basado en análisis petrográfico y Ensayos de aceptación mecánica y química. La resistencia y durabilidad de un tipo de roca en particular depende en su

característica intrínseca, por lo que el análisis petrográfico es muy importante para comprender su mecánica y propiedades químicas. Numerosas pruebas estándar utilizadas para asegurar que los agregados cumplan con las especificaciones; sin embargo, el análisis petrográfico representa la prueba más valiosa para predecir el desempeño de agregados de concreto en cualquier ensayo de control. Los agregados fueron analizados para determinar su propiedades petrográficas, físicas, mecánicas y químicas. Las muestras se clasificaron como hornblendita, grupos gabro, cuarzmonzodiorita, monzodiorita y monzonita. Entre estos, de la cuarzmonzodiorita era el grupo dominante. La gravedad específica indica valores en el rango de 2673-2956 kg / m3. Absorción de agua los valores están en el rango 0,908-1,194%. Los valores de impacto agregados de las muestras (37,82 a 61,36%) mostraron buena solidez solo para uno de los agregados, que se consideran aceptables para su uso en la preparación de un hormigón de buena calidad. Los valores de adsorción de azul de metileno revelan que el contenido de materia orgánica está por debajo el umbral. Los valores de sulfato de magnesio oscilaron entre 0,11 y 4,75%, lo que sugiere una buena resistencia. contra agentes químicos atmosféricos. La prueba de resistencia a la compresión muestra valores en el rango 35.22- 59.45MPa indica que el comportamiento geomecánico de los cilindros de roca es satisfactorio. El geomecánico El comportamiento de las tabletas de roca bajo flexión también es satisfactorio para la muestra SMA-2 (16.53MPa), aunque no para muestras de SMA-6 y SMA-8, que mostraron valores de 7.52 y 8.74MPa, respectivamente. Comparando con el Norma Americana de Material de Ensayo existente, las muestras estudiadas son aptas para hormigón.

Sánchez y Noel (2015), indicaron que el rápido crecimiento de la industria del mármol plantea preocupaciones con respecto al impacto negativo de la extracción de mármol en el medio ambiente, porque el corte de mármol crea lodos. La incorporación de lodos de mármol (polvo) en el hormigón y los productos a base de cemento supondría una importante contribución medioambiental y económica. Este estudio tiene como objetivo desarrollar una mezcla de hormigón con un contenido máximo de mármol que tiene

propiedades de resistencia comparables a las del hormigón de referencia sin mármol (sin mármol en polvo), en contraposición al desarrollo de un hormigón en polvo de mármol con la máxima resistencia a la compresión. El objetivo principal es reemplazar arena con polvo de mármol en hormigón porque dicha mezcla será ecológica y económicamente viable. Las muestras de hormigón se producen sustituyendo arena por polvo de mármol al 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 90% en volumen. Los valores de resistencia a la compresión se determinan después de 7, 28 y 90 días con valores de resistencia a la tracción a la rotura a los 28 días, incluido el agua. Valores de absorción y resistencia a la abrasión. Se realiza una evaluación de viabilidad utilizando parámetros como hormigón fresco, compresión fuerza, capacidad de porción, resistencia a la abrasión y costo estimado. Según la evaluación de viabilidad, se demuestra que utilizar hasta un 40% El polvo de mármol en hormigón es adecuado de acuerdo con los requisitos.

León (2019), analizó el efecto de los métodos de curado sobre la resistencia a la compresión de agregados reciclados. Hormigón preparado con un 50% de reemplazo de agregados gruesos naturales, así como agregados gruesos de demolición desperdicio. Preparamos 30 cubos de tamaño estándar en seis lotes. En todos los lotes 1: 2: 4 mezclar con una proporción de cemento de agua de 0,45 se utiliza. Un lote de cubos se cuela con todos los agregados convencionales. Cinco métodos de curado, es decir, agua, aire, Se utilizan sacos de yute, vapor y aguas residuales para curar las muestras durante 28 días. Nuestros resultados de resistencia a la compresión muestran que el curado con bolsas de yute da mejores resultados de resistencia y ayuda a mejorar la resistencia del material reciclado hormigón agregado. Se observa además que la resistencia a la compresión de las probetas propuestas con sacos de yute aumenta un 1,67% en comparación con la resistencia a la compresión de las probetas de hormigón convencionales. Nuestro experimental El estudio muestra que el uso de desechos demolidos como agregados gruesos en concreto nuevo junto con un curado adecuado El método tiene resultados prometedores en términos de resistencia a la compresión.

Sánchez (2018), indicó que la Mezcla del American Concrete Institute 211-92 método de diseño proporcional (método ACI) para el hormigón normal se comparó con otros dos homólogos que incluían el DOE Mix británico método de diseño proporcional (método DOE) y el diseño de mezcla estándar indio que proporciona método - IS 10262-82 (método IS) con el fin de evaluar el método que dio el mejor viabilidad, rentabilidad y cumplió con los objetivo resistencia a la compresión media (TMCS) dentro de 28días curando. La calidad de los materiales utilizados para la dosificación del hormigón fresco fue evaluada adecuadamente utilizando las normas ASTM para Asegurar un buen control de calidad e integridad. 75 Las muestras de hormigón se moldearon utilizando 100X100X100. moldes cúbicos metálicos y el compresor Se obtuvieron fuerza durante 7, 14, 21 y 28 días. después de que los cubos se curaron en agua.

Alam y islam (2020), indicaron que el hormigón autocompactante (SCC) es un hormigón de altas prestaciones en el que la utilización de vibración o compactación ya no es necesaria. El objetivo de esto El estudio es investigar la resistencia a la compresión del SCC obtenido de la piedra. astillas y astillas de ladrillo como agregado grueso y descubra qué agregado es mejoren resistencia a la compresión. Para configuración experimental, dos tipos de agregados gruesos se utilizan en este estudio; astillas de piedra y astillas de ladrillo. La arena de Sylhet se usa tan fina r. Relación agua-cemento 0,4% y éter policarboxílico 1% como súper plastificantes se utilizan en peso de cemento. Además, dos tipos de proporciones de mezclas decir, 1: 1: 2 y 1: 2: 4 se utilizan por volumen. Todas las probetas cilíndricas (Diámetro = 100 mm y altura = 200 mm) se prueban a la edad de 7, 14 y 28 años. días. Se observa que el valor de asentamiento y la resistencia a la compresión de Los SCC hechos con astillas de piedra son más altos que los de las astillas de ladrillo como gruesos agregar. Según los resultados probados, se recomienda encarecidamente que las astillas de piedra Úselo como agregado grueso en SCC ya que proporciona una mejor resistencia a la compresión.

Hernandez (2011), indicó que el presente trabajo es un estudio de la resistencia a la compresión que alcanzaron mezclas de concreto, que

contenían materiales de reciclaje, plástico de botella PET, y material de llantas. Comparando dichos resultados con los obtenidos en una mezcla de concreto tradicional. Los materiales se procesaron, de manera que las partículas fueran lo suficientemente pequeñas para homogeneizarse con el resto de los componentes del concreto. Las concentraciones de dichos materiales, dentro del concreto, fueron las mismas, el 10% del volumen de la mezcla, con el objetivo de observar las diferencias en el comportamiento, en presencia de las mismas concentraciones, para realizar una comparación directa entre todas las mezclas. Los ensayos de asentamiento en el concreto fresco y de resistencia a la compresión en probetas cilíndricas, se llevaron a cabo bajos los lineamientos de las normas ASTM.

Selvadurai (2020), indicó que el hormigón es uno de los materiales de construcción más importantes utilizados dentro del campo de la graciosa construcción. Como un gracioso Construye lo común La vida útil evaluada del edificio es de 50 años. Después de 50 años de vida vez que la estructura terminó desactualizada y la estimación de la chatarra es sustancial, ya que eran para los componentes de madera y acero básico. Entre los componentes básicos El hormigón tiene un valor de desecho excepcionalmente indigente, por lo que no se puede utilizar. en cualquier sitio. Este artículo trata casi la posibilidad de utilizar la estructura Residuos en sustitución de las fijaciones utilizadas en hormigón. El material propiedades han sido consideradas para encontrar la sustitución se puede hacer por finos agregado o agregado grueso. Se realizó un análisis de tamiz para comparar el Posibilidad de utilizar para agregado fino. Prueba de impacto total y agua Se llevaron a cabo pruebas de absorción para encontrar la posibilidad de utilizarlo como agregar. La prueba se produce sobre las propiedades del material revelado el destruido El agregado bien puede ser un sustituto mucho mejor del agregado fino en estructuras Se moldearon cubos de hormigón de tamaño 100 mm x 100 mm x 100 mm con la ayuda de Áridos gruesos de 10 mm. La proporción de sustitución se hizo de 0 a 100 con el valor incremental del 25%. La prueba surge de La resistencia a la compresión reveló que la utilización del 100% parece mejor entre las otras proporciones de sustitución. Las regiones imaginables de aplicaciones además aclarado

Solis y Moreno (2012), indicaron que la resistencia del concreto depende de la calidad de la pasta de cemento y de las características de los agregados pétreos. La primera es controlada por la relación agua -cemento, mientras que las propiedades de los agregados generalmente no pueden ser manipuladas ya que se suele utilizar aquellos que están disponibles cerca de la construcción. En muchas regiones rocas con propiedades no deseables son utilizadas como agregado. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue responder a la pregunta sobre cuál sería la máxima resistencia de diseño que se podría utilizar para concretos fabricados con un tipo específico de agregados obtenidos a partir de la trituración de roca caliza de alta absorción. Se probaron concretos con seis relaciones agua -cemento y dos tamaños de agregado grueso. Se concluyó que con los agregados estudiados es posible fabricar concretos de hasta 500 k/cm2 de f'c. Palabras clave: absorción; agregados calizos; concreto; relación agua/cemento; resistencia.

Muhamend y Shah (2015), indicaron sobre las propiedades de hormigón se han realizado en todo el mundo y su correlación se interpreta en los códigos de diseño relevantes. El comportamiento estructural del hormigón de cemento depende significativamente de los recursos materiales, las propiedades de los agregados que constituyen el hormigón y el local práctica de construcción. Estos factores varían de un lugar a otro. lugar. Por tanto, la resistencia a la compresión del hormigón preparado a partir de los agregados disponibles en una localidad puede no ser directamente aplicable a las otras áreas. El propósito de este estudio es evaluar la Influencia de agregados gruesos disponibles localmente en el compresor resistencia del hormigón de peso normal (NWC) preparado bajo las condiciones ambientales locales del distrito Khairpur Mir's, Sindh, Pakistán. Los agregados gruesos fueron recolectados de cinco canteras diferentes en el Cerca de Khairpur Mir's, Pakistán. En total, 180 cubos fueron probados. Se formaron 10 lotes diferentes para organizar la caracterización individual del hormigón. Cada lote estaba contenido de 18 cubos y cada cantera contiene 2 lotes haciendo un total de 36 cubos con cuatro diferentes proporciones para cada cantera. Densidad seca y se calculó la resistencia a la compresión del hormigón y comparación se proporciona como una guía para el futuro.

Lam y Le (2017), indicaron que los efectos del agregado de escoria del horno de arco eléctrico (EAF) y las cenizas volantes en la compresión. propiedades de resistencia y durabilidad (es decir, absorción de agua, resistencia a la abrasión y resistencia a los sulfatos) de Pavimento de hormigón compactado con rodillos (RCCP). El agregado de escoria EAF como sustitución de agregado natural se utilizó en tres niveles (es decir, 0%, 50% y 100%) y el cemento se reemplazó por cenizas volantes en tres proporciones (es decir, 0%, 20% y 40%). El agregado de escoria EAF utilizado en este estudio se expuso a la intemperie durante varios meses para reducir la inestabilidad del volumen. Las proporciones de mezcla de RCCP fueron determinadas por suelo método de compactación. La resistencia a la compresión de RCCP se examinó a los 3, 7, 28 y 91 días de edad. Mientras tanto, la absorción de agua, la resistencia a la abrasión y la resistencia a los sulfatos de RCCP a los 91 días de edad fueron utilizado para estudiar las propiedades de durabilidad. Además, el cambio de longitud de las barras de mortero realizadas con EAF Se midió el agregado de escoria para evaluar el potencial expansivo de la escoria EAF causada por la condición de autoclave y la condición de reacción álcali-sílice (ASR). Además, se ofreció un análisis de difracción de rayos X para identificar las fases cristalinas de los patrones de mortero en condiciones de prueba de autoclave y ASR. El resultado presentó que la resistencia a la compresión y la resistencia a los sulfatos de RCCP que contiene agregado de escoria EAF disminuyó ligeramente, mientras que la absorción de agua y la resistencia a la abrasión aumentaron en comparación con las de RCCP tradicional. Además, el uso de cenizas volantes como sustitución del cemento mejoró la resistencia a la compresión. De escoria-RCCP a largo plazo. Un reemplazo del 20% de cenizas volantes proporcionó a la escoria-RCCP cumpliendo la resistencia requisitos de durabilidad del pavimento. Además, la expansión en términos de cambio de longitud del mortero Las barras indicaron que el agregado de escoria de EAF después del tratamiento adecuado realizó la estabilidad de volumen bajo la condición de autoclave y la prueba de ASR.

Amorós y Bendezú (2019), indicaron que el concreto permeable es un concreto especial, el cual permite el paso del agua a través de su estructura

gracias al alto porcentaje de vacíos que posee a diferencia del concreto tradicional. Esta cualidad del concreto permeable permite acabar con la falta de permeabilidad en las estructuras tradicionales de concreto evitando las fallas estructurales debido al encharcamiento y escurrimiento del agua. En esta investigación se realizó el diseño de mezcla del concreto permeable con una resistencia de 210 kg/cm², aplicando el método ACI 522.R para poder aplicarlo como una alternativa de carpeta de rodadura en pavimentos. Para ello se realizaron diferentes diseños de mezcla en laboratorio hasta encontrar el diseño óptimo para obtener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², el diseño de mezcla elegido contaba con las siguientes características: relación agua/cemento de 0.38, porcentaje de vacíos de 13%, 1.5% de aditivo Supe plastificante y 7% de arena. Para validar la investigación se realizó la construcción de un prototipo con el diseño elaborado en laboratorio con un área de 2.00 m2 (1.00m x 2.00m). Al concreto en estado fresco se le analizaron sus características de consistencia, densidad y contenido de vacíos; en el estado endurecido se realizaron los ensayos de compresión, permeabilidad y flexión, además de aplicarle una prueba de carga. Los resultados indicaron que el diseño de mezcla usado en el prototipo con resistencia a la compresión de 261.58 kg/cm² y permeabilidad de 0.01744 m/s puede usarse como alternativa de superficie de rodadura para un pavimento.

2.3 Estructuras teóricas y científicas que sustentas el estudio

2.3.1 Agregados

Ispílco y López (2017), se considera agregado fino a la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm. Serán arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias u otro producto que resulte adecuado. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del 30% de la masa del agregado fino. Se considera la porción del agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm (TABLA4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas, sus fragmentos deben ser limpias, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o

desintegrarles. El tamaño máximo nominal del agregado no deberá superar un tercio del espesor del diseño del pavimento.

Augusto y Legarda (2011), los agregados (arena y grava) son un factor determinante en la producción de concreto hidráulicos ya que estos ocupan del 65% al 85% del volumen de la mezcla, por tal razón están íntimamente relacionados con la economía, durabilidad y estabilidad de las obras civiles.

2.3.2 Módulo de rotura.

Ispilco e Infantes (2017), Indicaron que es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

El pandeo de un pavimento de concreto bajo cargas axiales produce esfuerzos de compresión flexión. Sin embargo, las relaciones de los esfuerzos y resistencias de compresión son demasiado pequeños para influenciar en el diseño del espesor de la losa. Las relaciones de los esfuerzos y resistencias de flexión son mucho más altos, excediendo a menudo valores de 0.5. Como resultado, los esfuerzos flexores y la resistencia a la flexión del hormigón son usados en el diseño de espesores.

Robles y Sánchez (2015), esta resistencia se considera en el procedimiento de diseño por el criterio de fatiga, el cual controla el agrietamiento del pavimento bajo la acción repetida de 1 a 5 cargas de los vehículos pesados. Las deformaciones que sufre un pavimento rígido bajo las cargas del tránsito producen tanto esfuerzos de compresión como de tensión. Sin embargo, la relación entre los primeros y la resistencia a la compresión del concreto es demasiado baja, como para afectar el diseño del espesor de la losa. La relación entre los segundos y la resistencia a la flexión es mucho mayor, llegando frecuentemente a valores mayores de 0.5. Como resultado de ello los esfuerzos y la resistencia a la flexión, son los factores que se deberán considerar en el diseño del pavimento.

2.3.3 Método diseño de mezcla (ACI)

Armando (2018), el diseño de mezclas, consiste en aplicar técnicamente los Conocimientos sobre sus componentes para obtener requerimientos particulares del concreto requerido en el Proyecto.

2.3.4 Método de diseño de pavimentos rígidos AASHTO

Isílco y López (2017) indica que el diseño de pavimento rígido según AASHTO involucra el análisis de diversos factores: tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel de serviciabilidad deseado, y el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida de servicio.

2.3.5 Pavimento rígido por el método PCA

Isílco y López (2017), indica que este método se basa en la energía potencial de la losa que consume cada uno de los diferentes tipos de ejes de los vehículos y el número de ejes que se espera que transiten durante la vida útil de la obra. Los factores que intervienen son el módulo de reacción k a nivel de la sub rasante, módulo de rotura, período de diseño, factor de crecimiento, número de repeticiones esperadas por cada eje.

2.3.6 Ensayos a la compresión

Isílco y López (2017), este método proporciona una relación entre el esfuerzo y su deformación unitaria, y una relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal para el concreto endurecido a cualquier edad y condiciones de curado establecidas.

Isílco y López (2017), el módulo de elasticidad, aplicables dentro de los rangos de esfuerzos de trabajo acostumbrados (0 a 40% de la resistencia última del concreto), son usados para el dimensionamiento de elementos reforzados o no reforzados, para establecer la cantidad de refuerzo y para calcular los esfuerzos para las deformaciones unitarias.

2.3.7 Ensayos a la resistencia de flexión.

Isílco y López (2017), este método de ensayo se usa para determinar el esfuerzo de flexión de especímenes preparados y curados. Los resultados se calculan e informan como el módulo de rotura. Este ensayo se utiliza en la evaluación de concretos para la construcción de losas y pavimentos.

2.4 Definición de términos básicos

Agregados Finos

Se considera agregado fino a la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm. Serán arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias u otro producto que resulte adecuado. Manual de carreteras –Especificaciones técnicas Generales para construcción, (2013)

Agregado Grueso

Se considera la porción del agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm. Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas, sus fragmentos deben ser limpias, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrarles.
El tamaño máximo nominal del agregado no deberá superar un tercio del espesor del diseño del pavimento. Cuando se quiera mezclar dos o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos de dureza, durabilidad y contenido de sulfatos deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. Manual de carreteras –Especificaciones técnicas Generales para construcción (2013)

Tamaño máximo nominal del agregado

Es el porcentaje del 15 % al retenido del inmediato superior mínimo. Si este valor es menor del 5% entonces se toma el valor inferior.

Resistencia a la flexión.

Mendoza et al. (2004) indica que se utiliza generalmente al diseñar pavimentos y otras losas sobre el terreno. La resistencia se utiliza como un índice de la resistencia a la flexión, una vez que entre ellas se ha establecido la relación empírica para los materiales y el tamaño del elemento en cuestión. La resistencia a

la flexión, también llamada módulo de ruptura, para un concreto de peso normal se aproxima a menudo de 1.99 a 3.18 veces el valor de la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión.

Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).
Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión, se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada (f´c) para una estructura determinada. CEMEX,(2019)

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis.

Figura1: Fundamento teórico que sustenta la hipótesis
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Al analizar la influencia de los agregados se obtiene el módulo de rotura y módulo de elasticidad en pavimentos rígidos.

3.1.2 Hipótesis específicas

a) Al determinar el tamaño máximo nominal del agregado se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión del pavimento rígido.
b) Al determinar los tipos de agregados se obtiene la influencia en el módulo de elasticidad del concreto en el pavimento rígido.
c) Al analizar el tipo de agregado se obtiene la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido.
d) Al determinar el tipo de agregado se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión.

3.2 Variables

3.2.1 Variables independientes

Agregados

3.2.2 Variables dependientes

Módulo de elasticidad y módulo de rotura.

3.2.3 Variables intervinientes

Clima y ensayos.

3.3 Sistema de variables

3.3.1 Definición conceptual

Agregados finos y gruesos

Los agregados finos y gruesos son componentes para la elaboración del concreto, tanto como el fino y grueso la función de estos agregados es darle forma rígida y estable al concreto de igualmanera el volumen.

Módulo de elasticidad y módulo de rotura.

Son parámetros que definen el diseño de un pavimento rígido, el módulo de elasticidad indica la rígidez y la capacidad de carga que tendrá la estructura y el módulo de rotura indica la resistencia que tendrá el pavimento sobre cargas ejercidad sobre ella.

3.3.2 Definición operacional

Variable independiente:

Agregados finos: son las partículas que pasan por el tamiz 3/8” y retenidos en la malla n°200, actúa como lubricante sobre los agregados gruesos para que tenga manejabilidad.

Agregados gruesos: son las partículas que son retenidos en el tamiz 4.75mm, la función de este componente es darle cuerpo a la estructura y rigidez.

Variable dependiente:

El módulo de rotura: Es una medida de resistencia a la tracción del concreto que indica la falla por momento de una estructura

El módulo de elasticidad: Es la relación que existe entre el esfuerzo y la deformación unitaria axial, donde indica la rigidez y su capacidad estructural.

3.3.3 Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de la variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índices	Unidad de medida	Escala	Instrumento	Herramienta	Ítems
		El agregado grueso, es un material proveniente de la desintegración natural o artificial, retenida en el tamiz 4,75 mm (Nº 4) y que cumple con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 ó ASTM C 33.	Tamaño máximo nominal del agregado	Tamaño del agregado	mm	Cuantitativa continua		NTP339.034	
V.I Agregados |	Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones estpan comprendidas	Se define como agregado fino, al material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual	Tipo de Agregado	Tipo del agregado	global	Cuantitativa continua		Fuentes documentales	

	entre los límites fijados en la NTP.400.011								
V.D Módulo de elasticidad y rotura	El módulo de rotura (resistencia a la flexión del concreto). Es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es la una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada	Es la relación que existe entre el esfuerzo y la deformación unitaria axial al estar sometido al concreto a esfuerzos de compresión dentro del comportamiento elástico, es la pendiente de la línea definida por dos puntos de la curva esfuerzo deformación unitaria, dentro de la zona elástica.	Resistencia a la compresión	Compresión	kg/cm²	Cuantitativa continua		ASTM C39	
				plasticidad	kg/cm²		Normas nacionales e internacionales/ investigaciones		Indicado en los formatos
			Módulo de elasticidad	Rigidez	kg/cm²	Cuantitativa continua		NTP 334.057	
			Resistencia a la flexión	Flexión	kg/cm²	Cuantitativa continua	Formato de laboratorio	Norma E 060 fichas técnicas	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es un estudio documental, bibliográfica y descriptica. Es documental/bibliográfica porque se apoya en un marco teórico-técnico a partir de artículos científicos, investigaciones que involucran las variables en estudio, especificaciones técnicas, entre otros; basados en distintas normas utilizadas por los especialistas e investigadores acerca del comportamiento del hormigón con aditivos y/o adiciones en el estado fresco y/o endurecido, obteniendo información relevante y fidedigna. En el estudio efectuado por Chavarry et al. (2020), Se obtuvieron los módulos de elasticidad y módulo de rotura para indicar la influencia que existe en el pavimento rígido. El método empleado fue el deductivo, orientación aplicada, enfoque cuantitativo y como instrumento de recolección de datos retro lectivo, de tipo de investigación descriptivo, correlacional y explicativo. Utilizaron un diseño experimental, longitudinal, prospectivo y es una investigación causal dado que estudia la relación entre la variable independiente Modulo de Rotura y Modulo de elasticidad (causa) y variable la variable dependiente la resistencia a la compresión (efecto). Su objetivo es conocer el efecto positivo o negativo que puede producir un cambio inesperado entre las variables.

4.1 Método de investigación

El tipo de enfoque es cuantitativo ya que se obtiene datos de los ensayos, mezclas y demás se prácticas se han realizado en el laboratorio de ensayo de materiales en la Universidad Privada del Norte, se recolectó datos para probar la hipótesis planteada en la investigación. Ispilco y López, (2017).

El método de investigación es cuantitativo porque utiliza magnitudes numéricas para determinar módulos que pueden ser tratados mediante el campo de la estadística. Se han requerido elementos, población y muestra, cuya naturaleza es representable por algún modelo numérico sea lineal, exponencial o similar, es decir, sea posible definirlos, limitarlos y saber exactamente dónde se inicia el problema, en qué dirección va y qué tipo de relación existe entre sus elementos. Robles y Sánchez, (2015).

Para el análisis de datos del proyecto de investigación en la primera etapa se realizó la recopilación de muestras de agregados de la cantera Tallan para luego llevarlos

al laboratorio donde se procederá a analizar la características de los agregados, en la segunda etapa se realizara los diseños de mezclas en fresco y en la tercera etapa el diseño de mezcla endurecido determinando mediante ensayos de vigas de concreto para la resistencia a la flexión requerida para luego proceder a anotar dichos resultados en formatos de acuerdo los procedimientos técnicos y normatividad establecida. En la cuarta etapa se procederá a interpretar los datos de laboratorio obtenidos para luego se realizará el análisis y una discusión de los resultados obtenidos. Escudero (2019).

4.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada con un nivel experimental prospectivo. También es correlacional – explicativa, porque al provocar una situación representativa se incluye la manipulación de variables de forma longitudinal en condiciones controladas, con el fin de describir las correlaciones entre variables y el porqué del acontecimiento en particular. Robles y Sánchez (2015).

El tipo de investigación del proyecto es aplicada, porque se logrará confrontar las teorías relacionadas al comportamiento de las fibras de acero a flexión aplicándose en la realidad y buscando así una solución inmediata a dichas teorías. Escudero (2019).

4.3 Nivel de investigación

Los ensayos, mezclas y demás prácticas se han realizado en el laboratorio de ensayo de materiales en la Universidad Privada del Norte, El diseño de investigación será de tipo experimental. Ispilco y López (2017).

El tipo de investigación es aplicada con un nivel experimental prospectivo. También es correlacional – explicativa, porque al provocar una situación representativa se incluye la manipulación de variables de forma longitudinal en condiciones controladas, con el fin de describir las correlaciones entre variables y el porqué del acontecimiento en particular. Robles y Sánchez (2015).

El nivel de investigación es descriptivo, porque se logrará caracterizar, describir, analizar e interpretar sistemáticamente el estudio relacionado al comportamiento de las fibras de acero trefilados sobre la resistencia a flexión. Escudero (2019).

4.4 Diseño de investigación

El diseño de investigación fue de tipo experimental, ya que se obtuvo probetas para luego ensayarlas sometidos a cargas por flexión y cargar por compresión. Ispilco y López (2017).

El diseño de investigación es nivel experimental prospectivo. También es correlacional – explicativa, porque al provocar una situación representativa se incluye la manipulación de variables de forma longitudinal en condiciones controladas, con el fin de describir las correlaciones entre variables y el porqué del acontecimiento en particular. Robles y Sánchez (2015).

El tipo de diseño de investigación es experimental porque se realizó mediante ensayos de laboratorio elaborando vigas de concreto con y sin la adición de fibras de acero trefilados. Escudero (2019).

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población

Se tomó referencias tesis nacionales.

La población lo constituyen las 108 probetas de concreto. Ispilco y López (2017).

La población es el conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones; es el conjunto sobre el que estamos interesados en obtener conclusiones. En la evaluación de pavimentos rígidos del centro poblado de San Cristóbal de Chupán, se identificaron 02 (dos) poblaciones a razón de tener 02 (dos) variables por relacionar mutuamente. La primera población está conformada por el grupo de probetas cilíndricas de concreto y la segunda, por el grupo de vigas de concreto. Robles y Sánchez (2015)

Para investigación la población será el concreto f'c=280 kg/cm² al adicionar 0.5%,0.8%, 1.1%,1.4%,1.7% y 2% de fibras de acero trefilados para pavimentos rígidos en Huaraz - 2017. Escudero (2019).

.

4.5.2 Muestra

La muestra seleccionada fue por conveniencia donde se elaboraron 108 probetas de concreto, y resistencia de 265 y 304 kg/cm2 como se detalla en la tabla 2 y 3. Ispilco y López (2017).

Tabla 2: Cantidad de especímenes de concreto- Cantera Río Maschón.

	Resistencia del concreto	Probetas (7d)	Cilindros (28 días)	Vigas (28 días)
42 k/cm²	265 kg/cm²	3	12	12
45kg/cm²	304 kg/cm²	3	12	12

Fuente: Ispilco y López (2017)

Tabla 3: Cantidad de especímenes de concreto- Cantera Río Chonta.

Módulo de rotura	Resistencia del concreto	Probetas (7d)	Cilindros (28 días)	Vigas (28 días)
42 kg/cm²	265 kg/cm²	3	12	12
45 kg/cm²	304 kg/cm²	3	12	12

Fuente: Ispilco y López (2017)

La muestra es un subconjunto de casos o individuos de una población estadística. Las muestras se obtienen con la intención de inferir propiedades de la totalidad de la población, para lo cual deben ser representativas de la misma. Cada uno de los grupos estuvo compuesto por 64 muestras estadísticas (32 a 7 días y 32 a 28 días de edad respectivamente). El muestreo de 64 probetas cilíndricas y 64 vigas de concreto significó el total de la población. Todos los especímenes se utilizaron en la evaluación. Robles y Sánchez (2015)

Para el presente proyecto de investigación la muestra estará conformada por vigas de concreto de 15 x 15 x 65 cm para una resistencia f'c= 280 kg/cm² como se ve en la Tabla 4, donde se realizará 3 vigas en total sin la adición de fibras de acero trefilados y 18 vigas en total con la adición de fibras de

acero trefilados en porcentajes de 0.5%,0.8%, 1.1%,1.4%,1.7% y 2% para las edades de 28 días. Escudero (2019)

Tabla 4: Tipo de probeta y dosificacion

Ensayo	Adición	Tipo de probeta	Dosificación (kg/m^3)	Cantidad	Días de ensayo
Flexión	Sin adicionar	Prismática	----------	3	28 días
	0.5% de SIKAFIBER CHO60/80	Prismática	20	3	28 días
	0.8% de SIKAFIBER CHO60/80	Prismática	20	3	28 días
	1.1% de SIKAFIBER CHO60/80	Prismática	20	3	28 días
	1.4% de SIKAFIBER CHO60/80	Prismática	20	3	28 días
	1.7% de SIKAFIBER CHO60/80	Prismática	20	3	28 días
	2% de SIKAFIBER 60/80	Prismática	20	3	28 días

Fuente: Rodríguez Méndez (2019)

Ensayos para así llevar el curado de los diferentes días que se necesite. Según la norma E060 “la selección de las proporciones de los materiales que intervienen en la mezcla deberá permitir que el concreto alcance la resistencia en compresión”. Para determinar la resistencia del concreto se hace uso del promedio de dos probetas cilíndricas preparadas para una sola muestra de concreto y ensayadas a los 28 días. Rodríguez (2019)

La muestra para los artículos y tesis utilizados fueron en probetas cilíndricas y prismáticas, para nuestros específicos se utilizaron probetas cilíndricas

para ensayarlas y obtener la resistencia a la compresión de igual manera para el módulo de elasticidad y para el módulo de rotura se usaron probetas prismáticas.

