

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**CONCRETO MODIFICADO CON CONCHAS DE ABANICO Y ADITIVO
SIKACEM PLASTIFICANTE PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**

TESIS

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

PRESENTADA POR

BACH. LAURA ESPINOZA, VILMER WAGNER

BACH. TONG LANDA, WEI ZHENG

ASESORA: MG. ING. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría y sentir su presencia cada día.

A mis padres por su apoyo incondicional y su confianza depositada en mí.

A mis hermanos Frank y Mónica por ser mi motivación.

Y a Barthon y Toby los engreídos por cariño incondicional.

Laura Espinoza, Vilmer Wagner

DEDICATORIA

Para un mejor futuro en nuestras vidas, mejorando nuestro hábitat y forma de vivir, por un mundo mejor y próspero para las próximas generaciones.

Tong Landa, Wei Zheng

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darnos las fuerzas y sabiduría siempre.

A nuestros padres y hermanos por apoyarnos en este largo camino.

A los amigos que dieron su apoyo para ver realizado este gran trabajo.

A los tutores que nos apoyaron incondicionalmente.

Tong Landa, Wei Zheng
Laura Espinoza, Vilmer Wagner

Índice General

Resumen	XIX
Abstract	XX
Introducción	1
Capítulo I: Planteamiento y Delimitación del Problema	3
1.1. Formulación del problema	3
1.1.1. Problema General	3
1.1.2 Problemas Específicos	3
1.2. Objetivos de la Investigación	3
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Importancia y Justificación del estudio	4
1.4. Limitaciones	5
1.5. Viabilidad	5
Capítulo II: Marco Teórico	7
2.1. Antecedentes Históricos	7
2.1.1. Investigaciones relacionadas con el tema	8
2.1.2. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	10
2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Cemento portland tipo HS	11
2.2.2. Aditivo	13
2.2.3. Agregados	15
	IV

2.2.3.1. Propiedades Físicas de los Agregados	17
2.2.4. Uso de concha de abanico como agregado	31
2.2.4.1. Curva granulométrica de fuller y thompson	37
2.2.4.2. Propiedades físicas y químicas del residuo de concha de abanico triturado	39
2.2.4.3. Estudio de la forma y textura del residuo de concha de abanico como agregado	43
2.2.4.4. Análisis de la forma y textura del residuo de concha de abanico	45
2.3. Marco Teórico	46
2.3.1. Concreto	46
2.3.2. Dosificación	46
2.3.3. Relación Agua – Cemento	47
2.3.4. Trabajabilidad	47
2.3.5. Propiedades mecánicas del concreto	47
2.3.5.1. Resistencia a la compresión	47
2.3.5.2. Resistencia a la tracción	48
2.3.5.3. Resistencia a la flexión	48
2.3.5.4. Resistencia a la cortante	48
2.4. Fundamentos teóricos que sustentan a la hipótesis	49
2.4.1. Hipótesis General	49
2.4.2. Hipótesis Específicas	49
Capitulo III: Marco Metodológico	50
3.1. Tipo, Método, Nivel y Diseño de la Investigación	50

Tipo de Investigación	50
Método de la Investigación	50
Nivel de la Investigación	50
Diseño de la Investigación	50
3.2. Población y Muestra	50
3.3. Operacionalización de variables	51
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad)	53
3.4.1. Instrumentos	53
3.4.2. Instrumentos	54
3.5. Descripción de procedimientos de análisis	58
3.6. Presupuesto y Cronograma	58
Capítulo IV: Presentación de resultados	62
4.1. Características de los materiales	62
4.1.1. Características del agregado fino	62
4.1.1.1. Contenido de humedad del agregado fino	62
4.1.1.2. Granulometría del agregado fino	65
4.1.1.3. Peso unitario del agregado fino	68
4.1.1.4. Peso específico del agregado fino	72
4.1.1.5. Malla 200 del agregado fino	75
4.1.2. Características del agregado grueso	77
4.1.2.1. Contenido de humedad del agregado grueso	77
4.1.2.2. Granulometría del agregado grueso	80

4.1.2.3. Peso unitario del agregado grueso	83
4.1.2.4. Peso específico del agregado grueso	87
4.2 Diseño de mezcla	90
4.3. Parámetros de diseño	103
4.4. Diseño de mezcla de los reemplazos	103
4.5. Resultados de la investigación	112
4.5.1. Ensayos de concreto fresco	112
4.5.2. Ensayos de concreto endurecido	123
4.6. Contrastación de la hipótesis	139
4.7. Resultados de la investigación	159
4.8. Interpretación de resultados	161
4.8.1. Interpretación de resultados a compresión	161
4.8.2. Interpretación de resultados a tracción	161
4.8.3. Interpretación de resultados a flexión	162
Capítulo V: Discusiones de los resultados	163
Conclusiones	165
Recomendaciones	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cemento andino ultra tipo hs	13
Figura 2: Aditivo sikacem plastificante	15
Figura 3: Forma de los agregados	18
Figura 4: Forma de los agregados	19
Figura 5: Estados de saturación del agregado	22
Figura 6: Caparazones de concha de abanico en estado natural	32
Figura 7: Caparazones de concha de abanico en estado natural	33
Figura 8: Caparazones de concha de abanico en estado natural	33
Figura 9: Traslado de los caparazones de concha de abanico en estado natural	34
Figura 10: Lavado de concha de abanico en estado natural	34
Figura 11: Caparazones de concha de abanico en estado natural	35
figura 12: Selección y toma de datos de concha de abanico en estado natural	35
Figura 13: Trituración manual de concha de abanico en estado natural	36
Figura 14: Trituración de concha de abanico en cantera seoing eirl	36
Figura 15: Embudo para ensayo de angularidad	44
Figura 16: Tamizador eléctrico	54
Figura 17: Juego de tamices	54
Figura 18: Balanza	55
Figura 19: Balanza hidrostática	55
Figura 20: Mezcladora de concreto	56

Figura 21: Balanza	56
Figura 22: Máquina de compresión	57
Figura 23: Máquina a flexión	57
Figura 24: Cronograma de tesis	61
Figura 25: Trituración manual de concha de abanico	91
Figura 26: Recolección de conchas de abanico trituradas	92
Figura 27: Tamizado de conchas de abanico trituradas entre las mallas n° 4 y malla n°200	92
Figura 28: Tamizado de conchas de abanico trituradas entre las mallas n° 4 y malla n°100	93
Figura 29: Selección de materiales para diseño de concreto modificado	93
Figura 30: Preparado de materiales en mezcladora	94
Figura 31: Preparado de materiales en mezcladora	94
Figura 32: Ensayo de asentamiento en cono de abrahams	95
Figura 33: Ensayo de asentamiento en cono de abrahams	95
Figura 34: Ensayo de asentamiento en cono de abrahams	96
Figura 35: Ensayo de peso unitario	96
Figura 36: Llenado de concreto en moldes	97
Figura 37: Curado de concreto en contenedor con agua y cal	97
Figura 38: Rotura de probetas después del tiempo establecido según edad	98
Figura 39: Rotura de probetas después del tiempo establecido según edad	98
Figura 40: Muestra de diseño de mezcla	113
Figura 41: Ensayo de asentamiento	117
Figura 42: PUC del concreto de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	122

Figura 43: Variación porcentual del puc por influencia de reemplazo de concha de abanico	123
Figura 44: Curva de resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto con respecto al tiempo	125
Figura 45: Resistencia a la compresión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	126
Figura 46: Variación porcentual de la resistencia a la compresión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	127
Figura 47: Resistencia a la compresión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	128
Figura 48: Curva de resistencia a la tracción de los diferentes diseños de concreto con respecto al tiempo	130
Figura 49: Resistencia a la tracción promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	131
Figura 50: Resistencia a la tracción promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	131
Figura 51: Variación porcentual de la resistencia a la tracción promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	132
Figura 52: Variación porcentual de la resistencia a la tracción promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	133
Figura 53: Curva de resistencia a la flexión de los diferentes diseños de concreto con respecto al tiempo	135
Figura 54: Resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	136
Figura 55: Resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	137
Figura 56: Variación porcentual de la resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de adición de concha de abanico	137
Figura 57: Variación porcentual de la resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de adición de concha de abanico	138
Figura 53: Gráfico de comparación de medias de la resistencia a la compresión	140

Figura 54: Gráfico de comparación de medias de la resistencia a la tracción	142
Figura 55: Gráfico de comparación de medias de la resistencia a la flexión	144
Figura 56: Histograma de la resistencia a la compresión	146
Figura 57: Recta de regresión lineal con respecto a los resultados de la resistencia a la compresión	148
Figura 58: Histograma de la resistencia a la tracción	151
Figura 59: Recta de regresión lineal con respecto a los resultados de la resistencia a la compresión	153
Figura 60: Histograma de la resistencia a la flexión	156
Figura 61: Recta de regresión lineal con respecto a los resultados de la resistencia a la flexión	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Porcentajes que pasan según la norma ASTM C33	24
Tabla 2:	Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global	25
Tabla 3:	Modulo de fineza de arena	31
Tabla 4:	Gradaciones ideales corregidas de agregados para concreto expresadas en el porcentaje que pasa	38
Tabla 5:	Propiedades físicas del residuo de concha de abanico triturado	39
Tabla 6:	Propiedades químicas del residuo de concha de abanico triturado	42
Tabla 7:	Concreto según la resistencia	48
Tabla 8:	Población y muestra	51
Tabla 9:	Operacionalizacion de variables	52
Tabla 10:	Recursos materiales	59
Tabla 11:	Presupuesto para elaboración de tesis	60
Tabla 12:	Contenido de humedad del agregado fino – F1	62
Tabla 13:	Contenido de humedad del agregado fino – F2	63
Tabla 14:	Contenido de humedad del agregado fino – F3	64
Tabla 15:	Análisis granulométrico del agregado fino – F1	65
Tabla 16:	Análisis granulométrico del agregado fino – F2	66
Tabla 17:	Análisis granulométrico del agregado fino – F3	67
Tabla 18:	Peso unitario del agregado fino – F1	68
Tabla 19:	Peso unitario del agregado fino – F2	69
Tabla 20:	Peso unitario del agregado fino – F3	70

Tabla 21:	Peso unitario suelto y compactado del agregado fino	71
Tabla 22:	Peso específico y absorción del agregado fino – F1	72
Tabla 23:	Peso específico y absorción del agregado fino – F2	73
Tabla 24:	Peso específico y absorción del agregado fino – F3	74
Tabla 25:	Material pasante de la malla n°200 para el agregado fino – F1	75
Tabla 26:	Material pasante de la malla n°200 para el agregado fino – F2	76
Tabla 27:	Material pasante de la malla n°200 para el agregado fino – F3	76
Tabla 28:	Contenido de humedad del agregado grueso – G1	77
Tabla 29:	Contenido de humedad del agregado grueso – G2	78
Tabla 30:	Contenido de humedad del agregado grueso – G3	79
Tabla 31:	Análisis granulométrico del agregado grueso – G1	80
Tabla 32:	Análisis granulométrico del agregado grueso – G2	81
Tabla 33:	Análisis granulométrico del agregado grueso – G3	82
Tabla 34:	Peso unitario del agregado grueso – G1	83
Tabla 35:	Peso unitario del agregado grueso – G2	84
Tabla 36:	Peso unitario del agregado grueso – G3	85
Tabla 37:	Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso - promedio	86
Tabla 38:	Peso específico y absorción del agregado grueso - G1	87
Tabla 39:	Peso específico y absorción del agregado grueso - G2	88
Tabla 40:	Peso específico y absorción del agregado grueso - G3	89
Tabla 41:	Resistencia a la compresión promedio requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra	90
Tabla 42:	Slump máximo y mínimo según el tipo de estructura según el ACI	91

Tabla 43:	Diseño de mezcla de concreto	99
Tabla 44:	Corrección del diseño de mezcla de concreto	101
Tabla 45:	Proporciones de materiales para diseño de mezcla $f'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$	102
Tabla 46:	Propiedades de los agregados	103
Tabla 47:	Cantidad de probetas a realizar	103
Tabla 48:	Cantidad de probetas a realizar	104
Tabla 49:	Cantidad de vigas a realizar	104
Tabla 50:	Cantidad de concha de abanico	105
Tabla 51:	Cantidad de concha de abanico	106
Tabla 52:	Materiales a emplea en una tanda de concreto (vigas)	107
Tabla 53:	Cantidad de material para 3 vigas con reemplazo de 5% de ag. fino por concha de abanico	108
Tabla 54:	Cantidad de material para 3 vigas con reemplazo de 35% de ag. fino por concha de abanico	109
Tabla 55:	Cantidad de material para 3 vigas con reemplazo de 65% de ag. fino por concha de abanico	109
Tabla 56:	Cantidad de material a usar en probetas con diseño de concreto modificado	110
Tabla 57:	Cantidad de material con reemplazo de 5% de ag. fino por concha de abanico	111
Tabla 58:	Cantidad de material con reemplazo de 35% de ag. fino por concha de abanico	111
Tabla 59:	Cantidad de material con reemplazo de 65% de ag. fino por concha de abanico	112
Tabla 60:	Cantidad de material a usar en probetas con diseño de concreto modificado	112
Tabla 61:	Porcentaje de aire contenido según TMN	116
Tabla 62:	Porcentaje de aire contenido según TMN	117
Tabla 63:	Peso unitario compactado del concreto de muestra patrón (DP – único)	118

Tabla 64:	Peso unitario compactado del concreto con agregado de concha de abanico al 5% (DPASC-5.0)	119
Tabla 65:	Peso unitario compactado del concreto con agregado de concha de abanico al 35% (DPASC-35.0)	120
Tabla 66:	Peso unitario compactado del concreto con agregado de concha de abanico al 65% (DPASC-65.0)	121
Tabla 67:	Peso unitario compacto del concreto de los diferentes porcentajes de concha de abanico	122
Tabla 68:	Resultados de la resistencia a la compresion de los diferentes diseños de concreto	124
Tabla 69:	Resistencia a la compresión de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	126
Tabla 70:	Variación porcentual de la resistencia a la compresión de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	127
Tabla 71:	Resultados de la resistencia a la traccion de los diferentes diseños de concreto	129
Tabla 72:	Resistencia a la tracción de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	131
Tabla 73:	Variación porcentual de la resistencia a la tracción de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	132
Tabla 74:	Resultados de la resistencia a la flexión de los diferentes diseños de concreto	134
Tabla 75:	Resistencia a la flexión de los diferentes porcentajes de remplazo de concha de abanico	136
Tabla 76:	Variación porcentual de la resistencia a la flexión de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico	137
Tabla 77:	Prueba anova para la resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto	139
Tabla 78:	Prueba de tukey para la resistencia a la compresion de los diferentes diseños de concreto	140
Tabla 79:	Prueba anova para la resistencia a la tracción de los diferentes diseños de concreto	141

Tabla 80:	Prueba de tukey para la resistencia a la tracción de los diferentes diseños de concreto	141
Tabla 81:	Prueba anova para la resistencia a la flexión de los diferentes diseños de concreto	143
Tabla 82:	Prueba de tukey para la resistencia a la flexión de los diferentes diseños de concreto	143
Tabla 83:	Resultado a los 28 días de la resistencia a la compresión	145
Tabla 84:	Resultados estadísticos de la resistencia a la compresión a los 28 días	146
Tabla 85:	Resultado estadísticos de los coeficientes del modelo de regresión de la compresión	147
Tabla 86:	Resultado del coeficiente de determinación del modelo de regresión de la resistencia a la compresión	148
Tabla 87:	Prueba anova para el modelo de regresión de la resistencia a la compresión	149
Tabla 88:	Resultado a los 28 días de la resistencia a la tracción	150
Tabla 89:	Resultados estadísticos de la resistencia a la tracción a los 28 días	151
Tabla 90:	Resultado estadísticos de los coeficientes del modelo de regresión de la tracción	152
Tabla 91:	Resultado del coeficiente de determinación del modelo de regresión de la resistencia a la tracción	153
Tabla 92:	Prueba ANOVA para el modelo de regresión de la resistencia a la tracción	154
Tabla 93:	Resultado a los 28 días de la resistencia a la flexión	155
Tabla 94:	Resultados estadísticos de la resistencia a la flexión a los 28 días	156
Tabla 95:	Resultado estadísticos de los coeficientes del modelo de regresión de la flexión	157
Tabla 96:	Resultados del coeficiente de determinación del modelo de regresión de la resistencia a la flexión	158
Tabla 97:	Prueba ANOVA para el modelo de regresión de la resistencia a la flexión	159

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Análisis de matriz de consistencia	170
Anexo 2:	Normas técnicas peruanas	171
Anexo 3:	Normas técnicas internacionales	173
Anexo 4:	Ficha técnica de aditivo sikacem plastificante	174

RESUMEN

La presente tesis propuso mejorar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido utilizando como reemplazo parcial del agregado fino conchas de abanico triturada (entre los tamaños 4.76 y 0.15 mm) y el uso de aditivo SikaCem plastificante.

Se elaboró una mezcla de concreto con resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con los mismos agregados usados en mezclas estándares, pero con la condición de realizar reemplazos parciales del agregado fino (5%, 35% y 65 % en peso) por concha de abanico triturada con un tamaño comprendido entre los tamices N°4 y N°100.

Se utilizó un método deductivo de tipo aplicativo, cuantitativo y retrolectivo por disponer de un grupo de muestras elegidas de acuerdo con características comunes en un tiempo determinado y que son seguidos a través del tiempo en alguna de sus características.

Nuestra población comprenderá un total de 72 probetas y 24 vigas de las cuales 18 probetas y 6 vigas serán usadas para el diseño patrón y dos grupos de 27 probetas cada una y un grupo de 18 vigas contendrán reemplazos de agregado fino en porcentajes de 5%, 35% y 65% por concha de abanico triturada con aditivo SikaCem plastificante según proporción de ficha técnica, para determinar la resistencia a compresión, tracción y flexión respectivamente. Los valores obtenidos demostraron que el uso de la concha de abanico triturada como reemplazo parcial del agregado fino y el uso de aditivo SikaCem plastificante desempeña mejores resultados obtenidos comparados con el diseño de mezcla para un concreto patrón con resistencia a la compresión (210 kg/cm^2).

Palabras claves: Propiedades mecánicas, Conchas de Abanico, Diseño de mezcla.

ABSTRACT

The present thesis proposed to improve the mechanical properties of the concrete in a hardened state using as a partial replacement of the fine aggregate crushed fan shells (between sizes 4.76 and 0.15 mm) and the use of plasticizer SikaCem additive.

A concrete mixture with design resistance $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ was made with the same aggregates used in standard mixtures, but with the condition of making partial replacements of the fine aggregate (5%, 35% and 65% by weight) per crushed fan shell with a size between sieves No. 4 and No. 100.

An deductive method of application, quantitative and retrolective type was used to have a group of samples chosen according to common characteristics in a given time and that are followed over time in some of its characteristics.

Our population will comprise a total of 72 specimens and 24 beams of which 18 specimens and 6 beams will be used for the standard design and two groups of 27 specimens each and a group of 18 beams will contain replacements of fine aggregate in percentages of 5%, 35% and 65% per crushed fan shell with plasticizer SikaCem additive according to the proportion of the technical data sheet, to determine the resistance to compression, traction and flexion respectively. The values obtained showed that the use of the crushed fan shell as a partial replacement of the fine aggregate and the use of SikaCem plasticizer additive performs better results compared to the mix design for a standard concrete with compressive strength (210 kg / cm^2).

Keywords: Mechanical properties, Fan shells, Mix design

INTRODUCCIÓN

En Lima se ha dificultado la implementación de proyectos de construcción que empleen concreto con otras alternativas de materiales reciclados y con posibilidades de ser usados en la industria de la construcción.

Nuestra investigación propone un concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem plastificante para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

Las fuentes de referencias provienen de repositorios y bibliotecas virtuales las cuales fueron contrastadas con la presente investigación. Este trabajo presenta los siguientes capítulos:

En el Capítulo I se presenta el planteamiento del problema, descripción del problema, formulación del problema, los objetivos, la justificación, los alcances y limitaciones de la investigación.

En el Capítulo II mencionamos el marco teórico, hipótesis, variables dependientes e independientes, así como también los aspectos teóricos relacionados al uso de conchas de abanico y aditivo SikaCem plastificante en mezclas de concreto en investigaciones nacionales e internacionales, sus características, como también los procedimientos adecuados para la realización de mezclas.

En el Capítulo III se presenta el marco metodológico, tipo de investigación, método de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, así como también las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos y descripción de los procedimientos en la recolección de datos.

En el Capítulo IV presentamos los resultados de las características de los agregados para el diseño de nuestro concreto patrón y modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem plastificante, así como los datos estadísticos y las contrastaciones de hipótesis.

En el Capítulo V mencionamos la discusión respecto a nuestros resultados obtenidos contrastados con otras investigaciones escogidas para nuestra investigación además de conclusiones y recomendaciones de los resultados.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

En la actualidad existen investigaciones que también formulan el reemplazo en porcentajes del 5%, 40% y 70% solo en el cemento por las conchas de abanico ensayado para diseño de 210 kg/cm², pero no experimentan reemplazos de otros componentes como en el agregado fino.

Esta investigación propone realizar diseños de mezclas reemplazando el 5%, 35% y 65% del agregado fino en resistencia de 210 kg/cm² en resistencias a la compresión, tracción y flexión.

1.1.1. Problema general

¿En qué medida el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido?

1.1.2 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora la resistencia a la compresión?
- b) ¿En qué medida el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora la resistencia a la tracción?
- c) ¿En qué medida el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora la resistencia a la flexión?

1.2. Objetivos de la investigación

Hoy en día las tecnologías constructivas van de la mano con el constante crecimiento y desarrollo de las ciudades, siendo esta modernidad las que afectan los espacios y zonas donde el hombre habita.

El cambio climático es en la actualidad una gran preocupación por el uso irracional de recursos naturales, inadecuadas gestiones de desperdicios y sobretodo afectando a la salud pública de todos los seres humanos.

El reciclaje de materiales artificiales o naturales como desperdicios orgánicos, forman parte de soluciones y propuestas idóneas con aspiraciones a ser investigadas como posibles materiales del futuro.

Nuestra investigación se fundamenta en el reciclaje y aminorar el uso de los recursos finitos como el agregado fino, pudiendo obtener mejores resultados para el fin que queremos demostrar, modificar el concreto usando conchas de abanico mejorando de las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

1.2.1. Objetivo general

Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar las resistencias de las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar la resistencia a la compresión.
- b) Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar la resistencia a la tracción.
- c) Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar la resistencia a la flexión.

1.3. Importancia y Justificación del estudio

Con el tiempo, los recursos naturales finitos utilizados en la construcción serán materiales obsoletos y discontinuos habiendo nuevas posibilidades en la aplicación de nuevos

métodos, materiales y estrategias constructivas que serán solución a la contaminación generada por el uso de materiales no renovables.

Nuestra investigación tiene por finalidad demostrar que existen otras alternativas de solución a la hora de diseñar el concreto, con la aplicación de materiales reciclados en porcentajes adecuados cumpliendo las normas y estándares de calidad.

1.4. Limitaciones

Existen investigaciones que reemplazan el material cementante por las valvas de las conchas de abanico en determinados porcentajes y que para llegar a este material pulverizado es necesario contar con un horno que alcance la temperatura de 800°C con el que no contamos en el laboratorio de la Facultad de la Universidad Ricardo Palma.

Otro aspecto como limitante fue el horario de uso del laboratorio debido que se estableció por grupos y horarios el uso de los equipos y herramientas.

El laboratorio no contaba con la cantidad de herramientas para el adecuado uso y ensayos a realizar para todos los tesisistas, la repartición de los equipos y herramientas por grupos a la hora de hacer los ensayos sería una limitación en el tiempo de desarrollo y avance para poder cumplir con el cronograma establecido.

1.5. Viabilidad

El material propuesto de esta investigación se encuentra almacenado, desechado y sin una disposición final. Adicionalmente se estaría produciendo un material que sería complemento del concreto y de esta forma reduce significativamente el alto impacto ambiental que tiene la fabricación del mismo, generando un valor agregado a este.

Contamos con instrumentos y herramientas necesarias en el laboratorio de concreto de la Universidad Ricardo Palma como también los equipos para las pruebas que corroboren el concreto modificado con conchas de abanico y aditivo propuesto.

Existe en el Perú y en otros países información que indica el uso de las conchas de abanico como material empleado en la construcción explicando las características físicas y químicas del material.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Históricos

Smith (1993), define a la mezcla de concreto como “un compuesto cerámico formado por material tosco e inerte o agregado encajado en una matriz de una pasta de material aglutinante integrado por cemento y agua” (p. 90). Además, presenta valores referenciales en volúmenes absolutos como: Cemento de 7 a 15%, agua de 14 a 21%, agregado fino de 24 a 30% y agregado grueso de 31 a 51%.

Sakoda, Watanabe, Ishiyama y Saito, (2003), dan a conocer que los volúmenes anuales de conchas de abanico en Japón son representados por valores de 300000 toneladas y siendo finalmente 150000 toneladas los desperdicios calcáreos arrojados al medio ambiente. Como producto de su investigación experimental en el que utilizó un concreto a base de residuos calcáreos de conchas de abanico como material aglomerante concluyeron lo siguiente: El peso unitario del concreto que contiene conchas de abanico es menor que el concreto ordinario. La velocidad de onda longitudinal del concreto que contiene residuos de concha de abanico es menor que el concreto ordinario. La relación entre la dinámica del módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión del concreto conteniendo conchas de abanico fue muy baja. La resistencia de compresión del concreto conteniendo residuos de conchas de abanico fue de alrededor de 20 N/mm^2 o su equivalente a $203,87 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días de secado. El módulo estático de elasticidad del concreto conteniendo residuos de conchas de abanico fue más pequeño que del concreto ordinario. El ratio de la resistencia a la tensión del concreto conteniendo residuos de conchas de abanico fue mayor comparado al del concreto ordinario.

Julián y Rodríguez (2008) realizan un ensayo de mezcla de concreto en el que se reemplaza parcialmente la arena por conchas de abanico en polvo en un porcentaje arbitrario de

30% teniendo como resultado resistencias a la compresión de 155 kg/cm². Esta investigación resulta muy interesante y supone mayores estudios para la viabilidad que podría significar una reducción de costos para una aplicación particular para un producto con las resistencias alcanzadas.

2.1.1. Investigaciones relacionadas con el tema

Julián et al. (2011) realizó una investigación experimental que propone el reemplazo del material cementante por residuos de concha de abanico como producto del reciclado y calcinación a 800 °C en mezclas de concreto el cual es sometido a pruebas de resistencia a la compresión para periodos de 7, 14 y 28 días. Esta investigación concluye que el concreto modificado con residuos de concha de abanico supera a resistencia requerida $f'c$ 210 kg/cm² a la que fue sometida en la prueba de ensayo pero que en comparación de un concreto regular no logra superar en términos de resistencia por lo que se los autores proponen seguir realizando experimentos con otros porcentajes de reemplazo del cemento para ver el alcance de la resistencia.

Julián, Segura y Jara (2018) determinaron en su investigación la resistencia en compresión de un concreto; en el cual, el cemento fue sustituido en porcentajes de 5%, 10% y 15%; por separado, para cada uno de los materiales investigados, residuos de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico”, hojas secas de bambú y, vidrio reciclado. Al comparar la resistencia entre los materiales según el nivel de sustitución, el análisis de varianza de un factor, indica que, los valores de las resistencias entre los materiales no son significativas para el 5% de sustitución; pero, si lo son para el 10% y el 15% (p 0.05 y 0.001).

Este trabajo estudia el uso de las conchas de abanico como reemplazo parcial de los agregados en concreto. Bajo un diseño de 210Kg/cm², se reemplazó una

fracción del agregado grueso (20%, 40% y 60% en peso) por conchas de abanico trituradas, retenidas en los tamices de 1" y ¾", evaluando las propiedades del concreto fresco y endurecido. Los resultados muestran que el mayor efecto del reemplazo del agregado por concha de abanico triturada se da en la trabajabilidad (de un slump de 17cm pasa a 2.50cm para el 60% de reemplazo) y en la resistencia a la compresión (de 289Kg/cm² a 195Kg/cm² para el 60% de reemplazo) a medida que se incrementa el porcentaje de reemplazo. Se concluye que es posible obtener un concreto de características mecánicas aceptables al reemplazar parte del agregado grueso por conchas de abanico trituradas, en tamaños menores a 1" en proporciones máximas del 40%. Más allá de este porcentaje de reemplazo la trabajabilidad disminuye considerablemente y no se logra la resistencia especificada. (Nizama, 2014, p.56)

Castañeda (2017) este estudio evalúa el efecto de las características físicas del RCA triturado para utilizarlo como agregado total en mezclas de concreto. Se estudió la forma de las partículas de RCA triturado, a través del ensayo de partículas chatas y alargadas para la fracción gruesa y el ensayo de angularidad para la fracción fina, complementando con la granulometría ideal propuesta por Fuller y Thompson como patrón de interpretación de los resultados finales en pruebas del concreto fresco. Los resultados mostraron que las formas de las partículas de RCA triturado son chatas y alargadas en la fracción gruesa y muy angulosas en la fracción fina, lo cual produce una disminución drástica de la trabajabilidad del concreto en estado fresco y exige una mayor cantidad de pasta que con agregados convencionales. Esto impide que el RCA triturado pueda ser usado como agregado total en la mezcla de concreto y, dependiendo de los requisitos

del concreto a fabricar, se requerirá de una combinación con otros agregados que compensen los valores finales de estas características físicas.

Villa (2006) consiste en un estudio sobre el efecto de la incorporación de una nueva materia prima como sustituto al CaCO_3 comercial (concha de molusco) a la composición de un mortero convencional. Se utilizaron cuatro diferentes materiales para la elaboración del mortero: arena (proveniente del desierto de Samalayuca, Chih.), arcilla (terrenos arcillosos de Villa Aldama, Chih.), cemento (Portland comercial) y CaCO_3 (obtenido a partir de la concha de moluscos).

Mediante una molienda íntima, se lleva a cabo la integración de los cuatro materiales utilizados, formando mezclas de características diferentes de acuerdo a los distintos porcentajes de carbonato de calcio empleados en la investigación. A partir de estas mezclas se fabricaron una serie de especímenes cúbicos para medir su resistencia a la compresión. Se encontró que, en presencia del carbonato de calcio obtenido a partir de las conchas de ostión, el mortero incrementaba su resistencia a la compresión en relación con el mortero convencional. Los mejores resultados se obtuvieron utilizando un porcentaje de CaCO_3 del 5% en la mezcla.

De manera general, los resultados indicaron que el desecho comercial del molusco, la concha de ostión, es un material que al ser incorporado a la mezcla de mortero convencional proporciona altos beneficios aumentando la resistencia a la compresión.

2.1.2. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

Para la realización de esta investigación de tipo experimental se realizará un diseño de mezcla siguiendo los lineamientos de métodos y normas técnicas como: Análisis

Granulométrico de Agregados Grueso y finos (NTP 400.012:2001), Método de Ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto (NTP 339.034. HORMIGON CONCRETO), Método de Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios (NTP 339.078. HORMIGON CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica (NTP 339.084. HORMIGON CONCRETO), Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (NTP 334.088:2006).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cemento Portland Tipo HS

El cemento Anti Salitre, clasificado como cemento tipo HS según la norma técnica peruana (NTP 334.082) y la Norma Americana (ASTM C1157), cuenta con diversas propiedades para su utilización en todo tipo de construcciones de concreto expuestas a zonas húmedas, brisa marina, suelos salitrosos, alta presencia de sulfatos y cloruros, entre otros ataques químicos. Ver Figura 1.