4.5.3 Unidad de análisis

Los ensayos, mezclas y demás prácticas se han realizado en el laboratorio de ensayo de materiales en la Universidad Privada del Norte. Los agregados que han sido utilizados para el siguiente proyecto son de la Cantera del Río Chonta (Planta chancadora - Roca Fuerte) y la Cantera del Río Mashcón (Cantera Bazán Contratistas Generales SRL). Ispilco y López (2017)

La muestra es un subconjunto de casos o individuos de una población estadística. Las muestras se obtienen con la intención de inferir propiedades de la totalidad de la población, para lo cual deben ser representativas de la misma.

Cada uno de los grupos estuvo compuesto por 64 muestras estadísticas (32 a 7 días y 32 a 28 días de edad respectivamente). El muestreo de 64 probetas cilíndricas y 64 vigas de concreto significó el total de la población. Todos los especímenes se utilizaron en la evaluación. Robles y Sánchez (2015)

Para el análisis de datos del proyecto de investigación en la primera etapa se realizara la recopilación de muestras de agregados de la cantera Tacllàn para luego llevarlos al laboratorio donde se procederá a analizar la características de los agregados, en la segunda etapa se realizara los diseños de mezclas en fresco y en la tercera etapa el diseño de mezcla endurecido determinando mediante ensayos de vigas de concreto para la resistencia a la flexión requerida para luego proceder a anotar dichos resultados en formatos de acuerdo los procedimientos técnicos y normatividad establecida. En la cuarta etapa se procederá a interpretar los datos de laboratorio obtenidos para luego se realizará el análisis y una discusión de los resultados obtenidos. Escudero (2019)

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para tener la información de resultados, muestras y ensayos se recopiló el uso de normas, artículos científicos, tesis relacionadas con el tema y libros, toda la información fue sacada por repositorios de universidades y páginas de investigación científica, ya que por la situación actual no se puede tener resultados experimentales y solo se recopiló información con datos ensayados.

4.7 Descripción de procedimiento y análisis

Para conocer los datos de las muestras, ensayos para obtener la resistencia a la compresión y flexión, datos para obtener el módulo de rotura y módulo de elasticidad, se hizo recopilaciones de tesis pasadas con los datos ya ensayados, de esa manera se tendrá resultados que se requiere.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Resultado de la investigación

Los agregados representan una importante influencia en propiedades mecánicas como el módulo de elasticidad y módulo de rotura, cada resultado obtenido influye de acuerdo al tamaño máximo nominal del agregado y el tipo de agregado de cada investigación, para estos resultados presentamos diferentes ensayos con respecto a diferentes tipos de mezclas y grupos que indicaran parámetros según el tipo y el tamaño del agregado.

Objetivo 1: Determinar el tamaño máximo nominal del agregado para obtener la influencia en la resistencia a la compresión del pavimento rígido.

Mosa et al. (2017)

- Se tomaron 5 diferentes tipos de tamaño máximo nominal del agregado, de procedencia de río, los cuales son: 9.5mm, 12.5mm, 19mm, 25mm y 37.5m, como se ve en la Tabla 5,6 y 7.

- Mezcla: Se tomaron 3 grupos diferentes de 3 diferentes proporciones de 1:1.5:3, 1:2:4 y 1:3:6 (cemento, arena y grava), el cemento con 3400 cm^2/gm fineza y con una gravedad específica de 3.12, para la arena su obtuvo 2.68 gravedad específica, 2.6 módulo de finesa, 0.5 % contenido de humedad y para la grava 2.67 gravedad específica, 0.25% contenido de humedad.

- Método de ensayo: Para ensayar los grupos se utilizó la máquina de prueba de compresión universal 45 especímenes de (150x150x150 mm) en dimensiones se moldearon y probaron después de 28 días de curado con agua.

- Resultado de ensayo experimental:

En la figura 2,3 y 4 se identifica en la gráfica que el menor tamaño máximo del agregado tiene una tendencia de bajada, ya que al ser 9.5 el menor tamaño máximo del agregado, se obtiene una resistencia a la compresión mayor ya que se trabaja con un slump igual para todos los grupos y diseño, de igual manera al ser menor el tamaño en el mismo diseño entra mayor cemento y esta mayor adición hace que tenga una mayor resistencia a la compresión.

Tabla 5: Primer grupo de ensayo con la proporción de 1:1.5:3.

TMNA (mm)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
TMNA (mm)	GRUPO 1
9.5	329
12.5	314
19	288
25	271
37.5	263

Fuente: Elaboración propia.

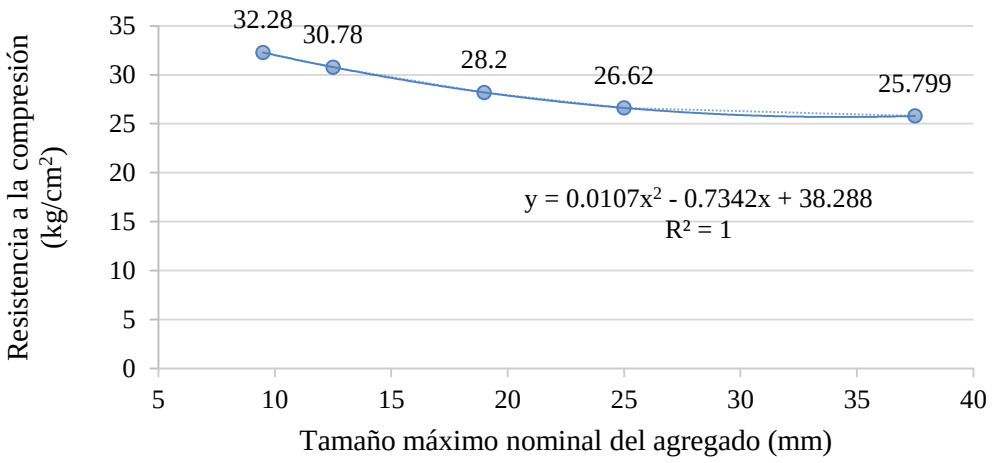


Figura 2: Variación de la resistencia del hormigón con MAS para mezcla 1: 1. 5:3

Fuente: Mosa y Aldoski (2017).

Tabla 6: Segundo grupo de ensayo con la proporción de 1:2:4

TMNA (mm)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
TMNA (mm)	GRUPO 2
9.5	296
12.5	283
19	263
25	250
37.5	231

Fuente: Elaboración propia.

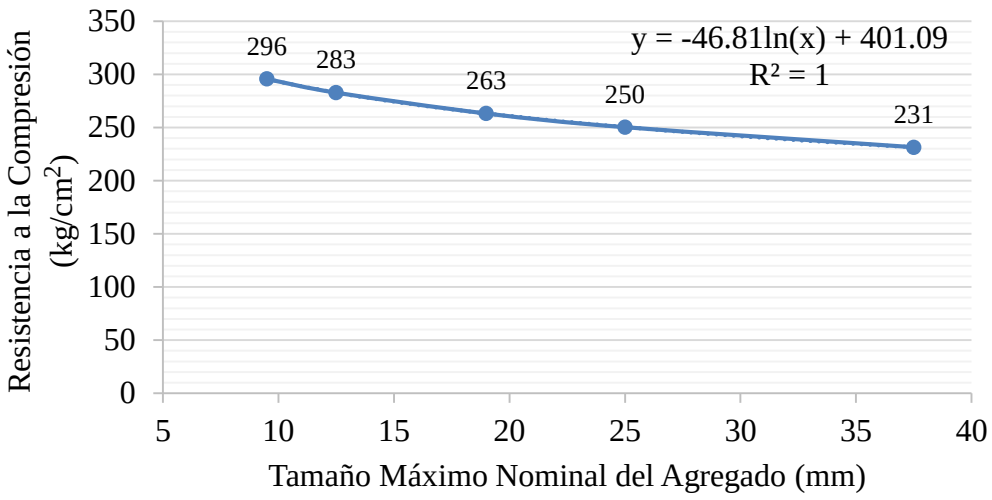


Figura 3: Variación de la resistencia del hormigón con MAS para mezcla 1: 2: 4

Fuente: Mosa y Aldoski (2017).

Tabla 7: Tercer grupo de ensayo con la proporción de 1:3:6

TMNA (mm)	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)
9.5	239
12.5	220
19	192
25	185
37.5	223

Fuente: Elaboración propia.

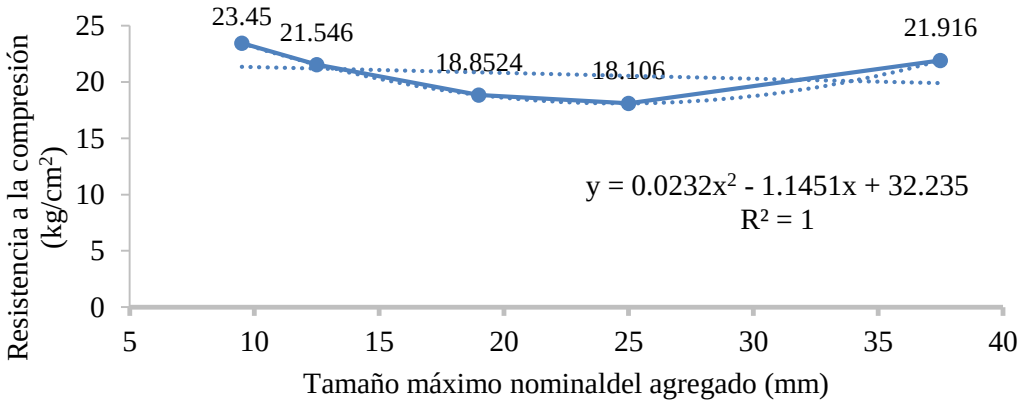


Figura 4: Variación de la resistencia del hormigón con MAS para mezcla 1: 3: 6

Fuente: Mosa y Aldoski, (2017).

Ekwuldo y Eme (2017).

- Se tomaron 3 diferentes tipos de tamaño máximo nominales: 9.5mm agregado grueso de río, 12.7mm agregado granito y 19.1mm agregado granito. Tabla 8 y 9.

- Los agregados se mezclaron de acuerdo con el Procedimiento de agregados tratados con cemento. La mezcla de los agregados resultó en una muestra de hormigón que comprendía un 50% de agregados de 9,5 mm,30% de áridos de 12,7 mm y 20% de áridos de 19,1 mm.

- El agregado grueso, el agregado fino y el cemento se mezclaron a fondo con el concreto eléctrico. Mezclador, después de lo cual se añadió el agua requerida estimada en una relación agua-cemento de 0,6.

- Ensayo: Los cubos se sacaron del tanque de curado, se pesaron y probaron a los 14 y 28 días con el Universal Maquina de pruebas. El valor de la carga a la que falló el cubo de prueba se registró y se usó para calcular la Resistencia a la compresión en cada edad de curado.

- Resultados del ensayo experimental:

Tabla 8: Tabla de la resistencia a la compresión a los 14 días con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado.

Tamaño máximo nominal de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
9.5	159
12.7	186
19.1	197

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se puede identificar que el tamaño máximo nominal del agregado influye en la obtención de la resistencia a la compresión, para un tamaño 9.5 mm se obtiene 159 kg/cm² y una mayor de 19.1 mm se obtiene 197 kg/cm².

Para cada ensayo respecto a su tamaño máximo nominal se tomaron porcentajes de volumen, para 9.5mm 50% agregado, 30% de 12.7mm y 19.1mm 20 % de árido.

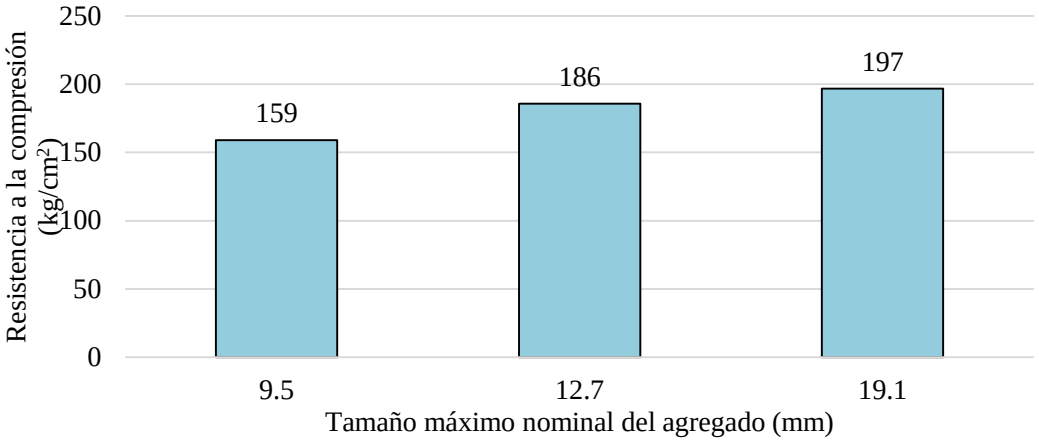


Figura 5: Resultado de la resistencia a la compresión 14 días 9.5mm, 12.7mm y 19.1mm.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Tabla de la resistencia a la compresión a los 28 días con respecto a cada tamaño máximo nominal.

Tamaño máximo nominal de agregado (mm)	Resistencia a la compresión (kg/cm²) 28 días
9.5	186
12.7	204
19.1	213

Fuente: Elaboración propia.

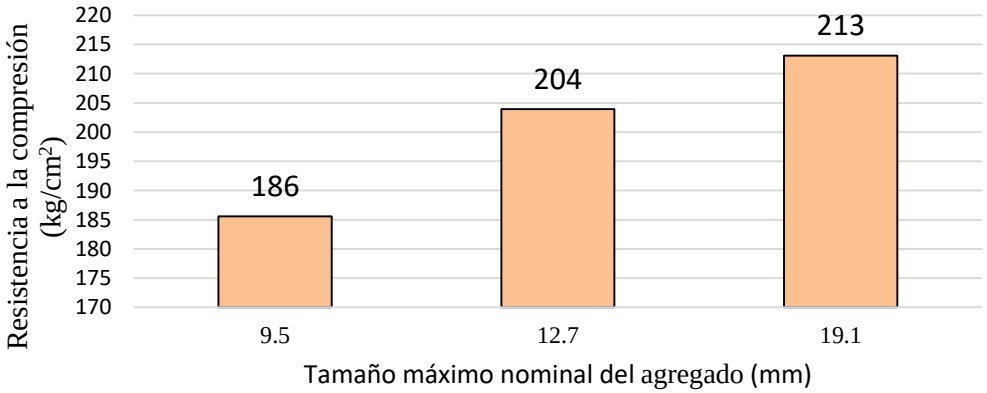


Figura 6: Resultado de la resistencia a la compresión 28 días tmn 9.5mm, 12.7mm y 19.1mm

Fuente: Elaboración propia.

Mohammed y Al-Mashhadi (2020).

- El tamaño máximo nominal del agregado: Se utilizaron 6 diferentes tipos de tamaño máximo nominal: (9.5, 12.5, 19, 25, 37.5 Y 50) mm. Estos datos se encuentran en el anexo 6 y Tabla 10.

- módulo de finura de la arena (F.M) (2.8). El rango de asentamiento fue (75 - 100) mm y el peso del cemento fue (250, 300, 350, 400, 450 y 500) kg / m3.

- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 10:Tabla de la resistencia a la compresión a los 28 días con respecto a cada grupo.

Tamaño máximo nominal del agregado	Grupos	Resistencia a la compresión (Kg/cm²)
25mm	A1	196
37.5 mm	A2	204
50mm	A3	262
9.5mm	B1	194
19 mm	B2	224
37.5 mm	B3	293
50mm	B4	340
9.5mm	C1	256
12.5 mm	C2	267
25mm	C3	321
50mm	C4	414
9.5mm	D1	292
19 mm	D2	406
37.5 mm	D3	444
50mm	D4	475
9.5mm	E1	369
12.5 mm	E2	402
25mm	E3	466
37.5 mm	E4	513
9.5mm	F1	436
12.5 mm	F2	448
19 mm	F3	482

Fuente: Elaboración propia.

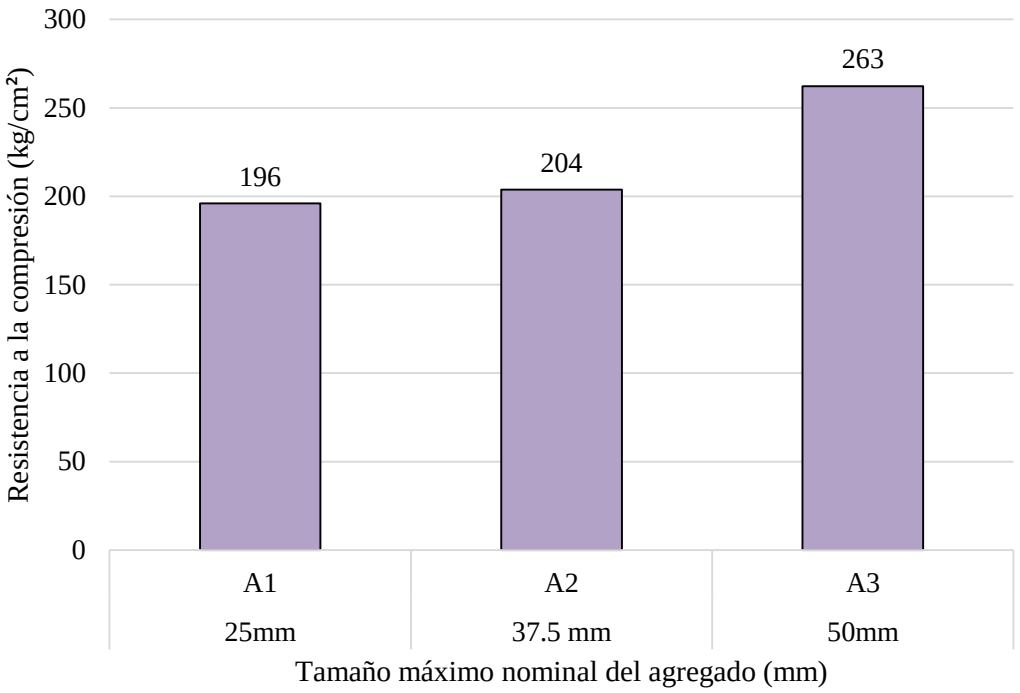


Figura 7: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo A.

Fuente: Elaboración propia.

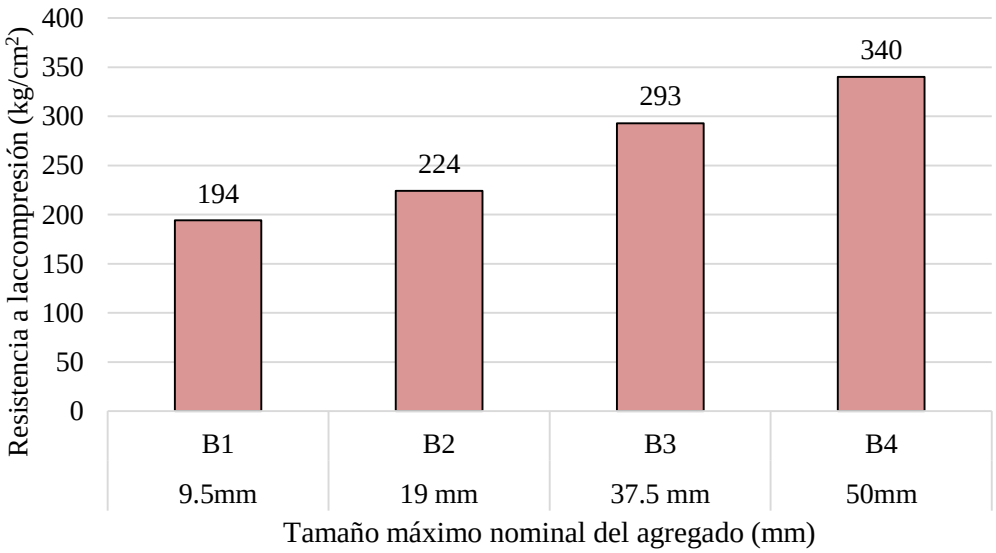


Figura 8: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo B.

Fuente: Elaboración propia.

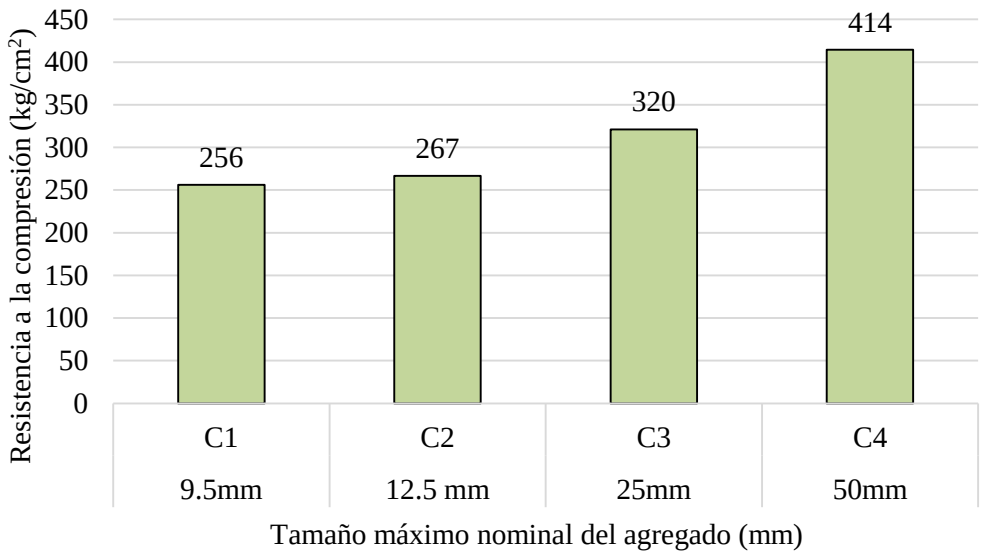


Figura 9: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo C.

Fuente: Elaboración propia.

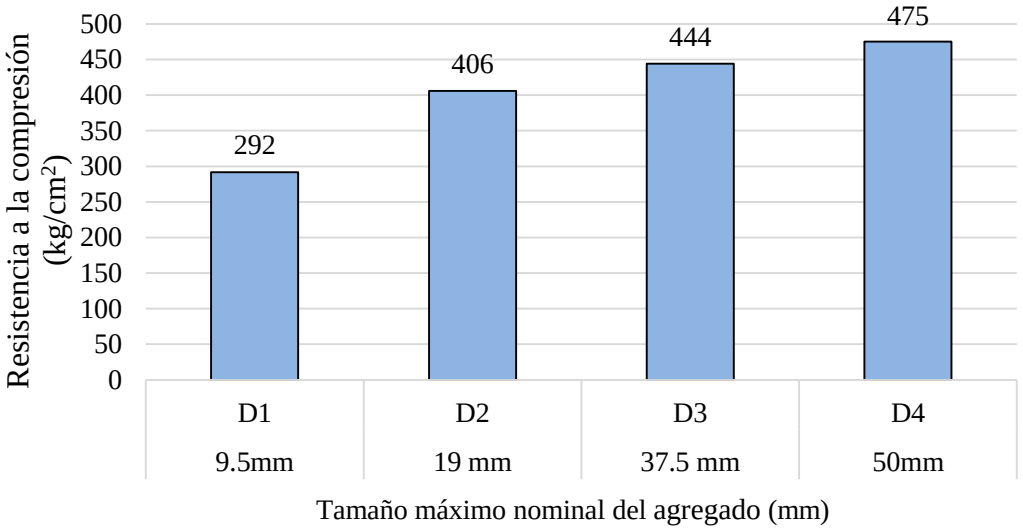


Figura 10: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo D.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 observamos que el TMN del agregado de 50 mm tiene una mayor influencia en la resistencia a la compresión, respecto a los otros tamaños observados en las barras.

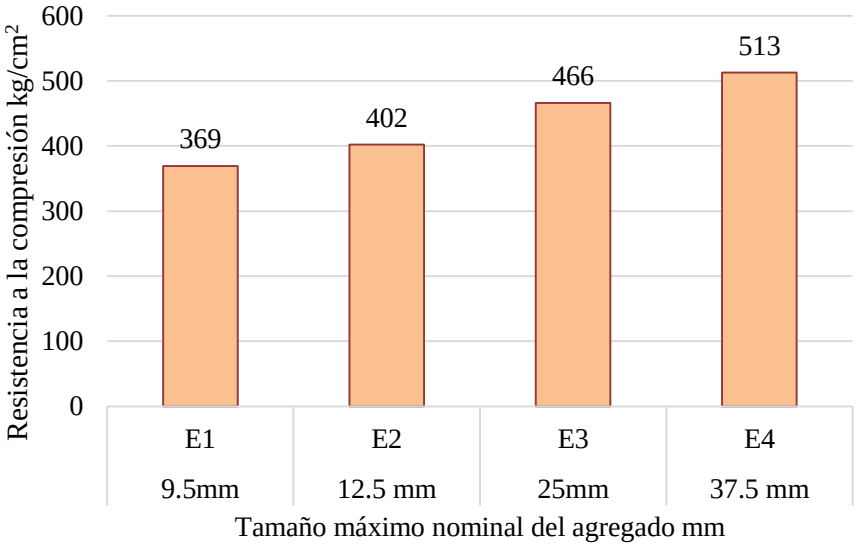


Figura 11: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo E.

Fuente: Elaboración propia.

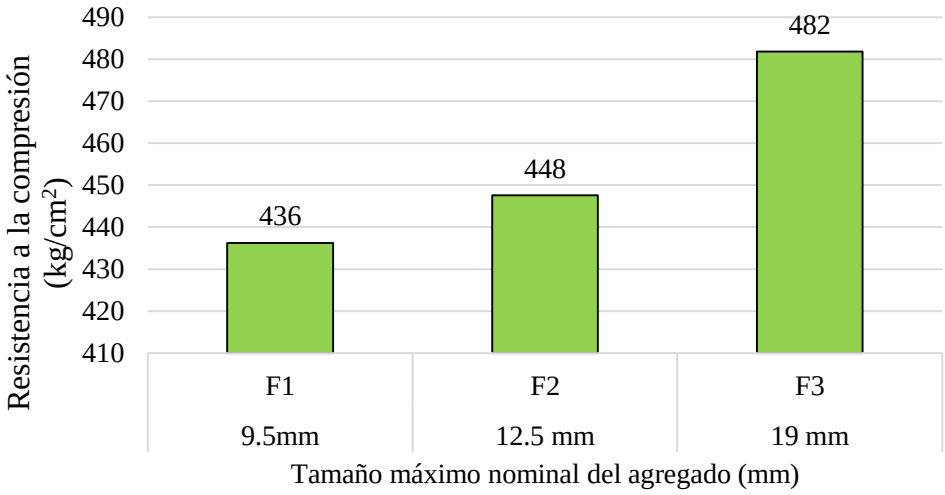


Figura 12: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado grupo F.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 se puede interpretar que el grupo f el tamaño máximo nominal del agregado que más influye es de 19 mm ya que posee un mayor parámetro de resistencia a la compresión.

Patricia et al. (2020)

- Tamaño máximo nominal del agregado: Se tomaron 3 diferentes tamaños máximo-nominales del agregado grueso: 10mm, 20mm y 30mm Tabla 11 y 12.

- Resultados de las pruebas de materias primas: contenido de agua del agregado grueso: 1.71%, absorción 0.90%, contenido de agua el agregado fino 0.786%.

- Ensayos: El número de probetas utilizadas en este estudio fue de 30 probetas con variaciones en los tamaños máximos de 10 mm, 20 mm y 30 mm. Mantenimiento de las muestras de hormigón utilizando el método de curado ambiental, el hormigón se vertió en un molde y se dejó reposar durante 24 horas a temperatura ambiente. Figura 13 y 14.

- Resultados del ensayo experimental.

Tabla 11: Ensayo a la compresión con respecto al tamaño máximo nominal del agregado 14 días**.**

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Resistencia a la compresión (kg/cm²) - 14 días
10	100
20	91
30	90

Fuente: Elaboración propia.

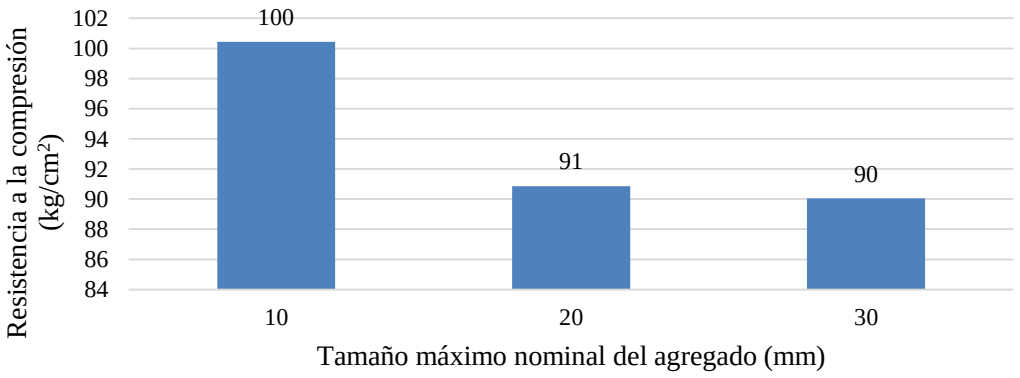


Figura 13: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado (10,20 y 30) mm-14 días.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Ensayo a la compresión con respecto al tamaño máximo nominal del agregado 21 días.

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Resistencia a la compresión (kg/cm²) 21 días
10	113
20	110
30	103

Fuente: Elaboración propia.

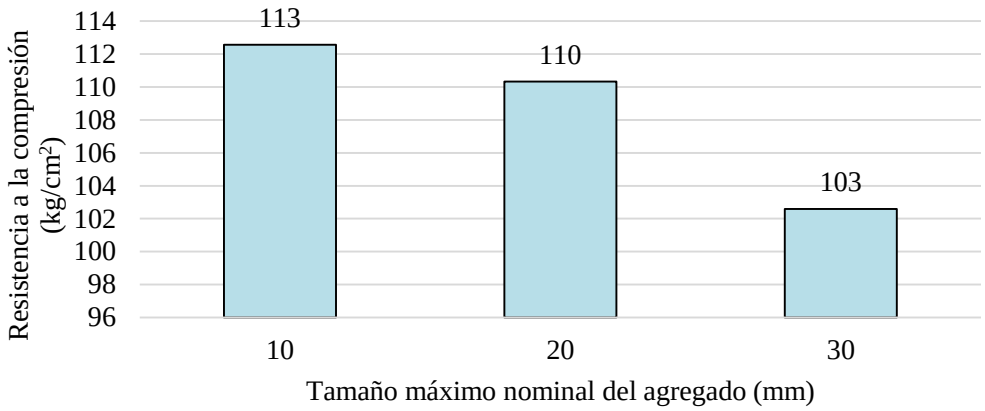


Figura 14: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado (10,20 y 30) mm- 21días.

Fuente: Elaboración propia.

Objetivo 2: Determinar los tipos de agregados para obtener la influencia en el módulo de elasticidad en el pavimento rígido

Ditmer y Beushausen (2014).