El cemento Anti Salitre, por su formulación especial proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- a) Alta resistencia al ataque de sulfatos.
- b) Resistencia al ataque de cloruros.
- c) Aumento de impermeabilidad.
- d) Menor calor de hidratación
- e) Inhibe la reacción nociva álcali - agregado.

Las ventajas del cemento Portland tipo HS son el alto desempeño que tiene con los agregados álcali reactivos, tiene alta resistencia y durabilidad en el tiempo, además

ofrece una alta trabajabilidad con un moderado calor de hidratación, ideal para climas cálidos.

Los usos y aplicaciones son para estructuras sólidas y obra de construcción civil que requieran propiedades resistentes al salitre, la humedad y los agregados de baja calidad.

Para estructuras, canales, alcantarillado en contacto con suelos ácidos y/o aguas subterráneas, de exposición severa del orden de 1,500 a 10,000 ppm de sulfatos solubles de agua. Así como obras portuarias expuestas a la acción de aguas marinas, sobre suelos salinos y húmedos, en piscinas y acueductos, tubos de alcantarillados, canales y edificios que deberían soportar ciertos ataques químicos.

Las recomendaciones como en todo cemento, se debe respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento. Es importante utilizar agregados de buena calidad. Si estos están húmedos es recomendable dosificar menor cantidad de agua para mantener las proporciones correctas. Como en todo concreto, se recomienda realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final. Para asegurar una conservación del cemento, se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes o pisos y protegidas del aire húmedo. Evitar almacenar en pilas de más de 10 bolsas para evitar la compactación.

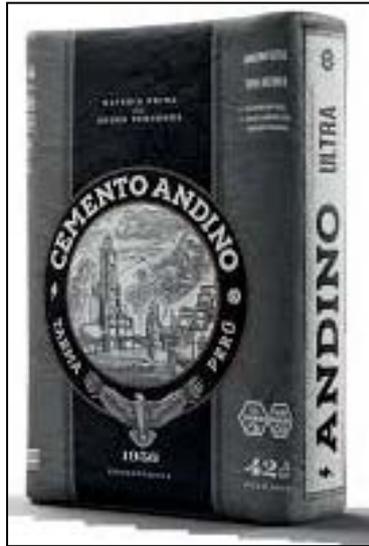


Figura 1: Cemento Andino Ultra Tipo Hs
Fuente: Tomado de Internet <https://www.unacem.com>

2.2.2. Aditivo

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto. El comportamiento de los diversos tipos de cemento Portland está definido dentro de un esquema relativamente rígido, ya que pese a sus diferentes propiedades, no pueden satisfacer todos los requerimientos de los procesos constructivos. Existen consecuentemente varios casos, en que la única alternativa de solución técnica y eficiente es el uso de aditivos.

Safranez (1970) menciona que “Un aditivo se incorpora al hormigón fresco, normalmente añadiéndolo al agua de amasado para conseguir ciertas cualidades o características en el hormigón fresco o fraguado, o también en ambos, las cuales se consideran ventajosas o necesarias para una obra determinada. Un aditivo forma una parte integrante del hormigón; hay que considerarlo conjunto

con el cemento, áridos y el agua, como un componente más de la mezcla” (p.85).

Nieto (2007) describe lo siguiente “Sirven para lograr concretos más trabajables y plásticos, para un asentamiento constante, permiten reducir la cantidad de agua de la mezcla y si se mantiene constante la cantidad de cemento, la resistencia aumenta. Sí la relación entre la cantidad de agua y el cemento no varía, al reducir la cantidad de agua se disminuirá la cantidad de cemento y se obtendrá un concreto con igual resistencia pero con menos cemento en la mezcla.” (p.43).

En nuestro país, no es frecuente el empleo de aditivos por la creencia generalizada de que su alto costo no justifica su utilización en el concreto de manera rutinaria; pero si se hace un estudio detallado del incremento en el costo del m³ de concreto y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras etc., se concluye en que el costo extra es sólo aparente en la mayoría de los casos, en contraposición a la gran cantidad de beneficios que se obtienen. Aunado a esto, hay mucho desconocimiento sobre el uso y potencialidades de los aditivos, ya que, al no ser productos de gran disponibilidad y consumo en el mercado local, son relativamente pocos los profesionales que tienen la oportunidad de emplearlos e investigar sus posibilidades con los materiales y condiciones locales.

El aditivo que usaremos para nuestra investigación será SikaCem plastificante, que nos ayudará en la trabajabilidad del concreto en estado fresco. Ver Figura 2.



Figura 2: Aditivo SikaCem plastificante
Fuente: Tomado de Internet
<http://tecnicafisherton.com/product/sikacem-plastificante/>

2.2.3. Agregados

Clasificación:

Los agregados pétreos utilizados para la elaboración del concreto, por lo general no son clasificados según su composición mineralógica, sino más bien por su textura, forma de la partícula, peso específico y por su composición granulométrica.

Por su composición granulométrica se pueden definir los siguientes grupos; agregado grueso o grava, el cual es el material retenido en la malla No. 4 con tamaños comprendidos entre 7.6 cm y 4.76 mm, agregado fino o arena el cual comprende al material que pasa la malla No. 4 (4.76 mm) y lo retenido en la malla No. 200 (0.074 mm) y fracción fina (arcillas o limos) material que pasa la malla No. 200 (0.074 mm) hasta un tamaño de 0.002 mm.

De acuerdo a su peso específico, los agregados se dividen en livianos y pesados; siendo los primeros aquellos que poseen una densidad menor a 1120 Kg/m^3 y utilizados

para la fabricación de concretos livianos con fines estructurales, como aislantes térmicos o para la fabricación de unidades de albañilería. Agregados pesados son usados para la producción de concreto pesado (densidad entre 2900 Kg/m³ a 6100 Kg/m³) cuya principal función es la fabricación de blindajes contra radiación nuclear.

Características mecánicas:

Los agregados del concreto deben cumplir ciertas características mecánicas que aseguren la fabricación de una buena mezcla. En primer lugar, deberían ser resistentes (desde el punto de vista mecánico) debido a que la resistencia mecánica y el módulo de elasticidad de los concretos hidráulicos están estrechamente ligados a la resistencia del agregado, la cual es definida por la estructura de los granos o con los procesos de trituración y explotación.

La tenacidad o resistencia al impacto, es otra propiedad mecánica importante en los agregados y que influyen en su manejo, ya que al ser débiles pueden alterar su granulometría y por consiguiente la calidad de la mezcla elaborada.

La adherencia es otra característica que deben poseer los agregados ya que influye directamente en la resistencia del concreto a través del efecto de traba entre los agregados y la pasta de cemento. Esta propiedad depende de la forma, textura y tamaño de las partículas.

Cuando el concreto elaborado se emplea para la fabricación de carreteras o pisos, los agregados deben de poseer resistencia al desgaste, llamada también dureza, la cual depende de la composición mineralógica y estructura de los agregados.

Para finalizar, hay que considerar la sanidad de los agregados, la cual se refiere a la capacidad de los agregados de soportar cambios excesivos de volumen por la acción del intemperismo. Dicha propiedad mecánica dependerá de la granulometría, forma, textura

y porosidad del agregado. La resistencia al intemperismo influye directamente en la durabilidad del concreto.

2.2.3.1. Propiedades físicas de los agregados

Forma y textura:

Cuando se habla de la forma de una partícula no se debe centrar sólo en la forma básica de la partícula del agregado, sino también en otras medidas como la angulosidad, descamación, etc. Esta característica se puede cuantificar y clasificar por las dimensiones de las partículas, es decir longitud, anchura y grosor. Para describir la forma de las partículas es necesario analizar tres propiedades geométricas: esfericidad, redondez y forma, esta última es un “factor de forma” que describe las proporciones relativas de los tres ejes de una partícula. La “esfericidad” hace referencia a si la partícula es compacta; en otras palabras, si está cerca de ser una esfera o un cubo, en lugar de ser plana o alargada, mientras que “redondez” hace referencia a la angulosidad de los bordes y esquinas de las partículas.

Estas propiedades dependen de la fuente y naturaleza del agregado, por ejemplo, agregados minerales quebradizos pueden producir partículas que pueden variar su forma, de un estado cúbico y sub angular a convertirse en partículas altamente angulares, o partículas planas y alargadas, en forma de láminas, dependiendo de la roca y el tipo de trituración sometida.

Las rocas con planos de estratificación natural como ciertos esquistos o areniscas metamórficas tienden a producir partículas laminares de baja esfericidad durante su trituración. Los agregados sintéticos tales como escorias metalúrgicas tienden a tener formas muy pobres de partículas. Por otro lado, las gravas naturales tienden a ser más esféricas y poseer bordes redondeados a causa del desgaste.

La redondez de las partículas depende principalmente a la resistencia a la abrasión que posee la roca y al grado de desgaste a la cual ha sido sometida. Cuanto más cerca se encuentre la partícula de agregado a la forma esférica y redondeada, será más conveniente para la elaboración de concreto desde la perspectiva de la trabajabilidad de la mezcla y los requerimientos de agua serán bajos (Figura 4). En cambio, si los agregados poseen una forma laminar y alargada, la demanda de agua aumenta, así como también podría producirse el efecto de segregación en la mezcla.

La textura superficial hace referencia al grado de rugosidad o irregularidad de la superficie del agregado. Es una propiedad que afecta directamente el funcionamiento de los agregados en el concreto fresco y endurecido. La textura de la superficie de los agregados depende de la dureza, tamaño de partículas, porosidad, tura de la roca madre, así como el grado de desgaste que pueda poseer la partícula ya sea suave o rugosa. Ver Figura 3.

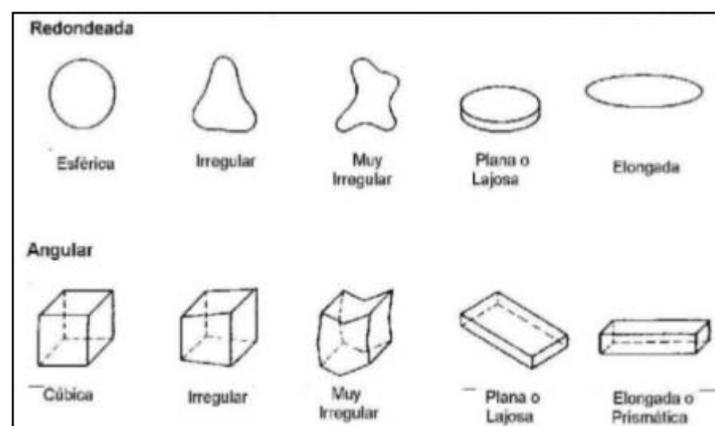


Figura 3: Forma de los agregados

Fuente: Tomado de <https://es.slideshare.net/llanosguerrero/propiedades-de-los-agregados-31228684>

Barret (1980) la forma, la angularidad o redondez, y la textura superficial son tres conceptos relacionados con el análisis morfológico que representan las

variaciones geométricas espaciales en diferentes escalas dimensionales (Ilustración 2). La forma representa la variación espacial en la escala de dimensión grande, la angularidad o redondez representa la variación en la escala de dimensión media, y la textura superficial representa la variación en la dimensión pequeña. Ver Figura 4.

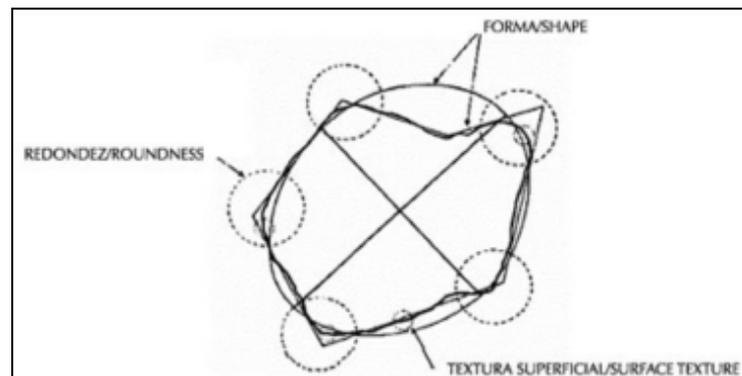


Figura 4: Forma de los agregados

Fuente: Tomado de Terminología de forma de la partícula. Barret (1980)

Wright et al. (1955) la textura superficial es difícil de definir de manera objetiva, muchos autores han tratado de medirla a través de diversas evaluaciones visuales y cuantitativas, pero no han sido de gran valor práctico. Pese a esto, se confía en el juicio visual para definir la clase de textura que pueda presentar los agregados.

Por lo general, los términos tales como áspero, granular, cristalino, liso o vítreo se utilizan para describir la textura de la superficie en lugar de utilizar cualquier método cuantitativo.

El índice de forma y textura de agregados se puede obtener un valor relativo de la forma y textura de los agregados. Este procedimiento ha sido usado para indicar los efectos de estas características en la compactación y la resistencia de mezclas de concreto. El ensayo consiste en obtener el porcentaje de vacíos de cada fracción del material con diferente grado de compactación, para después

calcular el índice de forma del agregado. El valor de índice de la partícula se obtiene como:

$$I_a = 1.25 V_{10} - 0.25 V_{50} - 32 \quad (1)$$

Dónde:

I_a : es el valor de índice de la partícula.

V_{10} y V_{50} : son el porcentaje de vacíos en cada fracción del material compactado

con 10 y 50 golpes por capa respectivamente.

Absorción:

La absorción en los agregados es regida por la porosidad. Los poros presentes en las partículas tienen la capacidad de absorber agua, siempre y cuando estos estén interconectados y abiertos a la superficie de modo que el agua del exterior pueda penetrar en el sólido. También existen poros impermeables lo cual ocasiona que la porosidad calculada sea una “porosidad aparente” lo cual en líneas generales no significa un problema para el cálculo de la absorción.

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(P_{s.s.s.} - P_s)}{P_s} * 100 \quad (2)$$

Dónde:

P.s.s.s.: peso en el aire de la muestra saturada y superficialmente seca (g).

P_s: peso en el aire de la muestra secada al horno (g).

Contenido de humedad:

Se define como contenido de humedad, a la cantidad de agua que posee el agregado en un determinado momento y se expresa en forma de porcentaje con respecto al peso de la muestra en estado seco al horno. La humedad en los agregados también está directamente relacionada con la porosidad de las partículas,

la cual depende del tamaño de los poros y su permeabilidad. Por otro lado, las partículas de agregado también retienen humedad en su superficie a través de la formación de una película de humedad.

$$P = \left(\frac{W-D}{F} \right) \times 100 \quad (3)$$

Dónde:

P: es el contenido de humedad (%)

W: es la masa inicial de la muestra (g)

D: es la masa de la muestra seca (g)

Por lo general los agregados se encontrarán húmedos, en porcentaje que dependerá de las condiciones del ambiente y de las características explicadas en el párrafo anterior. Se puede concebir la idea de 4 estados de humedad en los que se puede encontrar los agregados:

Seco:

Es también llamado totalmente seco ó seco al horno, es el estado en el cual la humedad es removida de la partícula, a través de un secado en horno a 105 + °C hasta que el peso de la partícula sea constante. Bajo esta condición se considera que los poros conectados con la superficie están vacíos.

Secado al aire:

Es también llamado parcialmente seco, este estado es característico en los agregados que se han dejado secar en el medio ambiente. Se da cuando la humedad es removida totalmente de la superficie, pero los poros se encuentran parcialmente llenos de agua.

Saturada superficie seca (SSS):

En este estado los poros del agregado están llenos de agua, pero la superficie se mantiene seca. Este estado es el ideal para las mezclas de concreto debido a que no aporta ni absorbe agua a la mezcla. Ver Figura 5.

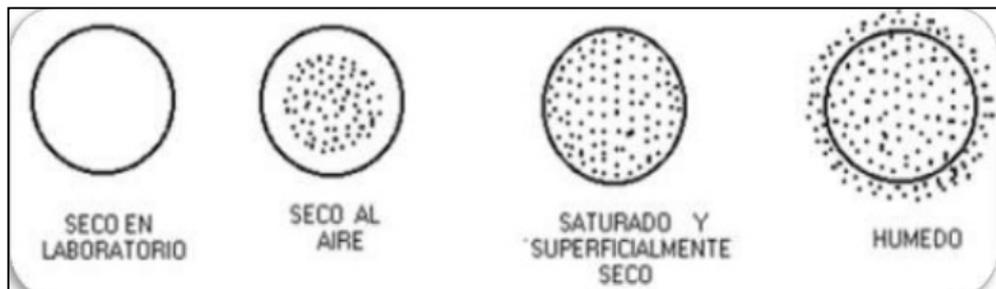


Figura 5: Estados de saturación del agregado

Fuente: Tomado de <https://es.slideshare.net/dens15tas/estudio-tecnologico-de-los-agregados-fino-y-grueso>

Mojado:

En este estado existe una película de agua que rodea el agregado, a dicha capa se le denomina “agua libre”, además los poros se encuentran llenos de agua.

Capacidad de absorción:

Es la medida que representa la cantidad máxima que el agregado puede absorber. Para su cálculo se requiere el peso de la muestra en estado saturado superficie seca (WSSS) y seco al horno (WOD).

Absorción efectiva:

Es la medida que representa la cantidad de agua que requiere el agregado para pasar de su estado seco al aire a su estado de saturada superficie seca. Puede estar expresado como un porcentaje de su peso en estado saturado con la superficie seca o en su estado de seco al horno.

Humedad superficial:

Es la medida de la cantidad de agua que es añadida a la mezcla de concreto cuando el estado de humedad del agregado es mayor al estado de saturada superficie seca. Puede ser calculado en términos del peso en estado SSS y OD.

Granulometría:

La granulometría o gradación se refiere a la distribución del tamaño de partículas y es una característica de los agregados en su forma granular, generalmente se expresa en términos de porcentaje acumulado de mayor a menor en una serie de tamaños de aberturas de tamices, o en porcentaje entre cierto rango de aberturas de tamiz. La clasificación se determina de acuerdo a la norma (NTP 400.012) “AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”. En dicha norma se encuentra detallado los tamices más comunes y utilizados en el procedimiento de análisis y clasificación (agregado grueso y fino). La granulometría es representada a través de unas graficas denominadas curvas granulométricas, a partir del estudio de dichas graficas la (NTP 400.037) plantea unos límites de gradación para el agregado grueso y fino, con los cuales se recomienda la elaboración de concreto; dicho margen de gradación se denomina huso granulométrico.

Los agregados que se encuentran dentro de estos límites se les consideran como bien graduados capaces de producir mezclas trabajables, de fácil transporte, colocación y compactación. No obstante, es necesario hacer hincapié en que un buen concreto se puede realizar con agregados pobremente graduados (que no se encuentra dentro del huso granulométrico) siempre y cuando las propiedades de la mezcla se mantengan tanto en el momento de mezclado como en su función

estructural. Para el análisis granulométrico del agregado fino, los tamices a considerar serán el 3/8, N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 siendo los porcentajes que pasan según la norma ASTM C33. Ver tabla 1.

Tabla 1
Porcentajes que pasan según la norma ASTM C33

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 85
N° 30	25 – 60
N° 50	10 – 30
N° 100	0 - 10

Fuente: Tomado de
<https://es.slideshare.net/carloshuerta7737/granulometrico-de-los-agregados-articulo>

a) Tamaño máximo y tamaño máximo nominal:

El tamaño máximo del agregado, que hace referencia al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso; y el tamaño máximo nominal, que indica el menor tamiz en el cual se produce el primer retenido de material.

El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. Comúnmente se necesita más agua y cemento para agregados de tamaño pequeño que para tamaños mayores, para revenimiento de aproximadamente 7.5 cm para un amplio rango de tamaños de agregado grueso. El número de tamaño de la granulometría (o tamaño de la granulometría). El número de tamaño se aplica a la cantidad colectiva de agregado que pasa a través de un arreglo mallas. El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal, puede retener de 5% a 15% del agregado dependiendo del número de tamaño. Por ejemplo, el agregado de número de tamaño 67 tiene un tamaño máximo de 25 mm y un tamaño máximo nominal de 19 mm. De noventa a

cien por ciento de este agregado debe pasar la malla de 19 mm y todas sus partículas deberán pasar la malla 25 mm., Ver Tabla 2. Por lo común el tamaño máximo de las partículas de agregado no debe pasar:

- 1) Un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto.
- 2) Tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo.
- 3) Un tercio del peralte de las losas.

Tabla 2

Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de Ensayo Mínimo Kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: Tomado de

[http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_p<u>eruana</u>_dos.pdf)

b) Módulo de fineza:

El módulo de fineza es un factor empírico utilizado a menudo como un indicador de la finura del agregado. Se calcula como la centésima parte del porcentaje total del material acumulado retenido en los tamices empleados para efectuar el análisis granulométrico: #100, #50, #30, #16, #8, #4, 3/8", 3/4", 1 1/2" y mayores en una proporción de 2 a 1, según la especificación para cada tipo de agregado. Cabe señalar que cuanto mayor sea el valor de módulo de finura, más grande será el tamaño de las partículas y que las arenas utilizadas para la

elaboración del concreto, su MF generalmente se encuentra en el rango de 2.3 a 3.1.

Peso unitario del agregado:

El peso unitario se utiliza en la estimación de las cantidades de materiales y en cálculos de dosificación de mezcla. Se define como la relación entre la masa de una muestra de agregado y el volumen que ocupa sus partículas agrupadas dentro de un recipiente de volumen conocido, dicho en otras palabras, el volumen incluye tanto a la parte sólida de los agregados como los espacios vacíos que se forman entre las partículas.

a) Peso unitario compactado (PUC):

El método más utilizado requiere la colocación de tres capas de agregado seco al horno en un recipiente de volumen conocido, compactándolo 25 veces cada capa con una varilla de apisonamiento, se nivela la superficie, y luego se prosigue a determinar la masa del contenedor con su contenido. Se resta la masa del recipiente para hallar la masa del agregado, y el peso unitario compactado será la masa total dividido por el volumen del recipiente.

$$PUC = \frac{W_c}{V} \quad (4)$$

Dónde:

Wc: Peso compactado

V: Volumen del recipiente

b) Peso unitario suelto (PUS):

Para hallar el peso unitario suelto simplemente se llena el contenedor hasta rebosar con una pala, luego se prosigue a nivelar y determinar su masa. Ésta propiedad es afectada directamente por el contenido de humedad del agregado. Por ejemplo, para el agregado grueso, si el contenido de humedad aumenta el peso

unitario también lo hará; en cambio, para el agregado fino si el contenido de humedad aumenta más allá de la condición saturada y superficialmente seca podría ocasionar una disminución del peso unitario. Esto se debe a la formación de películas delgadas de agua sobre las partículas de arena, lo cual ocasiona que éstas se peguen entre sí dificultando el apisonamiento. El volumen resultante aumenta generando una disminución del peso unitario. Este fenómeno se conoce como aumento de volumen y es de poca importancia si los agregados de una mezcla de concreto se procesan por lotes en masa. Sin embargo, si se usa una dosificación volumétrica, el aumento del volumen debe ser tomado en cuenta cuando el contenido de humedad varía.

$$PUS = \frac{W_s}{V} \quad (5)$$

Dónde:

Ws: Peso suelto

V: Volumen del recipiente

Otras propiedades que afectan el peso unitario de un agregado son la granulometría, la gravedad específica, la textura superficial, la forma y la angulosidad de las partículas. Por ejemplo los agregados que poseen una granulometría uniforme por lo general tendrán un peso unitario mayor que aquellos que presentan un tamaño de partícula preponderante. Una gravedad específica superior da como resultado un mayor peso unitario para una misma granulometría. Por último, para una composición mineralógica y granulométrica, tendrán mayor peso unitario los agregados redondeados y lisos que el conformado por partículas angulares y ásperas.

Densidad del agregado.

Esta propiedad es definida como la relación entre la masa del agregado y el volumen que ocupa dicho material. La densidad depende directamente de la naturaleza de la roca que dio origen al agregado, por lo tanto ésta estará compuesta de minerales y poros que según su permeabilidad interna podrían estar vacíos, parcialmente saturados o llenos de agua, pero para términos de dosificación de las mezclas de concreto se desea conocer los espacios existentes dentro de las partículas del agregado, incluyendo los poros existentes dentro de las partículas. Por lo tanto, la determinación de la gravedad específica aparente, que se define como la densidad del material que incluye los poros internos, es suficiente.

Según la norma técnica peruana (NTP 400.021:2002) AGREGADOS. “Método de ensayo normalizado para el peso específico y absorción del agregado grueso” define al peso específico como a la relación entre la masa de un volumen unitario de material y la masa del mismo volumen de agua a una temperatura indicada. Además de este concepto la NTP define tres conceptos más:

a) Peso específico aparente

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario de la porción impermeable del agregado, y la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas.

$$Peap = \frac{Wp}{(V - Vp) - (100 - Wp)} \quad (6)$$

Dónde:

Wo: peso en el aire de muestra secada al horno

V: volumen del volumenómetro usado

Vo: peso en gramos o el volumen en cm³ del agua añadida al frasco

b) Peso específico de masa

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas); a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas.

$$P_{em} = \frac{W_0}{(V - V_0)} \quad (7)$$

Dónde:

W_0 : peso en el aire de muestra secada al horno

V : volumen del volumenómetro usado

V_0 : peso en gramos o el volumen en cm^3 del agua añadida al frasco

c) Peso específico de masa saturado superficialmente seco (SSS)

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario de agregado incluyendo la masa de agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas), comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas.

$$P_{emss} = \frac{S_0}{(V - V_0)} \quad (8)$$

Dónde:

V : volumen del volumenómetro usado

V_0 : peso en gramos o el volumen en cm^3 del agua añadida al frasco

Porosidad:

Espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado, siendo una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad química, resistencia a la

abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.

Neville (1999) “Los tamaños de los poros en el agregado varían en un amplio rango, pero hasta los más pequeños son mayores que los poros del gel en la pasta de cemento” (p. 74). Algunos poros del agregado están totalmente inmersos dentro de la partícula, pero otros se abren a la superficie, de modo que el agua, y otros agentes agresores, pueden penetrar en ellos.

Neville (1999) “El grado de porosidad de las rocas comunes varía de 0 a 50% teniendo en cuenta que el agregado representa aproximadamente tres cuartas partes del volumen del concreto, es claro que la calidad de la roca utilizada como agregado es un factor que podría contribuir a la porosidad total del concreto. Sin embargo, la porosidad capilar es la que generalmente influye en la durabilidad del concreto” (p. 75).

Módulo de fineza:

Este parámetro adimensional se utiliza para caracterizar y evaluar la granulometría y es una medida del tamaño medio de la partícula. Se aplica sólo al agregado fino. Es la centésima parte de la sumatoria del porcentaje del material acumulado retenido en los tamices empleados para el análisis granulométrico. El módulo de fineza según la Tabla 3 para el agregado fino para su uso en la fabricación del concreto debería estar entre 2.4 y 3.1, pues si el valor está por debajo de 2.4 se producirá la segregación del agregado grueso y cuando el valor está por encima de 3.1 se obtendrá una mezcla muy áspera, por lo tanto, el tipo de arena óptima a utilizar en la fabricación del concreto según su fineza debe ser arena media o arena gruesa. En la tabla 3 se muestra la clasificación de agregados según su módulo de fineza.

Tabla 3
Módulo de fineza de arena

MF	Fineza de arena
< 1.0	Muy fina
1.0 – 2.0	Fina
2.0 – 2.9	Media
2.9 – 3.5	Gruesa
>3.5	Muy Gruesa

Fuente: Mindess y Alexander (2005)

2.2.4. Uso de concha de Abanico como agregado

Habita en zonas protegidas del submareal, encontrándose sobre fondos arenosos de escasa corriente, sin embargo, también se puede encontrar sobre sustratos fangosos, pedregosos o cubiertos de macro algas. Está distribuida a lo largo de la costa del Pacífico tropical, encontrándose desde Corinto, Nicaragua hasta la IV región en el norte de Chile. En el Perú los principales bancos naturales están concentrados en la bahía Independencia en Ica y en la bahía de Sechura e Islas Lobos de Tierra en Piura.

Las características físicas de la concha de abanico en su estado natural (figura 1), tienen una forma casi redonda, con valvas desiguales, una más convexa que la otra, las cuales tienen prolongaciones llamadas orejas. El color de los caparzones varía entre rosado a púrpura oscuro, encontrándose algunas de color naranja. Las dimensiones de las valvas van desde 12.00x12.50cm, las más grandes, las más pequeñas tienen una medida de 8.00x8.50cm y su espesor varía entre 1.5 a 3.0mm. Ver Figura 6.



Figura 6: Caparazones de concha de abanico en estado natural
Fuente: Elaboración Propia

La Concha de Abanico es un molusco filtrador de dos valvas, cuyo nombre científico es *Argopecten Purpuratus*, perteneciente a la familia Pectinidae, la cual engloba un gran número de especies conocidas internacionalmente como "vieiras".

Para nuestra investigación utilizaremos valvas de conchas de abanico sin residuos orgánicos comprados en el mercado mayorista de Villa María del Triunfo. Ver Figura 7 – Figura 8 – Figura 9 y Figura 10.

La necesidad de evaluar las características físicas del RCA surge de la idea de utilizar este recurso como un agregado total en el diseño de mezclas de concreto. Es importante incluir en este estudio la influencia de la forma y la textura para obtener un posible concreto trabajable y que alcance una resistencia a la compresión aceptable, es decir, que reúna las características para que pueda ser utilizado en construcción. Ver Figura 11 – Figura 12 – Figura 13 y Figura 14.



Figura 7: Caparazones de concha de abanico en estado natural
Fuente: Elaboración Propia



Figura 8: Caparazones de concha de abanico en estado natural
Fuente: Elaboración Propia



Figura 9: Traslado de los caparazones de concha de abanico en estado natural
Fuente: Elaboración Propia



Figura 10: Lavado de concha de abanico en estado natural
Fuente: Elaboración Propia



Figura 11: Caparazones de concha de abanico en estado natural
Fuente: Elaboración Propia



Figura 12: Selección y toma de datos de concha de abanico en estado natural
Fuente: Elaboración Propia



Figura 13: Trituración manual de concha de abanico en estado natural
Fuente: Elaboración Propia



Figura 14: Trituración de concha de abanico en cantera SEOING EIRL
Fuente: Elaboración Propia

Mindess y Alexander (2005) explican que la textura rugosa de una partícula requiere siempre más contenido de agua en la mezcla, es decir, este tipo de textura

influye disminuyendo la trabajabilidad. Este fenómeno se debe a que una partícula con textura rugosa tiene más área superficial que una partícula lisa de la misma forma y tamaño; al tener más área que recubrir se necesitará mayor cantidad de pasta y, por tanto, mayor cemento para mantener la misma relación agua - cemento.

Nizama (2014), existe la incertidumbre de que la disminución en la trabajabilidad y resistencia observadas sean consecuencia sólo del tamaño y forma de la concha (entre 1" y 3/4") y no de la distribución granulométrica deficiente. Se postula entonces que, si se usara una correcta granulometría que brinde un acomodo especial y facilite una distribución favorable entre partículas, se pueda utilizar el RCA como agregado total. Es claro que las características determinantes en el estado fresco del concreto son la forma, textura y la granulometría, sin embargo, en este caso el presente estudio busca evaluar el efecto de la forma y textura de la partícula de RCA en el concreto, manteniendo la granulometría como óptima. Es por eso que se propuso trabajar con una granulometría ideal que garantice un buen empaquetamiento del agregado global, una correcta distribución de tamaños y el perfecto acomodo de las partículas.

2.2.4.1. Curva Granulométrica de Fuller y Thompson

Los investigadores R.B. Fuller y J. Thompson han estudiado las características granulométricas, de forma y superficie de los agregados, relacionándolas con la compacidad de los agregados con la finalidad de encontrar una curva granulométrica óptima de los agregados para la fabricación de concreto independientemente de su forma y textura.

En el año 1907 Fuller y Thompson proponen una curva granulométrica continua y basan en ella un método de dosificación científica de concretos conocido como Método

de Fuller. Ellos sustentaban la teoría que, usando una curva granulométrica óptima, es decir obteniendo una cantidad mínima de vacíos, podría mejorarse la resistencia mecánica y otras propiedades del concreto.

Este trabajo concluye en que toda curva óptima presenta un comportamiento elíptico en su fracción fina, incluyendo al cemento. Sin embargo, para obtener la curva sólo para el agregado, se puede utilizar una fórmula de la cual se obtiene una curva de forma parabólica. La fórmula es la siguiente:

$$P = 100 \sqrt{\frac{d}{D}} \quad (9)$$

Donde:

P: es el porcentaje de material que pasa por el tamiz de abertura d

D: es el tamaño máximo del agregado.

En la tabla 4 se muestra el desarrollo de la fórmula para diferentes tamaños máximos de agregado, mostrando las distintas granulometrías para cada curva.

Tabla 4
Gradaciones ideales corregidas de agregados para concreto expresadas en el porcentaje que pasa

MALLA	FULLER Y THOMPSON				
	TAMAÑO MAXIMO				
PULGADAS	3"	2"	1 ½"	1"	¾"
3"	100				
2"	81	100			
1 ½"	69.8	86.1	100		
1"	56.5	69.6	80.8	100	
¾"	48.5	59.7	69.4	85.8	100
3/8"	33.34	41.1	47.8	59	68.8
Nº 4	22.7	27.9	32.5	40.1	46.8
Nº 8	15.2	18.6	21.6	26.7	31.2
Nº 16	9.8	12	14	17.1	20.1
Nº 30	6	7.3	8.6	10.5	12.4
Nº 50	3.3	4.1	4.7	5.7	6.8
Nº 100	1.4	1.7	2	2.4	2.8

Fuente: ICP (1974)

La granulometría de tamaño máximo de 1” propuesta por Fuller y Thompson se utilizará para evaluar el desempeño de las partículas de RCA triturado como agregado total en el concreto con el fin de demostrar la hipótesis mencionada anteriormente.

2.2.4.2. Propiedades físicas y químicas del residuo de concha de abanico triturado

Para esta investigación se utilizó el caparazón de la concha previamente lavado y se trituró manualmente con combas pequeñas. Con cada golpe realizado se lograban distintos tamaños, desde partículas grandes hasta partículas muy finas. Finalizado el proceso de trituración se procedió a separar las partículas por tamaños, de acuerdo a los tamices necesarios para la investigación.

Para evaluar las propiedades físicas del RCA triturado se elaboró una muestra con las características granulométricas de la curva propuesta por Fuller y Thompson. Las propiedades evaluadas se muestran en la tabla 5. En el caso de la forma y textura se ha optado por estudiarlas en un apartado diferente pues estas propiedades son determinantes en este estudio.

Tabla 5
Propiedades físicas del residuo de concha de abanico triturado

Propiedades físicas	Especificaciones	RCA Fuller y Thompson
Módulo de Fineza	Fracción Fina	3.44
Densidad suelta (kg/m ³)	Fracción Fina	1.185
	Fracción Gruesa	842
Densidad compactada (kg/m ³)	Fracción Fina	1.450
	Fracción Gruesa	985
Peso específico SSS (Gs)	Fracción Fina	2.60
	Fracción Gruesa	2.62
Absorción (%)	Fracción Fina	1.06
	Fracción Gruesa	1.60
Humedad (%)	Fracción Fina	0.33
	Fracción Gruesa	0.34

Fuente: Castañeda (2017)

Módulo de Fineza:

El módulo de fineza depende de la granulometría que ha tomado el agregado, en este estudio se ha utilizado la granulometría de Fuller y Thompson, por lo tanto el resultado de este parámetro es debido a las características de esa curva. El resultado mostrado en la tabla 3 es 3.44, este número indica que este agregado es considerado como una "arena" gruesa, lo cual indica que la fracción fina del RCA tendrá una superficie específica baja y no requerirá una gran cantidad de pasta, aunque la mezcla producida se tornará áspera por la naturaleza gruesa de la granulometría.

Densidad suelta y compactada:

Para hallar la densidad suelta se siguió el procedimiento brindado por la norma NTP 400.017 1999, sin embargo, para la densidad compactada se optó por no varillar el agregado pues al realizar este proceso el RCA se fracturaba en partes más pequeñas y la cantidad que se colocaba era mayor además de perder la granulometría con la que se necesitaba trabajar. Para lograr el valor de la densidad compactada se utilizó un martillo de goma y se golpeó los costados del recipiente 25 veces para lograr una compactación sin modificar la granulometría.

La densidad del RCA triturado obtenida en la fracción gruesa, tanto suelta como compactada, clasifica al RCA como un agregado ligero pues su valor es menor que 1120 kg/m^3 (Landgren, 1994). Al tener esta característica se puede esperar que el concreto producido con este agregado sea un concreto ligero con un peso unitario del concreto menor al convencional.

En el caso de la fracción fina el valor de la densidad suelta y compactada la clasifica como un agregado normal pues es mayor que 1120 kg/m^3 y menor que 1760 kg/m^3 . Esto se debe a que al triturar el RCA a tamaños que pasan la malla #4

(4.75mm), las partículas generan menos vacíos y es por eso que la relación entre su peso y volumen es parecida a la densidad de un agregado pétreo.

Peso específico:

Los valores obtenidos con el RCA triturado, 2.6 y 2.62, los cuales están en el rango de un agregado convencional el cual es de 2.2 hasta 3.0 (Mindess y Alexander, 2005). Esto indica que el peso específico de la concha de abanico triturada no será un factor determinante en el comportamiento del concreto pues no existe un resultado fuera de lo convencional en este parámetro.

Absorción y humedad:

La capacidad de absorción y el contenido de humedad son parámetros importantes en el diseño de mezcla de concreto pues con estos valores se calcula la cantidad de agua que la mezcla necesita para obtener una determinada trabajabilidad. También brindan un alcance del estado de porosidad del agregado, el cual es importante pues si es alto puede afectar a la resistencia a compresión del concreto disminuyéndola.

Mindess y Alexander (2005) mencionan que en el caso del RCA triturado la absorción es menor al 3% por lo tanto es un agregado convencional y puede ser utilizado sin problemas en el diseño de concreto pues esta propiedad no afectará a ninguna de las propiedades de este.

El contenido de humedad también es bajo y no generará inconvenientes en las propiedades del concreto en estado fresco.

Para el análisis químico de los residuos de conchas de abanico se tuvo que realizar en un laboratorio, lo primero que se hizo fue llevar los residuos de concha de abanico, lo cual para empezar el material fue tratado por un proceso de digestión, porque la muestra se encuentra sólida y para eso se pasa por una campana

extractora, ahí se colocó un gramo de muestra y se añadió 5 mililitros del ácido que corresponda para el elemento que se necesita analizar que en este caso fue ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, agua regia y de acuerdo a eso se digestó con 30, 50 y 100 mililitros de agua destilada de tal manera que se vuelva líquida la muestra para pasarla por un filtro y recién poder leerse en un espectrofotómetro. Este es una máquina que trabaja midiendo la intensidad de luz de las muestras, esto trabajo con un haz de luz que pasa por la muestra y la descompone en luces y colores, ese color lo mide a través de la longitud de onda del color, a partir ahí nos bota una absorbancia que nos permite determinar el tipo de elemento que tiene la muestra, en el cual se puede observar los resultados en la tabla 6.

Tabla 6
Propiedades químicas del residuo de concha de abanico triturado

Determinación		Resultados
SiO ₂	Óxido de Silicio	85.19%
Al ₂ O ₃	Óxido de Aluminio	0.67%
Fe ₂ O ₃	Óxido de Hierro	0.52%
CaO	Óxido de Calcio	1.28%
MgO	Óxido de Magnesio	0.36%
NaO	Óxido de Sodio	0.23%
K ₂ O	Óxido de Potasio	2.34%
TiO ₂	Óxido de Titanio	0.02%

Fuente: LASACI – Facultad de Ingeniería Química – UNT

2.2.4.3. Estudio de la forma y textura del residuo de concha de abanico como agregado

La forma influye en la compacidad de la mezcla de concreto, en la demanda de pasta de cemento, trabajabilidad y en las propiedades mecánicas del concreto.

León (2010) afirma que no sólo la forma influye en el estado fresco, sino que importa también la textura, porque ambas juegan un papel importante en el peso unitario compactado y en el desarrollo del concreto en estado fresco, además de afectar indirectamente la resistencia mecánica, pues depende de la forma del agregado para obtener una correcta compactación y colocación del concreto.

Estudio de la forma y textura del residuo de concha de abanico como agregado fino:

Ensayo de angularidad del agregado fino (MTC E222 - 2000): Es un proceso en el cual se separa el material que pasa el tamiz #8 y el que retiene la malla #200, luego se obtiene la gravedad específica bruta (G_{sb}) del agregado y se vierte en el embudo mostrado en la figura 2.14 para luego caer en un cilindro pequeño, se enrasa y se calcula el valor de la angularidad. El resultado de este ensayo indica el porcentaje de vacíos que tiene el agregado en estado suelto, de acuerdo a este porcentaje se puede inferir si un material es anguloso o redondeado. Si el resultado es alrededor de 30% se puede decir que el material utilizado contiene partículas redondeadas, en cambio si este valor está alrededor de 50%, el material tiene partículas angulosas. Ver Figura 15.



Figura 15: Embudo para ensayo de angularidad
Fuente: Castañeda – Granda (2017)

Castañeda y Granda (2017) obtienen al realizar el ensayo de angularidad valores de 55.14%, 55.37% y 55.26%. “Estos valores están por encima de 50% lo cual indica que este material tiene partículas angulosas. Esto muestra que a pesar de que la partícula de RCA ha sufrido mucha reducción, mantiene su forma angulosa que se nota en los tamaños grandes”. Este valor mayor a 50% muestra la gran cantidad de vacíos que existen entre las partículas en su estado suelto, mucho mayor que un agregado redondeado.

Queda comprobada la forma angulosa del RCA para ser utilizado como agregado fino. Esta forma de la partícula genera una mayor necesidad de agua para lograr la trabajabilidad deseada, por lo tanto, su presencia reducirá la trabajabilidad de la mezcla. Probablemente esta forma demasiado angulosa sume un mayor efecto en la disminución de la trabajabilidad, pues el acomodo entre estas partículas dejará una gran cantidad de espacios vacíos, tal y como muestran los resultados del ensayo de angularidad, que serán llenados con cemento y agua, es decir, el agregado fino dejará de funcionar como tal y el único aglomerante será el cemento, lo cual nos lleva a una necesidad mayor de pasta de cemento para recubrirlo.

Estudio de la forma y textura del residuo de concha de abanico como agregado grueso:

Ensayo de partículas chatas o alargadas en el agregado grueso (NTP 400.040): El ensayo de partículas chatas y alargadas tiene un proceso en el cual las partículas de un tamaño determinado por tamizado son medidas para establecer relaciones entre su ancho a espesor y su largo a ancho.

Castañeda y Granda (2017) muestran resultados en los que se afirma “casi la totalidad de las partículas, esto quiere decir que el ancho de la partícula es mayor a 3 veces el espesor de la partícula”. Las partículas chatas son también llamadas planas, debido a su forma parecida a la de un plano, como ya se ha mencionado anteriormente el efecto es muy perjudicial para el concreto debido a que el acomodo que se logrará será en planos horizontales lo cual dificulta la compactación y por ende la trabajabilidad).

2.2.4.4. Análisis de la forma y textura del residuo de concha de abanico

Se ha verificado que las partículas de RCA triturado tienen una forma chata como fracción gruesa y una forma angulosa como fracción fina. En la literatura se menciona que su forma chata tiene efectos significativos en el comportamiento del concreto, disminuyendo su trabajabilidad, disminuyendo la resistencia y requiriendo mayor cantidad de pasta por volumen. A esto se suma el hecho de que las partículas de conchas tienen un peso unitario menor, ocupando un mayor volumen para un mismo peso de material. Si se compara el volumen de un agregado pétreo con el RCA en el mismo tamaño, se puede notar que una partícula de agregado pétreo equivale a un número mayor de partículas de RCA juntas.

Esto da una idea de que será necesaria una mayor cantidad de pasta de cemento para cubrir en su totalidad el área superficial de las partículas de RCA, lo cual exigirá una cantidad de pasta mayor que la usada con agregados convencionales.

Todo este comportamiento es controlable cuando se usa una fracción de reemplazo del agregado pétreo, pues este efecto no siempre se nota o en algunos casos, podría significar una mejora. Pero cuando se requiere hacer un reemplazo total del agregado, tanto grueso como fino, los efectos serán más notorios y extremos. Por lo tanto, hacer una evaluación de los efectos de la partícula de concha en el concreto manteniendo la granulometría propuesta por Fuller y Thompson podría dar luces sobre un comportamiento donde el concreto obtenido tenga una baja trabajabilidad, debido al mayor requerimiento de cantidad de pasta por volumen y una resistencia a compresión baja pues la forma totalmente plana de la partícula determina el acomodo de las partículas en planos horizontales los cuales disminuirán la resistencia a compresión para la cual se diseñó el concreto.

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Concreto

Mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. En el concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante, el cemento Portland y el agua, pero también puede contener puzolanas, escorias, calizas y/o aditivos químicos. NTP 339.047: 2006.

2.3.2. Dosificación

Proceso de medición, por peso o volumen, de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto, mortero, grout o revoque. NTP 339.047: 2006.

2.3.3. Relación agua - cemento

Relación entre la masa de agua y la masa de cemento en el concreto. NTP 339.047: 2006

2.3.4. Trabajabilidad

Propiedad del concreto, mortero, grout o revoque fresco, que determina sus características de trabajo, es decir, la facilidad para el mezclado, colocación, moldeo y acabado. (Consultar también consistencia). NTP 339.047: 2006.

2.3.5. Propiedades mecánicas del concreto

“Un concreto en estado endurecido las propiedades mecánicas son las principales exigencias para un adecuado funcionamiento de un concreto” (Sánchez, 1996; Rivva, 2000; Niño 2010, p.31) aunque no solo la capacidad mecánica para soportar esfuerzos hace a un concreto adecuado para la construcción, sino que además se debe generar una composición idónea, que lo haga apto para resistir con éxito durante toda la vida útil las acciones detrimentales inherentes a las condiciones en que opera la estructura, que pueden generar deterioro prematuro del concreto.

2.3.5.1. Resistencia a la compresión

Según Sánchez (1996) “la gran mayoría de estructuras de concreto son diseñadas bajo la suposición de que este resiste únicamente esfuerzos de compresión, por consiguiente, para propósitos de diseño estructural, la resistencia a la compresión es el criterio de calidad de la tabla 7, y de allí que los esfuerzos de trabajo estén prescritos por los códigos en términos de porcentajes de la resistencia a la compresión.” (p.31)

Tabla 7
Concreto según la resistencia

Concreto	Resistencia (MPa)
Concreto normal	≤ 42
Concreto de alta resistencia	>42 y ≤ 100
Concreto de ultra resistencia	>100 MPa

Fuente: Hernández (2010)

2.3.5.2. Resistencia a la tracción

Por su naturaleza, el concreto es bastante débil a esfuerzos de tracción, esta propiedad conduce generalmente a que no se tenga en cuenta en el diseño de estructuras normales.

Sánchez, Rivva, Niño (2010) “aseguran que la tracción tiene que ver con el agrietamiento del concreto, a causa de la contracción inducida por el fraguado o por los cambios de la temperatura, ya que estos factores generan esfuerzos internos de tracción.” (p.32)

2.3.5.3. Resistencia a la flexión

Los elementos sometidos a flexión tienen una zona sometida a compresión y otra región en que predominan los esfuerzos de tracción. Este factor es importante en estructuras de concreto simple, como las losas de pavimentos. (Sánchez et al., 2010).

2.3.5.4. Resistencia a la cortante

“La resistencia del concreto a esfuerzos cortantes es baja, sin embargo, generalmente es tomada en cuenta por los códigos de diseño estructural. Este tipo de esfuerzos es importante en el diseño de vigas y zapatas, en donde se presentan en valores superiores a la resistencia del concreto.” (Sánchez et al., 2010, p.32)

2.4. Fundamentos teóricos que sustentan a la hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Al realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante se aumenta la resistencia de las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) El diseño del concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem aumenta la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido.
- b) El diseño del concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem aumenta la resistencia a la tracción del concreto en estado endurecido.
- c) El diseño del concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem aumenta la resistencia a la flexión del concreto en estado endurecido.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo, Método, Nivel y Diseño de la investigación

Tipo de Investigación

Es descriptivo porque la investigación tiene como objetivo la evaluación de algunas características de las muestras. Es de tipo correlacional y explicativo porque la investigación es estructurada e implican los propósitos de exploración, descripción y correlación, además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno al que hacen referencia.

Método de la Investigación

El método de la investigación es deductivo con orientación aplicada, enfoque cuantitativo y con la recolección de datos retroactivo.

Nivel de la Investigación

El nivel de la investigación es relacional ya que vemos que existe una relación significativa entre la variable dependiente y la variable independiente.

Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es experimental, prospectivo y también es longitudinal porque mediante los ensayos de laboratorio tendremos una serie de datos que serán tomadas dos o más ocasiones por su dimensión temporal o el número de veces que se desarrollarán las pruebas en el tiempo, en los cuales se recolectan datos el diseño será longitudinal.

3.2. Población y muestra

La población será el diseño de mezcla envasadas en probetas seleccionadas y almacenadas en el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Ricardo Palma.

Las muestras se realizarán con cemento Tipo HS para el concreto patrón y con cemento andino ultra Tipo HS, conchas de abanico y aditivo SikaCem plastificante para el concreto modificado.

Nuestra población comprenderá un total de 72 probetas y 24 vigas de las cuales 18 probetas y 6 vigas serán usadas para el diseño patrón y dos grupos de 27 probetas cada una y un grupo de 18 vigas contendrán reemplazos de agregado fino en porcentajes de 5%, 35% y 65% por concha de abanico triturada con aditivo SikaCem plastificante, para determinar la resistencia a compresión, tracción y flexión respectivamente. La cantidad de aditivo a agregar según el porcentaje de reemplazo de la concha de abanico se aplicó mediante las indicaciones según ficha técnica (250 ml/bolsa cemento) como valor inicial para los diseños. Todas estas pruebas se desarrollaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales. Ver Tabla 8.

Tabla 8
Población y muestra

Diseño	PROBETAS								VIGAS			
	Compresión				Tracción				Flexión			
	Diseño Patrón	Conchas de abanico con aditivo			Diseño Patrón	Conchas de abanico con aditivo			Diseño Patrón	Conchas de abanico con aditivo		
Edad (días)	0%	5%	35%	65%	0%	5%	35%	65%	0%	5%	35%	65%
7	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
14	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
28	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

3.3. Operacionalización de Variables

Es el proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir en dimensiones e indicadores.

Operacionalizar una variable es hacerla medible.

La siguiente Tabla 9 muestra la Operacionalización de variables de nuestra investigación.

Tabla 9
Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			
VARIABLES VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES	ÍNDICE	MÉTODO
Diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem plastificante	Porcentaje de conchas de abanico	<ol style="list-style-type: none"> 1) Realizar el diseño de mezcla de concreto modificado con conchas de abanico con diferentes porcentajes de reemplazo 2) Evaluar el comportamiento del concreto modificado en estado endurecido con conchas de abanico 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de la investigación es de tipo: • Cuantitativo: debido a las menciones de las variables que representan valores numéricos. • Descriptivo: porque especifica las propiedades de las conchas de abanico.
VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	INDICE	DISEÑO DE LA INVESTIGACION
Propiedades mecánicas de concreto en estado endurecido	<p>Resistencia a la compresión</p> <hr/> <p>Resistencia a la tracción</p> <hr/> <p>Resistencia a la flexión</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ensayo de resistencia a la compresión 2) Ensayo de resistencia a la tracción 3) Ensayo de resistencia a la flexión 4) Realizar cuadros y gráficos de los resultados del diseño de concreto modificado 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimental: ya que mediante ensayos de laboratorio obtendremos datos variados • Longitudinal: mediante los ensayos de laboratorio obtendremos una serie de datos que serán tomados en dos o más ocasiones • Prospectiva: obtendremos datos desde el inicio hasta el final de la investigación

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos (validez y confiabilidad)

Antes de realizar el ensayo se conocen las características de los materiales empleados.

La investigación estudia el comportamiento de las muestras de concreto mediante los ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción.

Se procesarán los datos obtenidos mediante software Microsoft Excel, Microsoft Word y SPSS.

Los resultados se presentan en cuadros estadísticos, tablas y gráficos; para luego ser interpretados y analizados para tomar conclusiones y resultados.

3.4.1. Instrumentos

Los principales instrumentos para esta investigación son:

- NTP 339.046 Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).
- ASTM C231 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
- NTP 339.035 Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de abrams.
- ASTM C143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.
- NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
- NTP 339.036 HORMIGÓN Práctica Normalizada para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco.

- ASTM C172 Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado.

3.4.2. Instrumentos

Equipo	: Tamizador eléctrico
Marca	: SOILTEST
Modelo	: 80-0445/06
Condiciones	: Óptimas (Ver Figura 16)



Figura 16: Tamizador eléctrico
Fuente: Elaboración propia

Equipo	: Juego de tamices
Marca	: USA SIEVE ASTME-11
Condiciones	: Óptimas (Ver Figura 17)



Figura 17: Juego de Tamices
Fuente: Elaboración propia

Equipo : Balanza
Marca : OHAUS
Modelo : Adventurer Pro – AV8101
Tipo : Electrónica
Capacidad : 8100 g
Condiciones : Óptimas (Ver Figura 18)



Figura 18: Balanza
Fuente: Elaboración propia

Equipo : Balanza Hidrostática
Marca : ARNO
Condiciones : Óptimas (Ver Figura 19)



Figura 19: Balanza hidrostática
Fuente: Elaboración propia

Equipo : Mezcladora de concreto
Condiciones : Óptimas (Ver Figura 20)



Figura 20: Mezcladora de concreto
Fuente: Elaboración propia

Equipo : Balanza
Marca : FERTON
Tipo : electrónica
Capacidad : 150 Kg
Condiciones : Óptimas (Ver Figura 21)



Figura 21: Balanza
Fuente: Elaboración propia

Equipo : Máquina de compresión axial
electro-hidráulica digital
Marca : ELE-INTERNACIONAL
Modelo : 37-5574/06
Condiciones : Óptimas (Ver Figura 22)



Figura 22: Máquina de compresión
Fuente: Elaboración propia

Equipo : Máquina de Flexión
Marca : TECNOTEST
Modelo : Moderno
Condiciones : Óptimas (Ver Figura 23)



Figura 23: Máquina a Flexión
Fuente: Elaboración propia

3.5. Descripción de procedimientos de análisis

Los procedimientos de análisis son tomados de acuerdo a las normas técnicas peruanas descritas a continuación:

- a) NTP 400.012:2001, Análisis Granulométrico de Agregados Grueso y finos.
- b) NTP 339.034. HORMIGON CONCRETO, Método de Ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.
- c) (NTP 339.078. HORMIGON CONCRETO), Método de Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios.
- d) NTP 339.084. HORMIGON CONCRETO, Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
- e) NTP 334.088:2006, Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón.

3.6. Presupuesto y Cronograma

El presupuesto estimado para la elaboración de la tesis comprende de los siguientes bienes y servicios:

- a) Potencial humano: Mg. Ing. Liliana Chavarría.
- b) Recursos materiales: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Ricardo Palma, se dispondrá de las máquinas, equipos y herramientas necesarias para la elaboración del concreto liviano y los ensayos en estado fresco y endurecido.

Los principales materiales para la elaboración del concreto se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10
Recursos materiales

Materiales	Marca/Procedencia
Cemento Portland T-HS	Andino
Agregado fino	Cantera Unicon
Agregado grueso	Cantera Unicon
Agua potable	Sedapal
Conchas de abanico	Terminal Pesquero Mercado de VMT
Aditivo plastificante	Sika

Fuente: Elaboración
propia

Presentamos la tabla 11 indicando el presupuesto tentativo para la ejecución de la investigación.

Tabla 11
Presupuesto para elaboración de tesis

Item	Descripcion	und	cantidad	precio	Parcial
1	TRABAJO EN OFICINA				S/860.00
1.01	Materiales de oficina				S/110.00
1.01.01	Hojas Bond A4	mill	1	S/30.00	S/30.00
1.01.02	Files	und	12	S/2.50	S/30.00
1.01.03	Articulos de escritorio	Glb	1	S/50.00	S/50.00
1.02	Materiales de Impresión				S/750.00
1.02.01	Fotocopias	Glb	1	S/200.00	S/200.00
1.02.02	Impresiones y escaneos	Glb	1	S/350.00	S/350.00
1.02.03	Anillados	Glb	1	S/200.00	S/200.00
2	TRABAJO EN LABORATORIO				S/3,277.50
2.01	Materiales				S/762.50
2.01.01	Cemento Portland Sol Tipo I	bls	15	S/22.50	S/337.50
2.01.02	Arena gruesa de cantera SEOING EIRL	bls	25	S/6.00	S/150.00
2.01.03	Piedra chancada SEOING EIRL	bls	15	S/6.00	S/90.00
2.01.04	Transporte de conchas de abanico	glb	1	S/25.00	S/25.00
2.01.05	Aditivo Plastificante	lt	4	S/40.00	S/160.00
2.02	Herramientas				S/1,565.00
2.02.01	Buggy	und	1	S/150.00	S/150.00
2.02.02	Comba de goma	und	1	S/30.00	S/30.00
2.02.03	Lampas	und	1	S/15.00	S/15.00
2.02.04	Molde para probetas	und	20	S/40.00	S/800.00
2.02.05	Baldes 18 lts	und	5	S/10.00	S/50.00
2.02.06	Neopreno	und	4	S/130.00	S/520.00
2.03	Servicios				S/950.00
2.03.01	EPP	glb	1	S/250.00	S/250.00
2.03.02	Eliminación de desmonte	m3	20	S/35.00	S/700.00
3	TRABAJO EN GABINETE				S/15,400.00
3.01	Bienes				S/12,100.00
3.01.01	Tesis Trabajo de Investigación	und	2	S/6,000.00	S/12,000.00
3.01.02	Material Bibliografico	glb	1	S/100.00	S/100.00
3.02	Servicios				S/3,300.00
3.02.01	Movilidad	mes	6	S/150.00	S/900.00
3.02.02	Viaticos	mes	6	S/400.00	S/2,400.00
3.02.03	Servicios luz, agua y telefono	mes	6	S/100.00	S/600.00
				TOTAL	S/19,537.50

Fuente: Elaboración propia

Presentamos el cronograma de tesis en la figura 24 para la ejecución de la investigación.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	MAYO			JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				
	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Elaboración del Plan de Tesis																												
Recopilación de información	■	■																										
Planteamiento del Problema			■																									
Desarrollo de la descripción				■	■																							
Desarrollo del marco teórico					■	■																						
Desarrollo de la metodología							■	■																				
Pruebas de mezclas preliminares								■	■	■																		
Formulación del Proyecto de Tesis									■	■																		
Elaboración del Marco Teórico											■	■	■															
Diseño y Elaboración de mezcla												■	■	■	■	■												
Análisis de Resultados Obtenidos																	■	■	■									
Discusión, Conclusiones y Recomendación																				■	■							
Revisión de los Borradores																						■						
Levantamiento de Observaciones																								■	■	■		
Presentación de Tesis																												■

Figura 24: Cronograma de tesis

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Características de los materiales

4.1.1. Características del Agregado Fino

4.1.1.1. Contenido de Humedad del Agregado Fino

En la siguiente Tabla 12 se muestran los resultados del contenido de humedad del agregado fino F1.

Tabla 12
Contenido de Humedad del agregado Fino – F1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO-F1		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.158
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
MUESTRA 1			
	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD
	UNIDAD		
	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500.00
	PESO DE MUESTRA SECA	B	491.80
	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	8.20
	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.67
			g.
			g.
			g.
			%

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 13 se muestran los resultados del contenido de humedad del agregado fino F2.

Tabla 13
Contenido de Humedad del agregado Fino – F2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO-F2		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.158
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
MUESTRA 2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g.
PESO DE MUESTRA SECA	B	492.30	g.
CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	7.70	g.
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.56	%

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 14 se muestran los resultados del contenido de humedad del agregado fino F3.

Tabla 14
Contenido de Humedad del agregado Fino – F3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO-F3			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.158	
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA	
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA	
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
MUESTRA 3				
	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g.
	PESO DE MUESTRA SECA	B	491.50	g.
	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	8.50	g.
	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.73	%

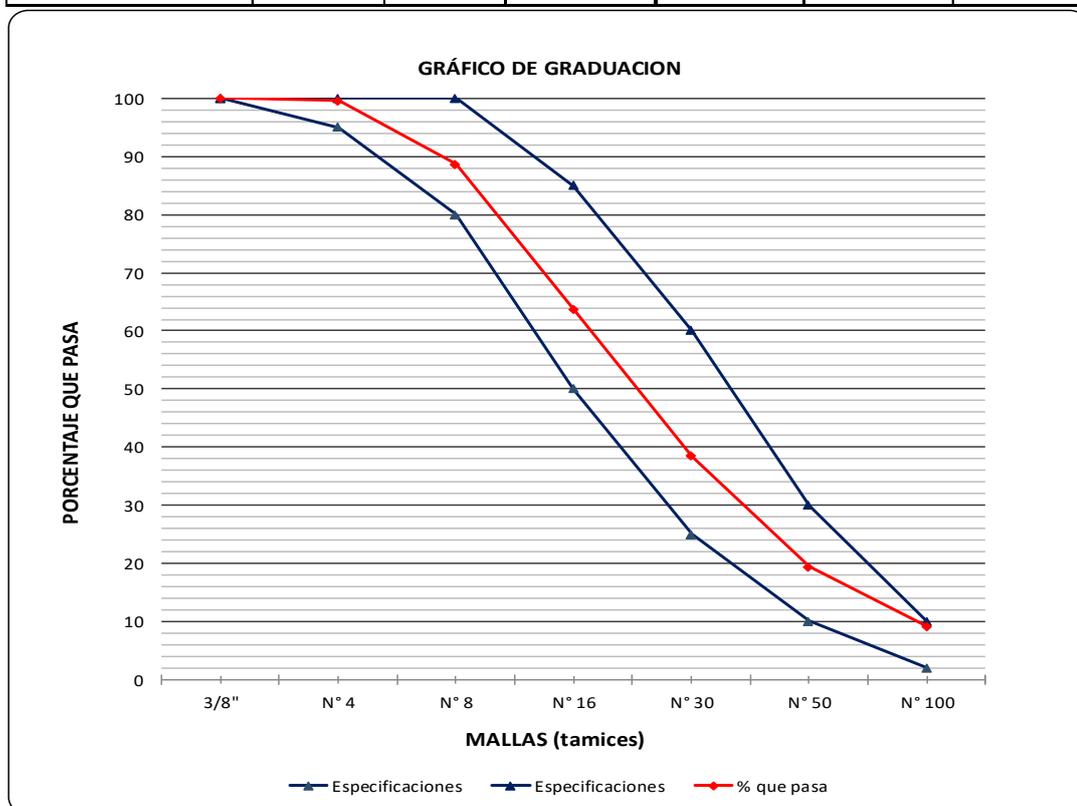
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Granulometría del Agregado Fino

En la siguiente Tabla 15 se muestran los resultados del análisis granulométrico del agregado fino F1.