- Tipo de agregado: Este artículo examina la influencia de 2 tipos de agregados sudafricanos comunes en la Resistencia a la compresión (Granito y Andesita). Tabla 13, 14 y 15.

- Resistencia a la compresión a los 28 días: para el agregado Andesita: 1169.92041 kg/cm² y Granito: 1196.43303 kg/cm², Las pruebas de resistencia a la compresión se realizaron a 1, 3, 7 y 28 días después del lanzamiento

inicial. Las pruebas se realizaron ende acuerdo con el Método SABS 861-2: 1994.Figura 15.

- Módulo de elasticidad: Las pruebas de módulo elástico se realizaron a los 14 y 28 días después casting inicial. Las pruebas se realizaron utilizando un método que fue desarrollado y adaptado para hacer uso de un Z100 Zwick / Roel Testing Máquina. Se adjuntaron cuatro pares de blancos de latón al80 probetas cilíndricas de 150 mm utilizando epoxi para que la tensión las lecturas se pueden registrar utilizando el medidor de tensión.

- Resultados de ensayo experimental:

Tabla 13: Tipo de agregado ensayado para obtener el módulo de elasticidad. A los 28 días con resistencia a la compresión 306 kg/cm².

Tipo de agregado	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
Andesita	323964
Granito	242794

Fuente: Elaboración propia.

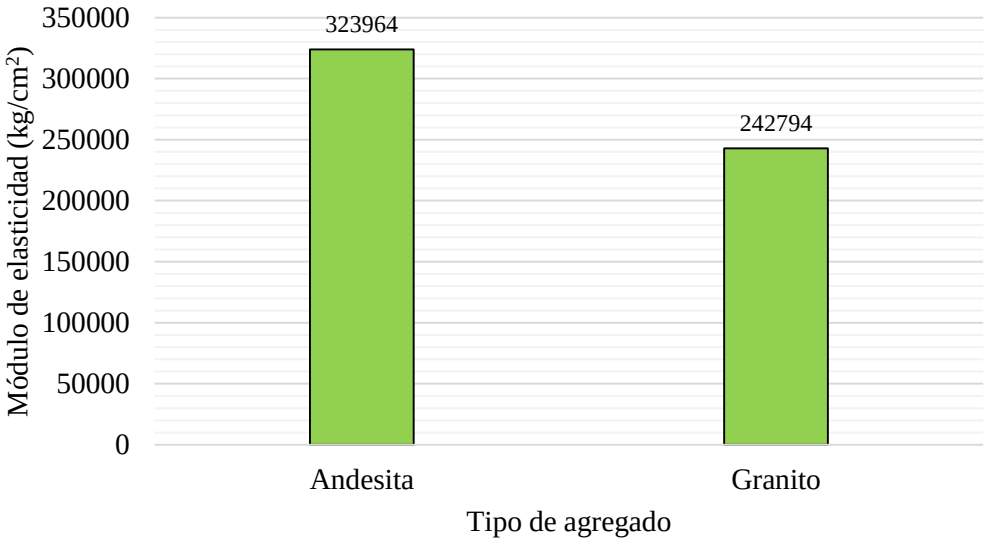


Figura 15: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los dos tipos de agregados con resistencia a la compresión 306 kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

Se interpreta en la imagen que el agregado Andesita tiene mayor módulo de elasticidad ya que tiene mayor rigidez que el granito, para este ensayo se tuvo como resistencia de diseño 306 kg/cm².

Tabla 14: Tipo de agregado ensayado para obtener el módulo de elasticidad. A los 28 días con resistencia a la compresión 612 kg/cm²

Tipo de agregado	612 kg/cm² Módulo de elasticidad
Andesita	456935
Granito	275629

Fuente: Elaboración propia.

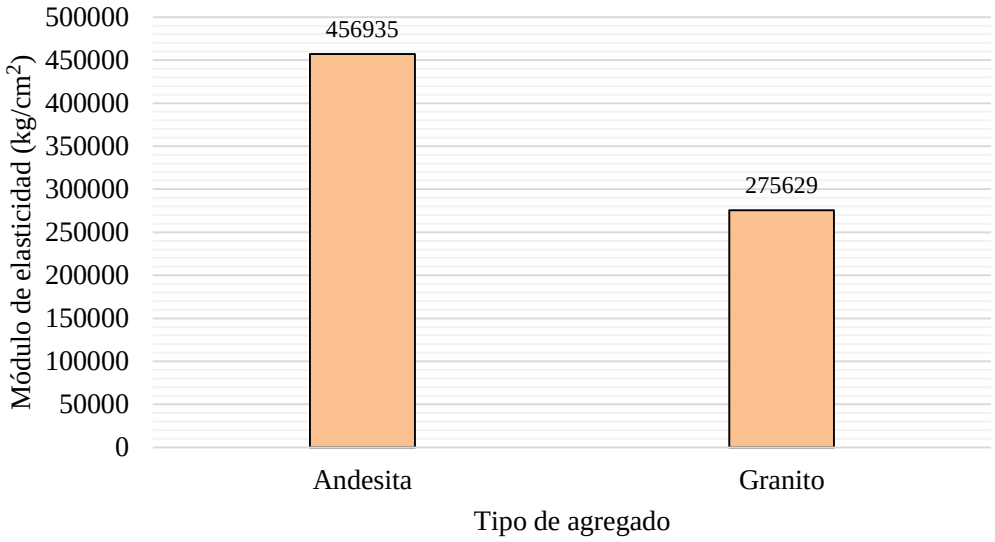


Figura 16: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los dos tipos de agregados con resistencia a la compresión 612kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: Tipo de agregado ensayado para obtener el módulo de elasticidad a los 28 días con resistencia a la compresión 918 kg/cm²

Tipo de agregado	918 kg/cm² Módulo de elasticidad (kg/cm²)
Andesita	555745
Granito	365772

Fuente: Elaboración propia.

Para este grupo de ensayo se tuvo una resistencia de diseño de 918 kg/cm², con un mayor parámetro el agregado natural Andesita con 555745 kg/cm², de igual manera se obtuvo este alto parámetro debido que la andesita tiene mayor rigidez que el granito.

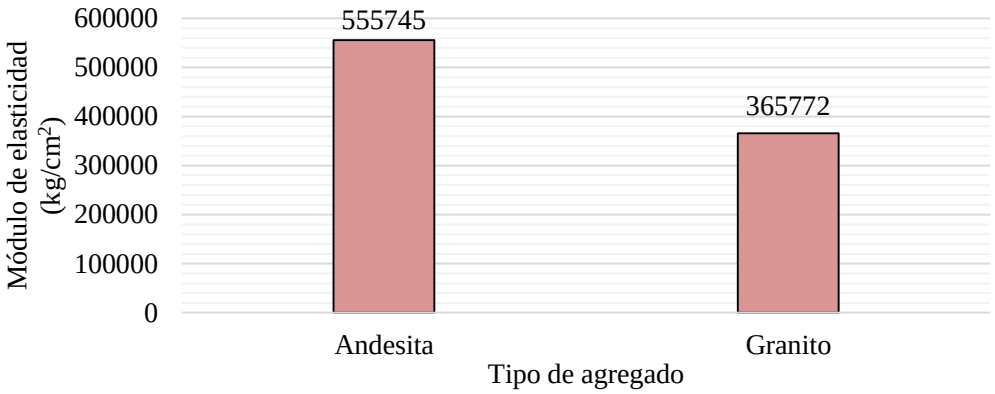


Figura 17: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los dos tipos de agregados con resistencia a la compresión 918 kg/cm²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Tipo de agregado ensayado para obtener el módulo de elasticidad a los 28 días con resistencia a la compresión 1224 kg/cm²

Tipo de agregado	1224 kg/cm² Módulo de elasticidad (kg/cm²)
Andesita	599287
Granito	477023

Fuente: Elaboración propia.

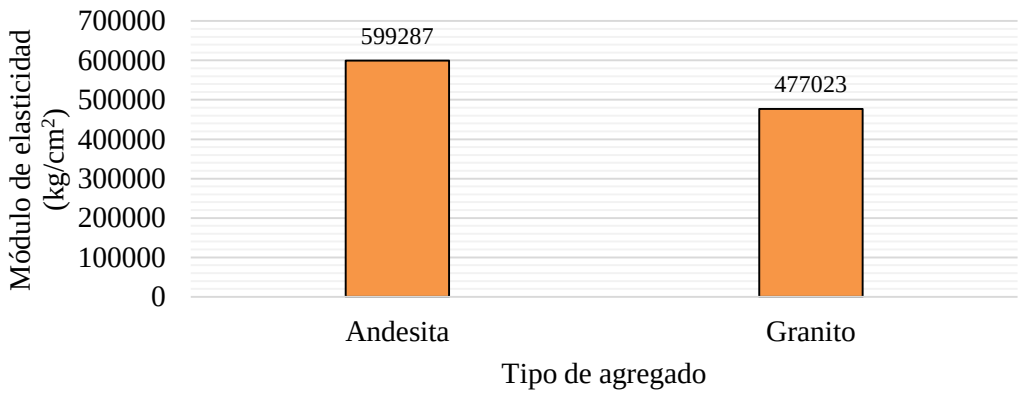


Figura 18: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los dos tipos de agregados con resistencia a la compresión 1224 kg/cm²

Fuente: Elaboración propia.

Infantes J y López J (2017).

- Tipo de Agregado: Los agregados utilizados en esta investigación, fueron de las canteras Mashcón y Chonta, grueso y fino. Tabla 17

- Máquina de ensayo: La máquina de ensayo será de capacidad conveniente suficiente y capaz de proveer una velocidad de carga. La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes, una delas cuales se asentará sobre la rótula, que le permita acomodarse a la superficie superior de la probeta y el otro sobre un sólido bloque en el que se asienta la misma.

- Este método proporciona una relación entre el esfuerzo y su deformación unitaria, y una relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal para el concreto endurecido a cualquier edad y condiciones de curado establecidas. El módulo de elasticidad, aplicables dentro de los rangos de esfuerzos de trabajo acostumbrados (0 a 40% de la resistencia última del concreto), son usados para el dimensionamiento de elementos reforzados o no reforzados, para establecer la cantidad de refuerzo y para calcular los esfuerzos para las deformaciones unitarias observadas. Pero para el presente trabajo por condiciones de estabilización de la probeta en la maquina el porcentaje tomado es de 5% a 45%.

- Resultados de ensayo experimental:

Tabla 17: Tipo de agregado con la resistencia de diseño 265 kg/cm²

Tipo de agregado	Resistencia de diseño (kg/cm²)
Agregados de cantera Mashcón y Chonta	265

Fuente: Elaboración propia.

Para este ensayo se obtuvo una resistencia de diseño de 265 kg/cm² como se ve en la figura 19 para muestras con agregados de cantera Mashcón y Chonta y se obtuvieron los módulo de elasticidad de dos maneras, por la norma E.060 Y ASTM-C469.

Tabla 18: Tipo de agregado de cantera y resultado del módulo de elasticidad E.060

Tipo de Agregado	Módulo de elasticidad (kg/cm²) E.060
Probeta 1	273593
Probeta 2	269659
Probeta 3	269304
Probeta 4	267260
Probeta 5	267160
Probeta 6	266195
Probeta 7	265300
Probeta 8	264835
Probeta 9	264030
Probeta 10	262603
Probeta 11	261473
Probeta 12	255754

Fuente: Elaboración propia.

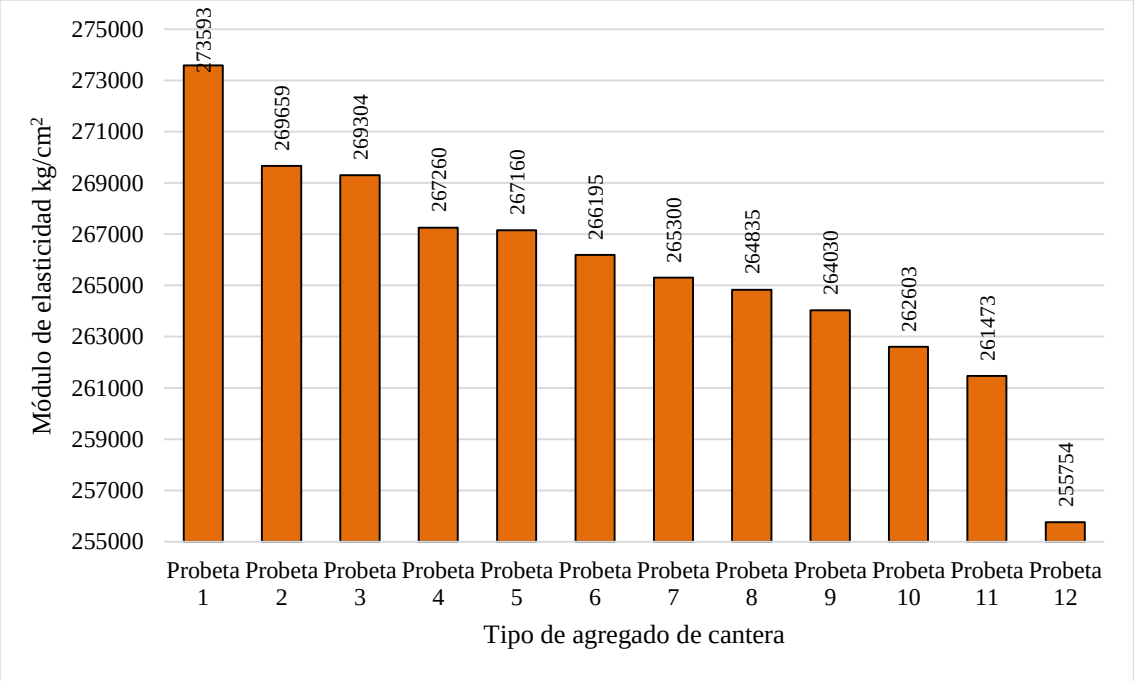


Figura 19: Resultado del módulo de elasticidad con respecto agregados de cantera –E.060.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Tipo de agregado de cantera y resultado del módulo de elasticidad ASTM-C469.

Tipo de agregado	Módulo de elasticidad (kg/cm²) ASTM C-469
Probeta 1	260020
Probeta 2	256713
Probeta 3	250957
Probeta 4	250594
Probeta 5	249263
Probeta 6	245337
Probeta 7	244953
Probeta 8	243975
Probeta 9	242076
Probeta 10	239938
Probeta 11	238809
Probeta 12	234151

Fuente: Elaboración propia.

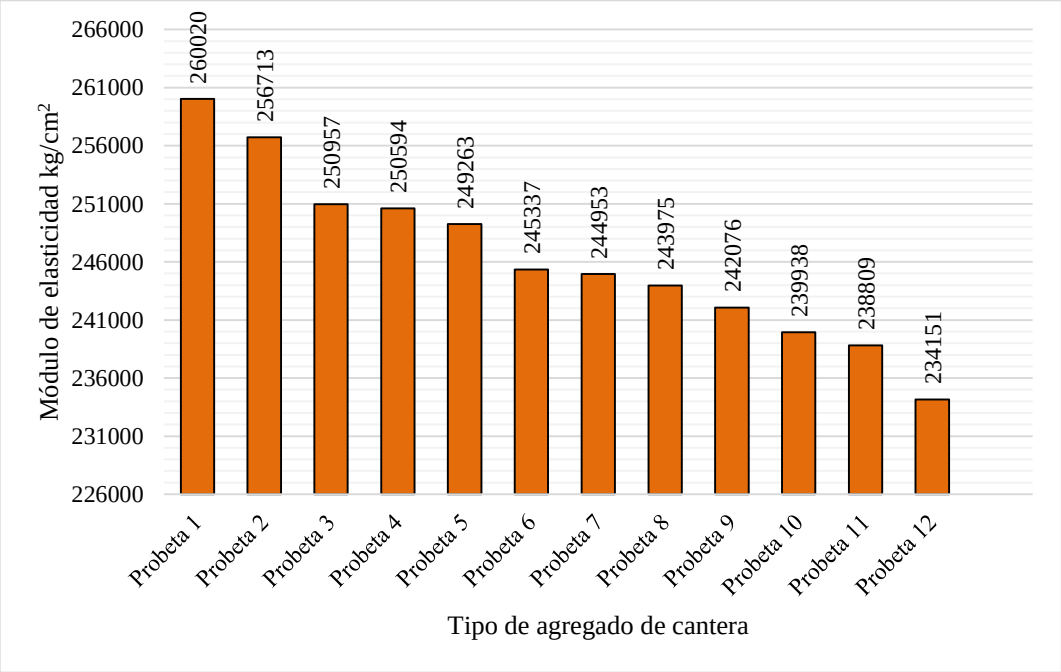


Figura 20: Resultado del módulo de elasticidad con respecto agregados de cantera –ASTM C-469

Fuente: Elaboración propia.

Ahimoghadam et al. (2020)

- Tipo de agregado: Se utilizaron dos tipos de agregado: Piedra Caliza y Cuarzita Tabla 19 y 20.

- Resistencia a la compresión: Las pruebas de resistencia a la compresión se realizaron en dos pasos. Primero, La prueba de resistencia a la compresión se llevó a cabo en cilindros de cada uno de las seis mezclas CC para evaluar su fuerza real y validar su resistencia diseñada (tamaño 100 × 200 mm).

- Módulo de elasticidad: os resultados del módulo de elasticidad obtenido para las mezclas CC diseñadas en este trabajo (muestras de 100 × 200 mm). Los resultados de ME variaron de 27,6 a 39,3 Gpa. Cuanto mayor sea el CC compresivo fuerza, mayor es la ME, como se esperaba.

- Resultado de ensayo experimental.

Tabla 19: Tipo de agregado con respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad (piedra caliza y grava de cuarcita)

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	CC Mezcla módulo de elasticidad (kg/cm²)
Piedra caliza	255	315092
	357	379334
	459	400749
Grava de cuarcita	255	281442
	357	351802
	459	355881

Fuente: Elaboración propia.

Para esta tabla se obtuvieron dos tipos de agregados naturales, Piedra caliza y grava de cuarcita, se ensayaron las muestras con estos dos tipos de agregados, obteniendo 3 diferentes resistencias a la compresión: 255 kg/cm², 357 kg/cm² y 459 kg/cm² y obteniendo el módulo de elasticidad respectivamente para cada resistencia a la compresión.

Tabla 20: Tipo de agregado con respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad -350kg/cm²

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	350kg/cm² RCA Módulo de elasticidad (kg/cm²)
piedra caliza	255	336506
	357	363019
	459	384433
grava de cuarcita	255	301836
	357	322230
	459	347723

Fuente: Elaboración propia.

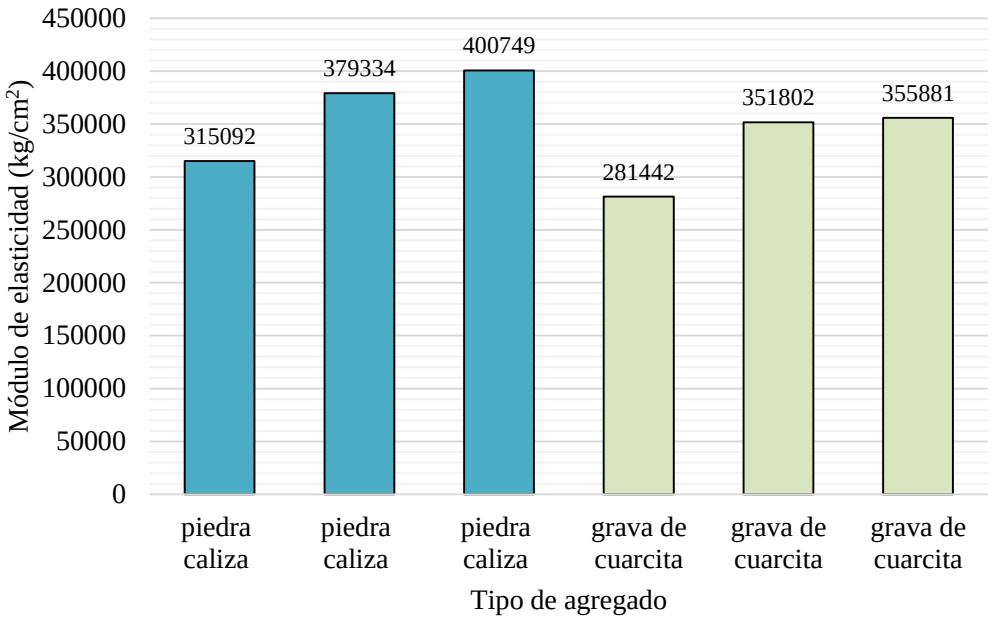


Figura 21: Resultado del módulo de elasticidad con respecto a los agregados piedra caliza y grava de cuarcita con la mezcla concreto convencional.

Fuente: Elaboración propia

Para esta figura 21 de barras se obtiene resultados del módulo de elasticidad teniendo como un alto parámetro el agregado natural de piedra caliza 400749 kg/cm² y para el agregado natural grava cuarcita se obtuvo un parámetro 355881 kg/cm².

El agregado natural que más influye es la piedra caliza ya que tiene mayor rigidez que la grava cuarcita.

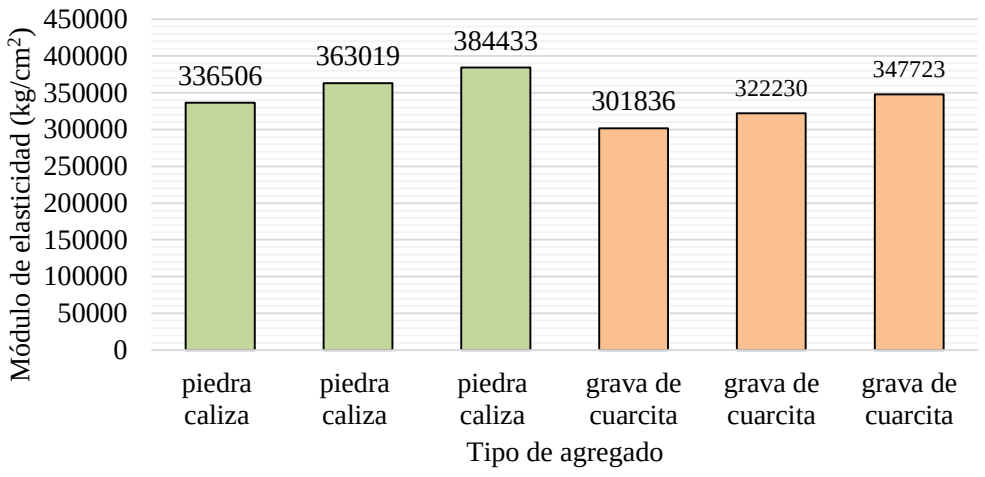


Figura 22: Resultado del módulo de elasticidad con respecto a los agregados.

Fuente: Elaboración propia.

Yehia et al.(2020).

- Tipo de agregado: Se tomaron 3 tipos de agregados para los ensayos: agregado natural (10mm y 20mm), agregado peso ligero y agregado reciclado. Tabla 21 y 22.

- Resistencia a la compresión: los resultados de resistencia a la compresión para diferentes mezclas de concreto en 7-, 28 y 90 días.

- Módulo de elasticidad: os resultados de las pruebas de módulo de elasticidad y resistencia a la flexión para todas las mezclas de hormigón habían aumentó de 28 días a 90 días.

- Resultado de ensayo experimental.

Tabla 21: Tipo de agregado con el módulo de elasticidad a los 28 días.

Tipo de agregados	Módulo de elasticidad (kg/cm²) 28 días
10mm agregado natural	311727
20mm agregado natural	292557
Agregado ligero 1	178246
Agregado reciclado1	211999
Agregado reciclado 2	258702

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Tipo de agregado con el módulo de elasticidad a los 90 días.

Tipo de agregados	Módulo de elasticidad (kg/cm²) 90 días
10mm agregado natural	352108
20mm agregado natural	323760
Agregado ligero 1	211591
Agregado reciclado1	207206
Agregado reciclado 2	288172

Fuente: Elaboración propia.

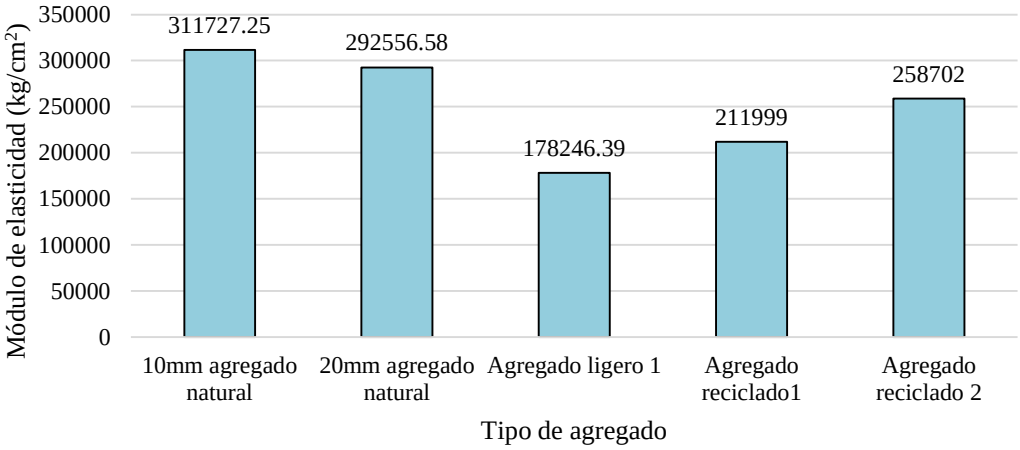


Figura 23: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al agregado natural, peso ligero y agregado reciclado – 28 días.

Fuente: Elaboración propia

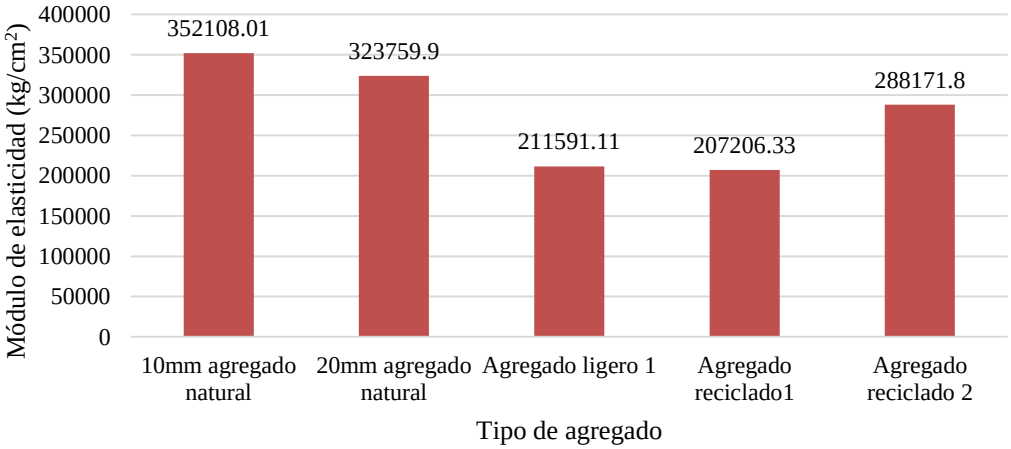


Figura 24: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al agregado natural, peso ligero y agregado reciclado – 90 días.

Fuente: Elaboración propia

Objetivo 3 Determinar el tipo de agregado para obtener la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido

Ispilco y López (2017)

- Resultado de ensayo experimental

Tabla 23**:** Tipo de agregado con la resistencia a la flexión Mr: 42kg/cm²

Módulo de Rotura de la cantera Rio Chonta MR=42 kg/cm²			
Agregado de cantera	MR de diseño kg/cm²	Carga última (kg)	Módulo de Rotura (kg/cm²)
M1	42	3334	44
M2	42	3316	43
M3	42	3243	43
M4	42	3152	42
M5	42	3201	42
M6	42	3315	43
M7	42	3330	44
M8	42	3169	42
M9	42	3160	42
M10	42	3273	43
M11	42	3177	42
M12	42	3397	44
Promedio			43

Fuente: Elaboración propia

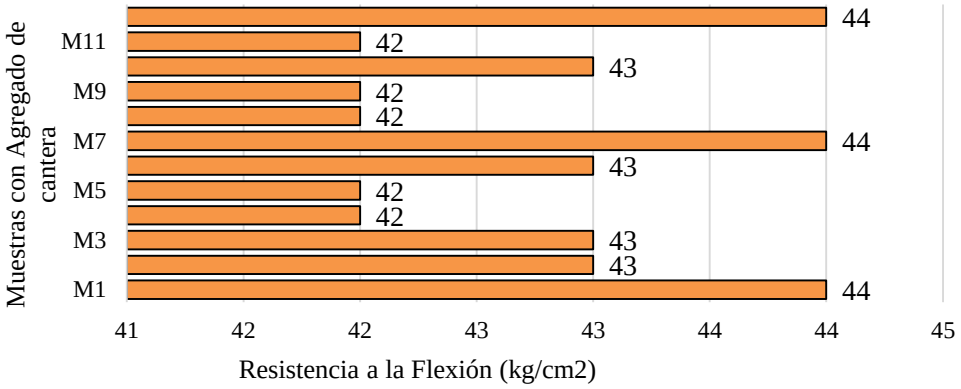


Figura 25: Resultado de la resistencia a la flexión respecto agregado Rio Chonta-Mr :42kg/cm².

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24**:** Tipo de agregado con la resistencia a la flexión Mr: 45kg/cm²

Módulo de Rotura de la cantera Rio Chonta MR=45 kg/cm²			
Agregado de cantera	MR de diseño kg/cm²	Carga última (kg)	Módulo de rotura (kg/cm²)
M1	45	3566	47
M2	45	3420	45
M3	45	3437	45
M4	45	3530	46
M5	45	3422	45
M6	45	3570	47
M7	45	3449	46
M8	45	3382	45
M9	45	3576	47
M10	45	3510	47
M11	45	3530	46
M12	45	3378	44
	PROMEDIO		46

Fuente: Elaboración propia

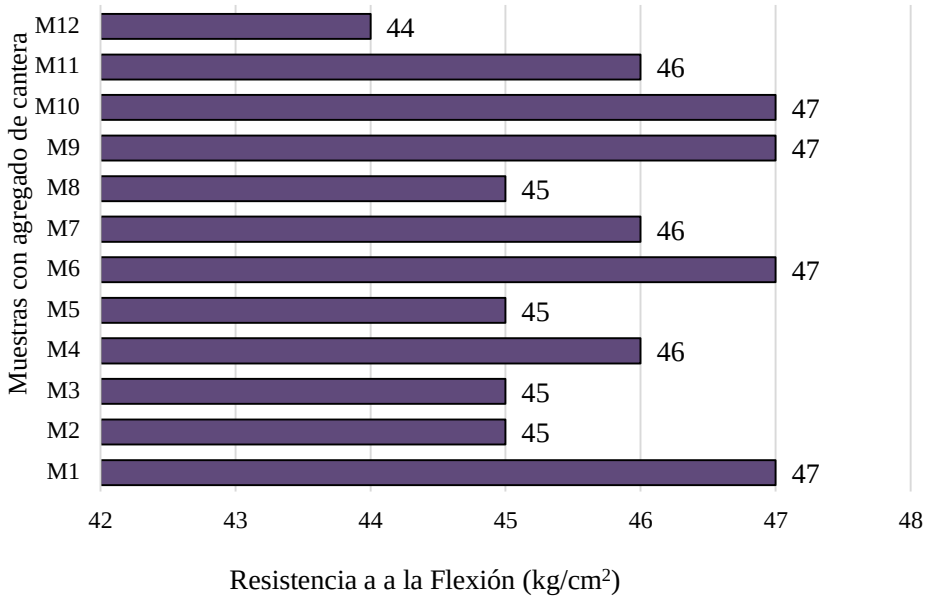


Figura 26: Resultado de la resistencia a la flexión respecto agregado Rio Chonta-Mr 45kg/cm².