Tabla 15
Análisis granulométrico del Agregado Fino – F1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F1				
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	1.8	0	0	100	95	100
N° 8	54.8	11	11	89	80	100
N° 16	124.5	25	36	64	50	85
N° 30	126.8	25	62	38	25	60
N° 50	95	19	81	19	10	30
N° 100	51.3	10	91	9	2	10
Fondo	45.8	9	100	0		
Total	500	100				
			mf :	2.81		

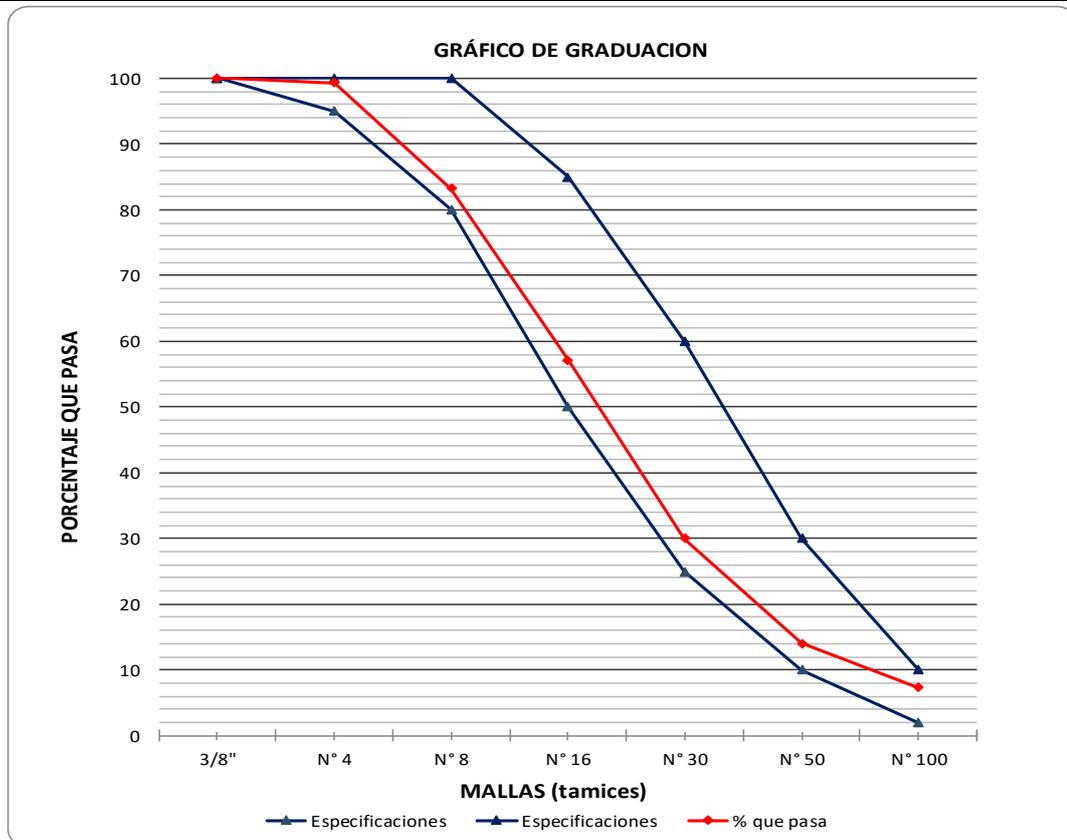


Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 16 se muestran los resultados del análisis granulométrico del agregado fino F2.

Tabla 16
Análisis granulométrico del Agregado Fino – F2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F2				
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	3.2	1	1	99	95	100
N° 8	80.6	16	17	83	80	100
N° 16	130.5	26	43	57	50	85
N° 30	135.5	27	70	30	25	60
N° 50	80.2	16	86	14	10	30
N° 100	33.4	7	93	7	2	10
Fondo	36.6	7	100	0		
Total	500	100				
			mf :	3.09		

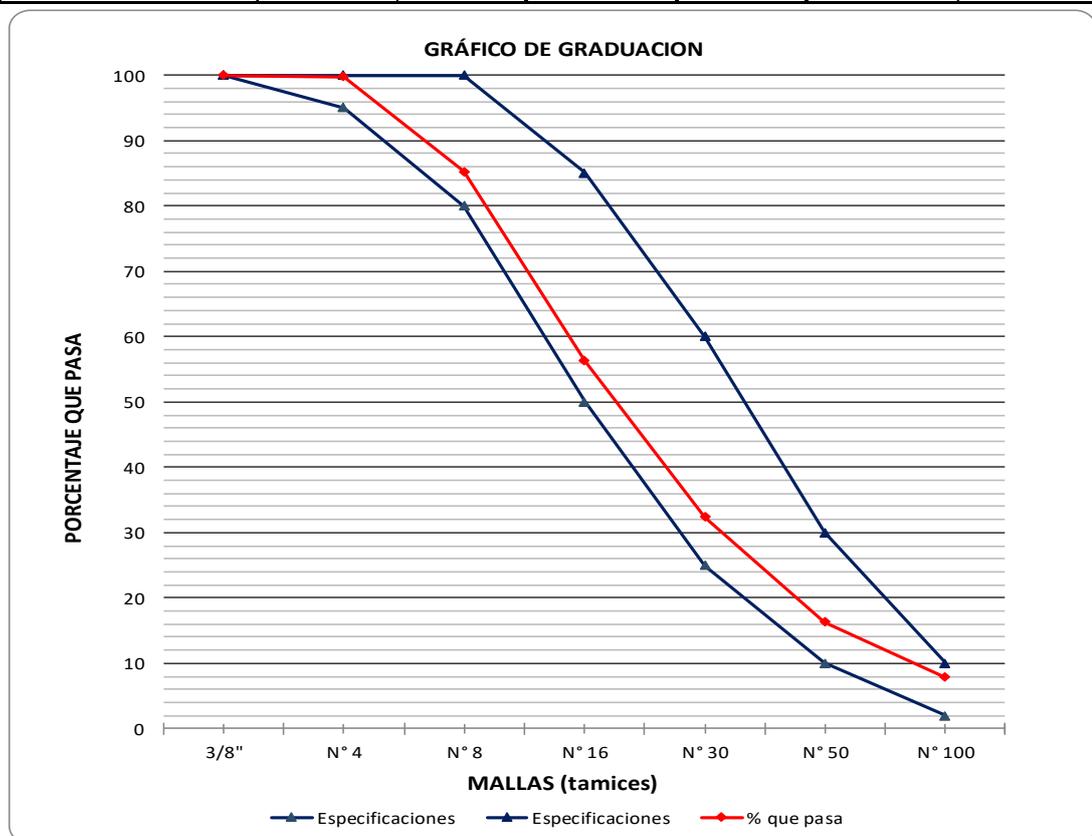


Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 17 se muestran los resultados del análisis granulométrico del agregado fino F3.

Tabla 17
Análisis granulométrico del Agregado Fino – F3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F3					
TIPO DE AGREGADO : AGREGADO FINO		NORMA : NTP 400.012				
PROCEDENCIA : UNICON		FECHA : 11/08/2019				
NOMBRE DE LA MUESTRA : F3		HECHO POR		: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA		
PESO DE MUESTRA : 500 g.				: WEI ZHENG TONG LANDA		
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	1.2	0	0	100	95	100
N° 8	72.7	15	15	85	80	100
N° 16	144.6	29	44	56	50	85
N° 30	119.8	24	68	32	25	60
N° 50	80.3	16	84	16	10	30
N° 100	41.9	8	92	8	2	10
Fondo	39.5	8	100	0		
Total	500	100				
				mf :	3.02	



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Peso Unitario del Agregado Fino

En la siguiente Tabla 18 se muestran los resultados del peso unitario del agregado fino F1.

Tabla 18
Peso unitario del Agregado Fino – F1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F1	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA : WEI ZHENG TONG LANDA
PESO UNITARIO SUELTO - F1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		4.28	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	2.54	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.48	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.74	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	364.96	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	927.01	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - F1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		4.88	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	3.14	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.48	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.74	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	364.96	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1145.99	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 19 se muestran los resultados del peso unitario del agregado fino F2.

Tabla 19
Peso unitario del Agregado Fino – F2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F2		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA : WEI ZHENG TONG LANDA
PESO UNITARIO SUELTO - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		4.42	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	2.68	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.48	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.74	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	364.96	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	978.10	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		4.88	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.70	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	3.18	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.48	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.78	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	359.71	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1143.88	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 20 se muestran los resultados del peso unitario del agregado fino F3.

Tabla 20
Peso unitario del Agregado Fino – F3

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F3			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA : WEI ZHENG TONG LANDA
PESO UNITARIO SUELTO - F3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		4.28	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	2.54	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.48	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.74	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	364.96	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	927.01	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - F3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		4.82	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	3.08	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.48	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.74	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	364.96	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1124.09	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 21 se muestran los resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado fino promedio.

Tabla 21
Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO FINO		NORMA	: NTP 400.017		
PROCEDENCIA	: UNICON		FECHA	: 11/08/2019		
NOMBRE	: PROMEDIO		HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA : WEI ZHENG TONG LANDA		
RESUMEN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - FINO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F1	F2	F3		
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	927.01	978.10	927.01	944.04	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1145.99	1143.88	1124.09	1137.99	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Peso Específico del Agregado Fino

En la siguiente Tabla 22 se muestran los resultados del peso específico y absorción del agregado fino F1.

Tabla 22
Peso específico y absorción del Agregado Fino – F1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F1	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA AF		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO TARA: LEM 015		184	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		959.10	g
PESO TARA + PESO DE LA MUESTRA AF SECA		678.80	g
PESO DEL AGUA	W	309.20	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	494.80	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECÍFICO DE MASA (G):		2.59	g/cm ³
2. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{ss})		2.62	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)		2.67	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)		1.05	%

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 23 se muestran los resultados del peso específico y absorción del agregado fino F2.

Tabla 23
Peso específico y absorción del Agregado Fino – F2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F2	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA AF		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO TARA: LEM 004		277.7	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		955.60	g
PESO TARA + PESO DE LA MUESTRA AF SECA		771.70	g
PESO DEL AGUA	W	305.70	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	494.00	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECÍFICO DE MASA (G):			
		2.54	g/cm ³
2. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{ss})			
		2.57	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.62	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		1.21	%

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Tabla 24 se muestran los resultados del peso específico y absorción del agregado fino F3.

Tabla 24
Peso específico y absorción del Agregado Fino – F3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F3			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA AF		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO TARA: LEM 002		282.7	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		955.50	g
PESO TARA + PESO DE LA MUESTRA AF SECA		780.00	g
PESO DEL AGUA	W	305.60	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	497.30	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECÍFICO DE MASA (G):		2.56	g/cm ³
2. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})		2.57	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)		2.59	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)		0.54	%

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5. Malla 200 del Agregado Fino

En la Tabla 25 – Tabla 26 – Tabla 27 se muestran los resultados del peso específico y absorción del agregado fino F1 – F2 - F3.

Tabla 25

Material pasante de la malla N° 200 para el Agregado Fino – F1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.018
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA
A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO			
MUESTRA 1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE MUESTRA	P1	500.00	g.
PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	466.00	g.
MATERIAL QUE PASA DE LA MALLA N°200	P1-P2	34.00	g.
% QUE PASA DE LA MALLA N°200	A	6.80	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Material pasante de la malla N° 200 para el Agregado Fino – F2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.018	
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA	
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA	
A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO				
MUESTRA 2				
	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
	PESO DE MUESTRA	P1	500.00	g.
	PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	469.50	g.
	MATERIAL QUE PASA DE LA MALLA N°200	P1-P2	30.50	g.
	% QUE PASA DE LA MALLA N°200	A	6.10	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Material pasante de la malla N° 200 para el Agregado Fino – F3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.018	
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA	
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: WEI ZHENG TONG LANDA	
A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO				
MUESTRA 3				
	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
	PESO DE MUESTRA	P1	500.00	g.
	PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	477.00	g.
	MATERIAL QUE PASA DE LA MALLA N°200	P1-P2	23.00	g.
	% QUE PASA DE LA MALLA N°200	A	4.60	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30
 Contenido de Humedad del Agregado grueso –G3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO-G3			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 339.158	
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA	
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		WEI ZHENG TONG LANDA	
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO				
MUESTRA 3				
	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	g.
	PESO DE MUESTRA SECA	B	2492.40	g.
	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	7.60	g.
	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.30	%

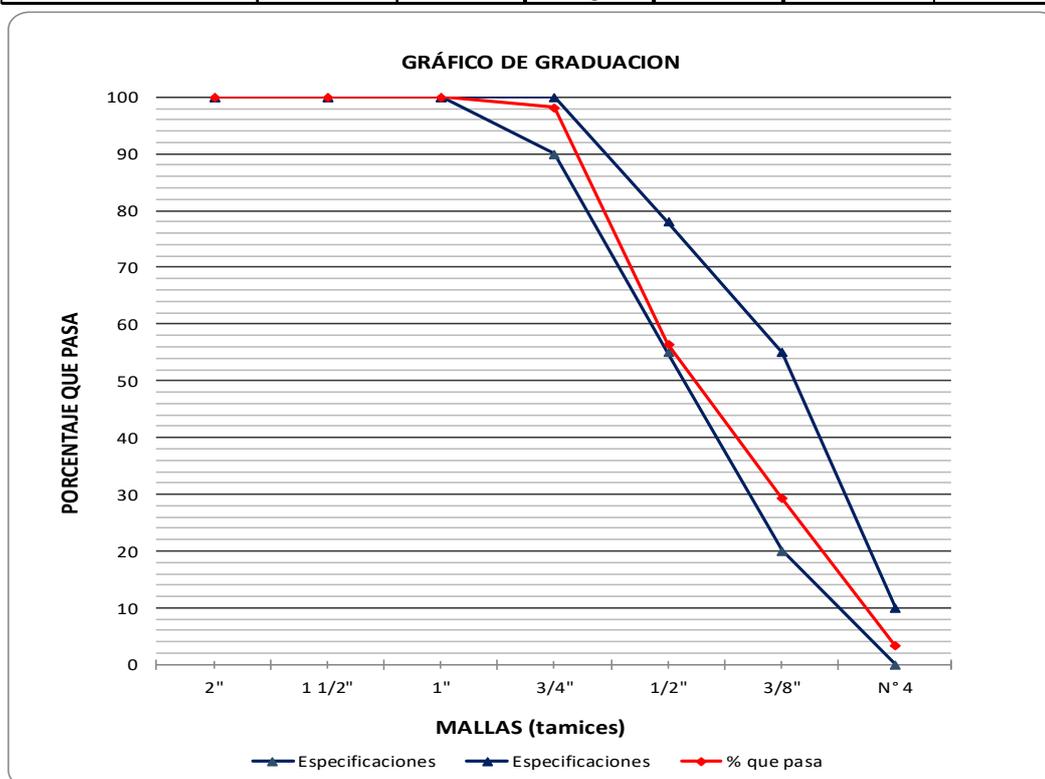
Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. Granulometría del Agregado Grueso

En la Tabla 31 – Tabla 32 – Tabla 33 se muestran los resultados del análisis granulométrico del agregado grueso G1 – G2 - G3.

Tabla 31
Análisis granulométrico del Agregado grueso – G1

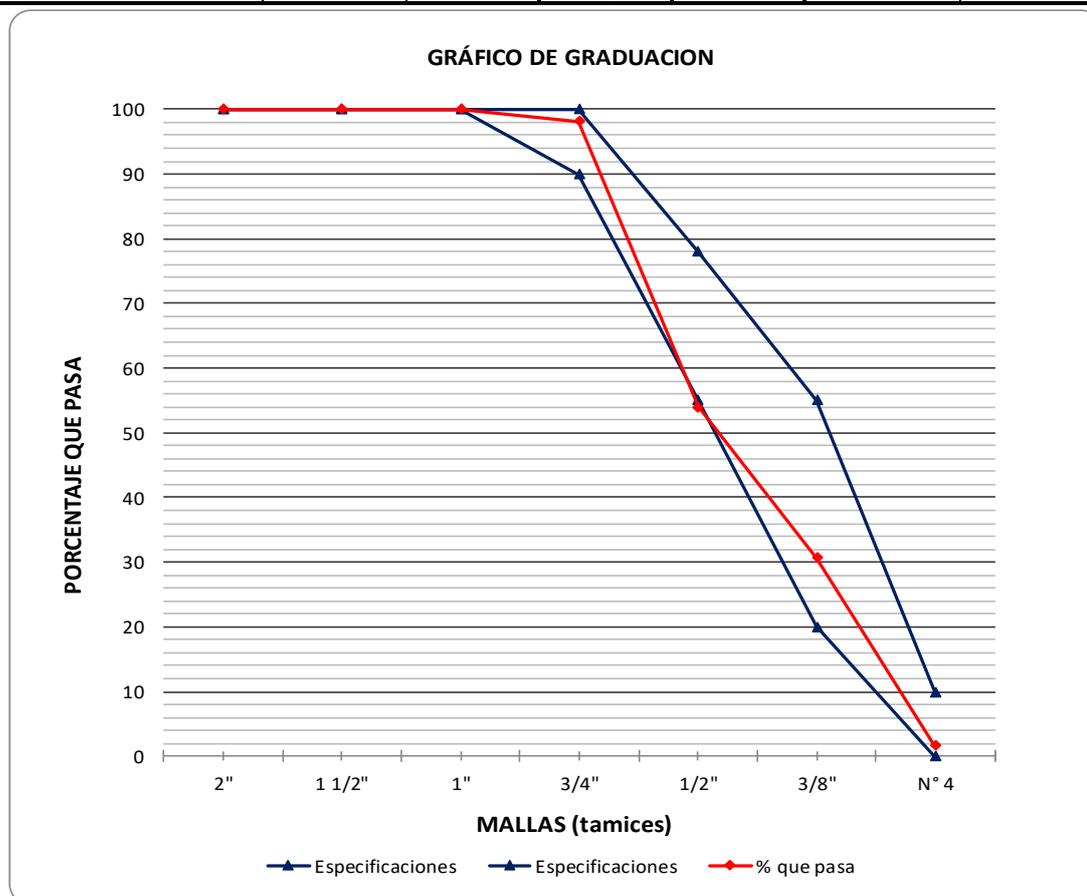
		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G1				
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA			
PESO DE MUESTRA	: 12 kg	HECHO POR	: WEI ZHENG TONG LANDA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100		
1 1/2"	0	0	0	100		
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	220	2	2	98	90	100
1/2"	5000	42	44	57	55	78
3/8"	3260	27	71	29	20	55
N° 4	3120	26	97	3	0	10
Fondo	400	3	100	0		
Total	12000	100				
			mg :	6.69		



Fuente: Elaboración propia

Tabla 32
Análisis granulométrico del Agregado grueso – G2

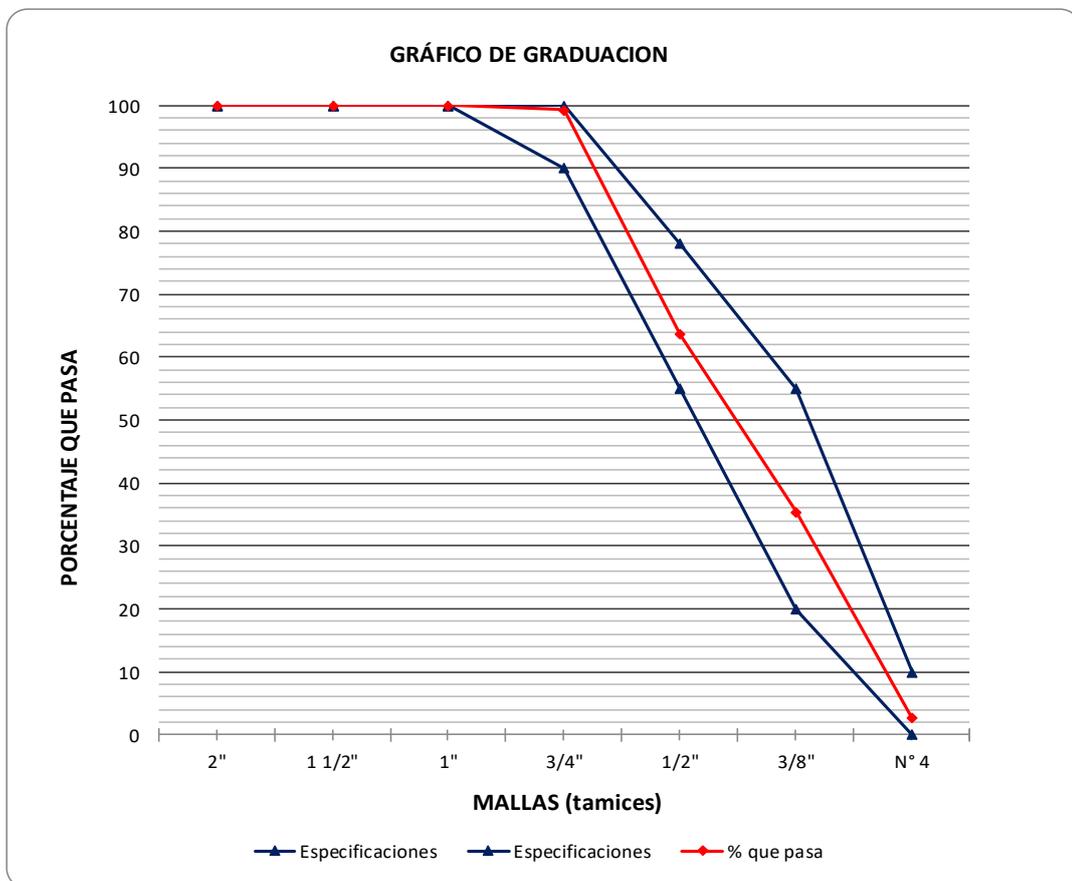
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G2					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA			
PESO DE MUESTRA	12 kg		: WEI ZHENG TONG LANDA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100		
1 1/2"	0	0	0	100		
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	220	2	2	98	90	100
1/2"	5300	44	46	54	55	78
3/8"	2800	23	69	31	20	55
N° 4	3480	29	98	2	0	10
Fondo	200	2	100	0		
Total	12000	100				
			mg :	6.70		



Fuente: Elaboración propia

Tabla 33
Análisis granulométrico del Agregado grueso – G3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G3					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA			
PESO DE MUESTRA	12 kg	HECHO POR	: WEI ZHENG TONG LANDA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100		
1 1/2"	0	0	0	100		
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	80	1	1	99	90	100
1/2"	4280	36	36	64	55	78
3/8"	3380	28	65	36	20	55
N° 4	3940	33	97	3	0	10
Fondo	320	3	100	0		
Total	12000	100				
				mg :	6.63	



Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Peso Unitario del Agregado Grueso

En la Tabla 34 – Tabla 35 – Tabla 36 se muestran los resultados del peso unitario del agregado grueso G1 – G2 - G3.

Tabla 34
Peso unitario del Agregado grueso – G1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G1	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA : WEI ZHENG TONG LANDA
PESO UNITARIO SUELTO - G1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		27.41	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	21.49	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1557.25	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - G1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.66	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	22.74	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1647.83	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G2		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA : WEI ZHENG TONG LANDA
PESO UNITARIO SUELTO - G2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		27.12	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	21.20	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1536.23	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - G2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.43	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	22.51	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1631.16	kg/m ³

Peso unitario del Agregado grueso – G2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Peso unitario del Agregado grueso - G3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G3		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA : WEI ZHENG TONG LANDA
PESO UNITARIO SUELTO - G3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		27.34	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	21.42	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1552.17	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO - G3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.54	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	22.62	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1639.13	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 37 se muestra los resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso promedio.

Tabla 37

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso – promedio

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO		NORMA	: NTP 400.017		
PROCEDENCIA	: UNICON		FECHA	11/08/2019		
NOMBRE	: PROMEDIO		HECHO POR	VILMER WAGNER LA URA ESPINOZA WEI ZHENG TONG LANDA		
RESUMEN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1557.25	1536.23	1552.17	1548.55	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1647.83	1631.16	1639.13	1639.37	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4. Peso Específico del Agregado Grueso

En la Tabla 38 – Tabla 39 – Tabla 40 se muestran los resultados del peso específico y absorción del agregado grueso G1 – G2 – G3.

Tabla 38

Peso específico y absorción del Agregado grueso – G1

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G1		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		: WEI ZHENG TONG LANDA
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3779.70	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		615.70	g
PESO DEL AGUA	C	3164.00	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4960.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.70	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
		2.72	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.76	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		0.81	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Peso específico y absorción del Agregado grueso – G2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G2	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		: WEI ZHENG TONG LANDA
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3778.60	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		615.70	g
PESO DEL AGUA	C	3162.90	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4980.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.71	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
		2.72	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.74	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		0.40	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40
Peso específico y absorción del Agregado grueso – G3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G3	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 11/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		: WEI ZHENG TONG LANDA
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3779.00	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		615.70	g
PESO DEL AGUA	C	3163.30	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4970.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.71	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
		2.72	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
		2.75	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		0.60	%

Fuente: Elaboración propia

4.2 Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se realizó siguiendo el método recomendado por el comité ACI 211.1, tomando en cuenta las consideraciones brindadas por la norma técnica de edificación E.060 “Concreto Armado” para la elaboración de concreto.

Para el cálculo del diseño de mezcla se consideró un $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ debido a que es la resistencia más aplicada en las diferentes edificaciones locales. Acorde con la normativa especificada, se utilizó la tabla 41 para el cálculo de la resistencia a la compresión requerida debido a la no disponibilidad de datos para el cálculo de la desviación estándar de la muestra. Por tanto, se definió una resistencia requerida igual a $f'cr=295\text{Kg/cm}^2$.

Tabla 41

Resistencia a la compresión promedio requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, Mpa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8,5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1,1f'c + 5,0$

Fuente: Comité ACI 211.1

En el diseño de mezcla elaborado solo se consideraron los parámetros físicos de los agregados minerales, más no los de las conchas de abanico trituradas ya que estas características solo se utilizarán para la interpretación de los datos obtenidos a partir de los ensayos realizados al concreto con sus diferentes porcentajes de reemplazos.

Para la elaboración de un diseño de mezcla es necesario establecer un slump, el cual indicará la trabajabilidad del concreto. Para la elección de este valor serán necesarias considerar las condiciones de trabajo, con lo que respecta a manipulación y colocación de la mezcla. El comité ACI propone unos valores para la selección de este valor

tomando las consideraciones mencionadas anteriormente, estos valores se muestran en la tabla 42.

Tabla 42

Slump máximo y mínimo según el tipo de estructura según el ACI

Tipo de estructura	Slump máximo	Slump mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzada	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	3"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Comité ACI 211.1

El slump elegido para el diseño de mezcla fue entre el rango de 3" a 4" según la tabla 41 con la finalidad de poder cuantificar la variación de la trabajabilidad conforme la capacidad de reemplazo de agregado fino aumente. Ver Figura 25.



Figura 25: Trituración manual de concha de abanico

Fuente: Elaboración Propia



Figura 26: Recolección de conchas de abanico trituradas

Fuente: Elaboración Propia



Figura 27: Tamizado de conchas de abanico trituradas entre las mallas N° 4 y malla N°200

Fuente: Elaboración Propia



Figura 28: Tamizado de conchas de abanico trituradas entre las mallas N° 4 y malla N°100
Fuente: Elaboración Propia



Figura 29: Selección de materiales para diseño de concreto modificado
Fuente: Elaboración Propia

El proceso de selección del material usado se muestran en la Figura 26 – Figura 27 – Figura 28 y Figura 29.

En la Figura 30 – Figura 31 se muestran los procesos de mezcla de los materiales seleccionados.

En la Figura 32 – Figura 33 – Figura 34 y Figura 35 se muestran los ensayos respectivos del concreto fresco.



Figura 30: Preparado de materiales en mezcladora
Fuente: Elaboración Propia



Figura 31: Preparado de materiales en mezcladora
Fuente: Elaboración Propia



Figura 32: Ensayo de asentamiento en
Cono de Abrahams
Fuente: Elaboración Propia



Figura 33: Ensayo de asentamiento en
Cono de Abrahams
Fuente: Elaboración Propia



Figura 34: Ensayo de asentamiento en Cono de Abrahams
Fuente: Elaboración Propia



Figura 35: Ensayo de Peso unitario
Fuente: Elaboración Propia



Figura 36: Llenado de concreto en moldes
Fuente: Elaboración Propia



Figura 37: Curado de concreto en contenedor con agua y cal
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 36 – Figura 37 se muestran las probetas vaciadas y sumergidas en cal para su posterior rotura.



Figura 38: Rotura de probetas después del tiempo establecido según edad
Fuente: Elaboración Propia



Figura 39: Rotura de probetas después del tiempo establecido según edad
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 38 – Figura 39 se muestran las probetas puestas en las máquinas de rotura a compresión, tracción y flexión para su respectiva anotación de las resistencias según la edad seleccionada.

Tabla 43
Diseño de mezcla de concreto

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA								
		FACULTAD DE INGENIERIA								
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES								
		DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO								
FECHA DE ENSAYO				CÓDIGO DE MEZCLA				: -		
DISEÑO		PATRON		HORA DE VACIADO				: 2:30 p. m.		
RELACION AGUA/CEMENTO		0.557		VOLUMEN DE PRUEBA (m ³)				: 0.03		
RELACION AF:AG		43.4 : 56.6		ELABORADO POR				: TONG LANDA, WEI ZHENG		
ADITIVO A EVALUAR								: LAURA ESPINOZA, VILMER WAGNER		
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
DOSIFICACION DEL ADITIVO				DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS				DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE		
0		= ml		VOL. AIRE		2.0		AGUA DE DISEÑO	200	Lts
				VOL. AGREG.		0.660		CEMENTO	359	Kg
				ARENA		42.6				
				PIEDRA # 56		57.4				
						100				
MATERIAL ES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m ³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO (kg/m ³)	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA		
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD	
CEMENTO	Cemento HS	2990			359	0.1201	359.07	10.77	kg	
ARENA	La Molina	2560	1.65	0.94	719.34	0.2810	731.21	21.94	kg	
PIEDRA	La Molina	2710	0.33	0.60	1026.87	0.3789	1030.25	30.91	kg	
AGUA	Sedapal	1000			200	0.2000	197.67	5.93	lts	
AIRE						0.020				
TOTAL					2305.28	1.000				

Fuente: Elaboración Propia

Con el diseño de concreto preparado según la Tabla 43, se observó que el Slump obtenido fue de 8.50", por lo que se debió corregir la relación agua – cemento.

- Asentamiento Obtenido = 8.50 "
- Cemento = 366.75 Kg
- Agua de diseño = 245.72 L
- Relación agua / cemento (a/c) = 0.67
 - Asentamiento esperado = (3" – 4") → (2" – 5")

$$\begin{aligned} 8.50'' - 5'' &= 3.50'' \times 2.54 \text{ cm} \times 2 \text{ L} \\ &= 17.78 \text{ L} \end{aligned}$$

➤ Nuevo Agua de diseño = 245.72 L – 17.78 L

Nuevo Agua de diseño = 227.94 L

➤ Nueva Cantidad de Cemento = 227.94 L / 0.67 = 340.21 Kg

➤ Factor Cemento (FC) = 340.21 / 42.50 = 8.00 bolsas / m³

Se consideró el volumen de cada probeta por la cantidad total de probetas a llenar para así calcular la cantidad de material que se debe preparar en una tanda.

- Volumen de una probeta = $\pi \times 0.05^2 \times 0.20$ (altura de la probeta)
 $= 0.0157 \text{ m}^3$

Además se consideró un 4% de desperdicio por cada tanda preparada ya que se considera perder material a la hora de llenar la maquina mezcladora, en los recipientes que contienen las mismas y cuando se llenen las probetas. Ver Tabla 44 y Tabla 45.

Tabla 44
Corrección del Diseño de mezcla de concreto

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO											
		FECHA DE ENSAYO	CÓDIGO DE MEZCLA	:	-								
DISEÑO	PATRON	:	HORA DE VACIADO										
RELACION	0.557	:	2:30 p. m.										
RELACION AF:AG	43.4 : 56.6	:	VOLUMEN DE PRUEBA (m ³)										
ADITIVO A EVALUAR		:	0.03										
		:	TONG LANDA, WEI ZHENG										
		:	LABORA ESPINOZA, VILMER WAGNER										
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA													
DOSIFICACION DEL ADITIVO		DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS											
0	=	ml											
		VOL. AIRE	2.0 %										
		VOL. AGREG.	0.660										
		ARENA	42.6 %										
		PIEDRA # 56	57.4 %										
			100										
		DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE											
		AGUA DE DISEÑO	200 Lts										
		CEMENTO	359 Kg										
Corrección con 5"		Cantidad de materiales por m3 (en obra)											
NVA AGUA DISEÑO=	227.94	cantidad und											
Porcentaje de aire (%)	2	Cemento =	340.21 kg										
a/c	0.67	A. Fino (h)=	896.91 kg										
FC	340.21	A. Grueso (h) =	798.38 kg										
rf	0.54	Agua Efectiva =	234.69 Lt										
rg	0.46	Proporción en peso de obra											
Cálculo del volumen absoluto del agrego total		Cemento	1.00 Cemento										
Vol. Absoluto = $1 - \left(\frac{FC}{P.Esp.cemento} + \frac{Agua\ de\ mezclada}{P.Esp.Agua} + \frac{Aire\ atrapado}{100} \right)$		A. Fino	2.64 A. Fino										
Vol. Absoluto (f+g) =	0.6383 m ³	A. Grueso	2.35 A. Grueso										
Vol. Absoluto. A. Fino =	0.3447 m ³	Agua Efectiva	0.69 Agua Efectiva										
Vol. Absoluto. A. Grueso =	0.2936 m ³	Tanda de prueba											
Peso A. Fino (s) =	882.36 kg	Cemento =	340.21 kg										
Peso A. Grueso (s) =	795.68 kg	A. Fino (h)=	896.91 kg										
		A. Grueso (h) =	798.38 kg										
		Agua Efectiva =	234.69 Lt										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>cantidad</th> <th>und</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15.31</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>40.36</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>35.93</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>10.56</td> <td>Lt</td> </tr> </tbody> </table>		cantidad	und	15.31	kg	40.36	kg	35.93	kg	10.56	Lt
cantidad	und												
15.31	kg												
40.36	kg												
35.93	kg												
10.56	Lt												
		(una tanda de 24 probetas) (altura de probetas) Vol. Probeta = $\pi \times 0.05^2 \times 0.20 \times 24 = 0.00157$ x 0.04 x 0.04 x 0.04 x 0.04 desperdicio 4% Pesos establecidos para una tanda de 24 probetas											

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45

Proporciones de materiales para diseño de mezcla $F'c = 210.00 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																				
	FACULTAD DE INGENIERIA																																				
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																																				
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																																				
FECHA DE ENSAYO		CÓDIGO DE MEZCLA	: -																																		
DISEÑO	PATRON	HORA DE VACIADO	: -																																		
RELACION	0.557	VOLUMEN DE PRUEBA (m ³)	: 0.03																																		
RELACION AF:AG	43.4 : 56.6	ELABORADO POR	: TONG LANDA, WEI ZHENG																																		
ADITIVO A EVALUAR			: LAURA ESPINOZA, VILMER WAGNER																																		
PROPORCIONES DE LA MEZCLA																																					
$F'c = 210.00 \text{ Kg} / \text{cm}^2$																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MATERIALES</th> <th colspan="2">TANDA DE MEZCLA</th> </tr> <tr> <th>PESO DE MEZCLA</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>15.31</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>40.36</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>PIEDRA</td> <td>35.93</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>10.56</td> <td>lts</td> </tr> <tr> <td>AIRE</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		MATERIALES	TANDA DE MEZCLA		PESO DE MEZCLA	UNIDAD	CEMENTO	15.31	kg	ARENA	40.36	kg	PIEDRA	35.93	kg	AGUA	10.56	lts	AIRE			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TANDA DE MEZCLA</th> </tr> <tr> <th>PESO DE MEZCLA</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>33.34</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>87.90</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>78.24</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>23.00</td> <td>lts</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	TANDA DE MEZCLA		PESO DE MEZCLA	UNIDAD	33.34	kg	87.90	kg	78.24	kg	23.00	lts		
MATERIALES	TANDA DE MEZCLA																																				
	PESO DE MEZCLA	UNIDAD																																			
CEMENTO	15.31	kg																																			
ARENA	40.36	kg																																			
PIEDRA	35.93	kg																																			
AGUA	10.56	lts																																			
AIRE																																					
TANDA DE MEZCLA																																					
PESO DE MEZCLA	UNIDAD																																				
33.34	kg																																				
87.90	kg																																				
78.24	kg																																				
23.00	lts																																				
	(Cantidad de material para 24 probetas cilindricas de 10 cm de diametro por 20 cm de altura)		(Cantidad de material para 8 vigas, cada molde de 15 cm por 15 cm por 50 cm)																																		

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Parámetros de diseño

Los parámetros físicos de los agregados que se utilizaron en la elaboración del diseño de mezcla fueron obtenidos a partir de diversos ensayos realizados en el laboratorio de ensayo de materiales de construcción (LEM) de la Universidad Ricardo Palma (URP). Estos son presentados en la tabla 46.

Tabla 46
Propiedades de los agregados

Parámetro	Agregado fino	Agregado grueso
Tamaño máximo nominal	-	3/4
Módulo de finura	2.97	6.67
Peso específico	2.56	2.71
Peso unitario suelto	944	1549
Peso unitario compactado	1138	1639
Humedad (%)	1.65	0.33
Absorción (%)	0.94	0.60

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Diseño de mezcla de los reemplazos

Se determina la cantidad de probetas que se deben realizar en el laboratorio se hacen los siguientes cálculos según la Tabla 47.

Tabla 47
Cantidad de probetas a realizar

Edades a romper (días)	7	14	28
%			
5	3	3	3
35	3	3	3
65	3	3	3

Fuente: Elaboración Propia

Se concluye que se debe preparar 27 probetas.

La presente investigación propone investigar la mejora en las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido. Las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido son: Compresión, Tracción, Flexión (vigas), entonces se establecen las siguientes cantidades totales según la Tabla 48.

Tabla 48
Cantidad de probetas a realizar

Propiedades Mecánicas del concreto en estado endurecido	N° probetas
Compresión	27
Tracción	27
Flexión (vigas)	18

Fuente: Elaboración Propia

Se concluye que se debe preparar 54 probetas cilíndricas con dimensiones de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura, además de 18 moldes de vigas con dimensiones de 15 cm de ancho por 15 cm de altura por 50 cm de largo. Ver Tabla 49.

Tabla 49
Cantidad de vigas a realizar

Edades a romper (días)	7	14	28
%			
5	2	2	2
35	2	2	2
65	2	2	2

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular la cantidad total de concha de Abanico que se debe usar en todo el ensayo, se debe calcular los porcentajes de reemplazo del agregado fino entre el número de probetas por cada tanda a preparar. Según los siguientes datos.

$$\frac{\text{Agregado fino}}{\text{Numero de probetas}} = \frac{40.36}{24} = 1.68 \text{ Kg}$$

Entonces en cada probeta se debe utilizar 1.68 Kg de arena gruesa.

Se debe calcular la cantidad total de concha de abanico según la cantidad total de probetas a elaborar teniendo en cuenta las propiedades mecánicas a realizar. Ver Tabla 50.

Tabla 50
Cantidad de concha de abanico

Porcentajes de Reemplazo (%)	Cantidad de arena gruesa En cada probeta (Kg)	Porcentaje de Reemplazo (%)	Numero de probetas	Total en peso a usar de concha de abanico (Kg)
5	1.68	0.05	9	0.756
35	1.68	0.35	9	5.292
65	1.68	0.65	9	9.828
			Total	15.876

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto se determina que se debe usar 15.876 Kg de conchas de abanico para probetas sometidas solo a compresión.

Como la propiedad mecánica de tracción es la misma cantidad de probetas sometidas a compresión entonces se calcula de la siguiente manera:

$$15.876 \text{ Kg} \times 2 = 31.752 \text{ Kg}$$

Entonces obtenemos 31.752 Kg a usar de concha de abanico para la preparación de probetas sometidas a compresión y tracción.

De la misma forma se debe calcular la cantidad de concha de abanico a usar para la preparación de concreto y vaciado en moldes de vigas para luego ser sometidas a flexión.

$$\frac{\text{Agregado fino}}{\text{Numero de vigas}} = \frac{87.90}{8} = 10.988 \text{ Kg}$$

Entonces en cada molde de viga se debe utilizar 10.988 Kg de arena gruesa.

Se debe calcular la cantidad total de concha de abanico según la cantidad total de probetas a elaborar teniendo en cuenta la propiedad mecánica a realizar.

Tabla 51
Cantidad de concha de abanico

Porcentajes de Reemplazo (%)	Cantidad de arena gruesa En cada probeta (Kg)	Porcentaje de Reemplazo (%)	Numero de probetas	Total en peso a usar de concha de abanico (Kg)
5	10.98	0.05	6	3.29
35	10.98	0.35	6	23.06
65	10.98	0.65	6	42.82
			Total	69.17

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto se determina que se debe usar 69.17 Kg de conchas de abanico para moldes de vigas sometidas solo a flexión.

La total cantidad a usar de concha de abanico para los ensayos de laboratorio serán las siguientes cantidades:

$$31.75 + 69.17 = 100.92 \text{ Kg}$$

Por motivos de desperdicio en la preparación del concreto y para dar mayor eficiencia en el uso del material propuesto, se propone a utilizar el 10 % de desperdicio de la cantidad total a usar de concha de abanico, esta cantidad incluido el desperdicio servirá para el lavado, triturado, tamizado y almacenado para luego ser usados en la preparación de las mezclas.

$$100.92 + 10.92 = 111.84 \text{ Kg}$$

Se utilizara en total 111.84 Kg de concha de abanico para la presente tesis.

Se propone preparar 6 vigas para el diseño patrón (sin reemplazo de conchas de abanico ni el uso de aditivo SikaCem plastificante).

Para el cálculo de materiales a emplear para la preparación de vigas patrón (sin reemplazo de conchas de abanico ni el uso de aditivo SikaCem plastificante. Ver Tabla 51 y Tabla 52.

Tabla 52
Materiales a emplear en una tanda de concreto (vigas)

Materiales	Peso de materiales (Kg) según diseño F'c= 210 Kg /cm ²	Cantidad de vigas según diseño (und)	Peso por unidad de viga (Kg)	Por cada tanda se prepara 3 vigas (según la capacidad de la maquina mezcladora de concreto)	Peso total de material a emplear para una tanda (Kg)
Cemento	33.34	8	$33.34 / 8 = 4.17$	3	$4.17 \times 3 = 12.51$ Kg
Ag. Fino	87.90	8	$87.90 / 8 = 10.99$	3	$10.99 \times 3 = 32.97$
Ag. Grueso	78.24	8	$78.24 / 8 = 9.78$	3	$9.78 \times 3 = 29.34$
Agua	23.00	8	$23.00 / 8 = 2.87$	3	$2.87 \times 3 = 8.61$

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad total de materiales para la preparación de vigas en la capacidad máxima de una tanda de concreto será de:

- **Cemento – 12.51 Kg**
- **Ag. fino – 32.97 Kg**
- **Ag. grueso – 29.34 Kg**
- **Agua – 8.61 L**

Por lo tanto, se prepararán dos tandas de mezcla para la preparación de mezcla de concreto para las vigas patrón (sin reemplazo de conchas de abanico ni el uso de aditivo SikaCem plastificante por cada porcentaje de reemplazo, así obtenemos la cantidad siguiente:

- **Cemento = $12.51 \times 2 = 25.02$ Kg**
- **Ag. fino = $32.97 \times 2 = 65.94$ Kg**
- **Ag. grueso = $29.34 \times 2 = 58.68$ Kg**
- **Agua = $8.61 \times 2 = 17.22$ L**

Del cálculo de materiales a emplear en el diseño de mezcla para un concreto modificado con conchas de abanico y aditivo se propone reemplazar en peso los porcentajes de 5%, 35% y 65 % respectivamente.

El aditivo SikaCem plastificante propone según la ficha técnica mejorar la plasticidad del concreto a la hora del envasado en cada probeta y en los moldes de vigas, por ello se propone utilizar 250 ml de aditivo por cada bolsa de cemento (42.50 Kg).

Entonces la cantidad de material a preparar en cada tanda con reemplazo en peso del agregado fino por concha de abanico triturada. Ver Tabla 53.

El cálculo de aditivo se propone de la siguiente manera según la ficha técnica adjunto en el anexo 4.

$$\text{cemento (42.50 Kg)} = 250 \text{ ml de aditivo}$$

$$\text{cemento (12.51 Kg)} = X \text{ ml de aditivo}$$

$$X \text{ ml de aditivo} = 73.59 \text{ ml}$$

Tabla 53

Cantidad de material para 3 vigas con reemplazo de 5 % de ag. Fino por concha de abanico

Cantidad de material para una tanda (3 vigas) sin reemplazo de Ag. fino	Cantidad de material para una tanda (3 vigas) con reemplazo en peso del Ag. Fino al 5%
Cemento: 12.51 Kg	Cemento: 12.51 Kg
Ag. Fino : 32.97 Kg	Ag. Fino : 31.32 Kg
Concha de abanico triturada: 0.00 Kg	Concha de abanico triturada: 1.65 Kg
Ag. Grueso: 29.34 Kg	Ag. Grueso: 29.34 Kg
Agua: 8.61 L	Agua: 6.89 L
Aditivo: 00.00 ml	Aditivo: 73.59 ml

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de material a preparar en cada tanda con reemplazo del 35% en peso del agregado fino por concha de abanico triturada. Ver tabla 54.

Tabla 54

Cantidad de material para 3 vigas con reemplazo de 35 % de ag. Fino por concha de abanico

Cantidad de material para una tanda (3 vigas) sin reemplazo de Ag. fino	Cantidad de material para una tanda (3 vigas) con reemplazo en peso del Ag. Fino al 35%
Cemento: 12.51 Kg	Cemento: 12.51 Kg
Ag. Fino : 32.97 Kg	Ag. Fino : 21.43 Kg
Concha de abanico triturada: 0.00 Kg	Concha de abanico triturada: 11.54 Kg
Ag. Grueso: 29.34 Kg	Ag. Grueso: 29.34 Kg
Agua: 8.61 L	Agua: 6.89 L
Aditivo: 00.00 ml	Aditivo: 73.59 ml

Fuente: Elaboración Propia

La cantidad de material a preparar en cada tanda con reemplazo del 65% en peso del agregado fino por concha de abanico triturada. Ver tabla 55.

Tabla 55

Cantidad de material para 3 vigas con reemplazo de 65 % de ag. Fino por concha de abanico

Cantidad de material para una tanda (3 vigas) sin reemplazo de Ag. fino	Cantidad de material para una tanda (3 vigas) con reemplazo en peso del Ag. Fino al 65%
Cemento: 12.51 Kg	Cemento: 12.51 Kg
Ag. Fino : 32.97 Kg	Ag. Fino : 11.54 Kg
Concha de abanico triturada: 0.00 Kg	Concha de abanico triturada: 21.43 Kg
Ag. Grueso: 29.34 Kg	Ag. Grueso: 29.34 Kg
Agua: 8.61 L	Agua: 6.89 L
Aditivo: 00.00 ml	Aditivo: 73.59 ml

Fuente: Elaboración Propia

Se obtienen las siguientes cantidades de materiales a usar en 18 probetas según la Tabla 56.

Tabla 56

Cantidad de material a usar en probetas con diseño de concreto modificado

Materiales	% de reemplazo			Σ	und
	5	35	65		
Cemento	25.02	25.02	25.02	75.06	Kg
Ag. fino	62.64	22.86	23.08	128.58	Kg
Ag. grueso	58.68	58.68	58.68	176.04	Kg
Conchas de Abanico	3.30	23.08	42.86	69.24	Kg
Agua	13.78	13.78	13.78	41.34	L
Aditivo SikaCem plastificante	147.18	147.18	147.18	441.54	ml

Fuente: Elaboración Propia

Se propone preparar 54 probetas para el diseño modificado de concreto (con reemplazo de conchas de abanico y uso de aditivo SikaCem plastificante.

Para el cálculo de materiales a emplear para la preparación de probetas (con reemplazo de conchas de abanico y el uso de aditivo SikaCem plastificante.

Según el diseño propuesto de la Tabla 42 para un $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

- **Cemento = 15.31 Kg**
- **Ag. fino = 40.36 Kg**
- **Ag. grueso = 35.93 Kg**
- **Agua = 10.56 L**

La cantidad de material a preparar en cada tanda con reemplazo del 5% en peso del agregado fino por concha de abanico triturada. Ver Tabla 57.

El cálculo de aditivo se propone de la siguiente manera según la ficha técnica adjunto en el anexo 3.

El cálculo de aditivo SikaCem plastificante es de la siguiente manera:

$$\text{cemento (42.50 Kg)} = 250 \text{ ml de aditivo}$$

$$\text{cemento (11.52 Kg)} = X \text{ ml de aditivo}$$

$$X \text{ ml de aditivo} = 67.76 \text{ ml}$$

Tabla 57

Cantidad de material con reemplazo de 5 % de ag. Fino por concha de abanico

Cantidad de material con diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Cantidad de material para una tanda (18 probetas) con reemplazo en peso del Ag. Fino al 5%
Cemento: 15.31 Kg	Cemento: 11.52 Kg
Ag. Fino : 40.36 Kg	Ag. Fino : 28.72 Kg
Concha de abanico triturada: 0.00 Kg	Concha de abanico triturada: 1.52 Kg
Ag. Grueso: 35.93 Kg	Ag. Grueso: 27.00 Kg
Agua: 10.56 L	Agua: 6.34 L
Aditivo: 00.00 ml	Aditivo: 67.76 ml

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58

Cantidad de material con reemplazo de 35 % de ag. Fino por concha de abanico

Cantidad de material con diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Cantidad de material para una tanda (18 probetas) con reemplazo en peso del Ag. Fino al 35%
Cemento: 15.31 Kg	Cemento: 11.52 Kg
Ag. Fino : 40.36 Kg	Ag. Fino : 19.66 Kg
Concha de abanico triturada: 0.00 Kg	Concha de abanico triturada: 10.58 Kg
Ag. Grueso: 35.93 Kg	Ag. Grueso: 27.00 Kg
Agua: 10.56 L	Agua: 6.34 L
Aditivo: 00.00 ml	Aditivo: 67.76 ml

Fuente: Elaboración Propia

Se obtienen las siguientes cantidades de materiales con reemplazo del 35% y 65% respectivamente a usar en probetas según la Tabla 58 y Tabla 59.

Tabla 59

Cantidad de material con reemplazo de 65 % de ag. Fino por concha de abanico

Cantidad de material con diseño de mezcla $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Cantidad de material para una tanda (18 probetas) con reemplazo en peso del Ag. Fino al 65%
Cemento: 15.31 Kg	Cemento: 11.52 Kg
Ag. Fino : 40.36 Kg	Ag. Fino : 7.56 Kg
Concha de abanico triturada: 0.00 Kg	Concha de abanico triturada: 22.68 Kg
Ag. Grueso: 35.93 Kg	Ag. Grueso: 27.00 Kg
Agua: 10.56 L	Agua: 6.34 L
Aditivo: 00.00 ml	Aditivo: 67.76 ml

Fuente: Elaboración Propia

Se obtienen las siguientes cantidades de materiales a usar en 54 probetas según la Tabla 60.

Tabla 60

Cantidad de material a usar en probetas con diseño de concreto modificado

Materiales	% de reemplazo			Σ	und
	5	35	65		
Cemento	11.52	11.52	11.52	35.46	Kg
Ag. fino	28.72	19.66	7.56	55.94	Kg
Ag. grueso	27.00	27.00	27.00	81.00	Kg
Conchas de Abanico	1.52	10.58	22.68	34.78	Kg
Agua	12.68	12.68	12.68	38.04	L
Aditivo SikaCem plastificante	135.52	135.52	135.52	406.56	ml

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Resultados de la investigación

4.5.1. Ensayos de concreto fresco

Se realizó distintos ensayos al concreto en estado fresco en el que se hicieron; una muestra del DP-Único y 3 diseños con distintos porcentajes de reemplazo de conchas de abanico y aditivo, los cuales se detallan a continuación siguiendo los procedimientos establecidos por la Norma Técnica Peruana.

- **Muestreo de mezcla elaboración de testigos:**

Se consideró la Norma Técnica Peruana 339.0.036 “Práctica Normalizada para muestreo de mezcla de concreto Fresco” cuyo objetivo es establecer muestras representativas que determinen el cumplimiento de los requisitos de calidad de las especificaciones en base a las cuales el concreto es suministrado. Ver Figura 40.



Figura 40: Muestra de diseño de mezcla
Fuente: Elaboración Propia

La NTP 339.036 indica que los tamaños de la muestra para el ensayo de resistencia deberán tener como mínimo 28 L (1 pie³). Se permiten muestras más pequeñas para ensayos de rutina de asentamiento o de contenido de aire y la cantidad será definida por el tamaño máximo del agregado.

El procedimiento de elaboración es la siguiente:

Los moldes empleados para la elaboración de las probetas son de 4" x 8" y de material no absorbente. Se debe comenzar el llenado a más tardar diez minutos después del muestreo y en una zona libre de vibraciones.

Se debe engrasar los moldes a utilizar para evitar que el concreto se adhiera al mismo.

El llenado de la probeta se hará con un cucharón previamente lavado y húmedo. La probeta se llena en dos capas hasta $\frac{1}{2}$ de su altura.

Al colocársela primera capa se compactará con una barra de acero liso y circular de 5/8" de diámetro y de 60 cm de longitud, con 25 golpes enérgicos verticales con uniformidad repartidos de manera espiral. El mismo proceso se repite para la última capa, sin embargo, en esta última capa se tendrá cuidado porque la barra solo debe penetrar 1 pulg a la capa anterior.

Después de compactar las capas se debe golpear a los lados del molde ligeramente y en cruz para eliminar las burbujas existentes.

Finalmente se debe enrasar el exceso de concreto con la varilla de compactación y con la espátula darle un buen acabado. Además, se debe diferenciar los especímenes para determinar el concreto que representan.

- **Ensayo de asentamiento del concreto (Slump):**

Para la determinación del asentamiento se empleó el ensayo del "Cono de Abrahams" o "Slump" (ASTM C -143) que define la consistencia de la mezcla por el asentamiento,

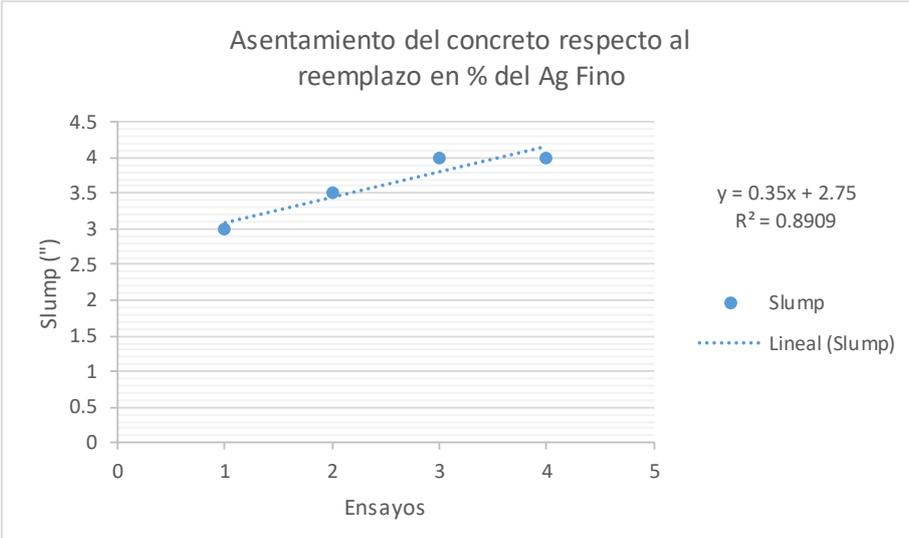
medido en pulgadas o centímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica.

El molde para la prueba de asentamiento es un cono truncado de 305 mm. (12”) de altura, La base de 203 mm. (8”) y la abertura superior de un diámetro de 102 mm. (4”) que se le coloca sobre una superficie plana. El recipiente se llena con concreto en tres capas, cada una de ellas apisonada 25 veces con una varilla de acero estándar de 16 mm. (5/8”) de diámetro redondeada en el extremo.

“En la superficie superior se va eliminando enrasando y haciendo rodar una varilla por encima. El molde debe quedar firmemente sujeto a su base durante toda la operación; esto se facilita colocando unas abrazaderas soldadas.” (Parizaca, 2015, p.83).

En la Tabla 61 se muestra los resultados del contenido de aire según TMN y los resultados del Slump para cada muestra según el porcentaje de reemplazo. Ver Figura 41.

Tabla 61
Porcentaje de aire contenido según TMN

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
TESISTA	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA : WEI ZHENG TONG LANDA				
DISEÑOS	: VARIOS	Norma	: 339.035		
RELACIÓN (a/c)	: 0.55	Fecha	: Varios		
DISEÑOS					
Codigo	Cantidad (% reemplazos de Ag. fino)				Unidad
	0%	5%	35%	65%	
Slump	3	3.5	4	4	Pulgadas
					

Fuente: Elaboración Propia



Figura 41: Ensayo de Asentamiento
Fuente: Elaboración propia

- **Medición del contenido de Aire (ASTM – C231)**

Dado que el contenido de aire está asociado con el tamaño máximo nominal, al cambiar la forma del agregado se obtiene un contenido de aire diferente. En el presente caso, se han fijado en 2% para los agregados. Ver Tabla 62.

Tabla 62
Porcentaje de aire contenido según TMN

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

Fuente: Elaboración Propia

- **Peso Unitario Compactado (PUC)**

Se realizó tres ensayos para cada tipo de peso unitario tomando el promedio en ambos casos, para tener un valor con mayor precisión para realizar los cálculos. Ver Tabla 63 – Tabla 64 – Tabla 65 y Tabla 66.

Tabla 63

Peso Unitario Compactado del Concreto de muestra patrón (DP- Único)

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA		
	: WEIZHENG TONG LANDA		
TIPO DE DISEÑO	: DP-Único	NTP :	NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.55	FECHA :	
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.54	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	21.96	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	2387	kg/ m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	2305.28	kg/ m3
RENDIMIENTO	PUc	1.04	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64

Peso Unitario Compactado del Concreto con agregado de Concha de Abanico al 5% (DPASC-5.0)

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA		
	: WEIZHENG TONG LANDA		
TIPO DE DISEÑO	: DP-DCASC 0.05	NTP :	NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.55	FECHA :	
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.36	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	21.78	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m ⁻³
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	2367	kg/m ³
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	2305.28	kg/m ³
RENDIMIENTO	PUc	1.03	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65

Peso Unitario Compactado del Concreto con agregado de Concha de Abanico al 35% (DPASC-35.0)

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA		
	: WEIZHENG TONG LANDA		
TIPO DE DISEÑO	: DP-DCASC 0.35	NTP :	NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.55	FECHA :	
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		26.82	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	21.24	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m-3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	2309	kg/ m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	2305.28	kg/ m3
RENDIMIENTO	PUc	1.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66

Peso Unitario Compactado del Concreto con agregado de Concha de Abanico al 65% (DPASC-65.0)

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESISTA	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA		
	: WEIZHENG TONG LANDA		
TIPO DE DISEÑO	: DP-DCASC 0.65	NTP :	NTP 339.046
RELACIÓN a/c	: 0.55	FECHA :	
PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		26.02	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	w _s	20.44	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	w _a	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m ⁻³
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU _{concret. Real}	2222	kg/m ³
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU _{concret. Teorico}	2305.28	kg/m ³
RENDIMIENTO	PU _c	0.96	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 66, se muestra los pesos unitarios compactos para el concreto con agregado de concha de abanico y del concreto patrón.

En la tabla 67, se muestran los pesos unitarios para el concreto con agregado de concha de abanico en diferentes porcentajes y del concreto patrón.

Tabla 67

Peso unitario compacto del concreto de los diferentes porcentajes de adición de concha de abanico

% de adición de concha de abanico	Peso unitario compacto del concreto (Kg/m ³)	Variación del PUC con respecto al concreto patrón
Patrón (DP- Único)	2,386.96	-
5% (DPASC-5.0)	2,367.39	0.82%
35% (DPASC-35.0)	2,308.70	3.28%
65% (DPASC-65.0)	2,221.74	6.92%

Fuente: Elaboración propia

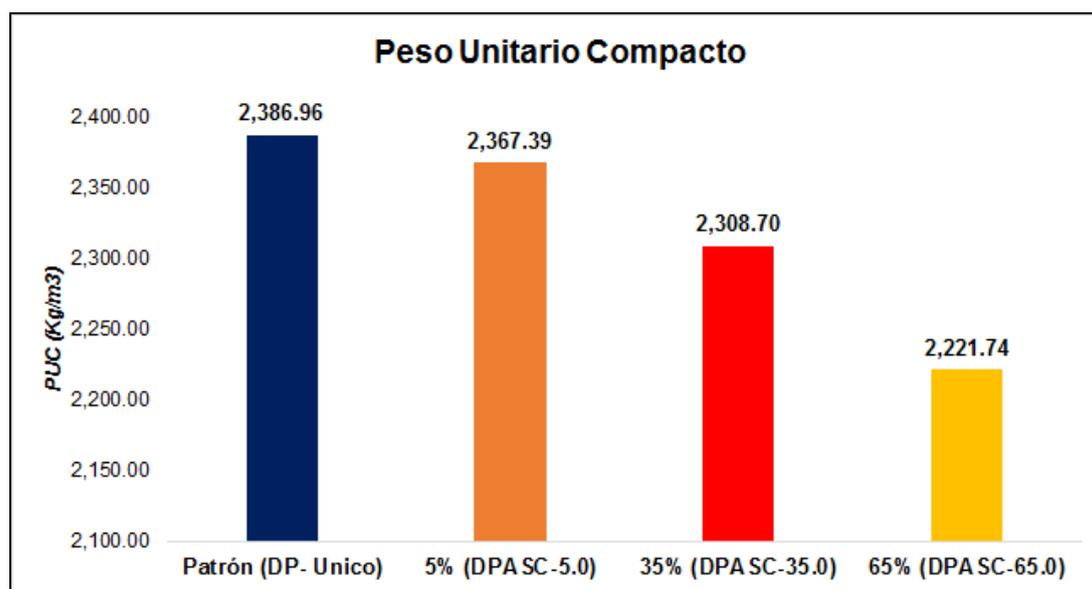


Figura 42: PUC del concreto de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico
Fuente: Elaboración propia

De la Figura 42, se tiene un peso unitario de 2,386.96 Kg/m³ para el concreto patrón, 2,367.39 Kg/m³ para el concreto con reemplazo de 5% de concha de abanico, 2,308.70 Kg/m³ para el concreto con reemplazo de 35% de concha de abanico y 2,221.74 Kg/m³ para el concreto con adición 65% de concha de abanico.