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25**:** Tipo de agregado respecto a la resistencia a la flexión Mr: 42kg/cm²

Módulo de Rotura de la cantera Rio Mashcon MR=42 kg/cm²			
Agregado de cantera	MR de diseño kg/cm²	Carga última (Kg)	Módulo de rotura (kg/cm²)
M1	42	3239	42
M2	42	3286	44
M3	42	3325	44
M4	42	3183	42
M5	42	3210	42
M6	42	3132	41
M7	42	3229	43
M8	42	3226	43
M9	42	3275	44
M10	42	3213	42
M11	42	3273	43
M12	42	3221	43
PROMEDIO			43

Fuente: Elaboración propia

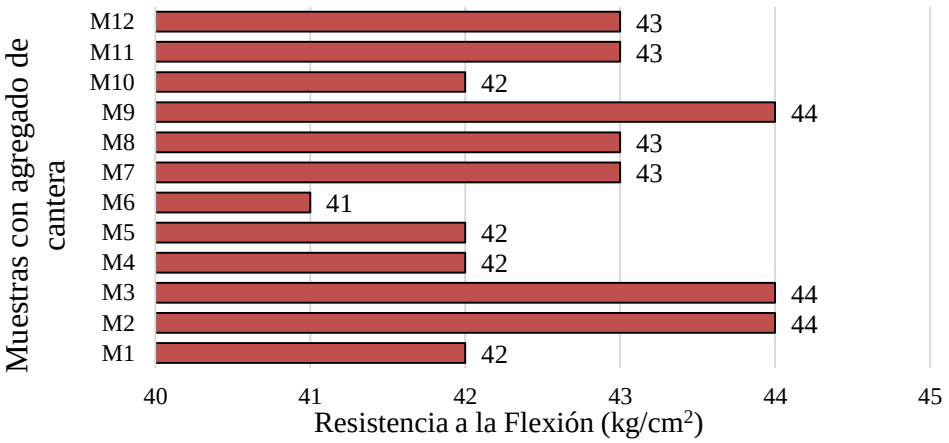


Figura 27: Resultado de la resistencia a la flexión respecto agregado Rio Mashcon-Mr 42kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26**:** Tipo de agregado con la resistencia a la flexión Mr: 45kg/cm²

Módulo de Rotura de la cantera Rio Mashcon MR=45 kg/cm²			
Agregado de cantera	MR de diseño kg/cm²	Carga última (Kg)	Módulo de rotura(kg/cm²)
M1	45	3385	45
M2	45	3486	46
M3	45	3465	46
M4	45	3583	47
M5	45	3395	45
M6	45	3382	44
M7	45	3507	45
M8	45	3471	46
M9	45	3417	45
M10	45	3448	46
M11	45	3340	44
M12	45	3544	47
PROMEDIO		46	

Fuente: Elaboración propia

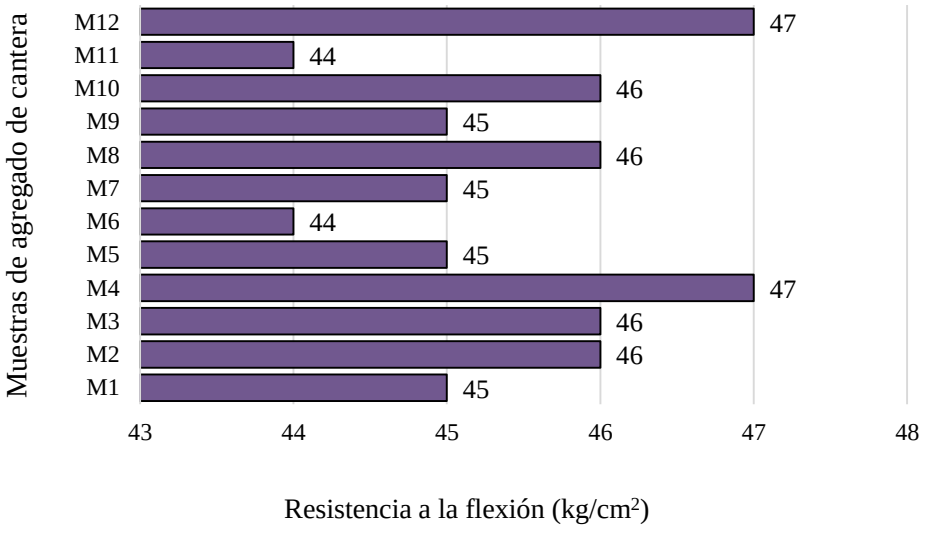


Figura 28: Resultado de la resistencia a la flexión respecto agregado Rio Mashcon-Mr 45kg/cm².

Fuente: Elaboración propia

Robles y Sanchez (2015)

- Tipo de agregado: Este artículo examina la influencia de 2 tipos de agregados gruesos y finos obtenido de la Cantera Huachis- (Granito y Andesita). Tabla 27.

- Método de ensayo: Para ensayar los grupos se utilizó la máquina de prueba de compresión universal.

- Resistencia a la flexión a los 7 días: para el GRUPO1: del 36 al 37.5; GRUPO2:40.9 al 41.8

Tabla 27**:** Tipo de agregado según la resistencia a la flexión-7dias.

Tipo de agregado	Grupo 1(7 días) resistencia a la flexión(kg/cm²)
Agregado	7 días
Testigo 1	36
Testigo 2	37
Testigo 3	36
Testigo 4	38
Promedio	37

Fuente: Elaboración propia

Para el agregado de cantera se obtuvo parámetros de resistencia a la flexión por cada grupo siendo el promedio de 36.6 kg/cm² que para el siguiente cuadro fueron a los 7 días de curado.

Los agregados usados son de cantera (Granito y Andesita).

Para obtener la influencia en el módulo de rotura se ensayaron en dos grupos diferentes.

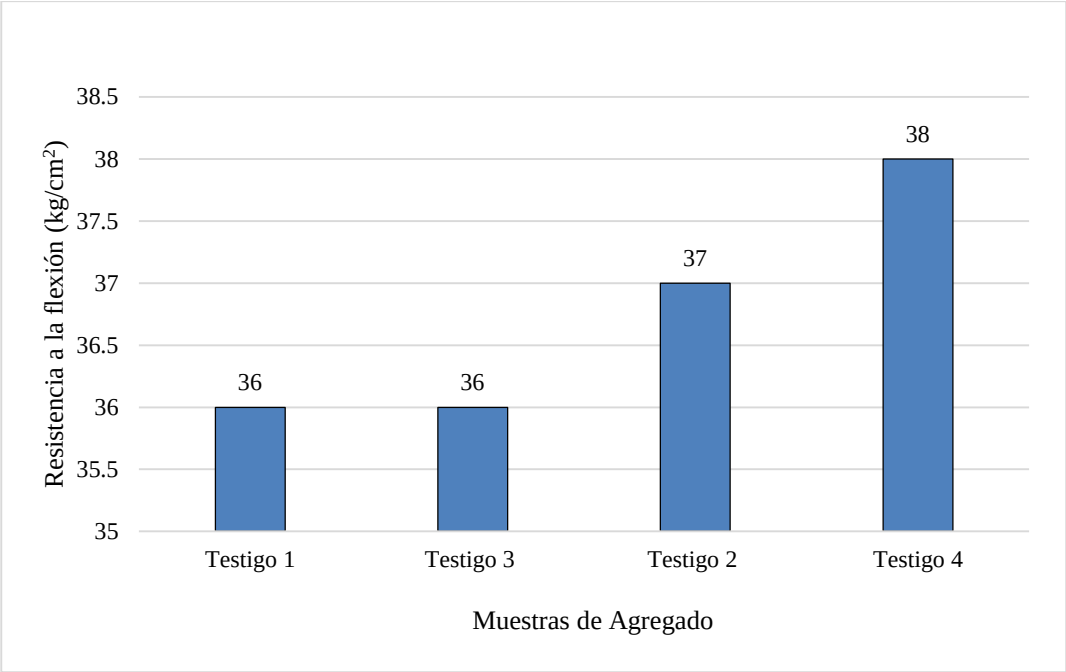


Figura 29: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado de la cantera.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28**:** Tipo de agregado de cantera según la resistencia a la flexión-28dias.

Tipo de agregado	Grupo (28 días) resistencia a la flexión (kg/cm²)
Agregado	28 días
Testigo 1	42
Testigo 2	42
Testigo 3	42
Testigo 4	41
Promedio	41

Fuente: Elaboración propia

Resultado de la resistencia a la flexión en 28 días.

Tipo de agregado proveniente de cantera.

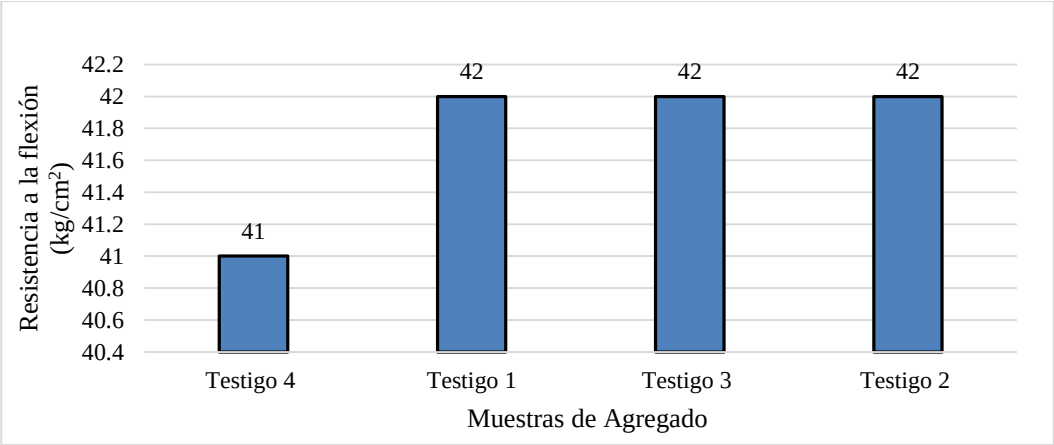


Figura 30: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado de la cantera.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 30 se muestra la influencia que tiene el agregado de cantera en la obtención de la resistencia a la flexión, vemos los resultados de las muestras a los 28 días, siendo la muestra 1, 2 y 3 con un parámetro de 42 kg/cm².

Sabih y Rafiqui (2018)

Tipo de agregados grueso y finos: granito, caliza y cuarzo Tabla 29 y 30.

Tabla 29**:** Tipo de agregado (granito, caliza y cuarzo)según la resistencia a la flexión a los 7 días.

Tipo de agregado	Resistencia a la flexión kg/cm² 7 días
CA-D-1	56
CA-D-2	58
CA-D-3	44
CA-D-4	42
CA-D-5	40

Fuente: Elaboración propia.

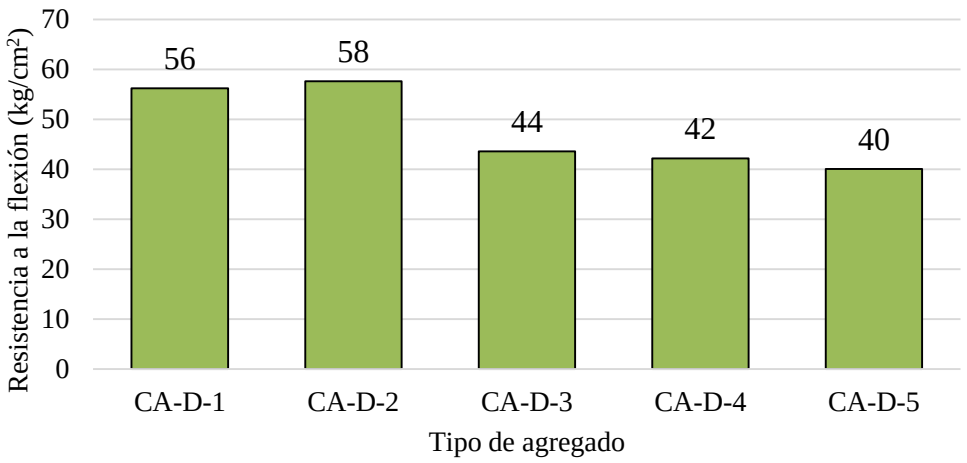


Figura 31: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30**:** Tipo de agregado (Caliza, cuarzo y granito)según la resistencia a la flexión 14 días.

Tipo de Agregado	Resistencia a la flexión (kg/cm²) 14 días
CA-D-1	63
CA-D-2	58
CA-D-3	45
CA-D-4	45
CA-D-5	42

Fuente: Elaboración propia

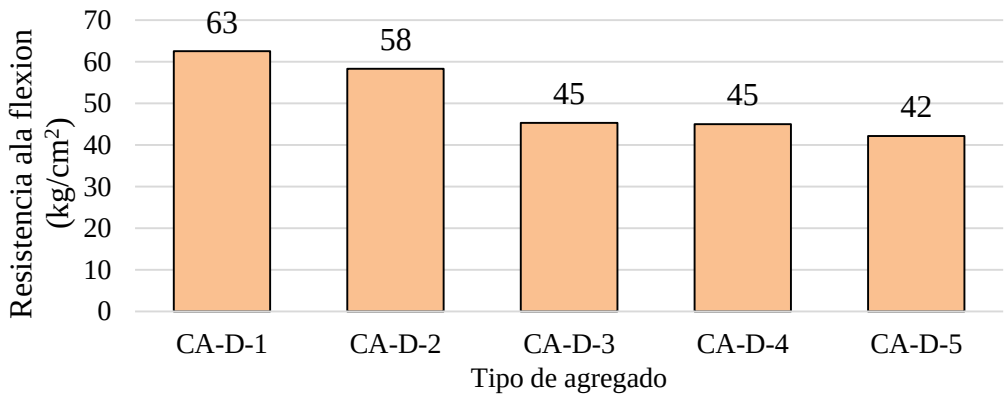


Figura 32: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31**:** Tipo de agregado (caliza, cuarzo y granito) según la resistencia a la flexión 28 días.

Tipo de agregado	Resistencia a la flexión kg/cm² 28 días
CA-D-1	66
CA-D-2	63
CA-D-3	55
CA-D-4	49
CA-D-5	46

Fuente: Elaboración propia

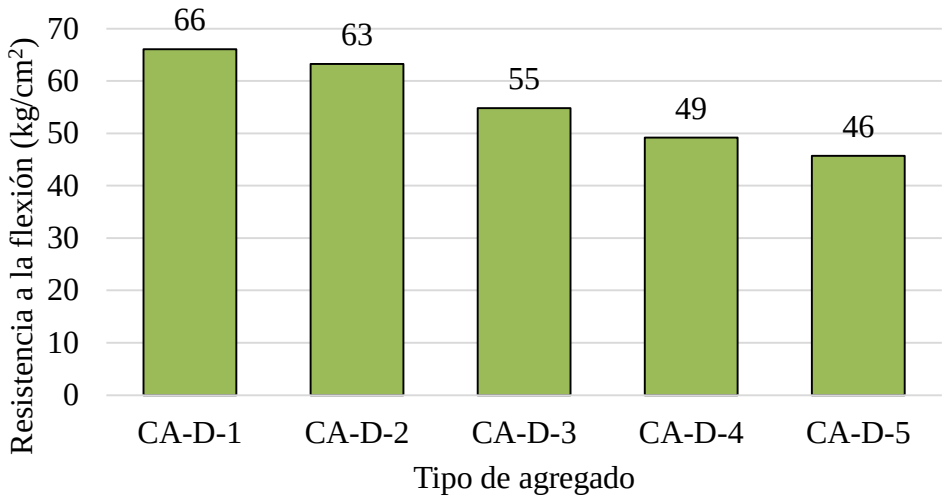


Figura 33: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32**:** Tipo de agregado (caliza, cuarzo y granito) según la resistencia a la flexión 90 días.

Tipo de agregado	Resistencia a la flexión kg/cm² 90 días
CA-D-1	75
CA-D-2	63
CA-D-3	65
CA-D-4	55
CA-D-5	56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33**:** Tipo de agregado según la resistencia a la flexión. (granito)

Granito			
Resistencia a la flexión (kg/cm²)			
	1 Día	3 Días	28 Días
306kg/cm²	5	12	22
612kg/cm²	13	20	30
918kg/cm²	18	27	38
1224kg/cm²	29	41	44

Fuente: Elaboración propia

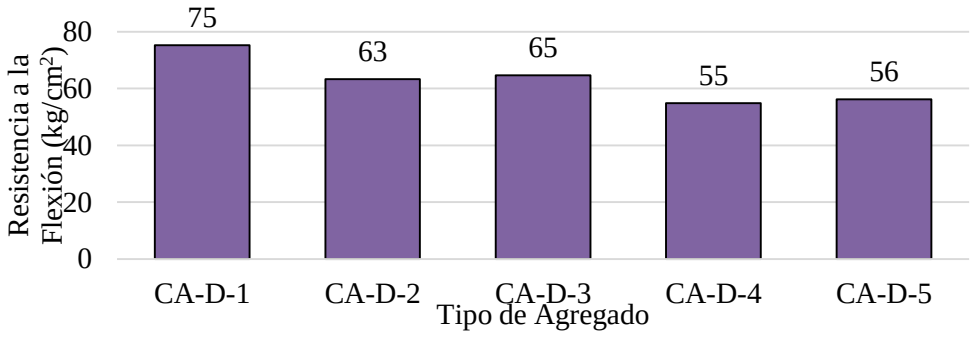


Figura 34: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural.

Fuente: Elaboración propia.

Dittmer y Beushausen (2014)

Tipo de agregados grueso y finos: andecita y granito

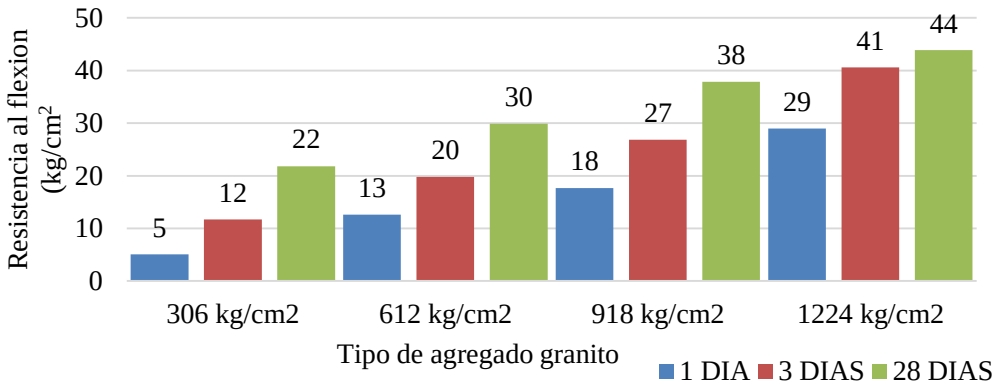


Figura 35: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34**:** Tipo de agregado según la resistencia a la flexión andesita.

Andesita resistencia a la flexión (kg/cm²)			
	1 Día	3 Días	28Días
306kg/cm²	2	11	21
612kg/cm²	8	17	27
918kg/cm²	20	29	36
1224kg/cm²	29	40	47

Fuente: Elaboración propia

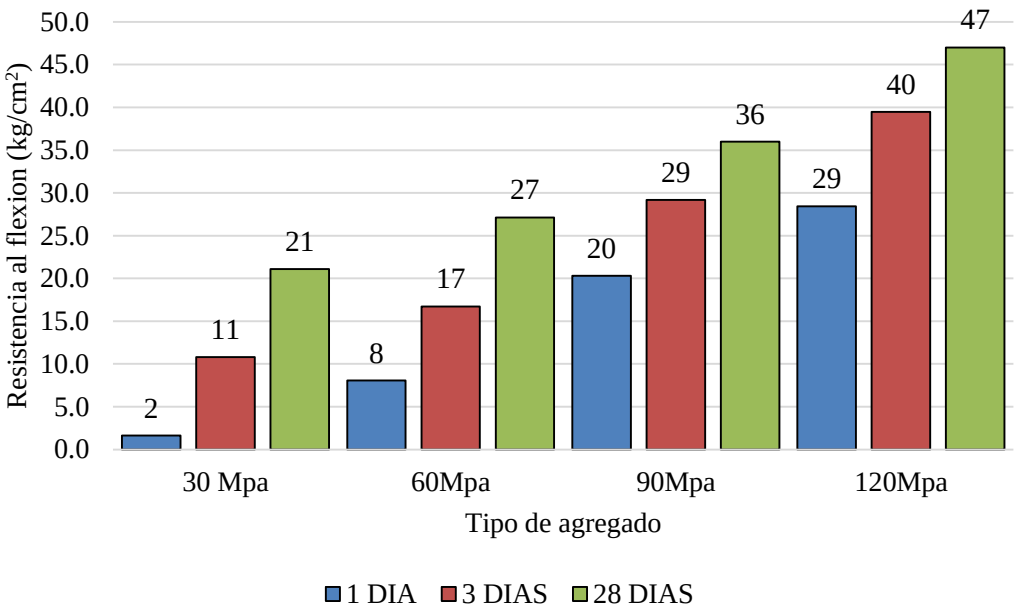


Figura 36: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 36 se observa la resistencia a la flexión del tipo de agregado natural andesita, con respecto a la resistencia va aumentando.

Para resistencia a la compresión de 306 kg/cm², 612 kg/cm², 918 kg/cm² y 1224 kg/cm².

Figueroa et al. (2017)

Tipo de agregados grueso: Batolito de Santa María

Agregado de roca

SMA-2: Homrnblendite

Resultado de ensayo experimental

Tabla 35**:** Tipo de agregado según la resistencia a la flexión - SMA-2

Tipo de agregado	Serie 1 Resistencia a la flexión (Kg/cm²)
	especimen1
SMA-2 (1)	57
SMA-2 (2)	55
SMA-2 (3)	57

Fuente: Elaboración propia

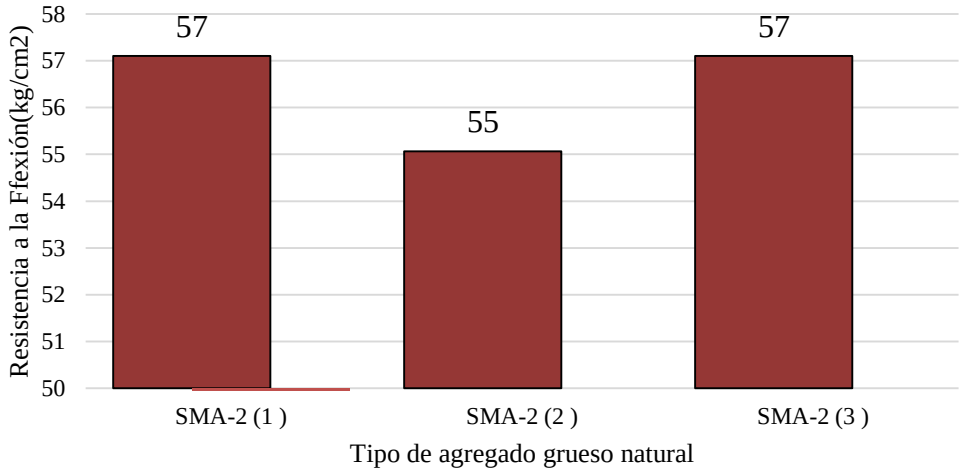


Figura 37: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado SMA-2.

Fuente: Elaboración propia

Tipo de agregados grueso: Batolito de Santa María

Agregado de roca

SMA-6: Quartzmonzodiorite

- Resultado de ensayo experimental

Tabla 36: Tipo de agregado según la resistencia a la flexión SMA-6

SERIE 1	
Tipo de agregado	Resistencia a la flexión (kg/cm²)
	especimen1
SMA-6 (1)	55
SMA-6 (2)	57
SMA-6 (3)	55

Fuente: Elaboración propia

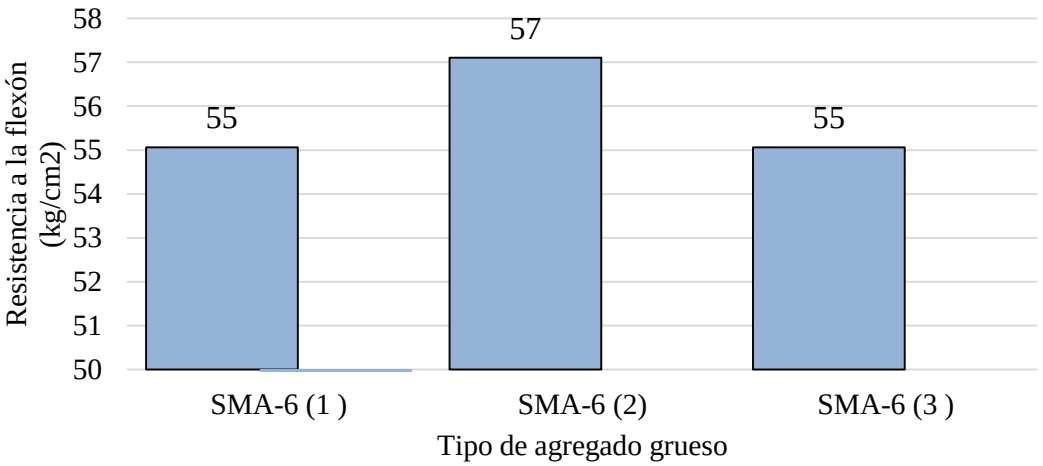


Figura 38: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregad SMA-6.

Fuente: Elaboración propia

Tipo de agregados grueso: Batolito de Santa María

Agregado de roca

SMA-8: Monzodiorite

Resultado de ensayo experimental

Tabla 37**:** Tipo de agregado según la resistencia a la flexión SMA-8

SERIE 1	
Tipo de agregado	Resistencia a la flexión (kg/cm²)
	especimen1
SMA-8 (1)	57
SMA-8 (2)	55
SMA-8 (3)	57

Fuente: Elaboración propia.

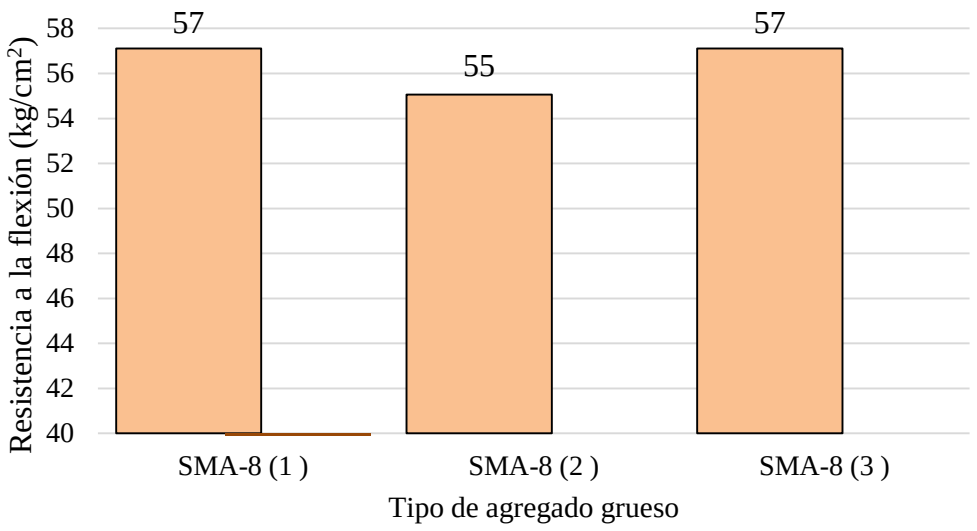


Figura 39: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado SMA-8

Fuente: Elaboración propia

Objetivo 4: Determinar el tipo de agregado para obtener la influencia de la resistencia a la compresión del concreto en el pavimento rígido.

Bojaca y Quevedo (2020)

- El tamaño máximo nominal del agregado: Se utilizaron 3 diferentes tipos de tamaño máximo nominal: (1”, ¾” Y ½”.) Tabla 38.
- Relación de a/c: (0.35 hasta 0.75)
- Ensayo: Las muestras se probaron para determinar la resistencia a la compresión a los 3,7 y 28 días Para cada variable, se probaron 5 muestras en relación al a/c usando una máquina de prueba de compresión universal.
- Resultado de ensayo experimental.
- Se observó cómo influye la edad respecto a la resistencia a la compresión, a menor relación agua cemento mayor es la resistencia a la compresión.
- Se ensayaron para diferentes tamaños máximo nominales de 1”, ¾” y ½”, en 3 edades diferentes: 3 ,7 y28 días.
- El tamaño máximo nominal del agregado ¾ “es el que tiene mayor resistencia a la compresión.

Tabla 38**:** Tipo de agregado natural respecto a su tamaño ½”.

Agregado natural	R A/c	Agregados de 12.5mm (1/2")		
		3días	7 días	28 días
Agregado del Rio Guayuriba	0.35	154	310	411
Agregado del Rio Guayuriba	0.45	117	248	344
Agregado del Rio Guayuriba	0.55	91	187	259
Agregado del Rio Guayuriba	0.65	77	166	227
Agregado del Rio Guayuriba	0.75	70	151	198

Fuente: Elaboración propia.

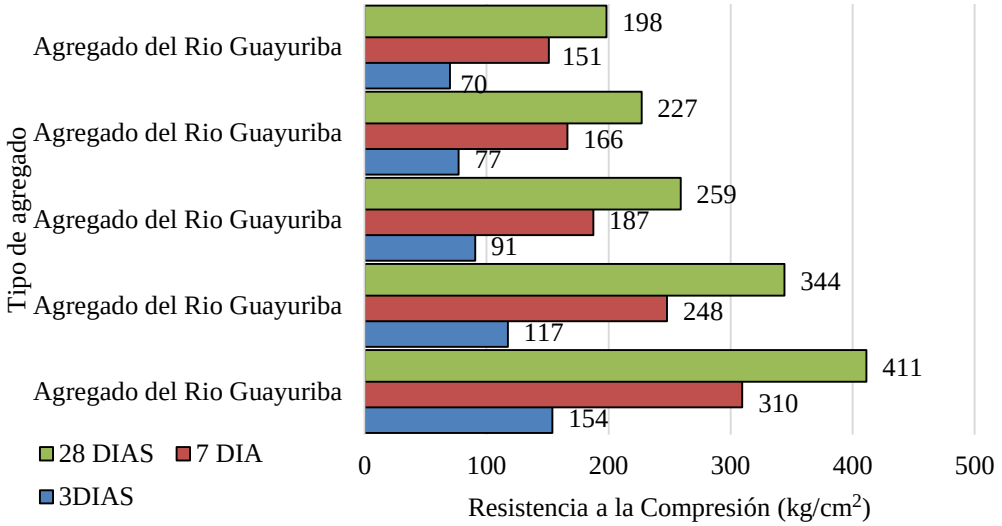


Figura 40: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural ½”

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 40 se observa como los agregados de cantera influyen en la resistencia a la compresión con respecto a las edades de 3, 7 y 28 días.