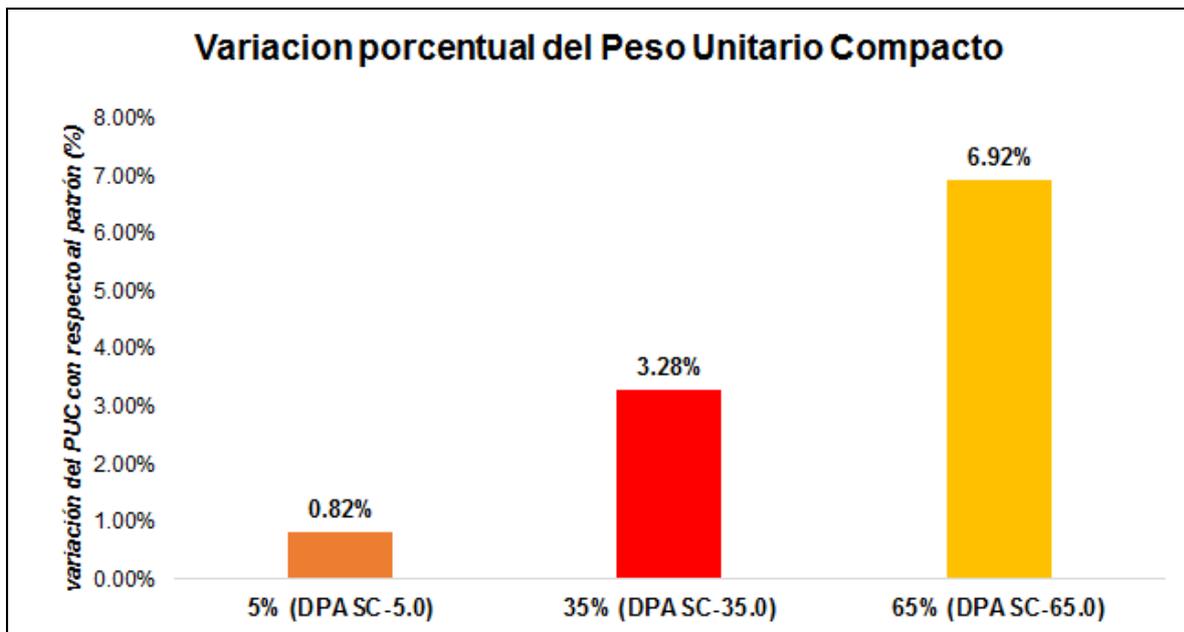


Figura 43: Variación porcentual del PUC por influencia de reemplazo de concha de abanico
Fuente: Elaboración propia

De la Figura 43, el porcentaje de variación del PUC entre el concreto patrón con el concreto con concha de abanico va desde 0.82% a 6.92%. Donde se tiene que el concreto con reemplazo del 65% de concha de abanico tiene una disminución del 6.92% del PUC, siendo este la disminución máxima alcanzada.

4.5.2. Ensayos de concreto Endurecido

- **Análisis de la resistencia a la compresión**

Se realizó el ensayo de compresión a los 4 diseños de concreto (patrón, 5%, 35% y 65%) a diferentes edades (07, 14 y 28 días), teniendo un total de 36 (27 con concha de abanico y 9 patrón) especímenes ensayados a compresión.

En la Tabla 68, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión para los diferentes porcentajes de reemplazo según la edad.

Tabla 68

Resultados de la resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
TESISTA	: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA				
	: WEI ZHENG TONG LANDA				
DISEÑOS	: VARIOS	Norma	: 339.034		
RELACIÓN (a/c)	: 0.55	Fecha	: Varios		
DISEÑOS					
Diseño		Aditivo	Compresión		
Descripción	% de Concha de Abanico		Resistencia f'c (kg/cm²)		
			7 Días	14 Días	28 Días
DP-Único	0	√	175	192	240
DP-Único	0	√	172	195	238
DP-Único	0	√	172	194	237
DCASC-5.0	5	√	207	235	294
DCASC-5.0	5	√	206	239	297
DCASC-5.0	5	√	208	236	296
DCASC-35.0	35	√	194	215	256
DCASC-35.0	35	√	198	218	260
DCASC-35.0	35	√	197	217	259
DCASC-65.0	65	√	177	194	246
DCASC-65.0	65	√	174	197	243
DCASC-65.0	65	√	176	199	243
Promedio			188	211	259
Desviación Estándar			14.84	18.32	23.47
Coefficiente De Variación			8%	9%	9%

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 44, se muestra la gráfica que corresponde a los resultados de la resistencia a la compresión para los diferentes porcentajes de reemplazo con respecto al tiempo.

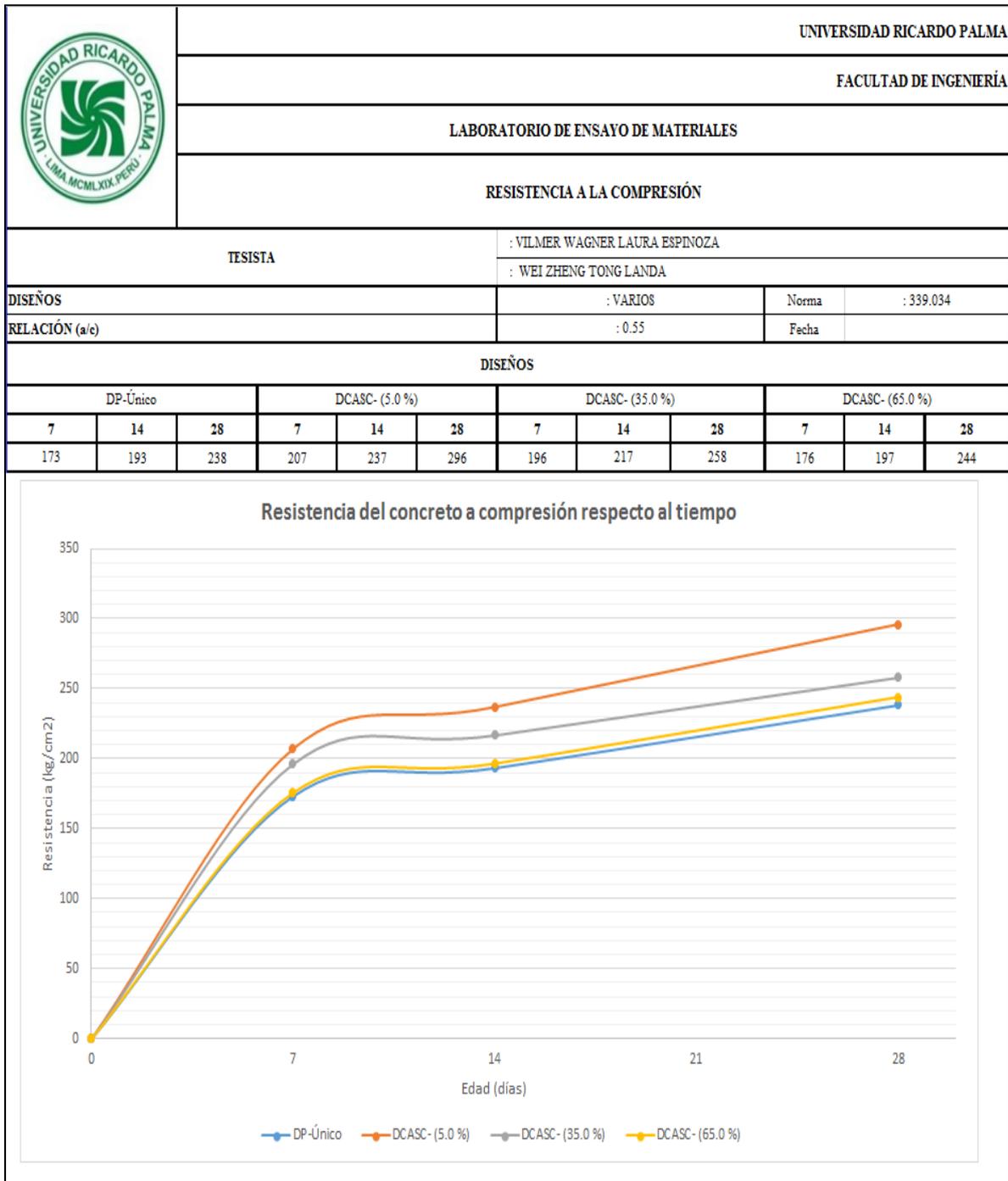


Figura 44: Curva de resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto con respecto al tiempo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69

Resistencia a la compresión de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

% de reemplazo de concha de abanico	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)		
	7 Días	14 Días	28 Días
Patrón (DP- Único)	173.31	193.43	238.33
5% (DPASC-5.0)	207.06	236.86	295.88
35% (DPASC-35.0)	196.37	216.90	258.06
65% (DPASC-65.0)	175.74	196.61	244.04

Fuente: Elaboración propia

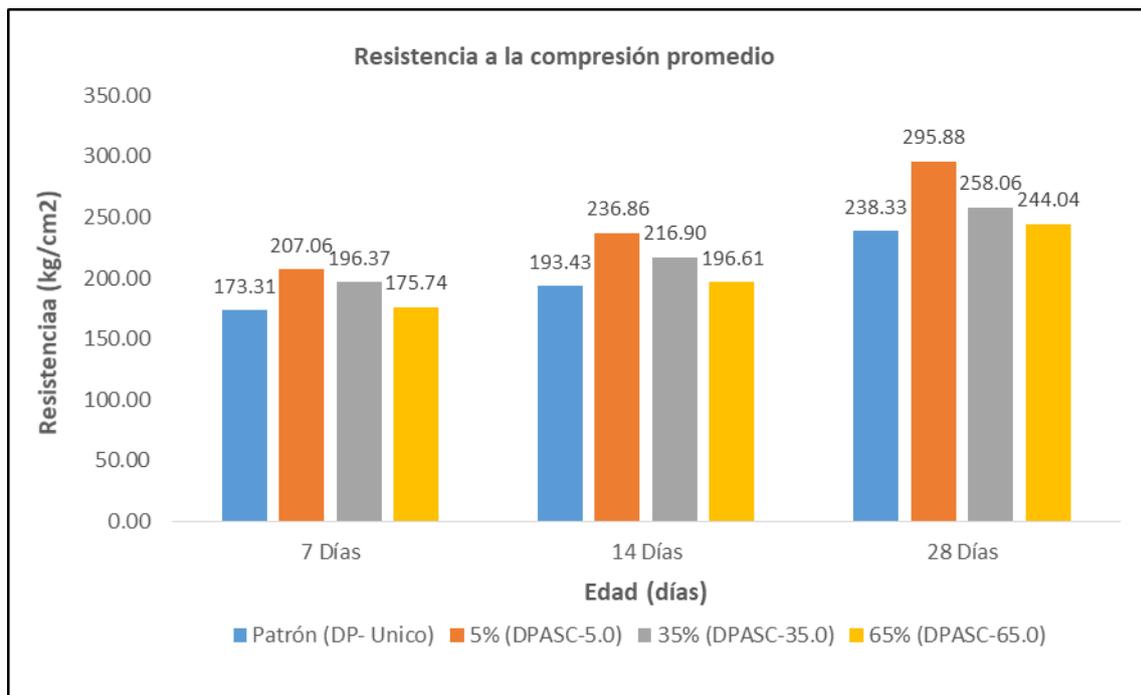


Figura 45: Resistencia a la compresión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 69, a la edad de 28 días se presentan los mayores resultados, obteniendo el concreto patrón una resistencia a la compresión promedio de 238.33 kg/cm², el concreto con 5% de reemplazo de concha de abanico tiene 295.88 kg/cm² en promedio, el concreto con 35% de reemplazo de concha de abanico tiene 258.06 kg/cm² en promedio y el concreto con 65% de reemplazo de concha de abanico tiene 244.04 kg/cm² en promedio. Ver Figura 45.

Tabla 70

Variación porcentual de la resistencia a la compresión de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

% de reemplazo de concha de abanico	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)		
	7 Días	14 Días	28 Días
5% (DPASC-5.0)	19.48%	22.45%	24.15%
35% (DPASC-35.0)	13.31%	12.13%	8.28%
65% (DPASC-65.0)	1.40%	1.64%	2.40%

Fuente: Elaboración propia

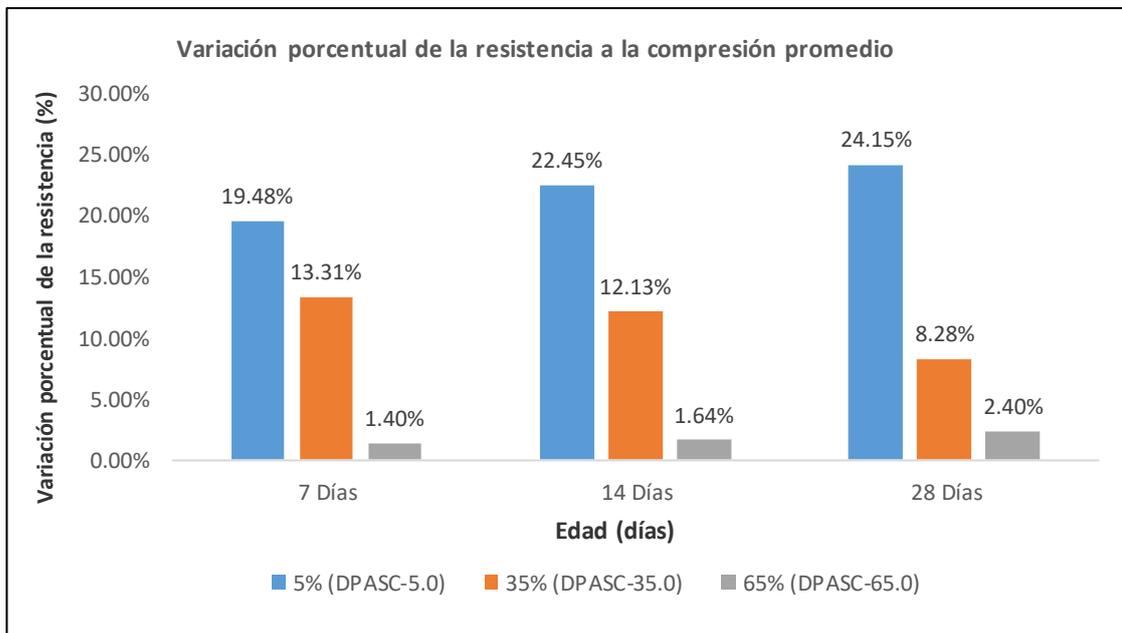


Figura 46: Variación porcentual de la resistencia a la compresión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

Fuente: Elaboración propia

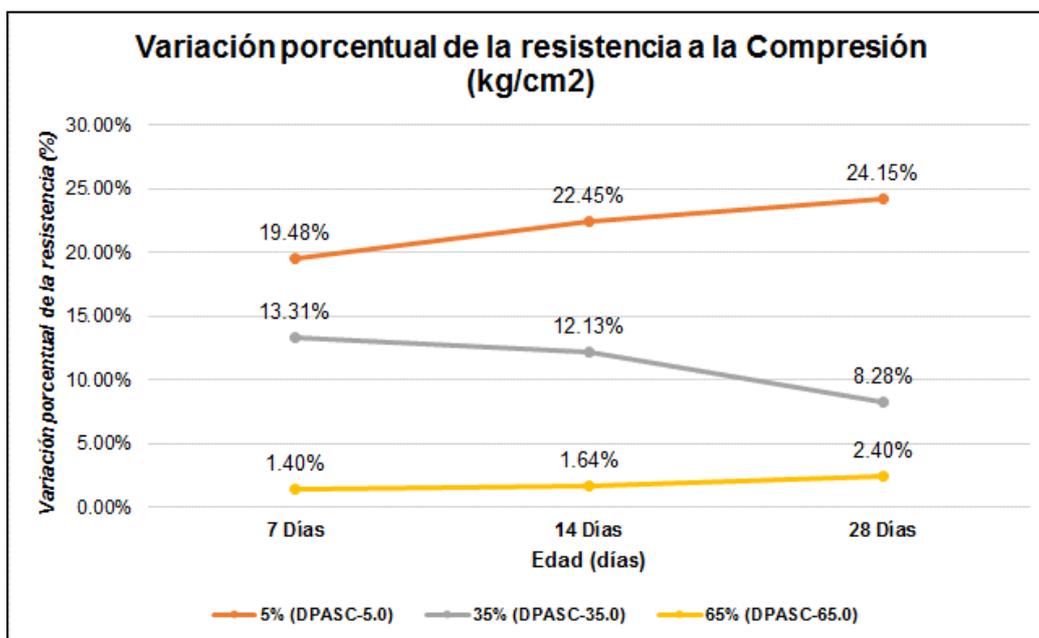


Figura 47: Resistencia a la compresión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 70, se muestra la variación porcentual de la resistencia a la compresión entre el concreto patrón con el concreto modificado con concha de abanico. Donde el concreto con 5% de reemplazo de concha de abanico obtiene un aumento promedio de 18.48%, 22.45% y 24.15% a los 7, 14 y 28 días respectivamente, el concreto con 35% de reemplazo de concha de abanico obtiene una decrecimiento promedio de 13.31%, 12.13% y 8.28% a los 7, 14 y 28 días respectivamente y el concreto con 65% de reemplazo de concha de abanico obtiene un aumento promedio de 1.40%, 1.64% y 2.40% a los 7, 14 y 28 días respectivamente. De la Figura 46 y Figura 47 se puede observar que el porcentaje de variación máxima registrado es de 24.15% producido con 5% de reemplazo a los 28 días.

Análisis de la resistencia a la tracción

Se realizó el ensayo de tracción a los 4 diseños de concreto (patrón, 5%, 35% y 65%) a diferentes tiempos (07, 14 y 28 días), teniendo un total de 36 (27 con concha de abanico y 9 patrón) especímenes ensayados. Ver Tabla 71 y Figura 48.

Tabla 71

Resultados de la resistencia a la tracción de los diferentes diseños de concreto

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			
TESISTA		: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA			
		: WEI ZHENG TONG LANDA			
DISEÑOS		: VARIOS	Norma	: 339.084	
RELACIÓN (a/c)		: 0.55	Fecha	: Varios	
DISEÑOS					
Diseño		Aditivo	Tracción		
Descripción	% de Concha de Abanico		Resistencia f_c (kg/cm ²)		
			7 Días	14 Días	28 Días
DP-Único	0	v	19	19	24
DP-Único	0	v	20	22	26
DP-Único	0	v	20	21	26
DCASC-5.0	5	v	21	24	29
DCASC-5.0	5	v	23	26	32
DCASC-5.0	5	v	22	25	31
DCASC-35.0	35	v	16	17	21
DCASC-35.0	35	v	18	19	24
DCASC-35.0	35	v	17	19	22
DCASC-65.0	65	v	12	13	19
DCASC-65.0	65	v	14	16	20
DCASC-65.0	65	v	13	15	20
Promedio			18	20	24
Desviación Estándar			3.62	3.92	4.31
Coeficiente De Variación			20%	20%	18%

Fuente: Elaboración propia

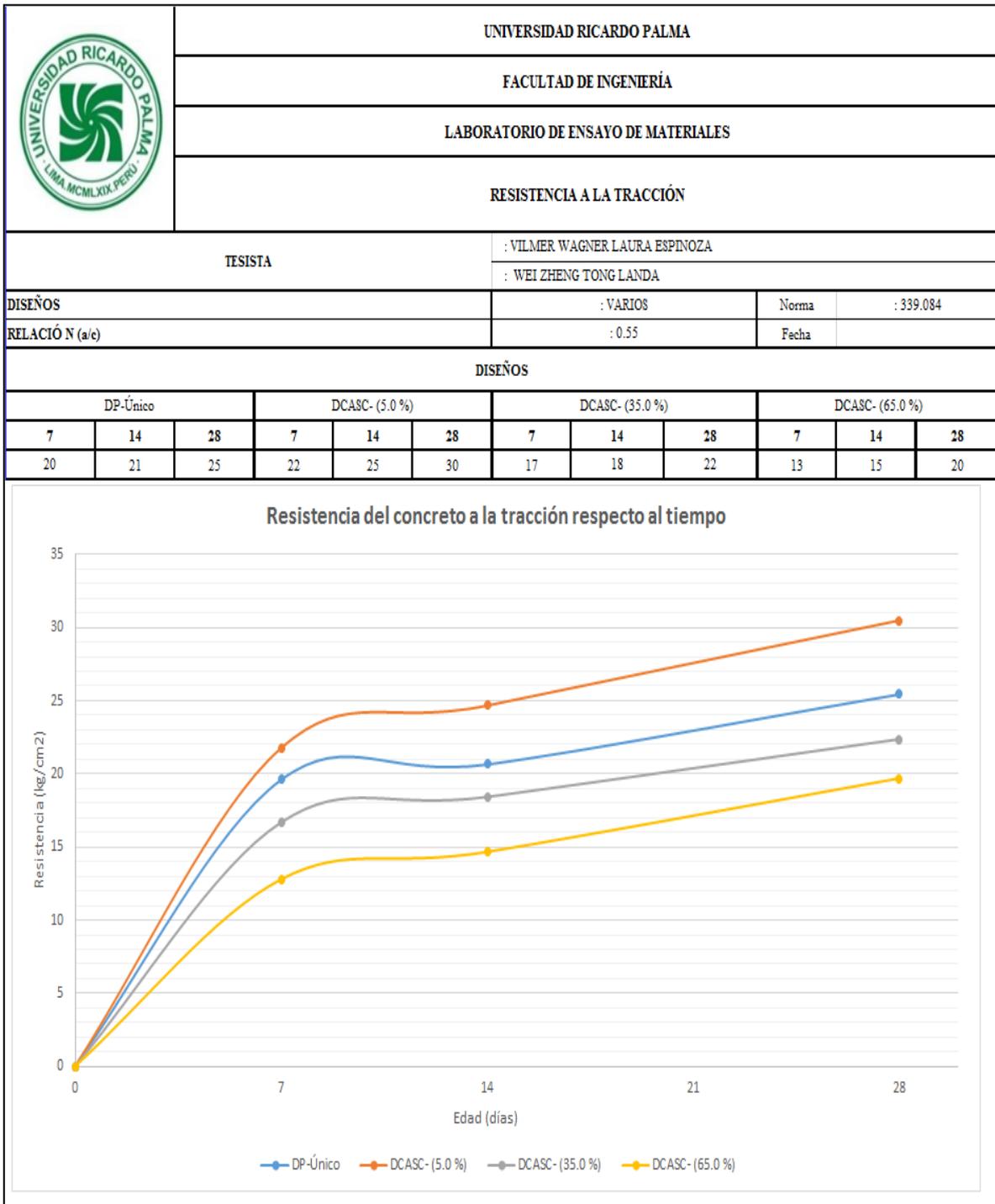


Figura 48: Curva de resistencia a la tracción de los diferentes diseños de concreto con respecto al tiempo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72

Resistencia a la tracción de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

% de reemplazo de concha de abanico	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)		
	7 Días	14 Días	28 Días
Patrón (DP- Único)	19.63	20.68	25.47
5% (DPASC-5.0)	21.76	24.66	30.48
35% (DPASC-35.0)	16.69	18.43	22.37
65% (DPASC-65.0)	12.77	14.65	19.67

Fuente: Elaboración propia

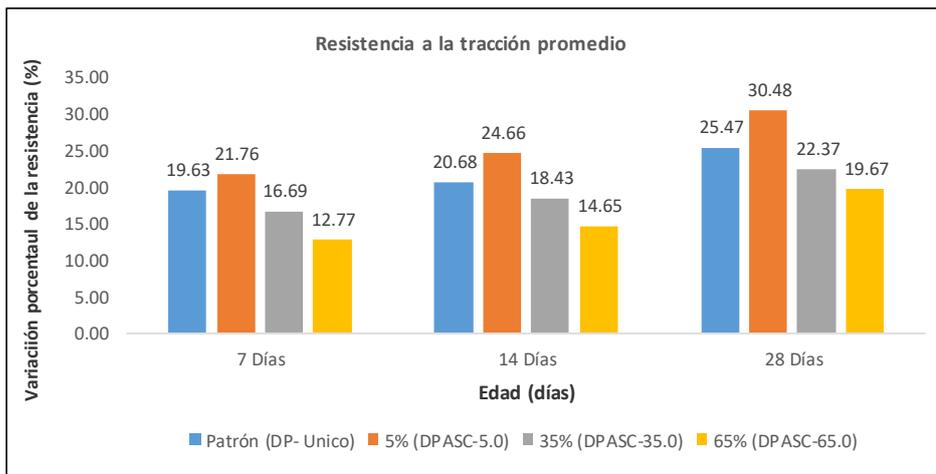


Figura 49: Resistencia a la tracción promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

Fuente: Elaboración propia

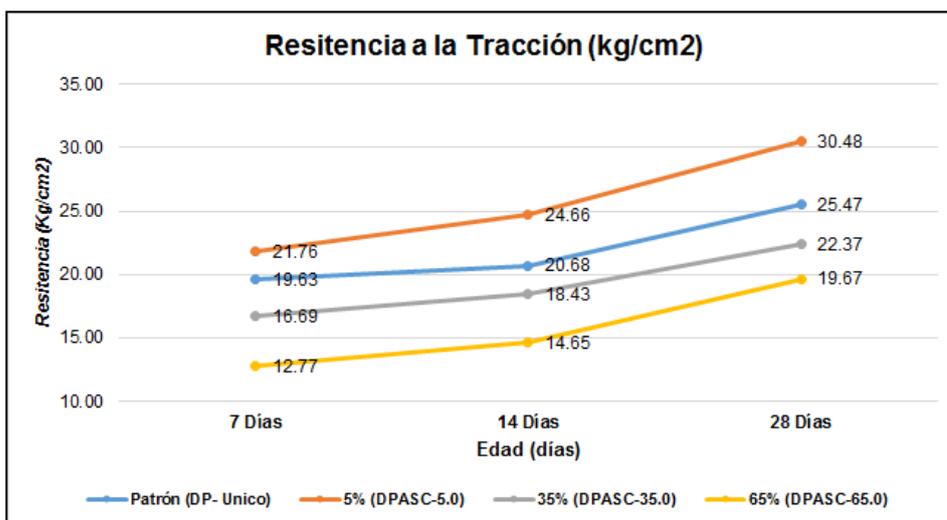


Figura 50: Resistencia a la tracción promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 72, a la edad de 28 días se presentan los mayores resultados, obteniendo el concreto patrón una resistencia a la tracción promedio de 25.47 kg/cm², el concreto con 5% de reemplazo de concha de abanico tiene 30.48 kg/cm² en promedio, el concreto con 35% de reemplazo de concha de abanico tiene 22.37 kg/cm² en promedio y el concreto con 65% de reemplazo de concha de abanico tiene 19.67 kg/cm² en promedio. Ver Figura 49 y Figura 50.

Tabla 73

Variación porcentual de la resistencia a la tracción de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

% de reemplazo de concha de abanico	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)		
	7 Días	14 Días	28 Días
5% (DPASC-5.0)	10.87%	19.29%	19.67%
35% (DPASC-35.0)	-14.98%	-10.87%	-12.17%
65% (DPASC-65.0)	-34.92%	-29.13%	-22.76%

Fuente: Elaboración propia

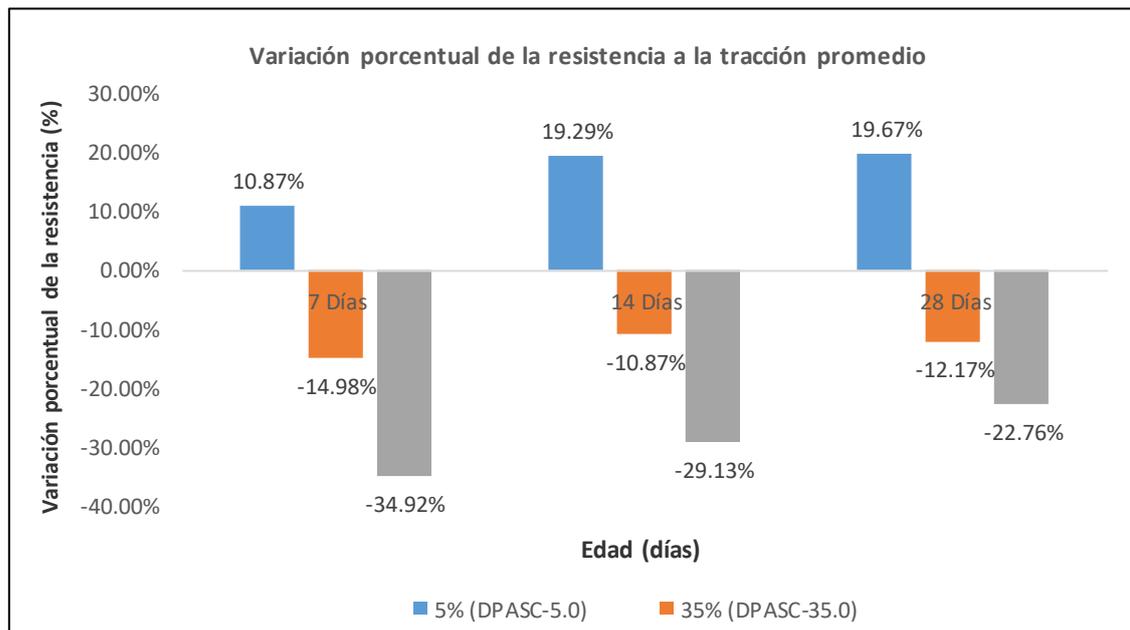


Figura 51: Variación porcentual de la resistencia a la tracción promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

Fuente: Elaboración propia

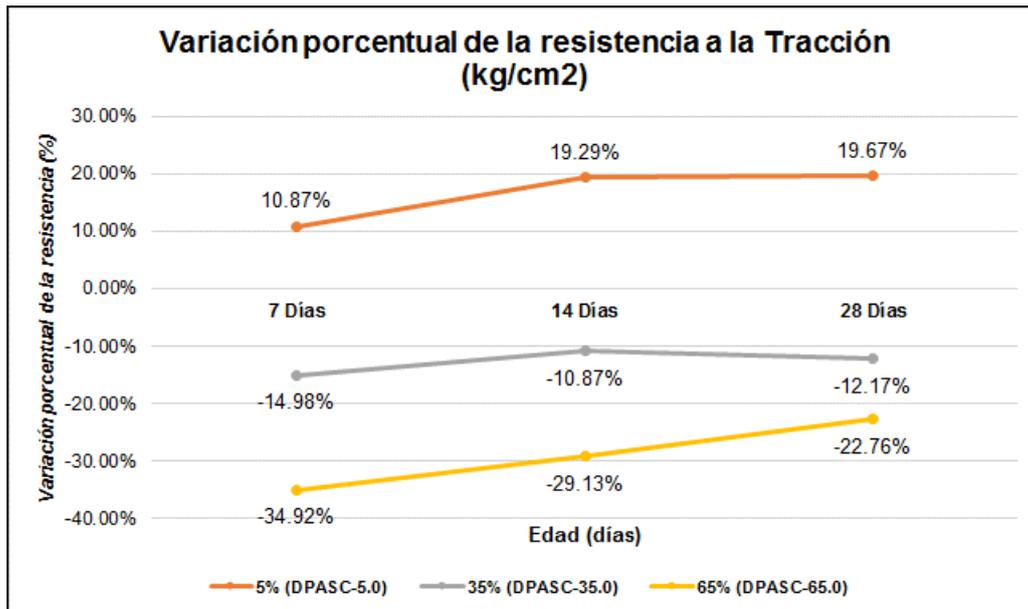


Figura 52: Variación porcentual de la resistencia a la tracción promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 73, se muestra la variación porcentual de la resistencia a la tracción entre el concreto patrón con el concreto modificado con concha de abanico. Donde el concreto con 5% de reemplazo de concha de abanico obtiene un aumento promedio de 10.87%, 19.29% y 19.67% a los 7, 14 y 28 días respectivamente, el concreto con 35% de reemplazo de concha de abanico obtiene una decrecimiento promedio de 14.98%, 10.87% y 12.17% a los 7, 14 y 28 días respectivamente y el concreto con 65% de reemplazo de concha de abanico obtiene un decrecimiento promedio de 34.92%, 29.13% y 22.76% a los 7, 14 y 28 días respectivamente. De la Figura 51 y Figura 52 se puede observar que el porcentaje de variación máxima registrado es de 19.67% producido con 5% de reemplazo a los 28 días.

- **Análisis de la resistencia a la flexión**

Se realizó el ensayo de flexión a los 4 diseños de concreto (patrón, 5%, 35% y 65%) a diferentes tiempos (07, 14 y 28 días), teniendo un total de 24 (18 con concha de abanico y 6 patrón) especímenes ensayados.

En la Tabla 74, se muestra los resultados de la resistencia a la flexión para los diferentes porcentajes de reemplazo según la edad.

Tabla 74

Resultados de la resistencia a la flexión de los diferentes diseños de concreto

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
TESISTA		: VILMER WAGNER LAURA ESPINOZA			
		: WEI ZHENG TONG LANDA			
DISEÑOS		: VARIOS	Norma	: 339.078	
RELACIÓN (a/c)		: 0.55	Fecha	: Varios	
DISEÑOS					
Diseño		Aditivo	Flexión		
			Resistencia f'c (kg/cm²)		
Descripción	% de Concha de Abanico		7 Días	14 Días	28 Días
DP-Único	0	v	24	28	36
DP-Único	0	v	25	30	36
DCASC-5.0	5	v	31	35	45
DCASC-5.0	5	v	31	36	44
DCASC-35.0	35	v	29	34	42
DCASC-35.0	35	v	27	33	42
DCASC-65.0	65	v	27	34	40
DCASC-65.0	65	v	26	30	38
Promedio			27	32	40
Desviación Estándar			2.78	2.79	3.51
Coefficiente De Variación			10%	9%	9%

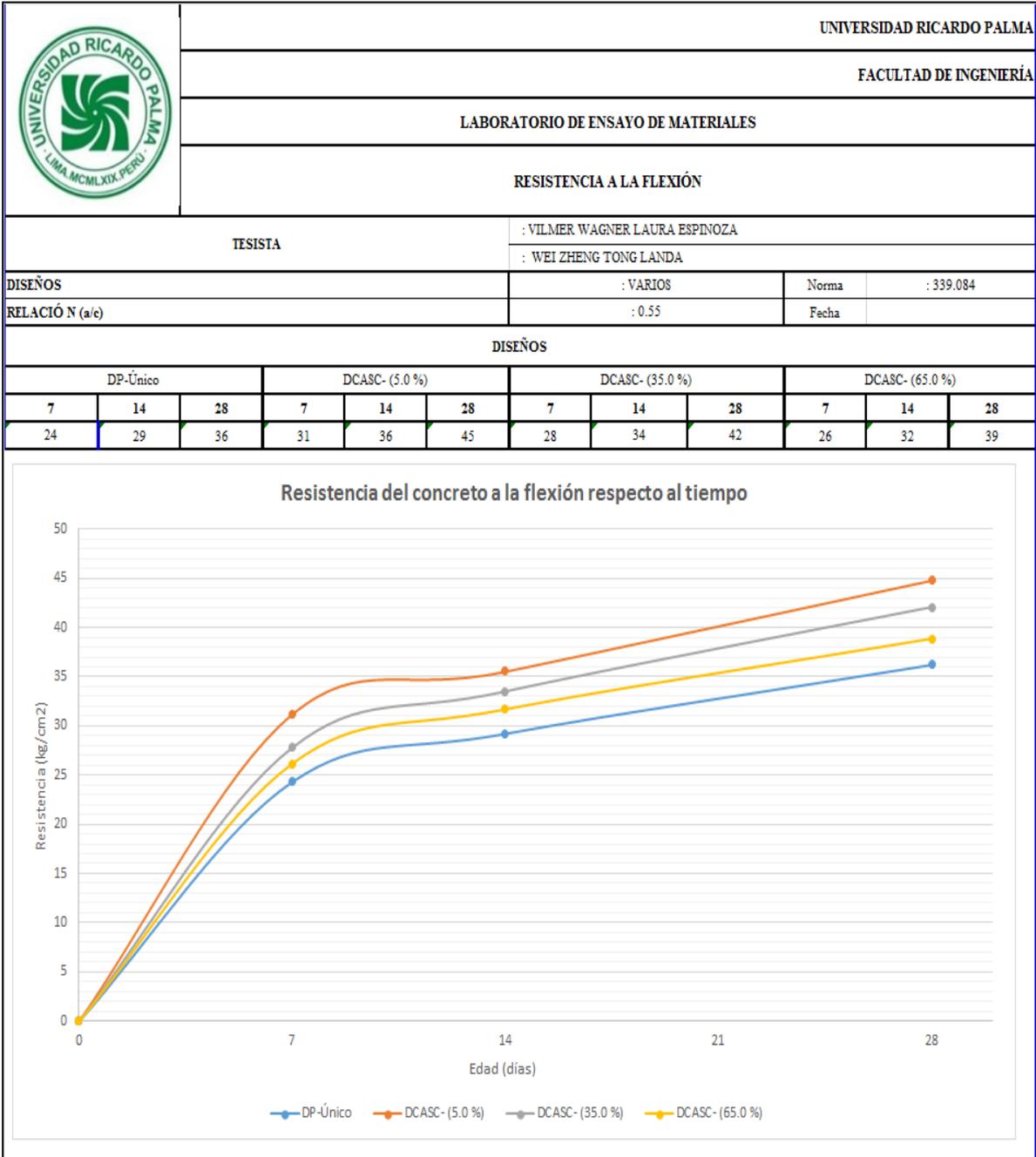


Figura 53: Curva de resistencia a la flexión de los diferentes diseños de concreto con respecto al tiempo
Fuente: Elaboración propia

Tabla 75

Resistencia a la flexión de los diferentes porcentajes de remplazo de concha de abanico

% de remplazo de concha de abanico	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)		
	7 Días	14 Días	28 Días
Patrón (DP- Único)	24.33	29.22	36.22
5% (DPASC-5.0)	31.19	35.54	44.78
35% (DPASC-35.0)	27.79	33.50	42.07
65% (DPASC-65.0)	26.16	31.68	38.86

Fuente: Elaboración propia

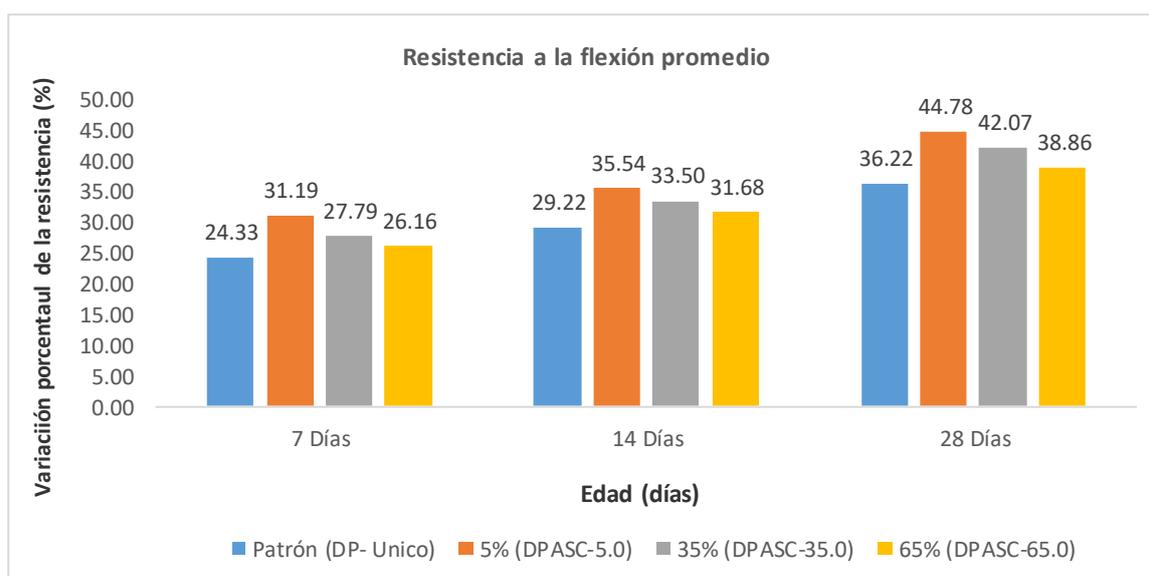


Figura 54: Resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de remplazo de concha de abanico

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 75, a la edad de 28 días se presentan los mayores resultados, obteniendo el concreto patrón una resistencia a la flexión promedio de 36.22 kg/cm², el concreto con 5% de remplazo de concha de abanico tiene 44.78 kg/cm² en promedio, el concreto con 35% de remplazo de concha de abanico tiene 42.07 kg/cm² en promedio y el concreto con 65% de remplazo de concha de abanico tiene 38.86 kg/cm² en promedio. Ver Figura 53 – Figura 54 y Figura 55.

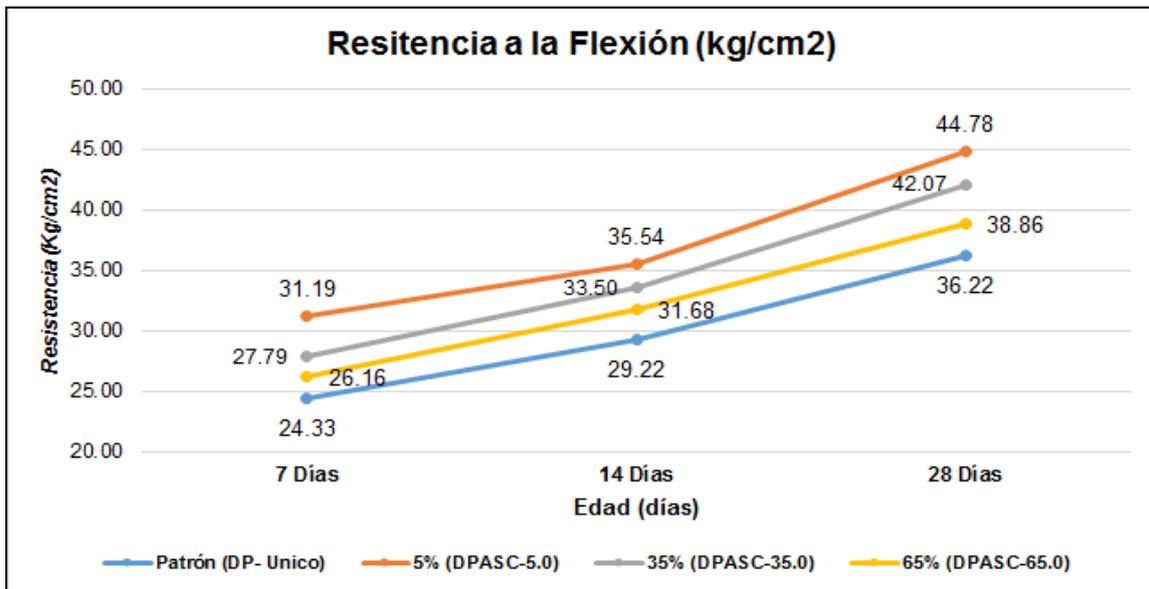


Figura 55: Resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico
Fuente: Elaboración propia

Tabla 76

Variación porcentual de la resistencia a la flexión de los diferentes porcentajes de reemplazo de concha de abanico

% de reemplazo de concha de abanico	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)		
	7 Días	14 Días	28 Días
5% (DPASC-5.0)	28.21%	21.63%	23.64%
35% (DPASC-35.0)	14.25%	14.65%	16.14%
65% (DPASC-65.0)	7.54%	8.42%	7.28%

Fuente: Elaboración propia

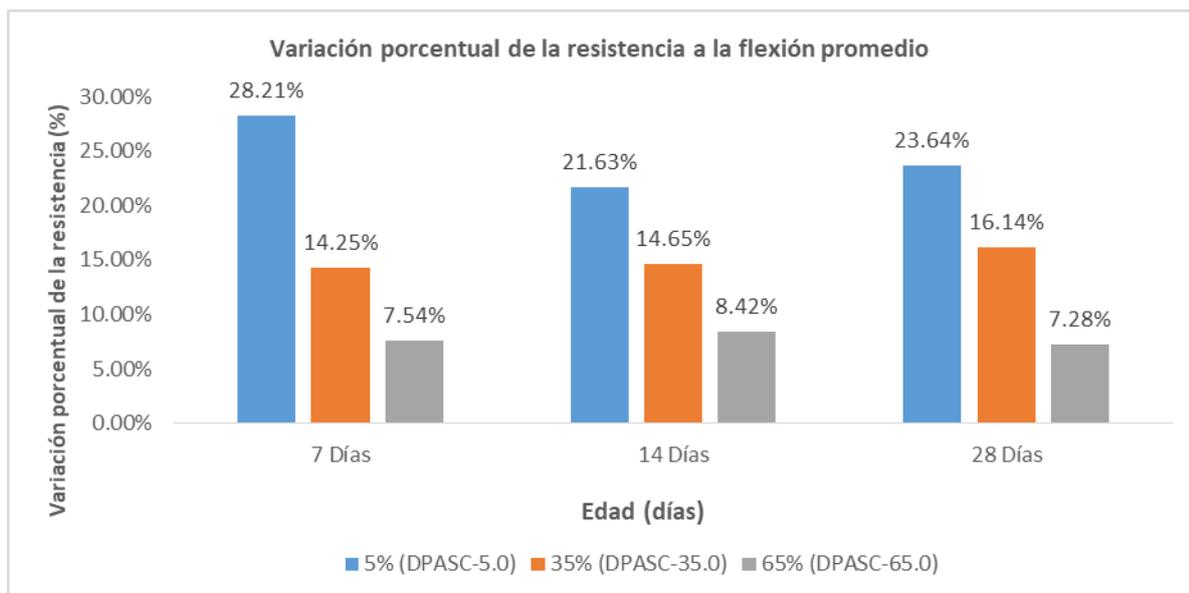


Figura 56: Variación porcentual de la resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de adición de concha de abanico

Fuente: Elaboración propia

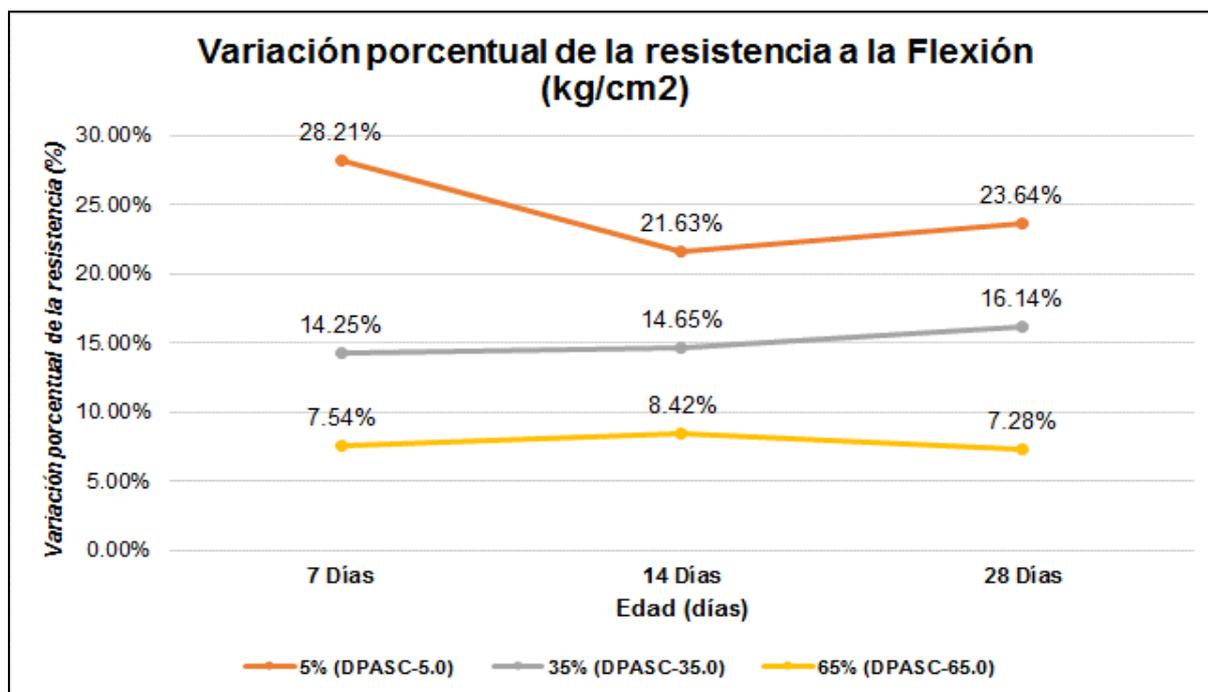


Figura 57: Variación porcentual de la resistencia a la flexión promedio de los diferentes porcentajes de adición de concha de abanico
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 76, se muestra la variación porcentual de la resistencia a la flexión entre el concreto patrón con el concreto modificado con concha de abanico. Donde el concreto con 5% de reemplazo de concha de abanico obtiene un aumento promedio de 28.21%, 21.63% y 23.64% a los 7, 14 y 28 días respectivamente, el concreto con 35% de reemplazo de concha de abanico obtiene un aumento promedio de 14.25%, 14.65% y 16.14% a los 7, 14 y 28 días respectivamente y el concreto con 65% de reemplazo de concha de abanico obtiene un aumento promedio de 7.54%, 8.42% y 7.28% a los 7, 14 y 28 días respectivamente. De la Figura 56 y Figura 57 se puede observar que el porcentaje de variación máxima registrado es de 28.21% producido con 5% de reemplazo a los 7 días.

4.6. Contrastación de la Hipótesis

Hipótesis 01: El diseño del concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem mejora la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido

Planteamiento de hipótesis:

H0: Todas las resistencias a la compresión de los diferentes diseños de concreto son iguales.

H1: Al menos una resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto es diferente.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$).

Regla de decisión: $\rho \geq 0.05 \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula.

$\rho < 0.05 \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 77

Prueba ANOVA para la resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p (Sig.)
Entre grupos	6,035.675	3	2,011.892	757.730	0.000
Dentro de grupos	21.241	8	2.655		
Total	6,057	11			

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de la prueba ANOVA para la resistencia a la compresión, según el valor de la significancia ($p=0.00$), se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1). Con lo cual se puede establecer que el valor de la resistencia a la compresión varía según el diseño de concreto utilizado.

En la Tabla 77 y Tabla 78 se muestran los resultados.

Tabla 78
Prueba de Tukey para la resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto

Diseño	Subconjuntos			
	1	2	3	4
DP-Único	238.33			
DCASC-65.0		244.04		
DCASC-35.0			258.06	
DCASC-5.0				295.87
Sig.	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia

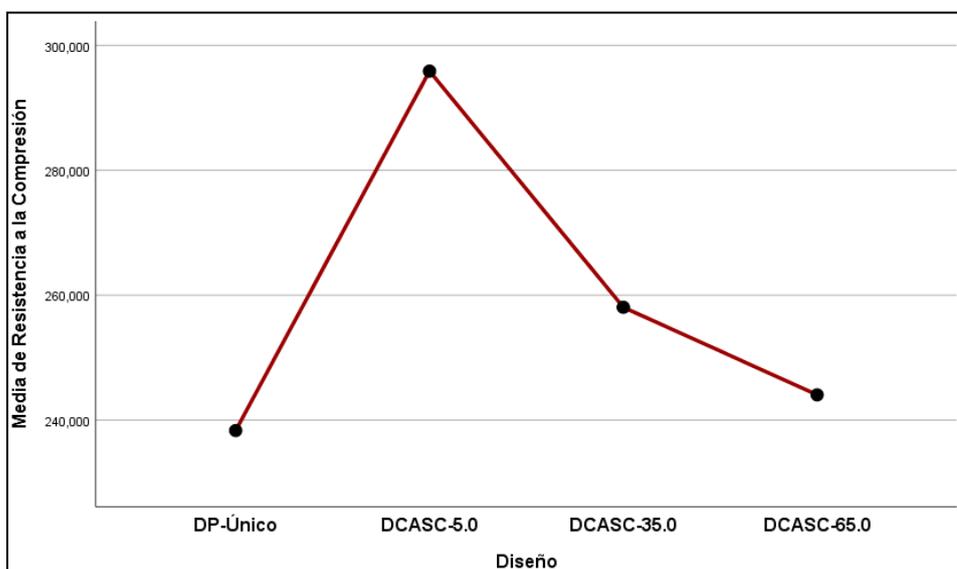


Figura 58: Gráfico de comparación de medias de la resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Tukey, podemos observar que el diseño de concreto con adición del 5% de conchas de abanico obtiene los mejores resultados de resistencia a la compresión (246.599) y el concreto patrón obtiene los menores resultados de resistencia a la compresión (201.689).

Se puede establecer que el diseño de concreto con adición de conchas de abanico a distintos porcentajes mejora la propiedad de resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón. Además, el diseño de concreto con adición de concha de abanico al 5% es el que obtiene la mayor resistencia a la compresión. Ver Figura 58.

Hipótesis 02: El diseño del concreto modificado con conchas de abanico y aditivo

SikaCem mejora la resistencia a la tracción en estado endurecido.

Planteamiento de hipótesis:

H0: Todas las resistencias a la tracción de los diferentes diseños de concreto son iguales.

H1: Al menos una resistencia a la tracción de los diferentes diseños de concreto es diferente.

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$).

Regla de decisión: $\rho \geq 0.05 \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula.

$\rho < 0.05 \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 79

Prueba ANOVA para la resistencia a la tracción de los diferentes diseños de concreto

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p (Sig.)
Entre grupos	193.671	3	64.557	46.826	0.000
Dentro de grupos	11.029	8	1.379		
Total	204.701	11			

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de la prueba ANOVA de la resistencia a la tracción, según el valor de la significancia ($p=0.00$), se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1). Con lo cual se puede establecer que el valor de la resistencia a la tracción varía según el diseño de concreto utilizado.

En la Tabla 79 y Tabla 80 se muestran los resultados.

Tabla 80

Prueba de Tukey para la resistencia a la compresión de los diferentes diseños de concreto

Diseño	Subconjuntos		
	1	2	3
DCASC-65.0	19.673		
DCASC-35.0	22.371		
DP-Único		25.471	
DCASC-5.0			30.482
Sig.	0,087	1,000	1,000

Fuente: Elaboración propia

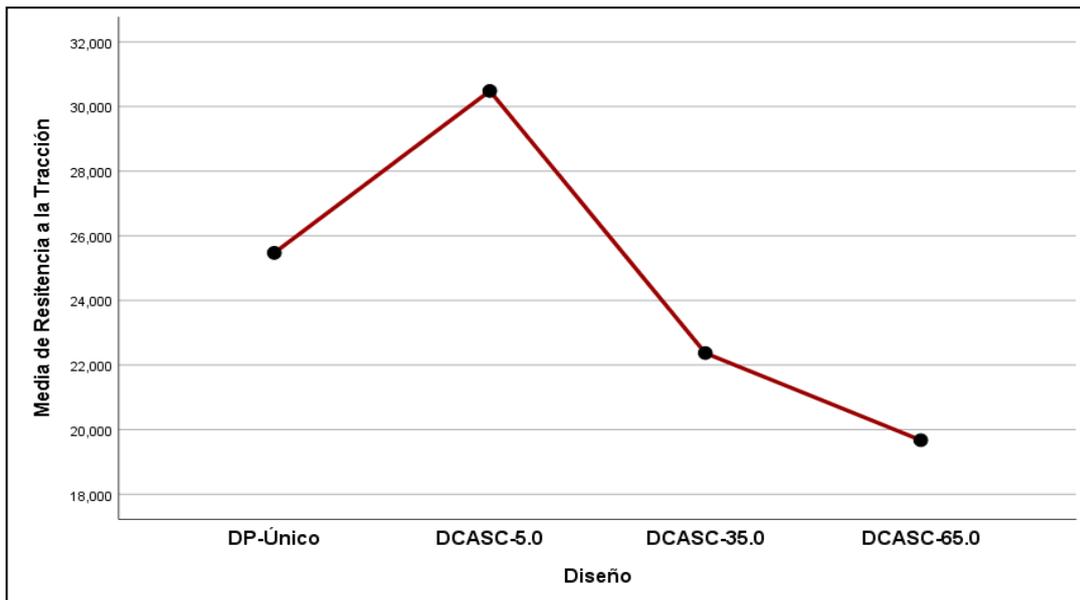


Figura 59: Gráfico de comparación de medias de la resistencia a la tracción
Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Tukey, podemos observar que el diseño de concreto con adición del 5% de conchas de abanico obtiene los mejores resultados de resistencia a la tracción (25.636) y el concreto con adición de conchas de abanico al 65% obtiene los peores resultados de resistencia a la tracción (15.700).

Se puede establecer que el diseño de concreto con adición de conchas de abanico al 5% mejora la propiedad de resistencia a la tracción con respecto al concreto patrón. Además, el diseño de concreto con adición de concha de abanico al 5% es el que obtiene la mayor resistencia a la tracción. Ver Figura 59.

Hipótesis 03: El diseño del concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem mejora la resistencia a la flexión en estado endurecido.

Planteamiento de hipótesis

H0: Todas las resistencias a la flexión de los diferentes diseños de concreto son iguales

H1: Al menos una resistencia a la flexión de los diferentes diseños de concreto es diferente

Nivel de confianza: 95% ($\alpha=0.05$).

Regla de decisión: $\rho \geq 0.05 \rightarrow$ se acepta la hipótesis nula.

$\rho < 0.05 \rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 81

Prueba ANOVA para la resistencia a la flexión de los diferentes diseños de concreto

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p (Sig.)
Entre grupos	83.621	3	27.874	39.421	0.002
Dentro de grupos	2.828	4	0.707		
Total	86.449	7			

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos de la prueba ANOVA de la resistencia a la flexión, según el valor de la significancia ($p=0.008$), se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1). Con lo cual se puede establecer que el valor de la resistencia a la flexión varía según el diseño de concreto utilizado.

En la Tabla 81 se muestran los resultados.

Tabla 82

Prueba de Tukey para la resistencia a la flexión de los diferentes diseños de concreto

Diseño	Subconjuntos		
	1	2	3
DP-Único	36.222		
DCASC-65.0	38.857	38.857	
DCASC-35.0		42.066	42.066
DCASC-5.0			44.784
Sig.	0,110	0,061	0,101

Fuente: Elaboración propia

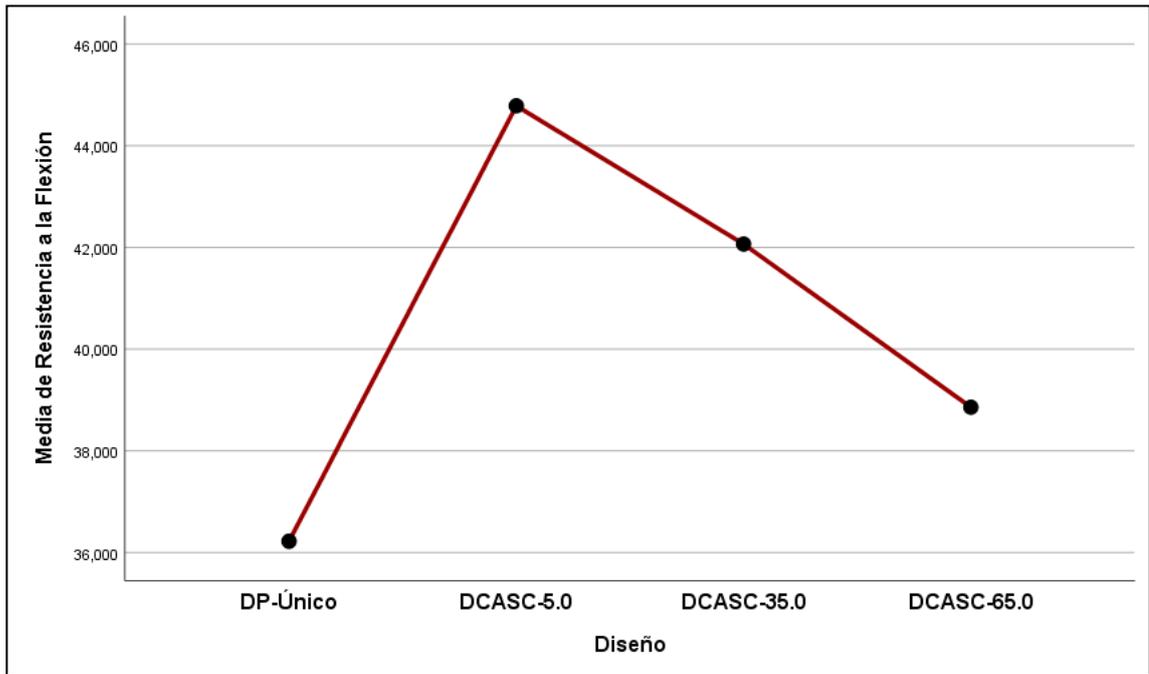


Figura 60: Gráfico de comparación de medias de la resistencia a la flexión
Fuente: Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Tukey según la Tabla 82, podemos observar que el diseño de concreto con adición del 5% de conchas de abanico (37.17) y con adición de 35% (34.455) obtienen los mejores resultados de resistencia a la flexión.

Se puede establecer que el diseño de concreto con adición de conchas de abanicos al 5% y 35% mejora la propiedad de resistencia a la flexión con respecto al concreto patrón.

Ver Figura 60.

Hipótesis 01: Análisis estadístico del aumento de la resistencia a la compresión del concreto con adición de conchas de abanico.

Para determinar se realiza un análisis de regresión lineal para los valores a los 28 días de la resistencia a la compresión, la cual es la edad donde se alcanza la resistencia para la cual fue diseñada. Ver Tabla 83.

Tabla 83
Resultado a los 28 días de la resistencia a la compresión

Descripción	% de Concha de Abanico	28 Días
DP-Único	0	239.750
DP-Único	0	238.130
DP-Único	0	237.100
DCASC-5.0	5	294.352
DCASC-5.0	5	297.272
DCASC-5.0	5	296.004
DCASC-35.0	35	255.560
DCASC-35.0	35	259.715
DCASC-35.0	35	258.900
DCASC-65.0	65	245.600
DCASC-65.0	65	243.120
DCASC-65.0	65	243.400

Fuente: Elaboración propia

Supuesto de normalidad de los datos

Se realizó el análisis de la distribución normal de los datos, obteniendo como resultado el histograma y curva de distribución (Figura 61) y se determina que los resultados de la compresión siguen una distribución normal. Ver Tabla 84.