Se observa los resultados de la resistencia a la compresión para el tamaño máximo nominal de ½”.

La relación de agua y cemento que se trabajaron es de 0.35, 0.45, 0.55, 0.65 y 0.75.

Tabla 39 **:**Tipo de agregado natural con respecto a su tamaño 1”

Agregado natural	Agregados de 25mm (1")			
	R A/c	3días	7 días	28 días
Agregado del Rio Guayuriba	0.35	149	323	434
Agregado del Rio Guayuriba	0.45	124	271	356
Agregado del Rio Guayuriba	0.55	106	224	288
Agregado del Rio Guayuriba	0.65	91	169	232
Agregado del Rio Guayuriba	0.75	71	145	196

Fuente: Elaboración propia

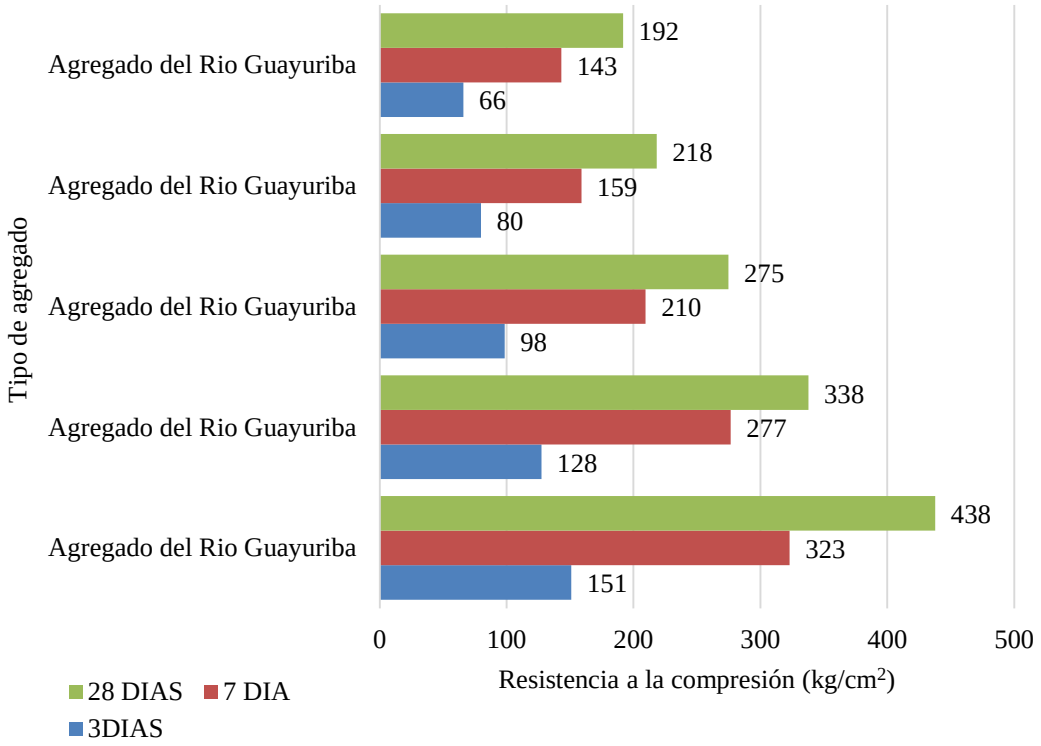


Figura 41: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado natural (28 y 7 días)

Fuente: Elaboración propia

Para esta figura 41 se obtuvieron resistencia a la compresión con respecto al agregado natural.

Sabih y Tarefder. (2018).

- Tipo de agregado: Se realizaron ensayos con tres tipos diferentes de agregados, granito, caliza y cuarzo y se realizaron los ensayos respectivos.
- Relación de a/c: 0.57;0.59;0.63;0.35;0.38
- Los resultados son consistentes con una tendencia en constante aumento con la edad concreta. Los valores de resistencia a la compresión de 28 días varían de 4422 a 7694 psi, mientras que la resistencia a los 14 días varía de 3658 psi a 6482 psi.
- Los agregados ensayados para este artículo, es de tipo natural: Granito, Caliza y cuarcita.

Tabla 40**:** Tipo de agregado según fuente proveniente.

ID de mezcla	Fuente de agregado grueso	Mineralogía de agregado grueso
CA-ID-1	Cañón oscuro	Desconocido
CA-ID-2	Pozo oscuro	Granito
CA-ID-3	Tinaja	Caliza
CA-ID-4	Placitas	Cuarcita
CA-ID-4	Avispa	Caliza

Fuente: Elaboración propia.

- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 41**:** Tipo de agregado según la resistencia a la compresión.(CA-D-1)

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)			
	7DIAS	14 DIAS	28 DIAS	90 DIAS
CA-D-1	422	457	534	647

Fuente: Elaboración propia.

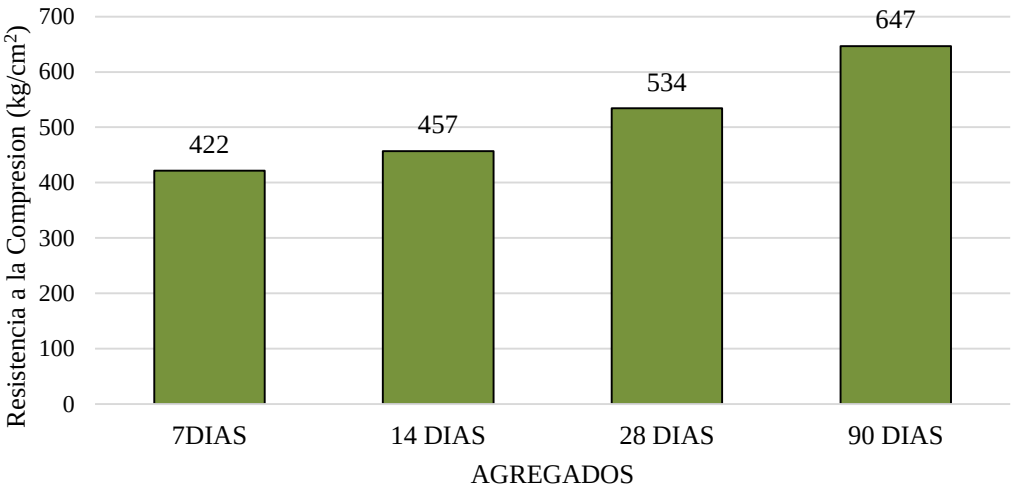


Figura 41: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado CA-D-1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42**:** Tipo de agregado según la resistencia a la compresión. (CA-D-2)

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)			
	7 días	14 días	28 días	90 días
CA-D-2	337	373	408	478

Fuente: Elaboración propia.

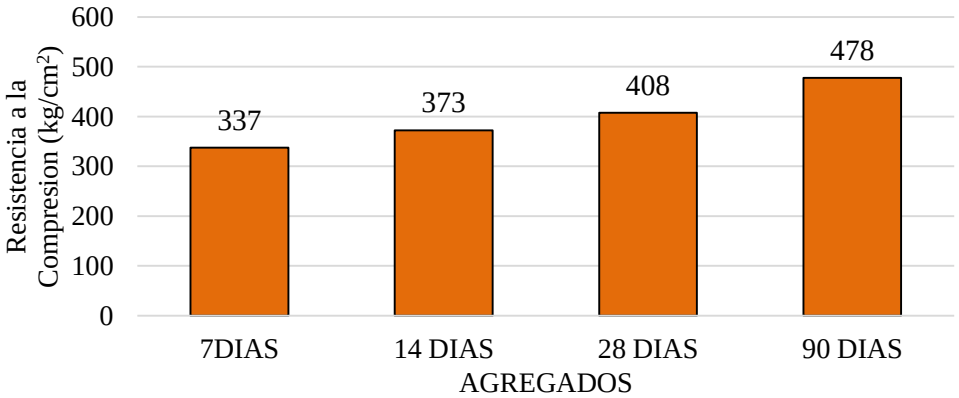


Figura 42: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado (CA-D-2)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43**:** Tipo de agregado según la resistencia a la compresión.CA-D-3

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)			
	7 días	14 días	28días	90días
CA-D-3	295	337	401	506

Fuente: Elaboración propia.

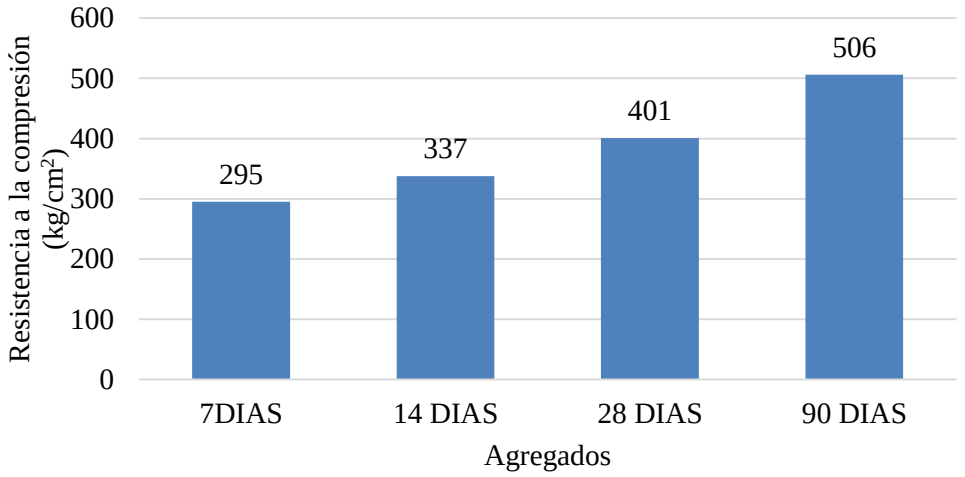


Figura 43: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado CA-D-3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44**:** Tipo de agregado según la resistencia a la compresión CA-D-4

Tipo de agregado	Resistencia a la Compresión (kg/cm²)			
	7días	14 días	28 días	90 días
CA-D-4	225	267	316	359

Fuente: Elaboración propia.

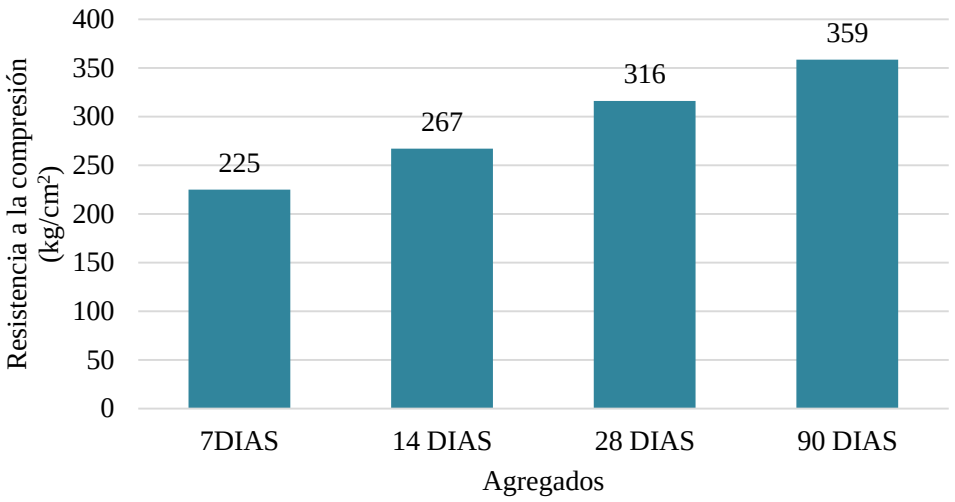


Figura 44: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado CA-D-4.

Fuente: Elaboración propia

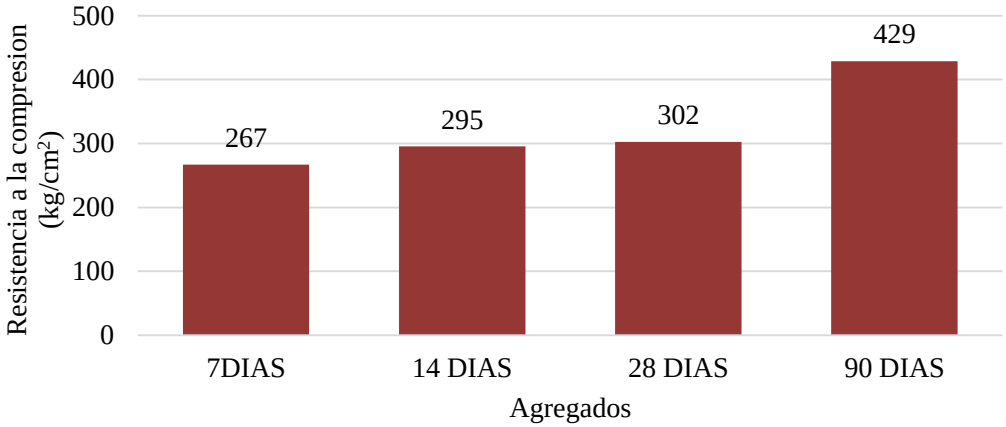


Figura 45**:** Resultado de la resistencia a la compresión de CA-D-5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45**:** Tipo de agregado según la resistencia a la compresión.CA-D-5

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)			
	7DIAS	14 DIAS	28 DIAS	90 DIAS
CA-D-5	267	295	302	429

Fuente: Elaboración propia.

Ahimoghadam et al. (2015)

- Tipo de agregado: Fino (arena de rio natural) con un tamaño máximo de 4,0 mm se utiliza como agregado fino y piedra natural redondeada con un 16,0 mm tamaño máximo como agregado grueso. Además de usar de agregado polvo de mármol. Tabla 46 y 47.
- Ensayo: Las muestras se probaron para determinar la resistencia a la compresión con polvo de mármol de agregado, se probaron 3 muestras para (7;28;90 días) usando una máquina de prueba de compresión universal.
- Este lote de muestras se nombra usando el prefijo MP (polvo de mármol) en combinación con el contenido de MP usado en las muestras. Por ejemplo, una muestra se denomina MP10 si la arena se reemplaza por un volumen de polvo de mármol al 10%.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 46**:** Variación del tipo de agregado respecto a su resistencia.

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
	7días
MP10	268
MP20	279
MP30	273
MP40	265
MP50	259
MP90	237

Fuente: Elaboración propio

Para el agregado MP20 se obtuvo una resistencia a la compresión de 279 kg/cm²y para la muestra MP90 es de 237 kg/cm²

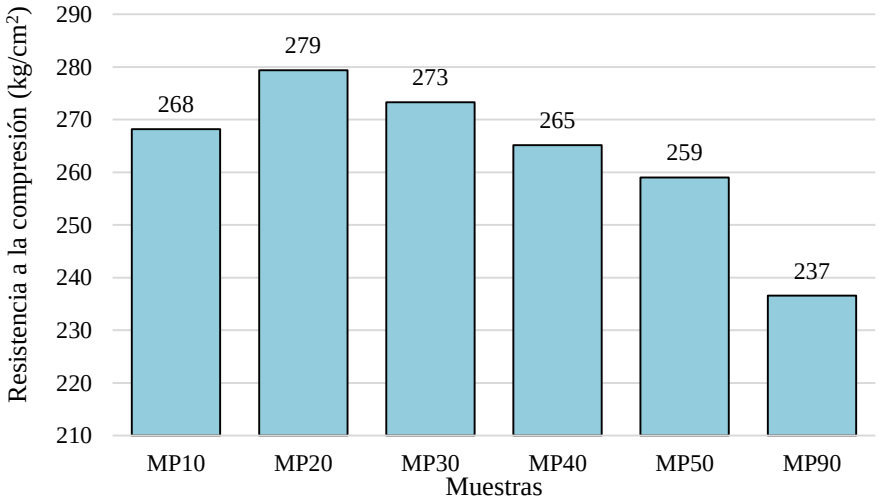


Figura 46: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado-7 días.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47**:** Variación del tipo de agregado respecto a la resistencia a la compresión 28 días.

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²) 28días
MP10	360
MP20	370
MP30	360
MP40	341
MP50	320
MP90	299

Fuente: Elaboración propio

Para la muestra MP20 se obtuvo una resistencia a la compresión de 370 kg/cm² y para la muestra MP90 se obtuvo una resistencia a la compresión de 299 kg/cm².

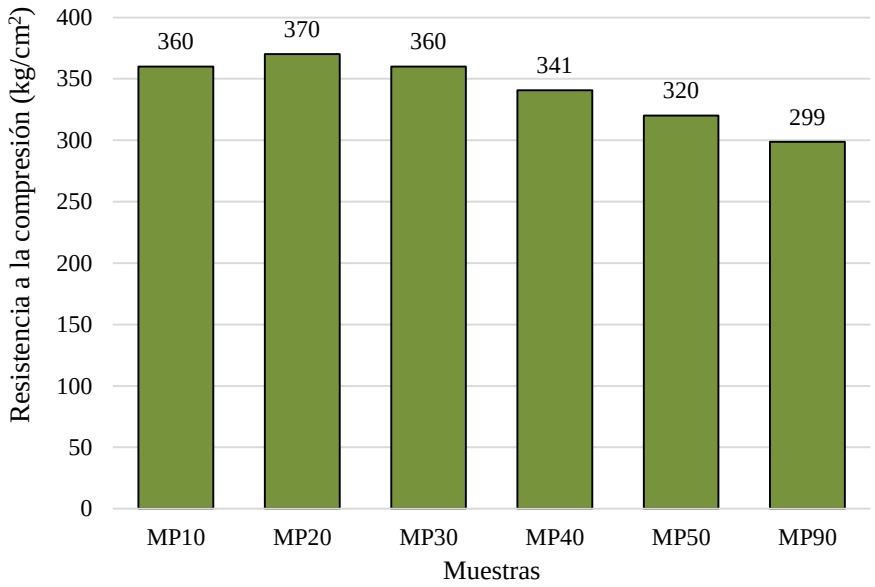


Figura 47: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado 28 días.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48**:** variación de la resistencia vs la edad

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²) 90 días
MP10	442
MP20	451
MP30	441
MP40	420
MP50	393
MP90	359

Fuente: Elaboración propia.

Para la muestra MP20 se obtuvo una resistencia a la compresión de 451 kg/cm², MP90 359 kg/cm².

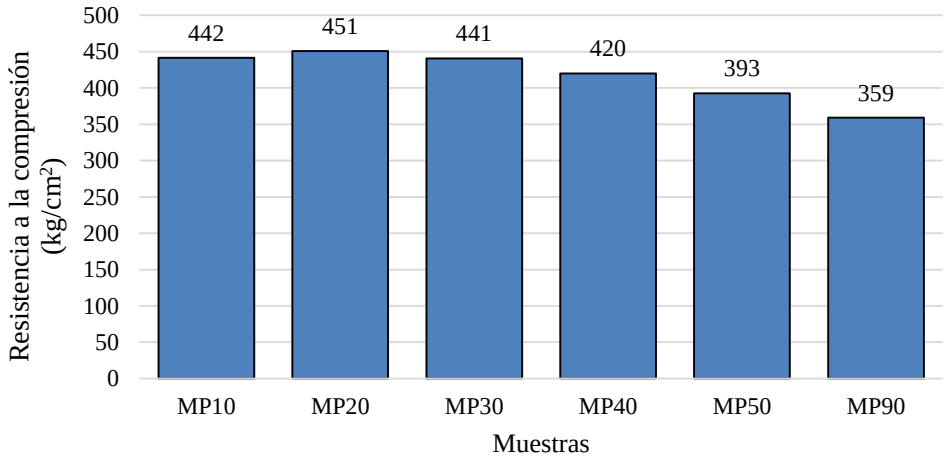


Figura 48: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado 90 días.

Fuente: Elaboración propia.

Ekwulo y Eme (2017)

- Tipo de agregado: agregados de río y grava
- Resistencia a la compresión 28 días; 9.5 mm se obtuvo 186 kg/cm² 12.7mm se obtuvo 204 kg/cm² y para 19.0 mm se obtuvo 214 kg/cm²
- Se interpreta que al tener diferente tipo de asentamiento la resistencia aumenta con respecto al tamaño máximo nominal del agregado, ya que si la partícula aumenta de tamaño la resistencia aumenta de igual manera.
- Resultado de ensayo experimental:

Tabla 49: Variación de la resistencia respecto a su agregado - muestra 1

Agregado	Resistencia a la compresión kg/cm2 - 14 días	Resistencia a la compresión kg/cm2 - 28 días
Agregado de cantera en akampka (1)	159	186

Fuente: Elaboración propio.

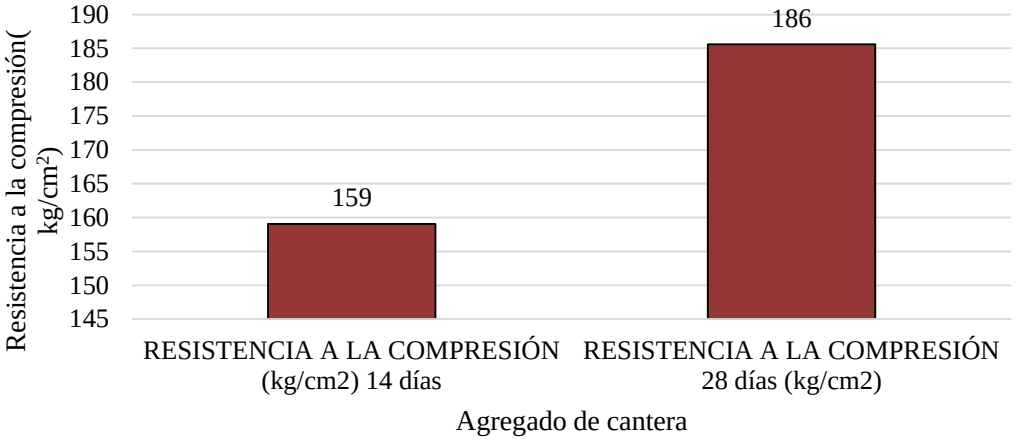


Figura 49: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado- muestra 1.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49**:** Variación de la resistencia respecto a su agregado - muestra 2

Agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²) 14 días	Resistencia a la compresión 28 días (kg/cm²)
Agregado de cantera en akampka (2)	186	204

Fuente: Elaboración propio.

Para este artículo se utilizó agregado de cantera, se observó que la edad influye en la resistencia a la compresión, a más días la resistencia aumenta.

Se interpreta que, al tener diferente tipo de asentamiento, la resistencia aumenta con respecto al tamaño máximo nominal del agregado.

El agregado influye en la resistencia en la compresión y flexión, ya que el origen influye, por ende, se debe estudiar el origen de los agregados.

La resistencia obtenía es de 204 para el agregado de cantera a la edad de 28 días, y la resistencia a los 14 días es de 186 kg/cm².

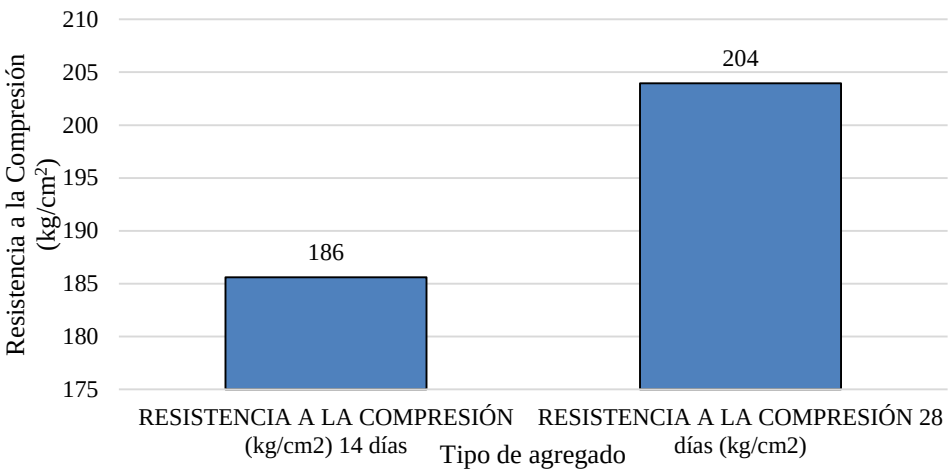


Figura 49: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al agregado-muestra 2.

Fuente: Elaboración propia.

Mohammed y Hasnat (2014)

- Tipo de agregado: Reciclado (FB, CS; SG y RB).
- Ensayo: Las muestras se probaron para determinar la resistencia a la compresión con ladrillo reciclado de agregado, se probaron 8 muestras para (w/c=0.45 y 0.55) usando una máquina de prueba de compresión universal.
- Para estas investigaciones se recopilaron agregados reciclados de cuatro edif icios diferentes de 25 años (indicados como RB25), 50 (indicados como RB 50), 55 (indicados como RB55) y 65 (indicados como RB65). Para compara r con el agregado de ladrillo reciclado (RB) y el agregado de piedra reciclad o (indicado como RS40), agregado de ladrillo de primera clase (FB, comúnmente utilizado en Bangladesh),

Tabla 50**:** Variación de la resistencia respecto a su agregado -FB

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
	W/C=0.45	W/C=0.55
FB	265	255

Fuente: Elaboración propia.

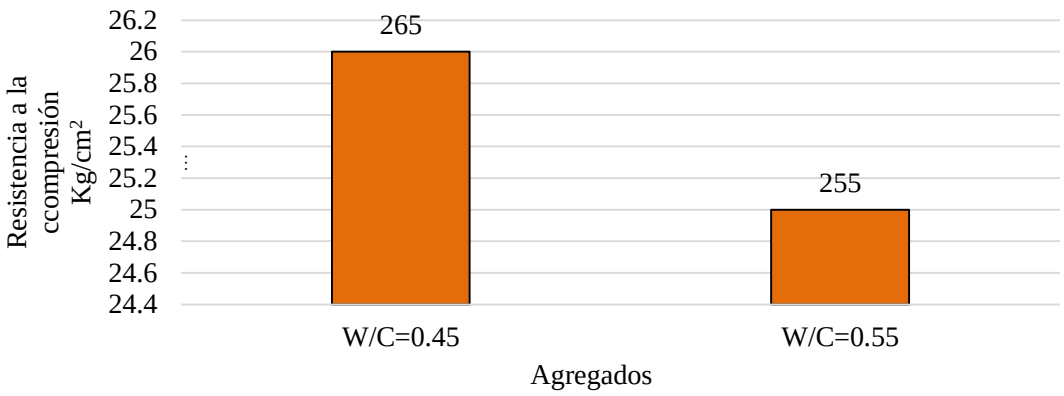


Figura 50: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado-FB.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51**:** Variación de la resistencia respecto a su agregado -CS

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
	W/C=0.45	W/C=0.55
CS	337	326

Fuente: Elaboración propia.

Según imagen se puede observar que el agregado FB tiene mayor resistencia a la compresión con respecto a una relación de agua y cemento 0.45 y una resistencia menor con una relación de agua y cemento de 0.55.

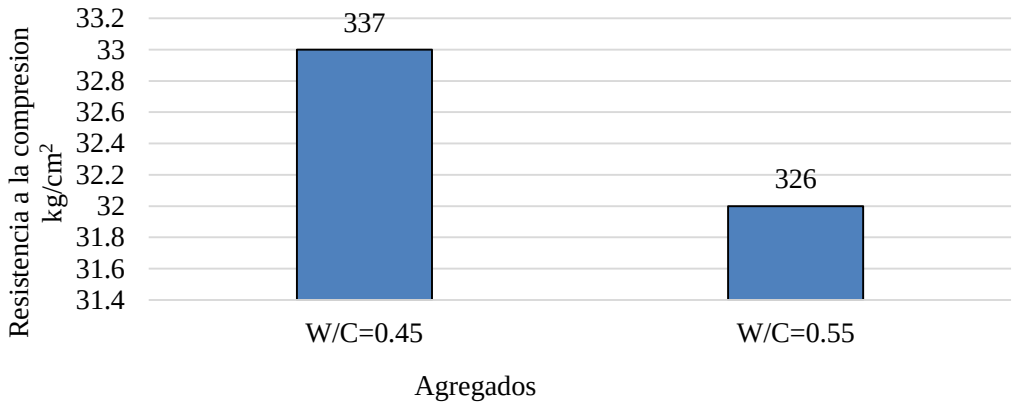


Figura 51: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado-CS.

Fuente: Elaboración propia**.**

Tabla 52: Variación de la resistencia respecto a su agregado -SG

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
	W/C=0.45	W/C=0.55
SG	194	184

Fuente: Elaboración propia.

Se puede interpretar que al tener menor relación de agua y cemento para el agregado SG se obtiene una resistencia mayor que tener una relación de agua y cemento de 0.55.

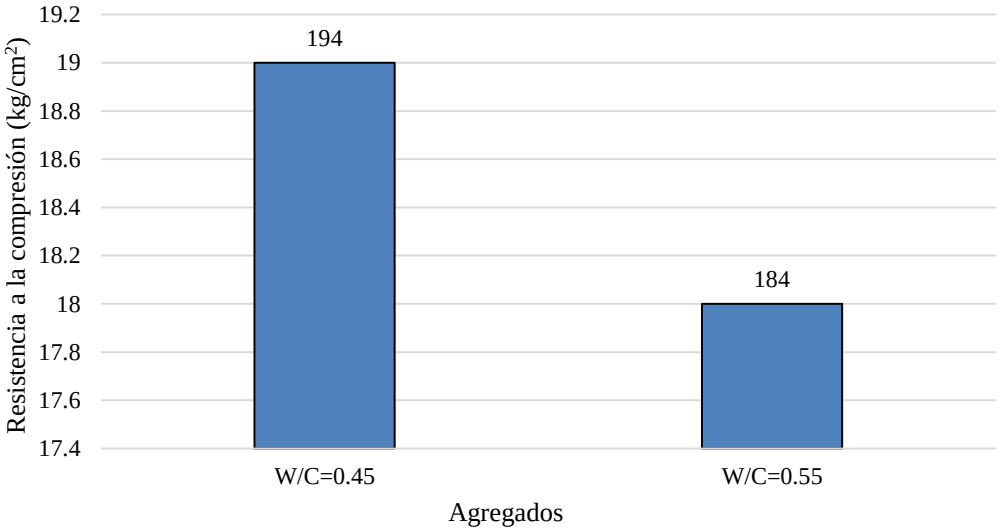


Figura 52: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado SG.

Fuente: Elaboración propia**.**

Tabla 53: Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY25

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
	W/C=0.45	W/C=0.55
RBY25	275	255

Fuente: Elaboración propia.

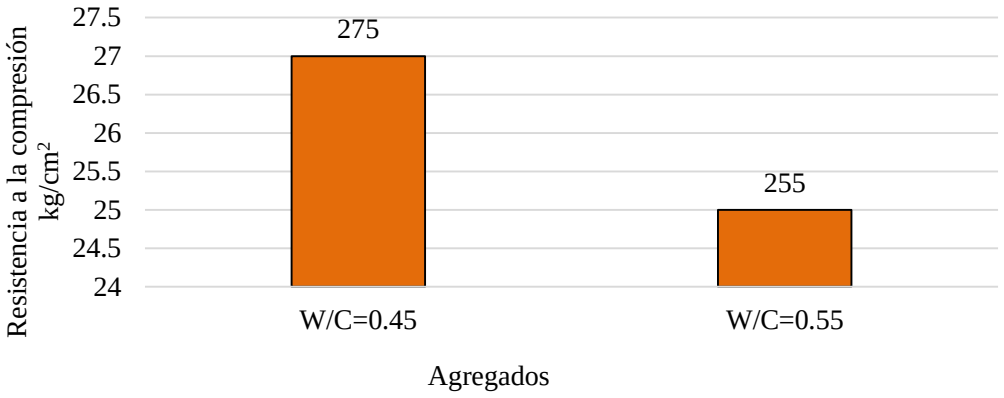


Figura 53 : Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY25.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54: Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY50

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
	W/C=0.45	W/C=0.55
RBY50	255	235

Fuente: Elaboración propia.

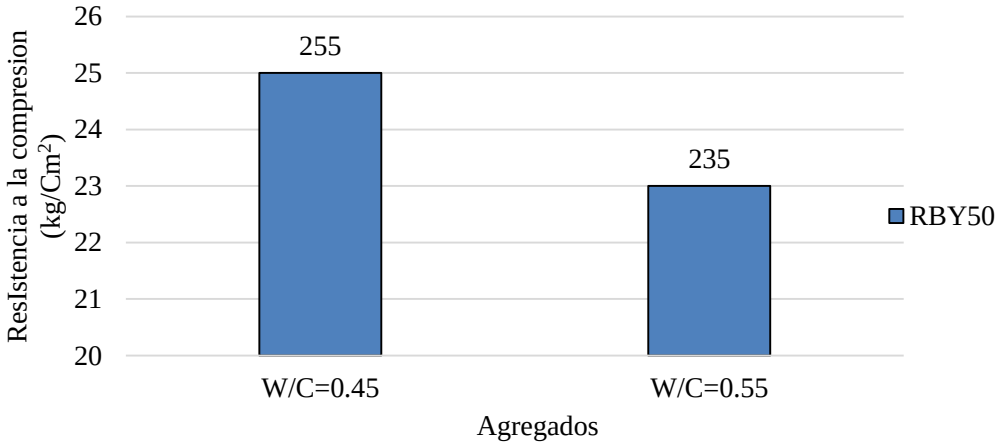


Figura 54: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY50.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55**:** Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY55

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	
	W/C=0.45	W/C=0.55
RBY55	275	204

Fuente: Elaboración propia.

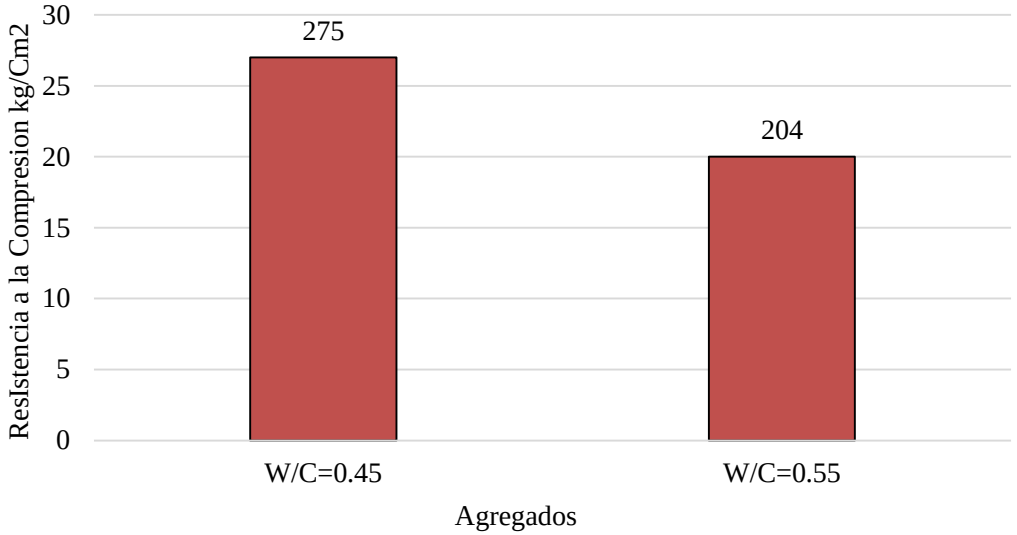


Figura 55: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY55.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56: Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY65.

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
	W/C=0.45	W/C=0.55
RBY65	296	286

Fuente: Elaboración propia.

Para esta gráfica se obtuvieron resultados de la muestra RBY65 con una resistencia a la compresión de 296 kg/cm² para una relación de agua y cemento de 0.45 y para una resistencia a la compresión de 286 kg/cm² de una relación de agua y cemento de 0.55.

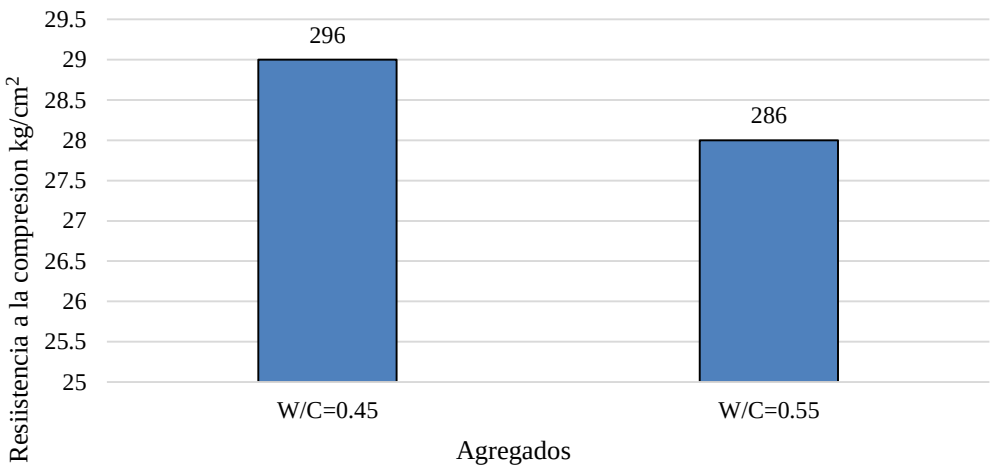


Figura 56: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY65.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57: Variación de la resistencia respecto a su agregado -RBY40

Tipo de agregado	Resistencia a la compresión (kg/cm²) W/C=0.45	Resistencia a la compresión (kg/cm²) W/C=0.55
RBY40	286	245

Fuente: Elaboración propia.

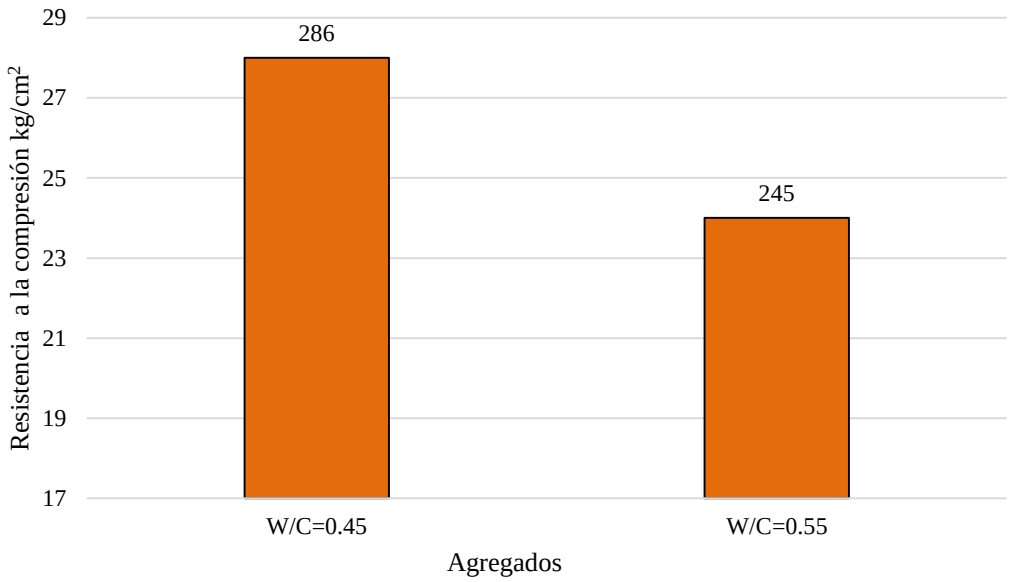


Figura 57: Resultado de la resistencia a la compresión vs agregado RBY40.

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Análisis e interpretación de los resultados

Objetivo 1 Determinar el tamaño máximo de agregado para obtener la resistencia a la compresión del pavimento rígido.

Mosa et al. (2017).

En la figura 59, se observa resultados de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado ensayos en 3 grupos diferentes con su respectiva proporción: 1:1.5:3, 1:2:4 y 1:3:6, donde al tener menor tamaño máximo del agregado se puede obtener mayor resistencia a la compresión y al tomar el mayor tamaño máximo nominal del agregado de los 5 tipos, la resistencia disminuye en los 3 grupos.

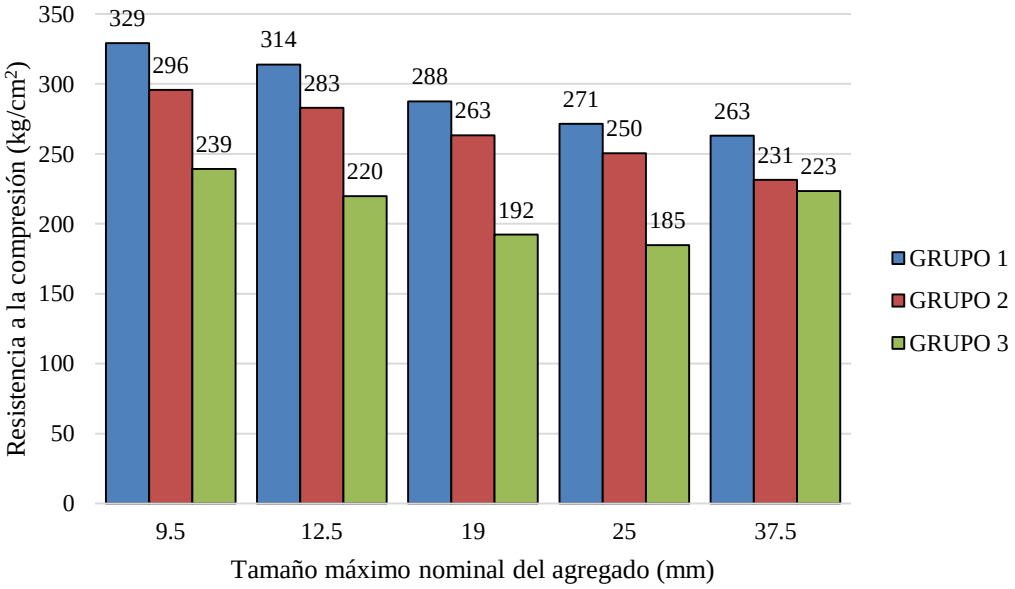


Figura 58: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto al tamaño máximo nominal y al grupo respectivo.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos interpretar que con el menor tamaño máximo nominal del agregado (9.5mm) tiene mayor resistencia a la compresión para los 3 grupos de proporción (1:1.5:3, 1:2:4 y 1:3:6), al ser menor el tamaño máximo nominal del agregado en el diseño del concreto entra mayor cemento y aumenta la resistencia a la compresión.

Ekwuldo y Eme (2017)

En la figura 60, se observa los dos ensayos que se realizaron a los 14 y 28 días con 3 tamaños máximos nominales (9.5 mm, 12.7mm y 19.1mm) con diferentes tipos de slump por tamaño (60 mm, 50 mm y 30mm), los agregados evaluados son de procedencia natural granito.

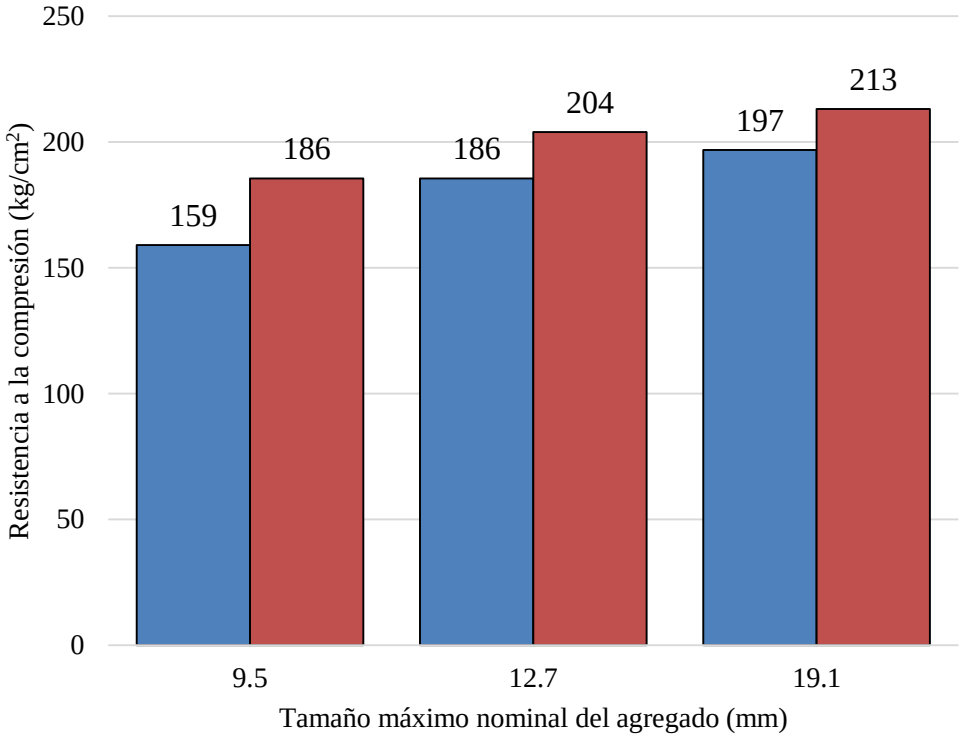


Figura 59: Resultado de los dos ensayos (14 y 28 días) de la resistencia a la compresión con respecto al tamaño máximo nominal.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 60 podemos apreciar que el tamaño máximo nominal de 19.1mm aumenta debido que el slump que se tomó es menor que los otros tamaños máximos nominal, y el menor tamaño máximo nominal 9.5mm tiene como slump 60mm y una resistencia menor que el resto.

El tamaño 19.1 tiene mayor resistencia a la compresión al tener diferente diseño y diferente slump para cada tamaño del agregado.

Mohammed y Al-Mashhadi (2020)

En la figura 61, se observa que se ensayaron 6 grupos diferentes (A,B,C,D,E Y F) y con los tamaño máximo nominales (9.5, 12.5, 19, 25, 37.5 Y 50) mm tipo de agregado grueso donde se tomaron 3 y 4 tamaños máximos por cada grupo, A(25,37.5 Y 50)mm, B(9.5,19,37.5 y 50)mm, C(9.5,12.5,25 y 50)mm, D(9.5, 19, 37.5 y 50)mm, E(9.5, 12.,25 y 37.5)mm y F(9.5,12.5 y 19)mm .Los pesos del contenido de cemento fueron (480, 540, 600, and 660) kg/m^3.

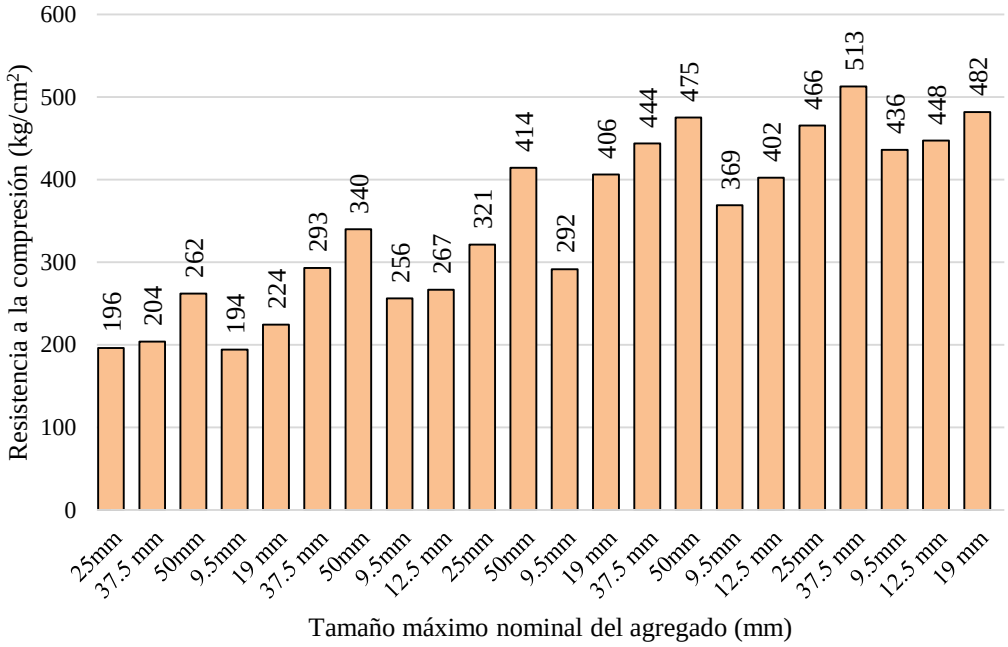


Figura 60: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los 6 grupos ensayados y por tipo de tamaño máximo nominal del agregado.

Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar los tamaños máximo nominales 37.5 y 50mm tiene mayor resistencia a la compresión que 9.5,12.5,19 y 25mm, esto se debe al slump que varía entre 75-100mm, el grupo con mayor resistencia a la compresión es el grupo B, D Y E.

Patricia et al. (2020).

En la figura 62, se observa dos ensayos 14 y 21 días con respecto a cada tamaño máximo nominal de agregado (10,20 y 30) mm, el slump para cada tamaño máximo nominal del agregado es de (13.2, 13.8 y 14.2mm), el módulo de finura de cada tamaño máximo nominal es de (7.956, 10.728 y 10.815).

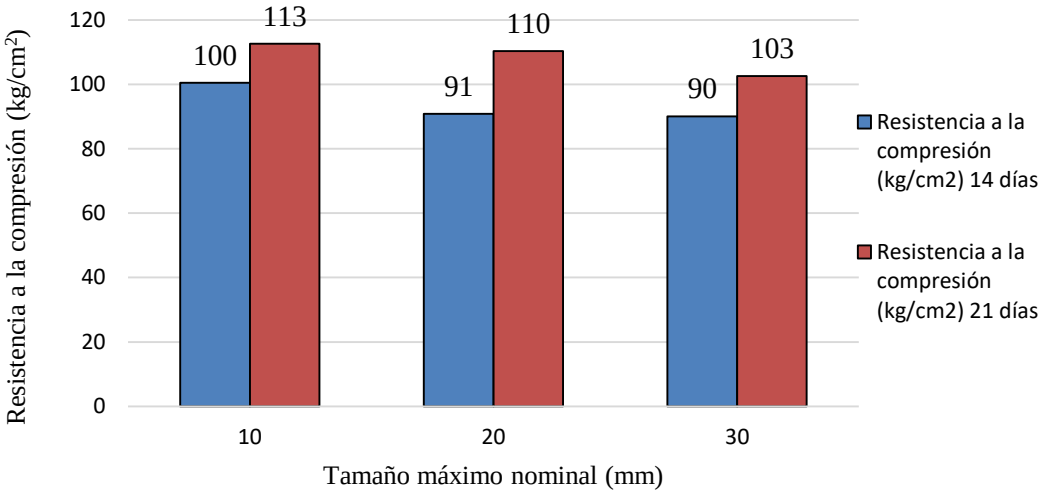


Figura 62: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a cada tamaño máximo nominal del agregado de 14 y 21 días.

Fuente: Elaboración propia

Podemos aprecias que el menor tamaño máximo nominal 10 mm se obtiene una resistencia a la compresión mayor y el tamaño máximo nominal 30 mm una resistencia a la compresión menos, se puede identificar que el slump no varió mucho.

Objetivo 2. Determinar los tipos de agregados para obtener la influencia en el módulo de elasticidad en el pavimento rígido.

Ditmer y Beushausen (2014)

En la figura 63, se tiene 2 tipos de agregados Andesita y Granito se tomó 4 diferentes resistencias a la compresión máximas de 306kg/cm², 612 kg/cm², 918kg/cm² y 1224 kg/cm², se ensayaron a los 14 días y 28días para obtener el módulo de elasticidad

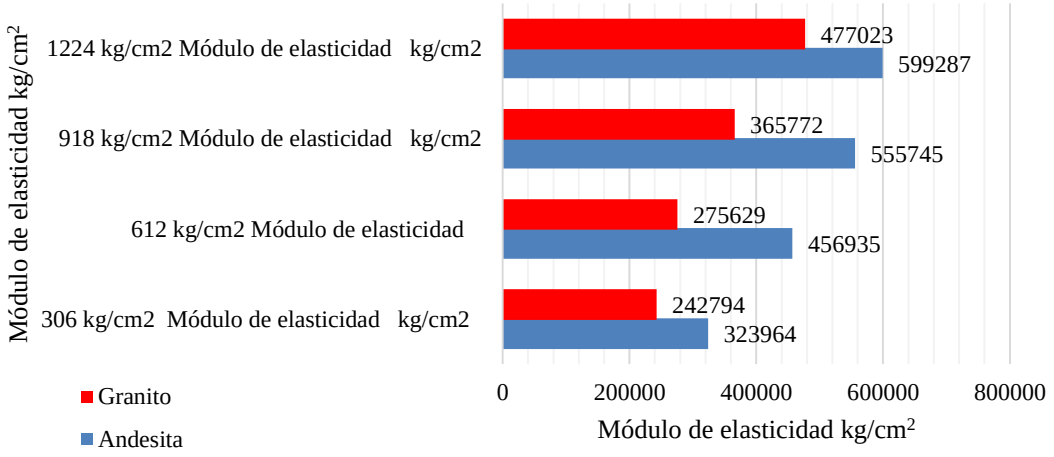


Figura 63: Resultado del módulo de elasticidad con respecto a los dos tipos de agregados.

Fuente: Elaboración propia

Nos podemos dar cuenta que el agregado Andesita tiene mayor módulo de elasticidad que el Granito debido a la mezcla que se utilizó para el agregado

Infantes y López (2017)

En la figura 64, se observa resultados del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado de la cantera Mashcon y Chonta, donde la resistencia se obtuvo de dos formas, una por E.060 y ASTMC-469

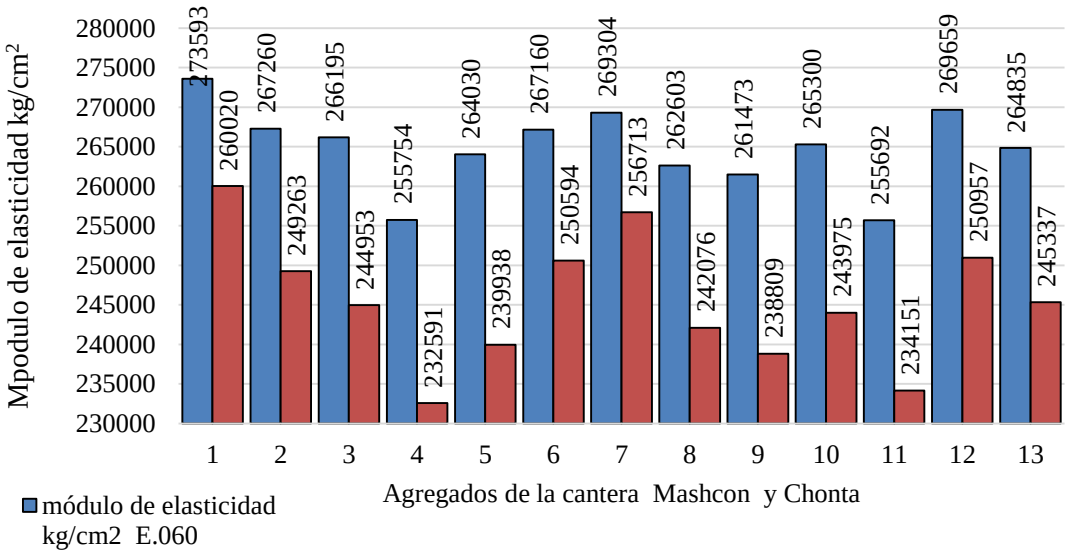


Figura 61: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado de la cantera Mashcon y Chonta.

Fuente: Elaboración propia

Se puede interpretar que se obtiene mayor módulo de elasticidad con respecto a la norma E.060 de la fórmula 1500 por la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión, se tiene mayor resultado porque al aplicar la fórmula de la norma peruana tiene relación directamente con la resistencia a la compresión en cambio para el ASTM C-469 solo tiene relación esfuerzo de rotura y deformación unitaria.

Ahimoghadamet al. (2020)

En la figura 65, se puede aprecia el resultado del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado utilizado (piedra caliza y grava de cuarcita), para el ensayo del módulo de elasticidad se dieron 3 diferentes resistencias a la compresión 25,35 y 45 Mpa, para la mezcla de concreto convencional (cc mezcla) se una relación de agua y cemento diferente para cada resistencia a la compresión (0.61, 0.47 y 0.37) para la piedra caliza y para la grava de cuarcita (0.61, 0.47 y 0.37). El contenido de aire de la piedra caliza (11,11 y 12) % y grava de cuarcita (9,9, y 9) %.

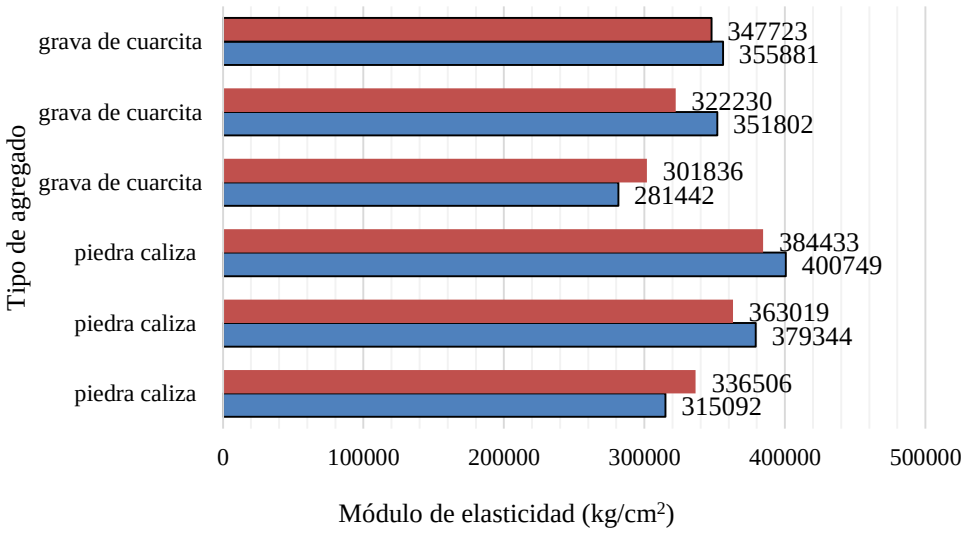


Figura 62: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado (piedra caliza y grava de cuarcita)

Fuente: Elaboración propia

Se puede interpretar que el agregado que más influye en el módulo de elasticidad es la piedra caliza en las dos diferentes mezclas (concreto convencional y 35mpa RCA) debido a que tiene mayor rigidez que la grava de cuarcita.

Yehia et al. (2020).

En la figura 65, se puede apreciar el resultado del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado: (agregado natural 10mm y 20mm, agregado ligero y dos agregados reciclados), se ensayaron en base a la norma ASTM C496/C496M-11 y 2 probetas de 150 x 300mm, el tamaño del agregado ligero es de 4-8mm y los reciclados 4-14mm. Todas las mezclas preparadas en el laboratorio tienen cemento Portland ordinario tipo I (SG = 3.15), humo de sílice. (SG = 2.2), Escoria de Alto Horno Granulada Molida "GGBS" (SG = 2.85) y agua del grifo.

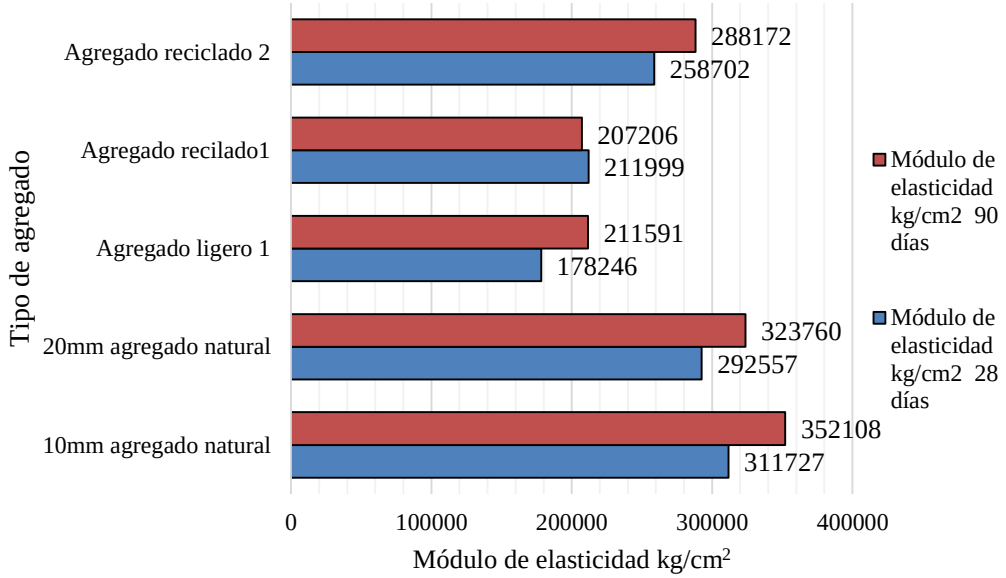


Figura 63: Resultado del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado (agregado natural 10 mm y 20 mm, agregado ligero y agregado reciclado)
Fuente: Elaboración propia

Se puede interpretar que el agregado natural tiene mayor módulo de elasticidad que el agregado ligero y el reciclado, esto se debe a que el agregado ligero y el reciclado tiene mayor resistencia que el agregado natural y menor contenido de humedad.

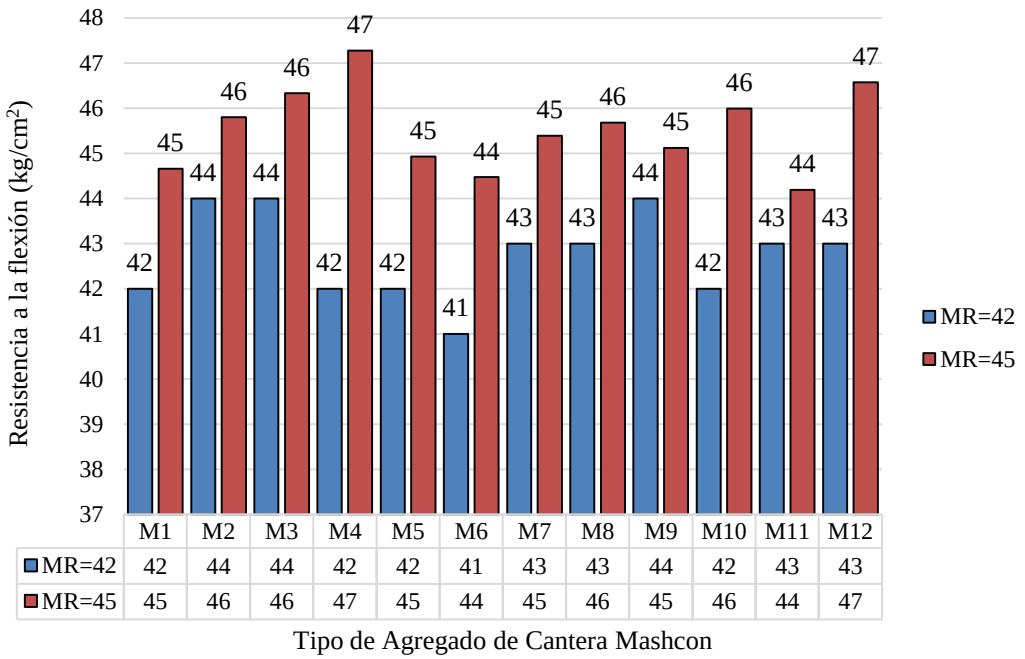
Objetivo 3: Determinar el tipo de agregado para obtener la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido.

Ispilco y López (2017).

Se determinó la influencia de los agregados de las canteras Mashcón y Chonta para la obtención de módulos de elasticidad y rotura, en el diseño de pavimentos rígidos, determinándose que al utilizar materiales provenientes de la cantera del río Mashcón, se obtuvieron valores de módulos de elasticidad y rotura, menores que de la cantera río Chonta.

Se utilizó la máquina de prueba de compresión universal.

Encontramos 24 pruebas,12 para MR=42 y 12 para MR=45, diferenciados por colores.



	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
MR=42	42	44	44	42	42	41	43	43	44	42	43	43
MR=45	45	46	46	47	45	44	45	46	45	46	44	47

Figura 64: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al tipo de agregado (agregados gruesos y finos obtenido de la cantera del Mashcon).

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que en los resultados de la Cantera Mashcon que la resistencia a la flexión predominante mayor oscila entre (46-47) kg/cm² y esto se debe a que tiene mayor módulo de rotura de diseño.

Se obtiene mayor parámetro debido a la resistencia de diseño.

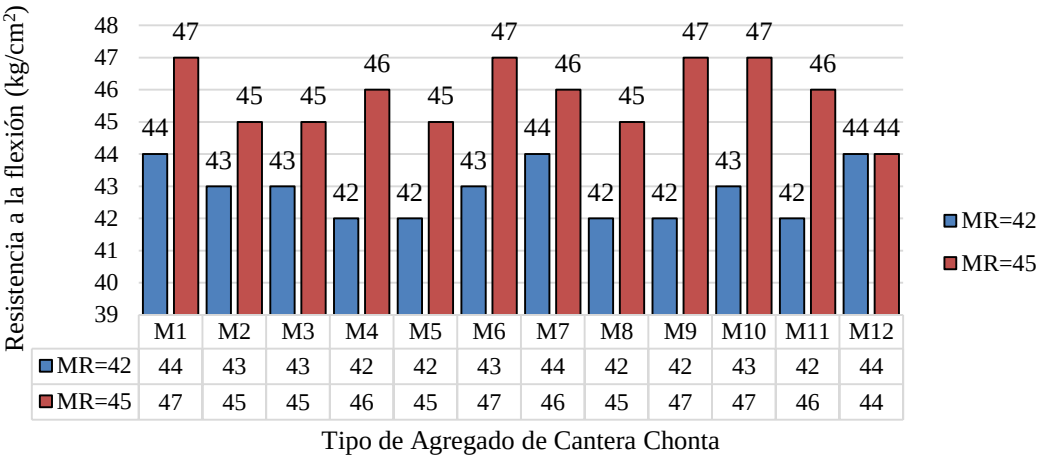


Figura 65: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al tipo de agregado (agregados gruesos y finos obtenido de la Cantera del Chonta)

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que en los resultados de la Cantera Chonta que la resistencia a la flexión predominante mayor oscila entre (46-47) kg/cm² y esto se debe a que tiene mayor módulo de rotura de diseño.

Robles y Sanchez (2015).

En la gráfica 68 se observa los agregados obtenido de la Cantera Huachis (Granito y Andesita). Para ensayar los grupos se utilizó la máquina universal en ensayo a flexión. En los gráficos observamos dos grupos, estos respecto a su edad (7 y 28 días).

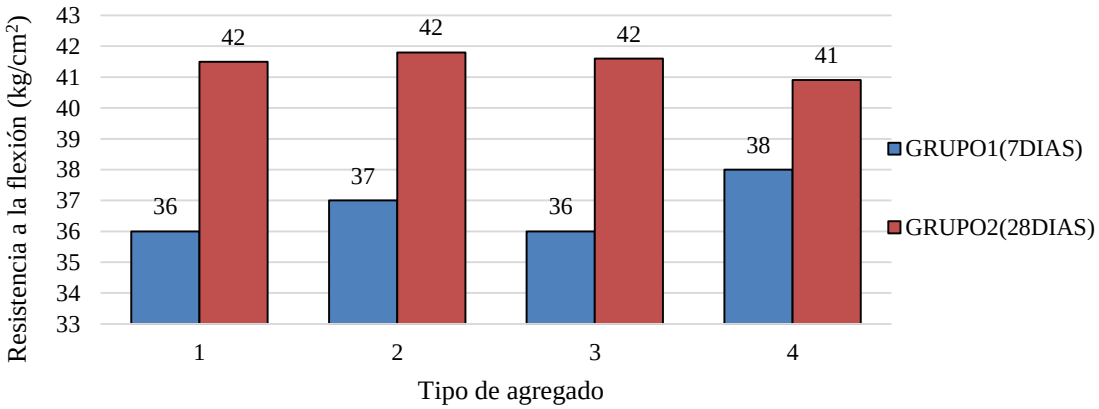


Figura 66: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto a las 4 muestras en relación a la edad.

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica observamos que los agregados tienen mayor resistencia a la flexión, respecto a su edad, ya que en el grupo 2, la resistencia es mayor respecto al grupo 1.

Sabih y Rafiqui (2018)

Se realizaron ensayos con tres tipos diferentes de agregados, granito, caliza y cuarzo y se realizaron los ensayos respectivos.

Podemos observas los tipos de agregados, diferenciados por grupos, la edad la edad en los resultados está siendo graficada mediante los colores de las barras.

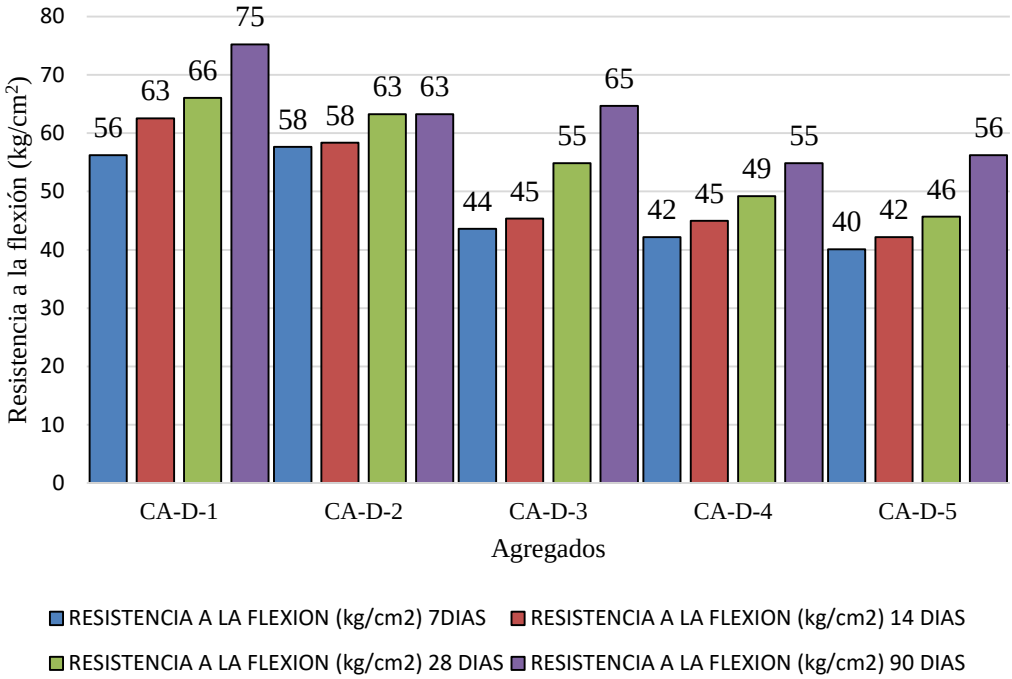


Figura 67: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto a las 5 muestras en relación a la edad.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados en la figura 69 son consistentes con una tendencia en constante aumento y la resistencia a la flexión aumenta con la edad del hormigón. Las resistencias a la flexión de 28 días están en el rango de 66 kg/cm² a 62 kg/cm² con un valor promedio de 60 kg/cm².Es evidente que estas mezclas de pavimentación tienen una resistencia a la flexión de 28 días superior al promedio.

Siendo la resistencia a la flexión más alta, la de edad de 90 días, esto indica que guardan relación, a mayor edad, obtenemos una mayor resistencia a la flexión.

Dittmer y Beushausen (2014)

Se usaron dos tipos de agregados sudafricanos como se aprecia en la figura 70, tipos de agregados Andesita y Granito

Podemos observar que los gráficos están representando las resistencias a la flexión, mediante el agregado y la influencia de las cargas en estas. El primer cuadro es respecto al agregado de la andesita y el segundo es del agregado granito.

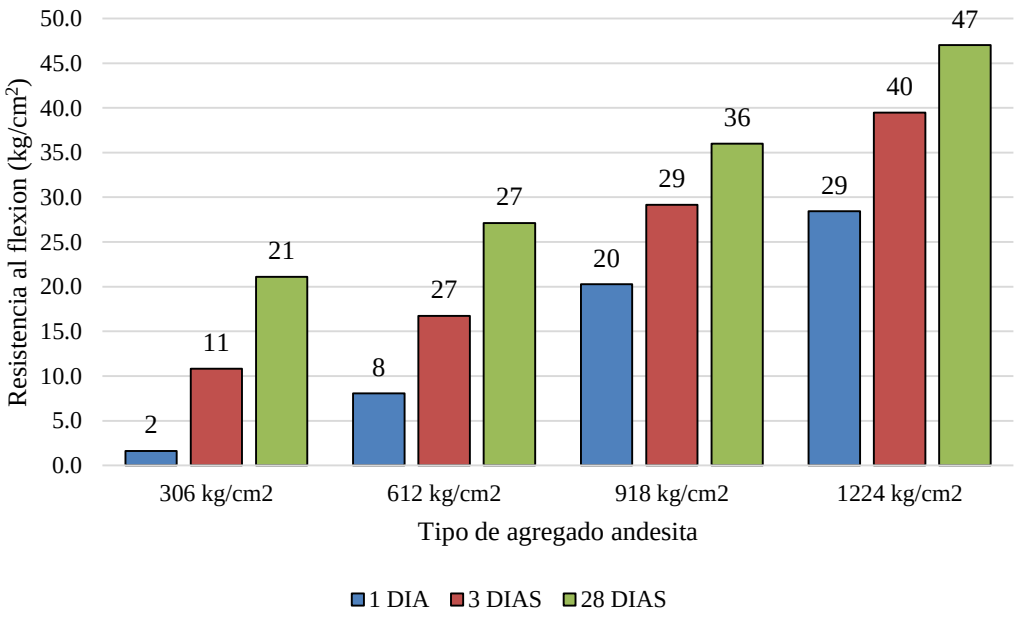


Figura 68: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado andesita.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 71 muestra como la edad influye en la resistencia a la flexión de los agregados al mismo tiempo las cargas también influyen ya que a mayor carga esta aumenta y es mayor, Los más resaltante: andesita: a los 28 días -120Mpa: 47 kg/cm².

El agregado Andesita influye más que otro tipo de agregado con respecto a la resistencia a la flexión, obteniendo la andesita 47 kg/cm² para una resistencia de diseño de 1224 kg/cm².

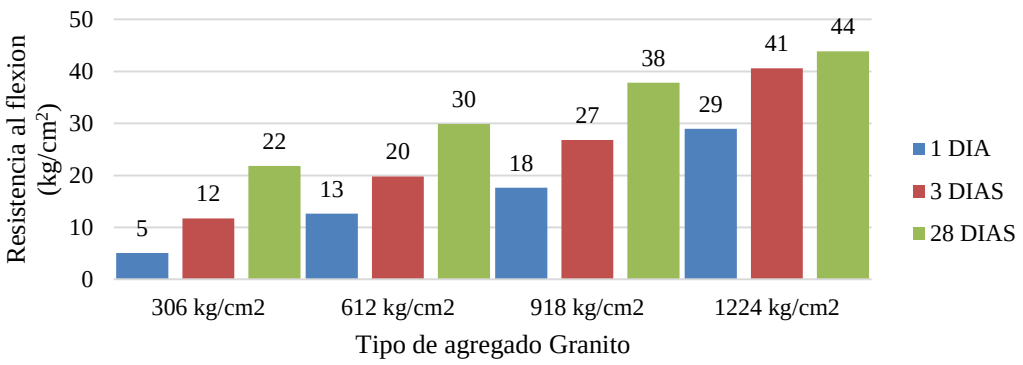


Figura 69: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto al agregado granito.

Fuente: Elaboración propia

La misma relación que encontramos en la andesita la encontramos en el granito, pero, sin embargo, el granito obtuvo menos resistencia a la flexión que la andesita, teniendo la misma carga y la misma edad, aquí podríamos concluir que las andesitas tienen mayor resistencia a la flexión que el granito-granito: a los 28 días : 44 kg/cm².

Figueroa et al. (2017)

Los agregados fueron analizados para determinar sus propiedades petrográficas, físicas, mecánicas y químicas. Las muestras se clasificaron en grupos de hornablendita, gabro, cuarzo monzodiorita, monzodiorita y monzonita. En la gráfica se observa como están distribuidos por color y también por agregado.

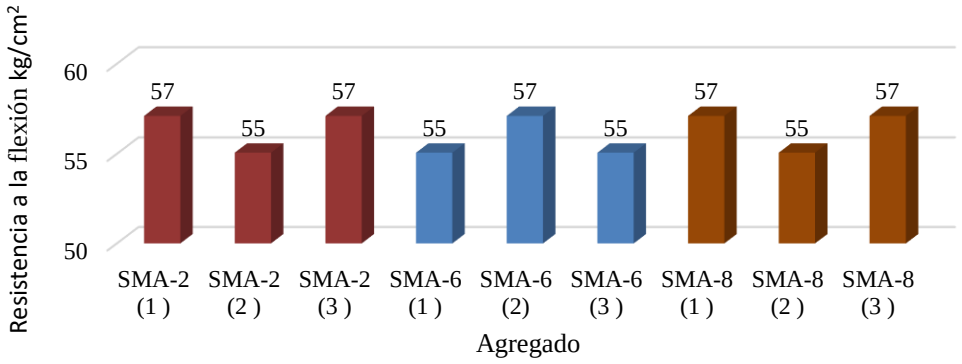


Figura 70: Resultado de la resistencia a la flexión con respecto a los tipos de agregados

Fuente: Elaboración propia

El cuarzo-monzodiorita fue el grupo dominante. mostraron buena solidez solo para uno de los agregados, que se consideran aceptables para su uso en la preparación de un concreto de buena calidad. Este agregado tiene mayor resistencia a la flexión, pero sin embargo observamos que la diferencia está en un rango muy corto, teniendo todas unas resistencias casi homogéneas.

Objetivo 4: Determinar el tipo de agregado para obtener la influencia de la resistencia a la compresión del concreto en el pavimento rígido.

Bojaca y Quevedo (2020)

Las muestras observadas en la gráfica, son diferenciadas por grupo y las relaciones a/c mediante, los colores, que se observan en la leyenda.
Este agregado ha sido netamente natural traído del Rio Guayaría, clasificándolos en 3 tamaños nominales. Para una mejor distribución de agregados.
Se utilizó las relaciones agua-cemento elegidas 0.35, 0.45, 0.55, 0.65, y 0.75

Se planteó un proceso que disminuye la cantidad de diseños de mezcla necesarios para validar diferentes resistencias utilizando agregados pétreos del Rio Guayuriba, este proceso se puede utilizar para cualquier tipo de agregados pétreos y cementos, porque es un proceso que seguido paso a paso permite determinar diferentes grados de resistencias y relaciones agua-cemento, necesarias para obtener los esfuerzos máximos que el concreto debe generar para cumplir con las cargas que se generan.

Queda demostrado que con una sola caracterización de agregados pétreos y materiales cementantes, se pueden lograr varios grados de resistencia.

Se evidencio que los asentamientos son directamente proporcionales a la relación agua/cemento, entre menor sea la R/C, menor será menor será el asentamiento. El logro más importante es la generación de una herramienta de fácil uso y de gran utilidad, propia de los agregados del rio Guayuriba, que consiste en graficas de Resistencia vs. Relación agua-cemento, lo que contribuye a que en los diseños de mezcla en los que se usen se va a disminuir la incertidumbre que surge cuando hay que asumir datos teóricos a falta de esta.

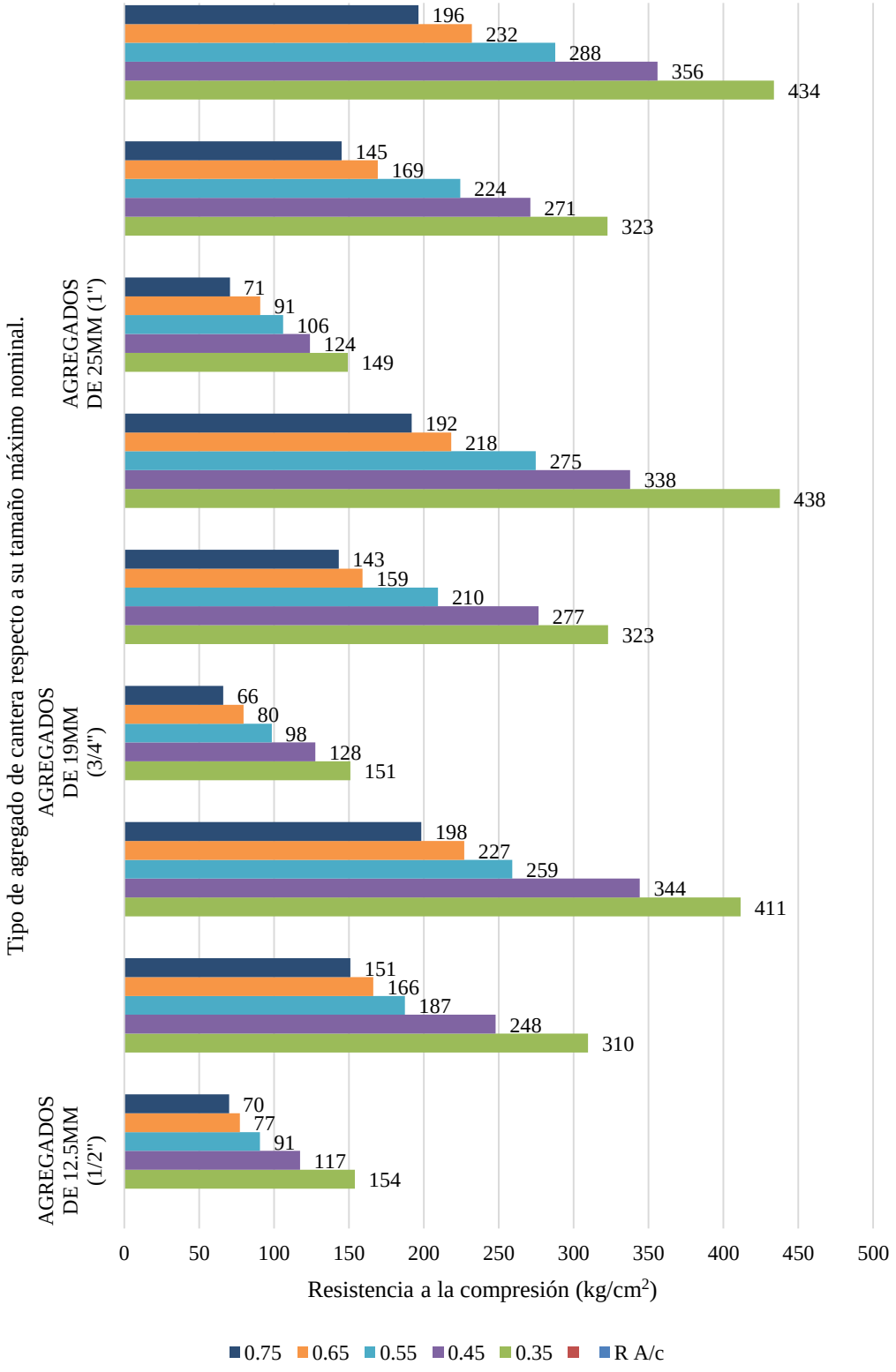


Figura 71: Resultado de la resistencia a la compresión con respecto a los tipos de agregados

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar en la figura 73 que mientras la relación A/C sea menor, la resistencia a la compresión es mayor y mientras la edad sea mayor, la resistencia también aumenta. Esto influye de la misma manera para todos los agregados (1/2, 1, 3/4).

Sabih y Tarefder (2018).

En la figura 74 observamos ensayos con tres tipos diferentes de agregados, granito, caliza y cuarzo y se realizaron los ensayos respectivos. Con distintas relaciones a/c. Estas mezclas de pavimentación NMDOT tienen un valor de resistencia a la compresión superior al promedio en comparación con las mezclas utilizadas en las secciones incluidas en la calibración nacional del diseño ME

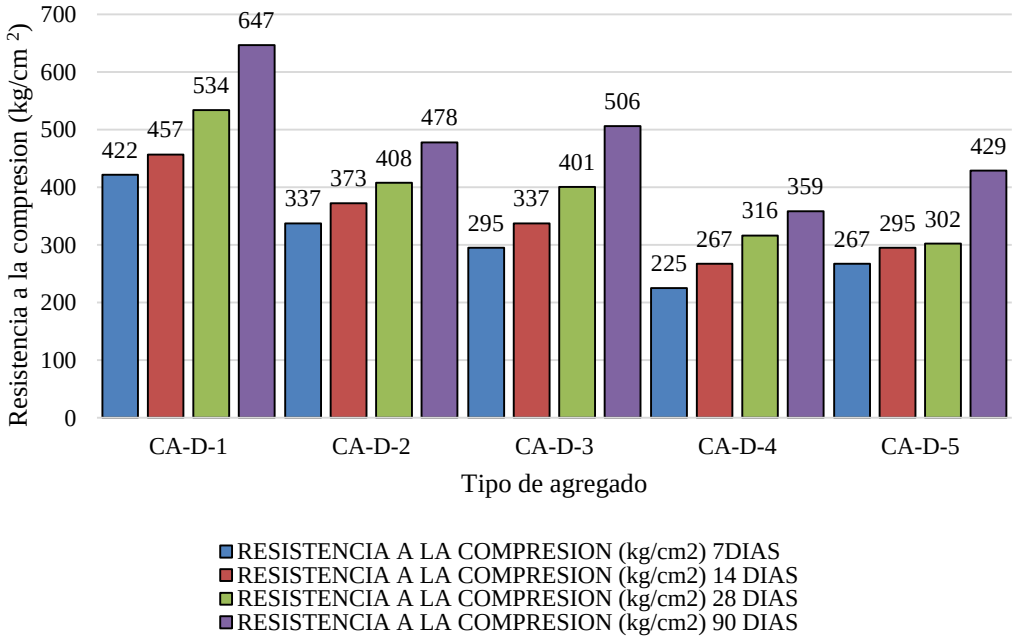


Figura 72: Variación de la resistencia a la compresión vs tipo de agregado.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados son consistentes con una tendencia en constante aumento con la edad concreta. Los valores de resistencia a la compresión más altos los tiene el agregado CA-D-1=647 kg/cm^2, este es el mayor con una edad de 90 días, y en todas las muestras observamos que el mayor es la de mayor edad.

Ahimoghadam et al. (2015)

En la siguiente gráfica se usó como agregado (arena de rio natural) con un tamaño máximo de 4,0 mm se utiliza como agregado fino y piedra natural redondeada con un 16,0 mm tamaño máximo como agregado grueso. Además de usar de agregado polvo de mármol.

Las muestras se probaron para determinar la resistencia a la compresión con polvo de mármol de agregado, se probaron 3 muestras para (7;28;90 días) usando una máquina de prueba de compresión universal.

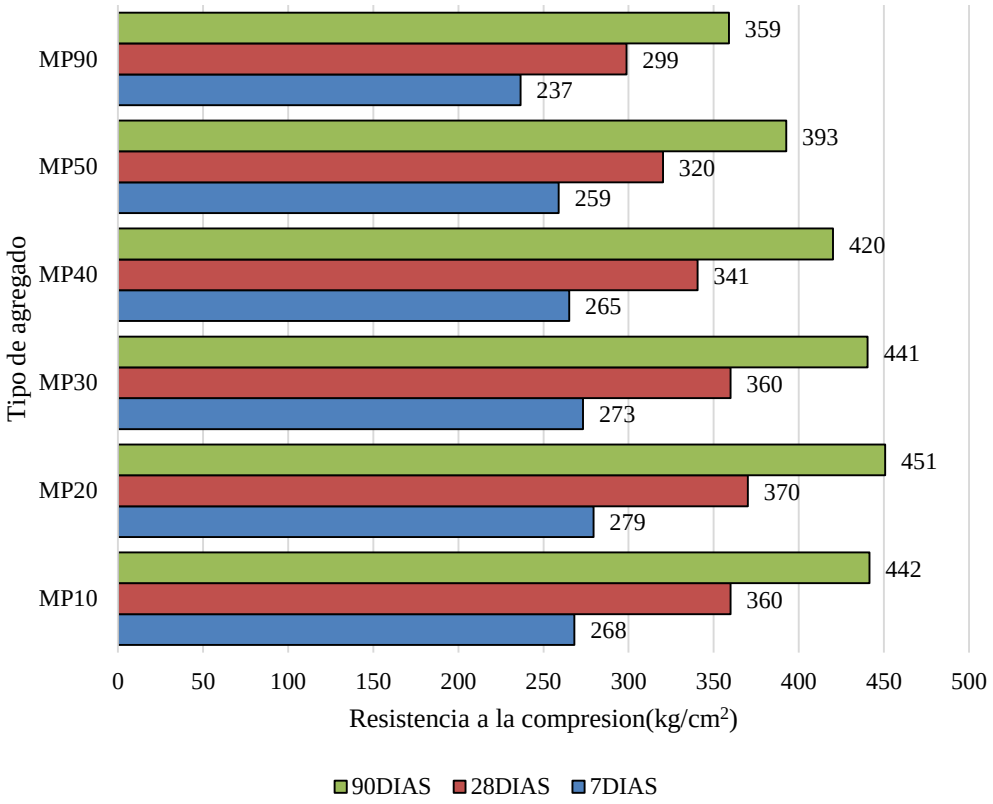


Figura 73: Variación de la resistencia vs agregado en relación a la edad del agregado

Fuente: Elaboración propia.

Observamos que aquí influye mucho la edad del ensayo ya que las mayores resistencias las obtienen los agregados con mayor edad.

Podemos concluir que le polvo de mármol es un buen agregado para obtener una buena resistencia a la compresión.

Observamos que aumenta la resistencia con respecto a las edades ensayadas de 7, 28 y 90 días.

Ekwulo y Eme (2017)

En la siguiente figura 76 se utilizó agregado de cantera en Akampka, 3 muestras y cada una teniendo resultados, respecto a su edad.

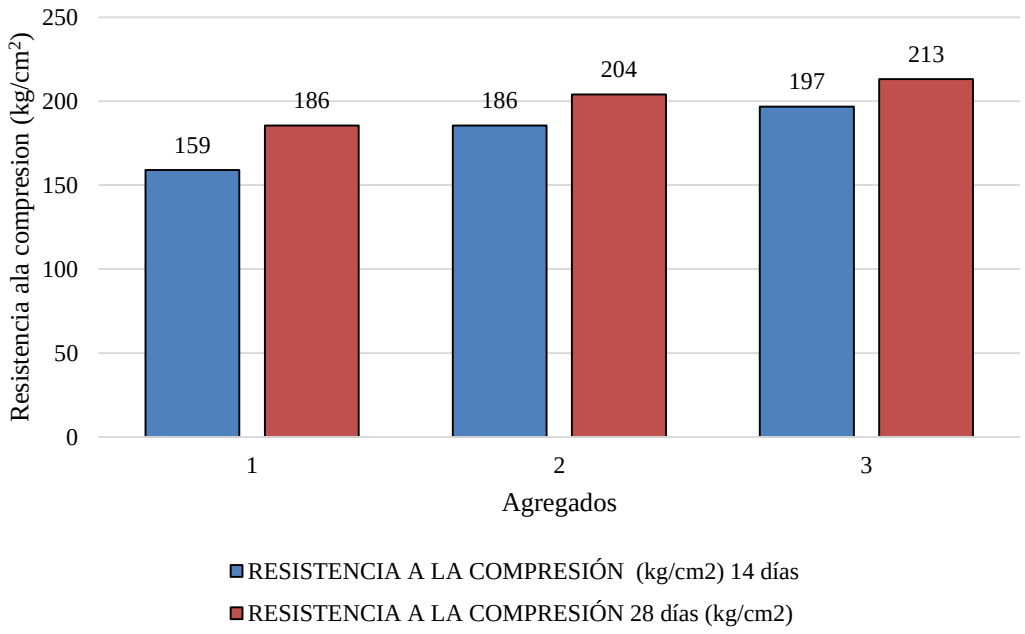


Figura 74: Variación de la resistencia a la compresión vs agregado en relación a la edad del agregado.

Fuente: Elaboración propia.

Se interpreta que al tener diferente tipo de asentamiento la resistencia aumenta con respecto al tamaño máximo nominal del agregado, ya que si la partícula aumenta de tamaño la resistencia aumenta de igual manera.

También se observa que la edad influye en la resistencia ya que, a mayor edad, mayor resistencia a la compresión.

Mohammed et al. (2014)

En la figura 77 se observan las muestras, se probaron para determinar la resistencia a la compresión con ladrillo reciclado de agregado, se probaron 8 muestras para (w/c=0.45 y 0.55) usando una máquina de prueba de compresión universal.

Podemos observar que están clasificadas por grupo, según el agregado y también por colores según su relación a/c.

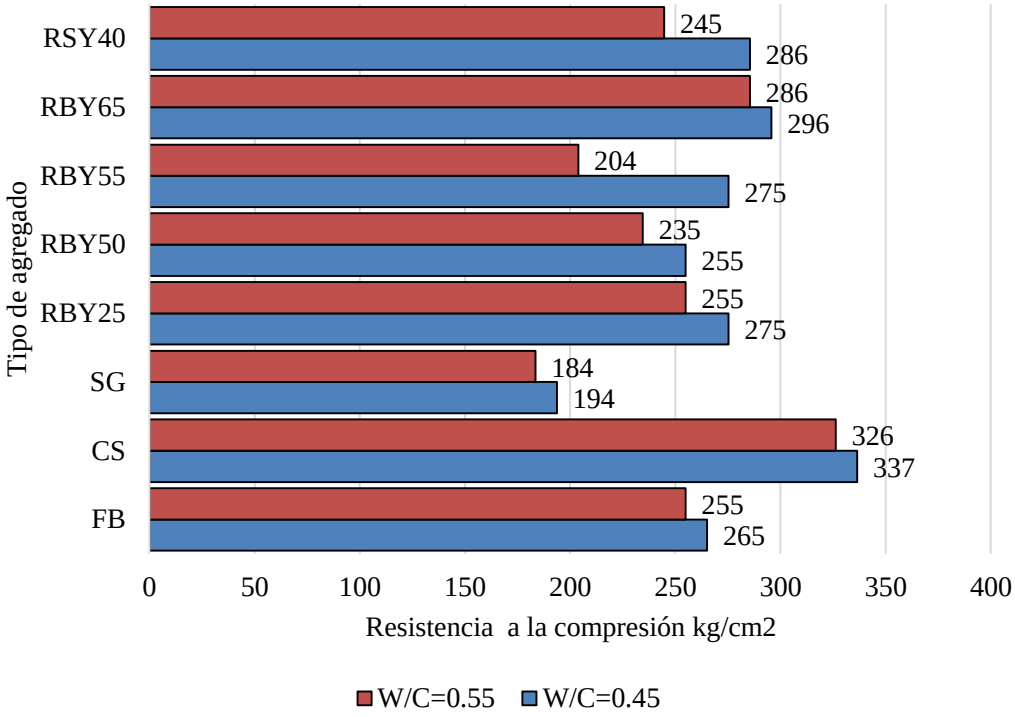


Figura 75: Variación de la resistencia a la compresión vs agregado en relación al a/c.

Fuente: Elaboración propia.

La relación a/c influye mucho en la resistencia a la compresión, ya que, si esta es menor, la resistencia aumenta.

Observamos que el agregado CS obtuvo una resistencia mayor a las demás =337 kg/cm².

De todos los agregados hemos obtenido el de mayores resistencias (ladrillo reciclado).

5.3 Contrastación de hipótesis

HIPOTESIS 1: Al determinar el tamaño máximo nominal del agregado se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión del pavimento rígido.

Para analizar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado se requiere ensayar los grupos para obtener la resistencia de cada tamaño máximo nominal del agregado.

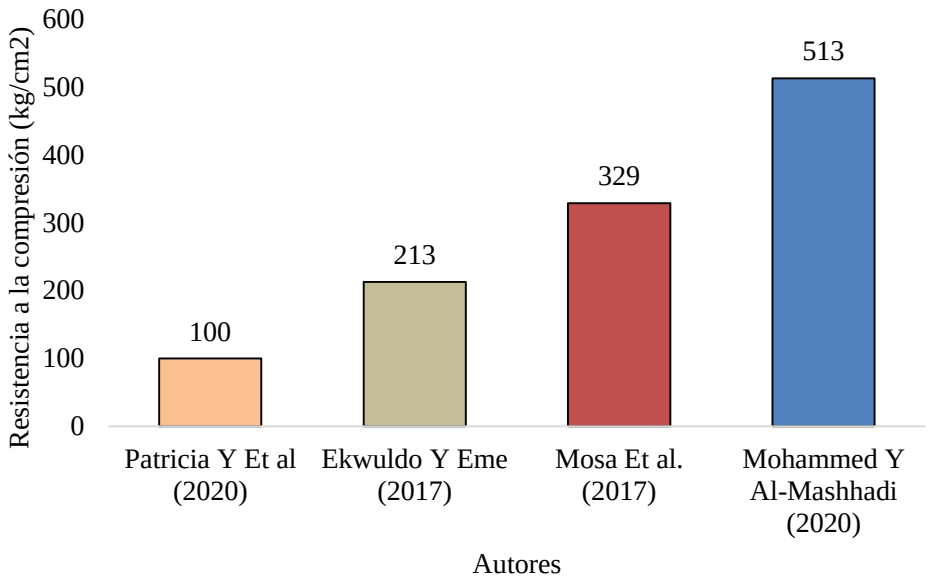


Figura 76: Resultado de la resistencia a la compresión según los autores de cada artículo.

Fuente: Elaboración propia.

- Hipótesis auxiliar

H0: Al determinar el tamaño máximo nominal del agregado no se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión del pavimento rígido.

H1: Al determinar el tamaño máximo nominal del agregado si se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión del pavimento rígido.

- Observación:

Respecto a los resultados de los autores, Patricia Y Et al (2020) se observa que el resultado de la resistencia a la compresión de es de100 kg/cm² con un tamaño máximo nominal del agregado de 10 mm; Patricia Y Et al (2020) tiene un resultado de 213 kg/cm² con un tamaño máximo nominal del agregado de 19.1 mm; Mosa Et al. (2017) se observa el resultado de 329 kg/cm² con un tamaño máximo nominal del agregado de 9.5 mm y para los autores Mohammed Y Al-Mashhadi (2020) se obtiene una resistencia a la compresión de 513 kg/cm² con un tamaño máximo nominal del agregado de 37.5mm.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que se demuestra según las observaciones, que los tamaños máximo nominales del agregado si influyen en la resistencia a la compresión.

HIPOTESIS 2: Al determinar los tipos de agregados se obtiene la influencia en el módulo de elasticidad del concreto en el pavimento rígido

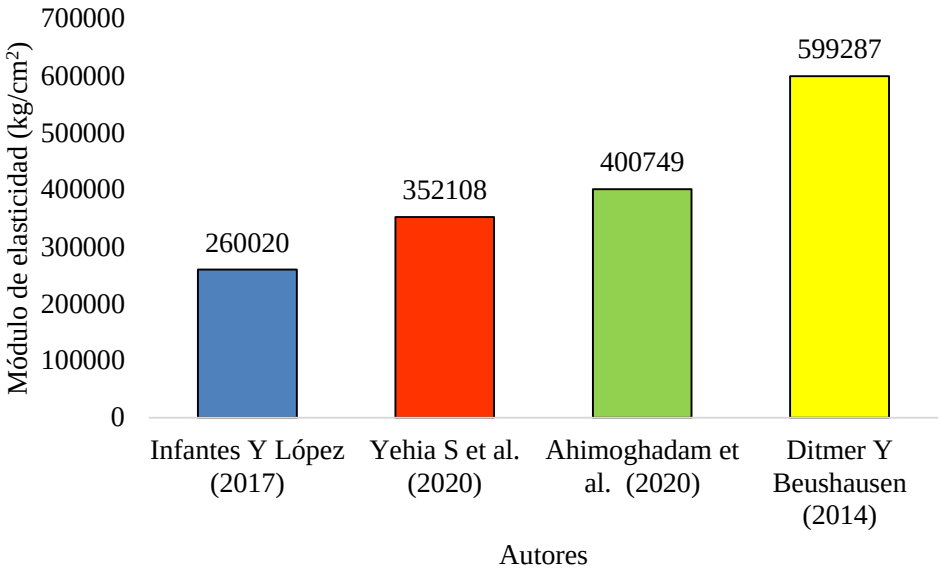


Figura 77: Resultado del módulo de elasticidad con respecto a los tipos de agregados naturales, reciclados y de cantera

Fuente: Elaboración propia.

- Hipótesis auxiliar

  H0: Al determinar los tipos de agregados no se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión del concreto en el pavimento rígido.

  H1: Al determinar los tipos de agregados si se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión del concreto en el pavimento rígido.

- Observación:

  Respecto a los resultados de los autores, Infantes Y López (2017) se obtiene un módulo de 260020 kg/cm² con un agregado de cantera, Yehia S et al. (2020) se obtiene un módulo de 352108 kg/cm² con un agregado tipo natural de 10 mm, Ahimoghadam et al. (2020) se obtiene un módulo de 400749 kg/cm² con un tipo de agregado natural piedra caliza y para los autores Ditmer Y Beushausen

(2014) se obtiene un módulo de 599287 kg/cm² con un tipo de agregado natural Andesita.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que se demuestra según las observaciones, los tipos de agregados naturales, peso ligero, reciclados y de cantera si influyen en el módulo de elasticidad.

HIPOTESIS 3: Al analizar el tipo de agregado se obtiene la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido.

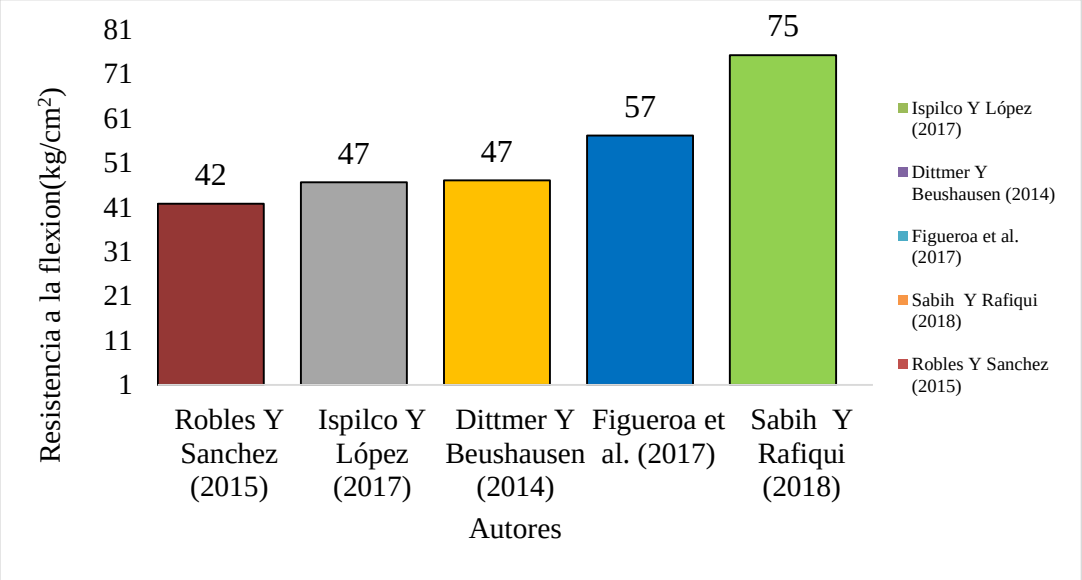


Figura 78: Resultado de los tipos de agregado con respecto a la resistencia a la flexión.

Fuente: Elaboración propia.

- Hipótesis auxiliar

  H0: Al analizar el tipo de agregado no se obtiene la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido.

  H1: Al analizar el tipo de agregado se obtiene la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido.

- Observación:

  Respecto a los resultados de los autores Robles y Sánchez (2015), con una resistencia a la flexión de 42 kg/cm² es un agregado proveniente de la Cantera

Huachis.Ispilco y López (2017) y Dittmer y Beushausen. (2014) con 47 kg/cm² tenemos a la andesita- 120Mpa y M12 es un agregado de cantera. Tenemos a Figueroa et al. (2017) con SMA-2(1) como agregado de batolito de Santa Maria con 57 kg/cm², siendo este un agregado natural. Sabih y Rafiqui (2018) en algunos casos varían por el tipo de material, siendo la resistencia mayor 75 kg/cm² un agregado natural que tiene como fuente el cañón oscuro de una mineralogía desconocida

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que se demuestra según las observaciones, que el tipo del agregado si influyen en la resistencia a la flexión.

HIPOTESIS 4: Al determinar el tipo de agregado se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión.

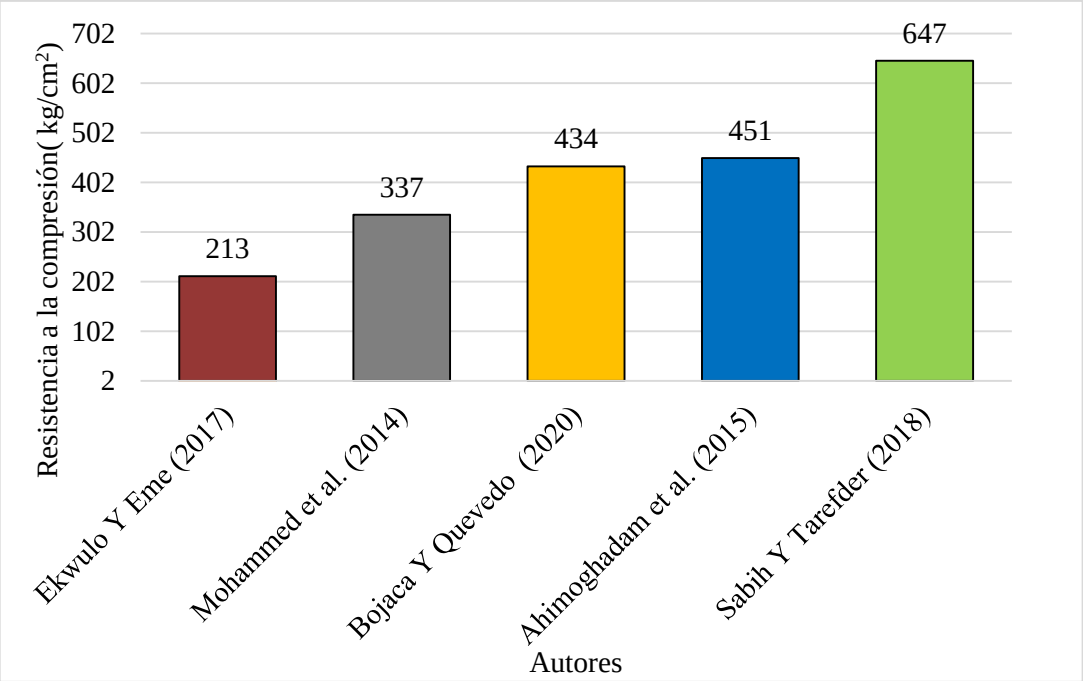


Figura 79: Resultados de la resistencia a la compresión con respecto al tipo de agregado.

Fuente: Elaboración propia

- Hipótesis auxiliar

  H0: Al determinar el tipo de agregado no se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión

  H1: Al determinar el tipo de agregado se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión

- Observación:

  Respecto a los resultados de los autores, Ekwulo &Eme, (2017) se obtiene una resistencia de 213kg/cm² con un agregado de cantera de Akampka, Mohammed et al (2014)se obtiene una resitencia de 337 kg/cm² con el agregado de batolito de Santa Maria , Bojaca R & Quevedo L. (2020) se obtiene una resistencia de 434 kg/cm² con un tipo de agregado natural del Rio ,Ahimoghadam et al (2015) se obtiene una resistencia de 451 kg/cm² con un tipo de agregado natural ,con polvo de mármol y tenemos a Sabih & Tarefder. (2018) con una resistencia de 647 kg/cm² con agregado de la caliza.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que se demuestra según las observaciones, que el tipo del agregado si influyen en la resistencia a la compresión.

DISCUSIÓN

Según resultados de la resistencia a la compresión de los artículos que tienen como autores a Patricia y Et al. (2020), Ekwuldo y Eme (2017), Mosa Et al. (2017) y Mohammed y Al-Mashhadi (2020), se pudo contrastar la hipótesis 1, el cual menciona la influencia que tiene el tamaño máximo nominal del agregado en la resistencia a la compresión, que dan como resultado que el tamaño máximo nominal que influyen es de 10mm, 19.1mm, 9.5mm y 37.5 mm, que tiene como resultado mayor resistencia a la compresión de 100 kg/cm² , 213 kg/cm² , 329 kg/cm² y 513 kg/cm² respectivamente que otros tamaños máximo nominales del agregado, dependiendo del slump ya que, otros tamaños máximo nominal del agregado tienen como resultado una resistencia menor. El tamaño máximo nominal del agregado que más influye es del autor Mohammed y Al-Mashhadi (2020) con un tamaño de 37.5 mm dando una resistencia a la compresión de 513 kg/cm^2 como se puede apreciar de la Figura 76.

Según los resultados del módulo de elasticidad de los artículos que tienen como autores a Infantes y López (2017), Yehia S et al. (2020), Ahimoghadam et al. (2020) y Ditmer y Beushausen (2014), se pudo contrastar la hipótesis 2, el cual menciona la influencia que tiene el tipo de agregado con respecto al módulo de elasticidad en el pavimento rígido, que dan como resultado los siguientes parámetros: 260020 kg/cm² con un tipo de agregado de cantera, 352108 kg/cm² con un tipo de agregado natural de 10 mm, 400749 kg/cm² con un tipo de agregado natural piedra caliza y 599287 kg/cm² con un tipo de agregado natural Andesita como se puede observar en la Figura 77, estos resultados aumentan con un tipo de agregado natural ya que, estos agregados tienen mayor rigidez que el agregado de cantera y también de un agregado tipo reciclado como el resultado del autor Ditmer Y Beushausen (2014).

Según los resultados de la resistencia a la flexión de los artículos que tienen como autores a Robles y Sánchez (2015); Ispilco y López (2017); Dittmer & Beushausen. (2014); Figueroa et al. (2017); Sabih y Rafiqui (2018) se pudo contrastar la hipótesis 3, con respecto a la resistencia a la flexión en el pavimento rígido que dan como resultado que el tipo de agregado que influye es proveniente de cantera, agregado de rio, andesita, caliza, batolito de Santa Maria respectivamente que tiene como resultado 42 kg/cm² ;47 kg/cm$^{2;}$ 47 kg/cm² ;57 kg/cm$^{2;}$ 75 kg/cm² que otras resistencias, aquí influye también la relación agua /cemento. Sin embargo, el tipo de agregado más influyente en la resistencia

a la flexión es agregando natural del autor Sabih Y Rafiqui (2018) dando un parámetro de 75 kg/cm^2, por lo tanto, las tesis y artículos son aceptable como se aprecia en la Figura 78.

Según los resultados de la resistencia a la compresión de los artículos que tienen como autores a Ekwulo y Eme, (2017); Mohammed et al (2014); Bojaca y Quevedo (2020); Ahimoghadam et al. (2015); Sabih y Tarefder. (2018) se pudo contrastar la hipótesis 4, el cual menciona la influencia del tipo de agregado en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido, que dan como resultado 213 kg/cm^2, 337 kg/cm^2, 434 kg/cm^2,451 kg/cm^2, 647 kg/cm^2, respectivamente ya que estos agregados naturales tienen mayor rigidez que otros tipos de agregados como el resultado del autor Sabih y Tarefder (2018), aceptando la influencia del tipo de agregado en la resistencia a la compresión como se aprecia en la Figura 79.

CONCLUSIONES

1. Para esta investigación, se concluye que los agregados influyen en la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en los pavimentos rígidos. En el tamaño máximo nominal del agregado se obtiene una influencia ascendente (10mm, 19.1mm, 9.5mm y 37.5mm) con una resistencia a la compresión (100, 213, 329 y 513) kg/cm² respectivamente incrementando en (113%, 54% y 56%) su resistencia a la compresión. Para el tipo de agregado natural, reciclado y de cantera, se obtiene una influencia ascendente para el módulo de elasticidad, resistencia a la flexión y resistencia a la compresión. El porcentaje ascendente del módulo de elasticidad con respecto al tipo de agregado (natural, reciclado y de cantera) es de 35.4%, 13.8% y 49.5%, para la resistencia a flexión se obtuvo parámetros ascendentes con respecto agregados naturales y de cantera (11.4%, 0%, 21.5% y 31.7%) y para la resistencia a la compresión se obtuvo influencia en el tipo de agregado natural y de cantera. (58.2%, 28.8%, 3.9% y 43.5%)

2. Como se muestra en la Figura 76, el tamaño máximo nominal del agregado influye en la resistencia de la compresión del pavimento rígido en función a su diseño de mezcla ya que se tiene tamaños máximo nominales menores que tiene un alto parámetro de resistencia a la compresión siendo el menor de 100 kg/cm² para un tamaño máximo nominal del agregado de 10mm y mayor de 513 kg/cm² para un tamaño máximo nominal del agregado de 37.5mm.

3. Como se muestra en la Figura 77, el tipo de agregado influye en el módulo de elasticidad del pavimento rígido, siendo el agregado natural con parámetro mayor que los otros tipos de agregados, con un parámetro de 599287 kg/cm², 400749 kg/cm² y 352108 kg/cm² para los agregados naturales y 260020 para un agregado tipo de cantera.

4. Como se muestra en la Figura 78, el tipo de agregado influye en la resistencia a la flexión en el pavimento rígido, ya que el agregado natural posee una alta resistencia con un parámetro 75 kg/cm² mayor que los agregados de cantera y reciclados, que poseen 42 kg/cm² y 47 kg/cm².

5. Como se muestra en la Figura 79, el tipo de agregado influye en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido, esto se debe porque los agregados naturales con

parámetros 647 kg/cm² y 451kg/cm² influyen más que agregados de cantera y reciclados debido a su rigidez de la muestra con parámetros 213 kg/cm² ;337 kg/cm² ;434 kg/cm².

RECOMENDACIONES

1. Usar un tamaño máximo nominal del agregado de 9.5 mm y 37.5 mm en el diseño del concreto, ya que estos tamaños del agregado tienen una influencia que aumenta la resistencia a la compresión con respecto a otros tipos de tamaños del agregado como el resultado de 329 kg/cm^2 y 513 kg/cm^2, esto implicaría tener una resistencia a la compresión mayor para la losa del concreto del pavimento rígido.

2. Utilizar el tipo de agregado natural para obtener la influencia en el módulo de elasticidad en el pavimento rígido, por lo general la andesita y la caliza ya que estos agregados tienen mayor rigidez de resultado 599287 kg/cm^2 y 400749 kg/cm^{2}que otros tipos agregados como el reciclado y de cantera, esto ayudaría a mejorar en el diseño del concreto con los agregados naturales y mejoraría la rigidez y capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento rígido.

3. Usar agregados naturales y de cantera ya que, al tener resultados de 75 kg/cm^2 y 57 kg/cm^2 respectivamente, por lo general tienen mayor influencia con respecto a otros tipos de agregado que no son de procedencia natural esto implicaría tener una mayor resistencia a la flexión en agregados de procedencia natural que influirán en el pavimento rígido, ya que este parámetro es una variable importante para el diseño del pavimento rígido ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento.

4. Utilizar agregados de una procedencia natural que tienen mayor rigidez que otros tipos de agregados, aquí influye mucho también la relación agua /cemento, la cual ayuda a tener una mayor resistencia a la compresión de 647 kg/cm^2 para obtener la influencia en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido, el cual serviría como una capacidad de soportar una carga por unidad de área de la losa del pavimento.

5. Se recomienda a futuros investigadores y tesistas analizar más el tema de la influencia de los agregados con respecto al módulo de rotura y elasticidad en el pavimento rígido con relación al tipo de agregado, ya que en las tesis y artículos investigados solo se usan agregados reciclados, agregados de cantera y natural, sería recomendable investigar otros tipos de agregado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albarwary, I. Z. (2017). *Effect of aggregate maximum size upon compressive strength of concrete. Journal of Duhok University, 20(1), 790-797.* Obtenido de https://doi.org/10.26682/sjuod.2017.20.1.67

Al-Mashhadi, M. y (2020). *Effect of Maximum Aggregate Size on the Strength of Normal and High Strength Concrete.* Obtenido de https://www.civilejournal.org/index.php/cej/article/view/2145#:~:text=Aggregates%20form%2060%25%20to%2075,a%20well%2Dgraded%20coarse%20aggregate.&text=With%20Fineness%20Modulus%20(F.M)%20fixed,concrete%20and%20high%2Dstrength%20concrete.

Barham, D. &. (2010). *Fracture energy of high-strength concreteloading., 8(11)* . Obtenido de http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.087

Beushausen., D. &. (2014). *The influence of aggregate type on the strength and elastic modulus* . Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.08.055

Briceño, J. &. (2019). *Comparación del desprendimiento de material en pavimentos rígidos reforzados con malla electrosoldada o fibras Comparison of the material shedding in rigid pavements reinforced with electro-welded mesh or fibres.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/303691369_Relationship_between_Modulus_of_Elasticity_and_Strength_of_Brick_Aggregate_Concrete

Briceño, J. &. (2019). *Comparación del desprendimiento de material en pavimentos rígidos reforzados con malla electrosoldada o fibras Comparison of the material shedding in rigid pavements reinforced with electro-welded mesh or fibres.* Obtenido de researchgate: https://www.researchgate.net/publication/303691369_Relationship_between_Modulus_of_Elasticity_and_Strength_of_Brick_Aggregate_Concrete

Garcia, P. (2019). *Evaluación de la incidencia del tamaño máximo nominal del agregado grueso en los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto empleando cilindros de diferentes dimensiones.* Obtenido de https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/5540/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20incidencia%20del%20tama%C3%B1o%20m%C3%A1ximo%20nominal%20del%20agregado%20grueso%20en%20los%20resultados%20de%20los%20ensayos%20de%20resistencia%20a%20compresi%C3%B3n%2

Inderaw, C. &. (2020). *Mechanical properties of fly ash-based geopolymer concrete using variation in maximum size of coarse aggregate.* Obtenido de https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012025

Krishna, A. &. (2018). *Investigation on Flexural Strength and Stiffnes of Pervious Concrete for pavement.* Obtenido de researchgate: https://dx.doi10.1520/ACEM20170015

Latif, A. &. (2017). *Developing the elastic modulus measurement of asphalt concrete using the compressive strength test.* Obtenido de https://doi:10.1016/j.conbuildmat.2016.09.087

Mia, M. &. (2015). *Relationship between Modulus of Elasticity and Strength of Brick Aggregate Concrete.* Obtenido de researchgate: https://www.researchgate.net/publication/345403316_A_Comparative_Study_on_Compressive_Strength_of_Concrete_Mix_Containing_Plastic_Glass_and_Rubber_Aggregates

Molib, B. &. (2020). *Strength optimization of reactive powder concrete.* . Obtenido de https://doi.org/10.1590/S1983-41952020000500007

Morote., B. y. (2019). *Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm²* . Obtenido de handle: http://hdl.handle.net/10757/626313

Ngoc, D. &. (2018). *Compressive strength and durability properties of roller-compacted concrete pavement containing electric arc furnace slag aggregate and fly ash.* Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818324863

Patrisia, C. I. (2020). *Mechanical properties of fly ash-based geopolymer concrete using variation in maximum size of coarse aggregate.* Obtenido de https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012025

Pico, C. y. (2015). *Durabilidad y acústica del concreto con escoria de cubilote como reemplazo del agregado fino.* Obtenido de https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.1.a02

Quresh, A. &. (2015). *Influence of Aggregate Characteristics on the Compressive Strength of Normal Weight Concrete.* Obtenido de researchgate: https://www.researchgate.net/publication/283501237_Influence_of_Aggregate_Characteristics_on_the_Compressive_Strength_of_Normal_Weight_Concrete

Qureshi, A. S. (2015). *Influence of Aggregate Characteristics on theCompressive Strength of Normal Weight Concrete.* Obtenido de researchgate: https://www.researchgate.net/publication/283501237_Influence_of_Aggregate_Characteristics_on_the_Compressive_Strength_of_Normal_Weight_Concrete

Robles y Sanchez. (2015). *Evaluación de pavimentos rígidos mediante la determinación de correlaciones entre el módulo de rotura a la flexión y la resistencia a la compresión para el centro poblado san cristóbal de chupán – huaraz.* Obtenido de http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.087

Rodríguez Méndez, B. J. (2019). *Influencia de los superplastificante tipo f sobre sus propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante.* Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Obtenido de https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23402/Rodr%C3%ADguez%20M%C3%A9ndez%20Brando%20Jeffrey.pdf?sequence=1

Sabau, M. &. (2021). *Prediction of Compressive Strength of General-Use Concrete Mixes with Recycled Concrete Aggregate. International Journal of Pavement Research and Technology.* . Obtenido de https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/8493?show=full

Sadati, S. &. (2016). *Field performance of concrete pavement incorporating recycled concrete aggregate. Construction and Building Materials. 126. 691-700. 10.1016/j.conbuildmat.2016.09.087.* Obtenido de https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.087

Sadati, S. &. (2016). *Field performance of concrete pavement incorporating recycled concrete aggregate. Construction and Building Materials. 126. 691-700. 10.1016/j.conbuildmat.2016.09.087.* Obtenido de https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.087

Suraneni&Anleu. (2015). *Factors affecting the strength of structural lightweight aggregate concrete with and without fibers in the 1,200–1,600 kg/m3.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/271015087_Factors_affecting_the_strength_of_structural_lightweight_aggregate_concrete_with_and_without_fibers_in_the_1200-1600_kgm3_density_range

Suraneni&Anleu. (2015). *Factors affecting the strength of structural lightweight.* Obtenido de researchgate:

https://www.researchgate.net/publication/271015087_Factors_affecting_the_strength_of_structural_lightweight_aggregate_concrete_with_and_without_fibers_in_the_1200-1600_kgm3_density_range

Tarefder, S. &. (2018). *Characterizing strength and thermal properties of concrete for implementation of pavement mechanistic-empirical design in New Mexico.* Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214391217301915

Tarefder, S. &. (2018). *Characterizing strength and thermal properties of concrete for implementation of pavement mechanistic-empirical design in New Mexico".* Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214391217301915

Yurdakul, E. (2010). *Optimizing Concrete Mixtures with Minimum Cement Content for Performance and Sustainability.* Obtenido de researchgate: https://www.researchgate.net/publication/278329177_Optimizing_Concrete_Mixtures_with_Minimum_Cement_Content_for_Performance_and_Sustainability

Yurdakul, E. (2010). *Optimizing Concrete Mixtures with Minimum Cement Content for Performance and Sustainability.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/278329177_Optimizing_Concrete_Mixtures_with_Minimum_Cement_Content_for_Performance_and_Sustainability

ANEXOS

ANEXO 1 Matriz de Consistencia

Título Aditivos reductores de agua e incorporadores de aire para mejorar la trabajabilidad del concreto estructural.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicadores	Diseño Metodológica
¿De qué manera los agregados influyen para la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en los pavimentos rígidos?	Analizar la influencia de los agregados para la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en los pavimentos rígidos.	Al analizar la influencia de los agregados se obtiene el módulo de rotura y módulo de elasticidad en los pavimentos rígidos.	Agregados	Tamaño máximo nominal del agregado Tipo de agregado	El método de investigación es cuantitativo ya que recopila información de tablas y graficos
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicas**	**Variable Dependiente**		
a) ¿De qué manera el tamaño máximo nominal de agregado influye en la resistencia a la compresión del pavimento rígido?	a) Determinar el tamaño máximo nominal del agregado para obtener la influencia en laresistencia a la compresión del pavimento rígido.	a) Al determinar el tamaño máximo nominal del agregado se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión del pavimento rígido.		Resistencia a la compresión	El tipo de la investigación es descriptiva porque se explicará las características y propiedades de los
b) ¿De qué manera los tipos de agregados influye en el modulo de elasticidad en el pavimento rígido?	b) Determinar los tipos de agregados para obtener la influencia en el módulo de	b) Al determinar los tipos de agregados se obtiene la influencia en el módulo de			

	elasticidad en el pavimento rígido.	elasticidad del concreto en el pavimento rígido.	Módulo de elasticidad / Módulo de rotura		aditivos junto con el concreto
c) ¿De qué manera los tipos de agregados influyen en la resistencia a la flexión en el pavimento rígido??	c) Analizar el tipo de agregado para obtener la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido.	c) Al analizar el tipo de agregado se obtiene la influencia de la resistencia a la flexión del concreto en el pavimento rígido.		Resistencia a la flexión	
d) ¿De qué manerda los tipos de agregados influye en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido?	d) Determinar el porcentaje de agregado para obtener la influencia en la resistencia a la compresión en el pavimento rígido.	d) Al determinar el tipo de agregado se obtiene la influencia en la resistencia a la compresión.			

Fuente: Elaboración propia.