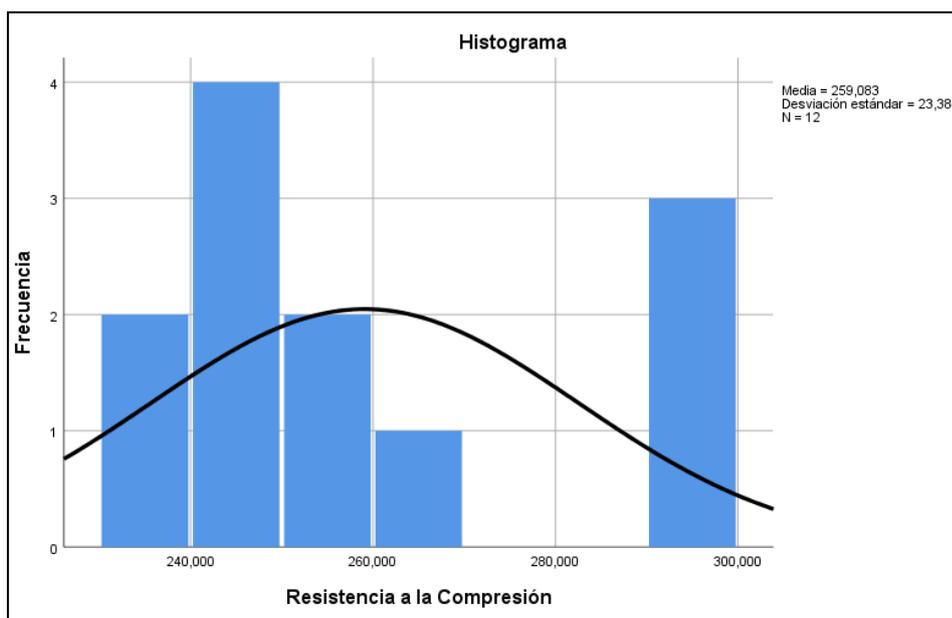


Figura 61: Histograma de la resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Tabla 84

Propiedades químicas del residuo de concha de abanico triturado
Resultado estadístico de la resistencia a la compresión a los 28 días

Descriptivos			
		Estadístico	Desv. Error
Resistencia a la Compresión	Media	259.08333	6.750374
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	244.22586
		Límite superior	273.94081
	Media recortada al 5%	258.20370	
	Mediana	251.00000	
	Varianza	546,811	
	Desv. Desviación	23.383982	
	Mínimo	237.000	
	Máximo	297.000	
	Rango	60.000	
	Rango intercuartil	44.750	
	Asimetría	,936	,637
	Curtosis	-,797	1,232

Fuente: Elaboración propia

Tabla 85

Resultado estadístico de los coeficientes del modelo de regresión de la compresión

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error			
1	(Constante)	263,288	15,019		17,530	,000
	Nº de Ensayo	-,647	2,041	-,100	-,317	,758

a. Variable dependiente: Resistencia a la Compresión

Fuente: Elaboración propia

Modelo de regresión:

$$Y = a + bX$$

Donde:

Y = Resistencia a la compresión

X = Nº de ensayos de los diseños de la mezcla

a = Constante que interseca con las abcisas

b = Pendiente de la recta

Según los resultados de los coeficientes del modelo de regresión se determina la ecuación de la regresión de la siguiente manera:

$$Y = 263.288 - 0.647X$$

La Figura 62 nos permite establecer que el modelo no es efectivo en el rango analizado y que es deficiente al no cumplir con el modelo de la ecuación encontrada. Ver Tabla 85.

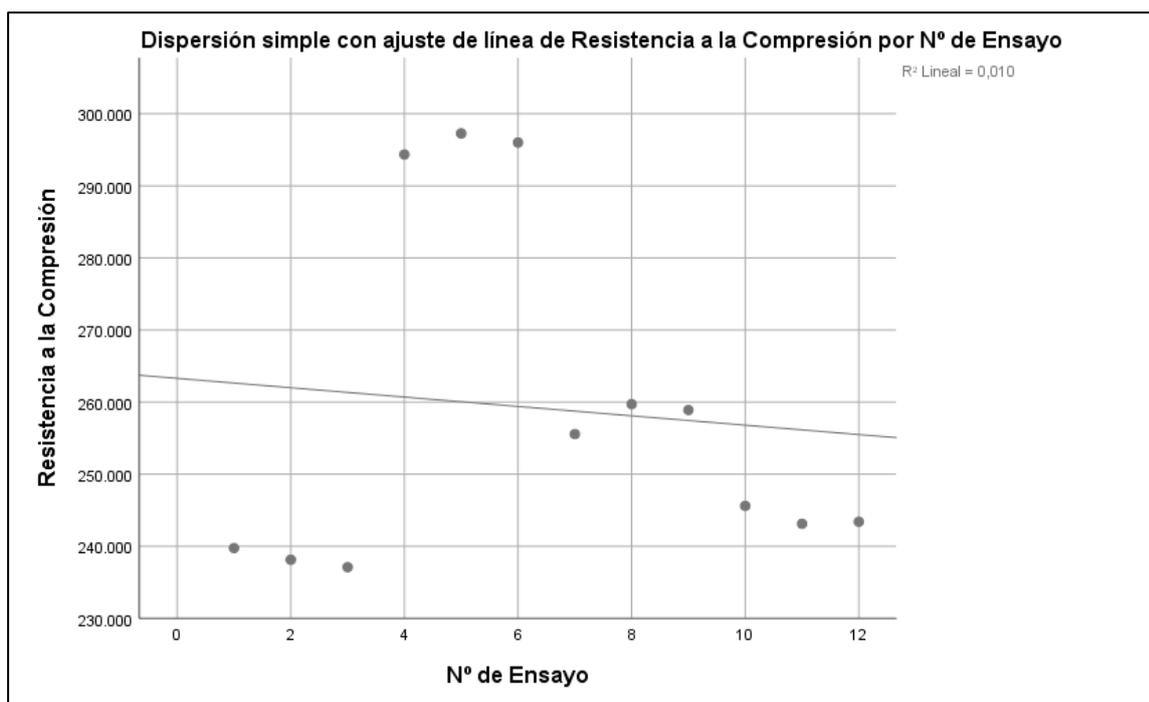


Figura 62: Recta de regresión lineal con respecto a los resultados de la resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Tabla 86

Resultados del coeficiente de determinación del modelo de regresión de la resistencia a la compresión

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,100 ^a	,010	-,089	24.487863

a. Predictores: (Constante), N° de Ensayo

Fuente: Elaboración propia

Se tiene un coeficiente de determinación de $r^2=0.10$, según la Figura 62 el cual explica el 1% de las variaciones de la resistencia a la compresión. Se tiene un coeficiente de determinación muy bajo, con lo cual el modelo de regresión no es válido por tener muy poca determinación de la variable dependiente (compresión). Ver Tabla 86.

Tabla 87

Prueba ANOVA para el modelo de regresión de la resistencia a la compresión

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	59,834	1	59,834	,100	,758 ^b
	Residuo	5955,083	10	595,508		
	Total	6014,917	11			

a. Variable dependiente: Resistencia a la Compresión

b. Predictores: (Constante), N° de Ensayo

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba ANOVA de la Tabla 87, nos permite establecer que el modelo de regresión planteado para la resistencia a la compresión no es válido ($p > 0.05$). Ya que la variable número de ensayo no es significativa para predecir la resistencia a la compresión de los distintos diseños de concretos.

Conclusión

El modelo de regresión planteado no es válido para predecir la resistencia a la compresión de los diseños de concreto.

Hipótesis 02: Análisis estadístico del aumento de la resistencia a la tracción del concreto con adición de conchas de abanico.

Para determinar se realiza un análisis de regresión lineal para los valores a los 28 días de la resistencia a la tracción, la cual es la edad donde se alcanza la resistencia para la cual fue diseñada. Ver Tabla 88.

Tabla 88
Resultado a los 28 días de la resistencia a la tracción

Descripción	% de Concha de Abanico	28 Días
DP-Único	0	24.187
DP-Único	0	26.490
DP-Único	0	25.737
DCASC-5.0	5	29.042
DCASC-5.0	5	31.868
DCASC-5.0	5	30.536
DCASC-35.0	35	21.080
DCASC-35.0	35	23.593
DCASC-35.0	35	22.440
DCASC-65.0	65	18.850
DCASC-65.0	65	19.870
DCASC-65.0	65	20.300

Fuente: Elaboración propia

Supuesto de normalidad de los datos

Se realizó el análisis de la distribución normal de los datos, obteniendo como resultado el histograma y curva de distribución (Figura 63) y se determina que los resultados de la tracción siguen una distribución normal.

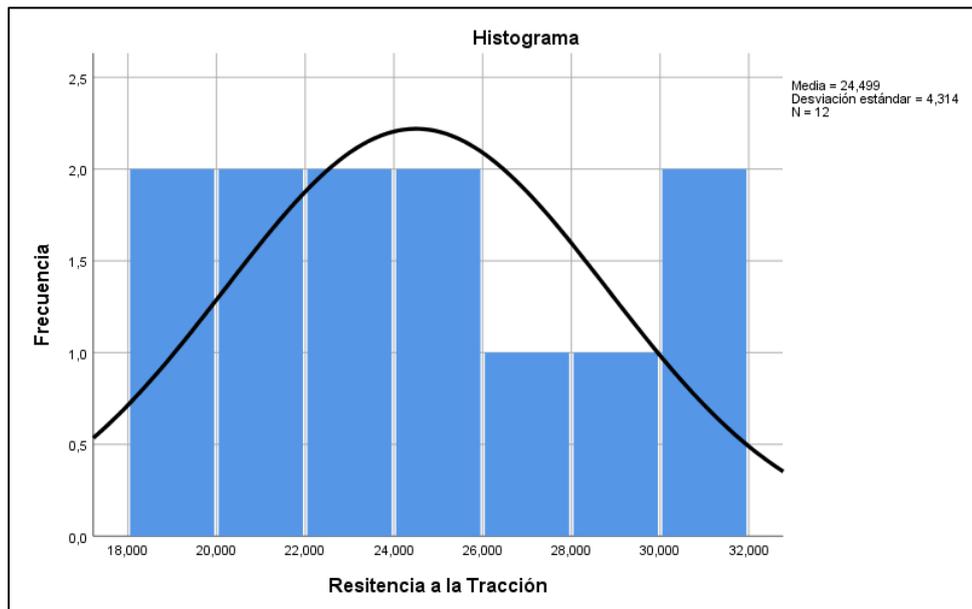


Figura 63: Histograma de la resistencia a la tracción
Fuente: Elaboración propia

Tabla 89
Resultado estadístico de la resistencia a la tracción a los 28 días

		Descriptivos	
		Estadístico	Desv. Error
Resistencia a la Tracción	Media	24.49942	1.245297
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	21.75854
		Límite superior	27.24030
	Media recortada al 5%	24.40391	
	Mediana	23.89000	
	Varianza	18,609	
	Desv. Desviación	4.313834	
	Mínimo	18.850	
	Máximo	31.868	
	Rango	13.018	
	Rango intercuartil	7.909	
	Asimetría	,436	,637
	Curtosis	-1,001	1,232

Fuente: Elaboración propia

Tabla 90
 Resultado estadísticos de los coeficientes del modelo de regresión de la tracción

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	29,450	2,147		13,714	,000
	Nº de Ensayo	-,762	,292	-,637	-2,610	,026

a. Variable dependiente: Resistencia a la Tracción

Fuente: Elaboración propia

Modelo de regresión:

$$Y = a + bX$$

Donde:

Y = Resistencia a la tracción

X = Nº de ensayos de los diseños de la mezcla

a = Constante que interseca con las abcisas

b = Pendiente de la recta

Según los resultados de los coeficientes del modelo de regresión se determina la ecuación de la regresión de la siguiente manera:

$$Y = 29.450 - 0.762X$$

La figura 63 nos permite establecer que el modelo no es efectivo en el rango analizado y que es deficiente al no cumplir con el modelo de la ecuación encontrada. Ver Tabla 89 y Tabla 90.

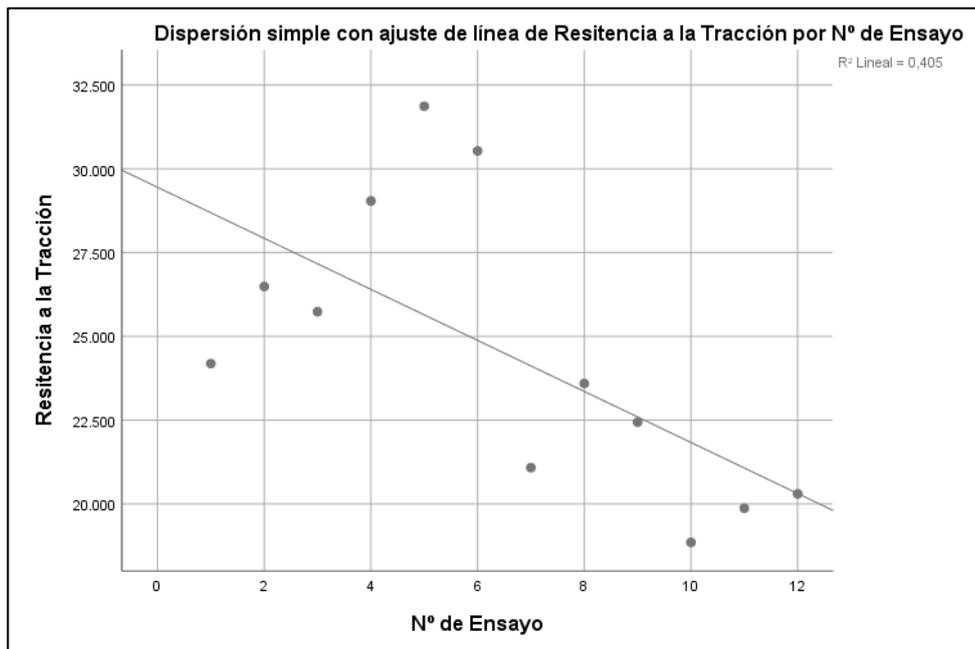


Figura 64: Recta de regresión lineal con respecto a los resultados de la resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91

Resultados del coeficiente de determinación del modelo de regresión de la resistencia a la tracción

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,637 ^a	,405	,346	3.489141

a. Predictores: (Constante), N° de Ensayo

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 91 se tiene un coeficiente de determinación de $r^2=0.405$, el cual explica el 40.5% de las variaciones de la resistencia a la tracción. Se tiene un coeficiente de determinación muy bajo, con lo cual el modelo de regresión no es válido por tener muy poca determinación de la variable dependiente (tracción). Ver Figura 64.

Tabla 92
Prueba ANOVA para el modelo de regresión de la resistencia a la tracción

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	82,960	1	82,960	6,814	,026 ^b
	Residuo	121,741	10	12,174		
	Total	204,701	11			

a. Variable dependiente: Resistencia a la Tracción

b. Predictores: (Constante), N° de Ensayo

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba ANOVA de la Tabla 92, nos permite establecer que el modelo de regresión planteado para la resistencia a la tracción es válido ($p < 0.05$). Ya que la variable número de ensayo es significativa para predecir la resistencia a la compresión de los distintos diseños de concretos.

Conclusión

El modelo de regresión planteado no es válido para predecir la resistencia a la tracción de los diseños de concreto, debido a que su coeficiente de determinación es muy bajo.

Hipótesis 03: Análisis estadístico del aumento de la resistencia a la flexión del concreto con adición de conchas de abanico.

Para determinar se realiza un análisis de regresión lineal para los valores a los 28 días de la resistencia a la flexión, la cual es la edad donde se alcanza la resistencia para la cual fue diseñada. Ver Tabla 93.

Tabla 93
Resultado a los 28 días de la resistencia a la flexión

Descripción	% de Concha de Abanico	28 Días
DP-Único	0	36.018
DP-Único	0	36.425
DCASC-5.0	5	45.124
DCASC-5.0	5	44.444
DCASC-35.0	35	41.862
DCASC-35.0	35	42.270
DCASC-65.0	65	39.959
DCASC-65.0	65	37.754

Fuente: Elaboración propia

Supuesto de normalidad de los datos

Se realizó el análisis de la distribución normal de los datos, obteniendo como resultado el histograma y curva de distribución (Figura 65) y se determina que los resultados de la compresión siguen una distribución normal. Ver Tabla 94.

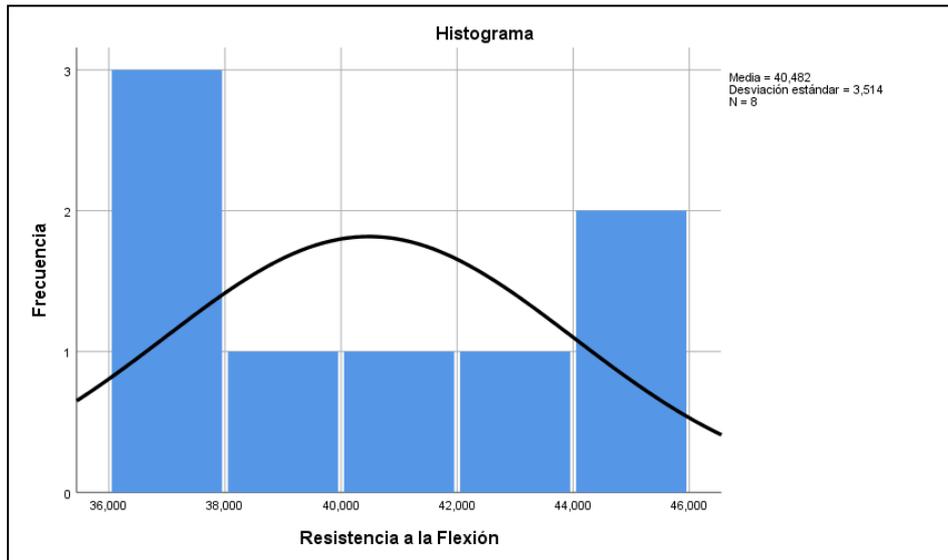


Figura 65: Histograma de la resistencia a la flexión
Fuente: Elaboración propia

Tabla 94
Resultado estadístico de la resistencia a la flexión a los 28 días

		Descriptivos		
		Estadístico	Desv. Error	
Resistencia a la Flexión	Media	40.48200	1.242470	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	37.54402	
		Límite superior	43.41998	
	Media recortada al 5%	40.47211		
	Mediana	40.91050		
	Varianza	12,350		
	Desv. Desviación	3.514237		
	Mínimo	36.018		
	Máximo	45.124		
	Rango	9.106		
	Rango intercuartil	7.143		
	Asimetría	-,025	,752	
	Curtosis	-1,645	1,481	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95

Resultado estadístico de los coeficientes del modelo de regresión de la flexión

Coeficientes ^a					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados Beta	t	Sig.
	B	Desv. Error			
1	(Constante)	39,481		13,512	,000
	Nº de Ensayo	,222	,155	,384	,714

a. Variable dependiente: Resistencia a la Flexión

Fuente: Elaboración propia

Modelo de regresión:

$$Y = a + bX$$

Donde:

Y = Resistencia a la flexión

X = Nº de ensayos de los diseños de la mezcla

a = Constante que interseca con las abcisas

b = Pendiente de la recta

Según los resultados de los coeficientes del modelo de regresión se determina la ecuación de la regresión de la siguiente manera:

$$Y = 39.481 + 0.222X$$

La Figura 65 y Figura 66 nos permite establecer que el modelo es efectivo en el rango analizado y que es deficiente al no cumplir con el modelo de la ecuación encontrada.

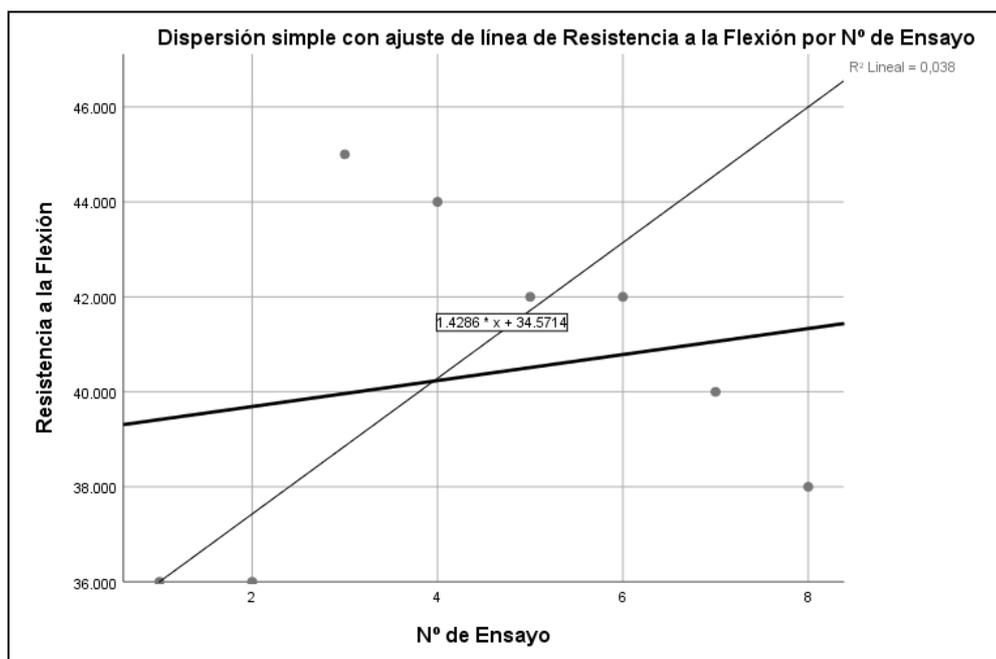


Figura 66: Recta de regresión lineal con respecto a los resultados de la resistencia a la flexión

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96

Resultados del coeficiente de determinación del modelo de regresión de la resistencia a la flexión

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,194 ^a	,038	-,123	3.668019

a. Predictores: (Constante), N° de Ensayo

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 95 y Tabla 96 se tiene un coeficiente de determinación de $r^2=0.038$, el cual explica el 3.8% de las variaciones de la resistencia a la flexión. Se tiene un coeficiente de determinación muy bajo, con lo cual el modelo de regresión no es válido por tener muy poca determinación de la variable dependiente (flexión).

Tabla 97

Prueba ANOVA para el modelo de regresión de la resistencia a la flexión

		ANOVA ^a				
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3,149	1	3,149	,234	,646 ^b
	Residuo	80,726	6	13,454		
	Total	83,875	7			

a. Variable dependiente: Resistencia a la Flexión

b. Predictores: (Constante), N° de Ensayo

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba ANOVA de la Tabla 97, nos permite establecer que el modelo de regresión planteado para la resistencia a la flexión no es válido ($p > 0.05$). Ya que la variable número de ensayo no es significativa para predecir la resistencia a la flexión de los distintos diseños de concretos.

Conclusión

El modelo de regresión planteado no es válido para predecir la resistencia a la flexión de los diseños de concreto.

4.7. Resultados de la investigación

Aplicando el diseño de mezcla de concreto modificado propuesto bajo la correcta aplicación de las normas técnicas peruanas de concreto lograremos obtener un concreto modificado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido, se propuso reemplazar en porcentajes el peso del agregado fino por conchas de abanico triturado con aditivos SikaCem plastificante. Debido a este reemplazo las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido mejoraron. Ver Tabla 98.

Tabla 98
Presentación de resultados

OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADOR	PROPIEDAD MECANICA				
Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar la resistencia a la compresión.	Resistencia a la compresion	COPMPRESION (kg/cm2)				
		Edad (dias)	Diseño patron	5%	35%	65%
		7	173	207	196	176
		14	193	237	217	197
		28	238	296	258	244
Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar la resistencia a la tracción.	Resistencia a la traccion	TRACCION (kg/cm2)				
		Edad (dias)	Diseño patron	5%	35%	65%
		7	20	22	17	13
		14	21	25	18	15
		28	25	30	22	20
Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar la resistencia a la flexión.	Resistencia a la flexion	FLEXION (kg/cm2)				
		Edad (dias)	Diseño patron	5%	35%	65%
		7	24	31	28	26
		14	29	36	34	32
		28	36	45	42	39
OBJETIVO GENERAL	RESULTADO DE LA INVESTIGACION					
¿En qué medida el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido?	Se realizó la mezcla de concreto modificado para resistencia de diseño $f'c = 210$ kg/cm2 sometidos a ensayos de resistencia a la compresion, traccion y flexion. Se reemplazó agregado fino en peso en 5%, 35% y 65% por conchas de abanico triturada con aditivo sikacem plastificante. Se mejoran las propiedades mecanicas con reempls de 5% de concha de abanico y aditivo sikacem plastificante					

Fuente: Elaboración propia

4.8. Interpretación de resultados

4.8.1. Interpretación de resultados a compresión

- a) Se evalúa la resistencia a la compresión a los 28 días por ser la edad a la que la probetas alcanzan su mayor resistencia obteniendo los siguientes valores promedios. Para el concreto patrón se obtiene 238.33 kg/cm^2 y para el concreto modificado según porcentajes de reemplazos definidos: 295.88 kg/cm^2 con reemplazo de 5%, 258.06 kg/cm^2 con reemplazo de 35% y 244.04 kg/cm^2 con reemplazo de 65%. El concreto modificado con 5% de reemplazo de concha de abanico obtiene un aumento promedio de 24.15% de resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón, siendo esta la mayor variación registrada.
- b) Se observa que los resultados obtenidos con diferentes porcentajes de reemplazo a los 7, 14 y 28 días superan a la resistencia requerida.

4.8.2. Interpretación de resultados a tracción

- a) Se evalúa la resistencia a la tracción a los 28 días por ser la edad a la que la probetas alcanzan su mayor resistencia obteniendo los siguientes valores promedios. Para el concreto patrón se obtiene 25.47 kg/cm^2 y para el concreto modificado según porcentajes de reemplazos definidos: 30.48 kg/cm^2 con reemplazo de 5%, 22.37 kg/cm^2 con reemplazo de 35% y 19.67 kg/cm^2 con reemplazo de 65% siendo el concreto modificado con 5% de reemplazo de concha de abanico el que obtiene un aumento del 19.67% de la resistencia a tracción en comparación con el concreto patrón. Además se presenta una disminución de 22.76% para reemplazo de 65% de agregado fino.
- b) Se observa que los resultados obtenidos con porcentajes de reemplazo de 35% y 65% a los 7, 14 y 28 días no superan los valores en comparación al diseño patrón. Solo el porcentaje de reemplazo del 5% supera los valores en comparación al diseño patrón para las edades de 7, 14 y 28 días.

4.8.3. Interpretación de resultados a flexión

- a) Se evalúa la resistencia a la flexión a los 28 días por ser la edad a la que las probetas alcanzan su mayor resistencia obteniendo los siguientes valores promedios. Para el concreto patrón se obtiene 36.22 kg/cm^2 y para el concreto modificado según porcentajes de reemplazos definidos: 44.78 kg/cm^2 con reemplazo de 5%, 42.07 kg/cm^2 con reemplazo de 35% y 38.86 kg/cm^2 con reemplazo de 65% siendo el concreto modificado con 5% de reemplazo de concha de abanico el que obtiene un aumento promedio de 23.64% de resistencia a la flexión, siendo esta la mayor variación registrada.
- b) Se observa que los resultados obtenidos con diferentes porcentajes de reemplazo a los 7, 14 y 28 días superan a la resistencia requerida.

CAPÍTULO V: DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS

5.1 Discusiones

Julián y Rodríguez (2008), mediante la realización de ensayos de mezcla de concreto en el que reemplazaron parcialmente la arena por conchas de abanico en polvo en un porcentaje arbitrario de 30% obtuvieron resultados de resistencia a la compresión de 155 kg/cm² a los 28 días para un diseño de mezcla 210 kg/cm².

En la presente investigación el aspecto que se usó las conchas de abanico triturada fueron aquellas que pasaban la malla N°4 hasta las retenidas por la malla N°100, se diseñó con un $f'c=210$ kg/cm², usando tres diferentes porcentajes de reemplazo 5%, 35% y 65% con adición de aditivo SikaCem plastificante y se observó que, con el menor porcentaje de concha de abanico triturado, se obtuvo una resistencia a la compresión de 296 kg/cm², una resistencia a la tracción de 30 kg/cm² y una resistencia a la flexión de 45 kg/cm². Por lo que se concluye que a menor porcentaje de reemplazo la resistencia a la compresión, tracción y flexión es mayor. A partir de los resultados de la resistencia a la compresión obtenida en la presente investigación podemos observar que es mayor que la de Julián y Rodríguez ya que la resistencia a la compresión es mayor.

Según Castañeda (2017), a partir de una evaluación de las características del RCA triturado para utilizarlo como agregado total en mezclas de concreto y un estudio de la forma de las partículas de RCA triturado mediante ensayos de partículas chatas y alargadas y ensayo de angularidad afirma que la forma de las partículas de RCA son chatas y alargadas para la fracción gruesa y muy alargadas y muy angulosas para la fracción fina lo cual produce una disminución drástica de la trabajabilidad del concreto en estado fresco y se exige una mayor cantidad de pasta que con agregados convencionales, por lo que concluyen que el RCA pueda ser utilizado en su totalidad en reemplazo del agregado fino.

En la presente investigación mostramos que también perdemos trabajabilidad con el aumento de reemplazo en porcentaje de concha de abanico obteniéndose una mezcla más seca y con menor asentamiento respecto del patrón y de la mezcla con reemplazo de 5% por lo que ante este problema se evaluó la adición del aditivo plastificante SikaCem, mejorando considerablemente el asentamiento, aumentando al menos 15mm. Por lo que se concluye que nuestro diseño con conchas de abanico será más eficaz al optimizar el asentamiento con dicho aditivo plastificante para obtener una mayor trabajabilidad.

CONCLUSIONES

- 1) El reemplazo de conchas de abanico en porcentajes de 5%, 35% y 65% por agregado fino en el concreto incrementa significativamente la resistencia a la compresión con relación al concreto patrón. Con el diseño de reemplazo de conchas de abanico al 5% se obtienen el mayor valor de resistencia promedio a la compresión con 295.88 kg/cm^2 siendo 24.15% el porcentaje de aumento. Además el concreto patrón obtiene el menor valor de resistencia a la compresión con 238.33 kg/cm^2 . Por lo tanto, se puede concluir que de los porcentajes de reemplazo definidos en esta investigación, 5% es el que presenta mayor registro.
- 2) El reemplazo de conchas de abanico en porcentaje de 5% por agregado fino en el concreto incrementa significativamente la resistencia a la tracción con relación al concreto patrón. Con el diseño de reemplazo de conchas de abanico al 5% se obtienen el mayor valor de resistencia promedio a la tracción con 30.48 kg/cm^2 siendo 19.67% el porcentaje de aumento. Además, se observa que el diseño de conchas de abanico al 65% es el que obtiene el menor valor de resistencia a la tracción con 19.67 kg/cm^2 siendo 22.76% el porcentaje de disminución. Por lo tanto, se puede concluir que de los porcentajes de reemplazo definidos en esta investigación, 5% es el que presenta mayor registro.
- 3) El reemplazo de conchas de abanico en porcentajes de 5%, 35% y 65% por agregado fino en el concreto incrementa significativamente la resistencia a la flexión con relación al concreto patrón. Con el diseño de reemplazo de conchas de abanico al 5% se obtienen el mayor valor de resistencia promedio a la flexión con 44.78 kg/cm^2 siendo 23.64% el porcentaje de aumento. Además el concreto patrón obtiene el menor valor de resistencia a la flexión con 36.22 kg/cm^2 . Por lo tanto, se puede concluir que de los porcentajes de reemplazo definidos en esta investigación, 5% es el que presenta mayor registro.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda evaluar y definir el porcentaje límite de reemplazo de las conchas de abanico triturada al momento de valorar los resultados obtenidos en las resistencias a la compresión y flexión del concreto en estado endurecido.
- 2) Se recomienda diseñar mezclas de concreto modificado con mayores cantidades de reemplazo de residuos de conchas de abanico y con el incremento de la relación a/c para obtener mezclas de concreto con la finalidad de ser utilizados en elementos no estructurales.
- 3) Debido a que se trituró las conchas de abanico en una chancadora industrial y de forma manual, se pudo presenciar la pérdida de conchas de abanico en este proceso. Por lo que se recomienda el diseño de una trituradora especial o algún otro método de trituración para reducir la pérdida de concha de abanico en caso se requiera el material a mayores cantidades.
- 4) Se recomienda implementar en las universidades o áreas de investigación científica el conocimiento necesario para introducir, combinar para obtener nuevos diseños de concreto modificado con la finalidad de obtener un nuevo material ecológico en la actividad constructiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castañeda, D. (2017). *Análisis de la granulometría de la concha de abanico triturada para su uso como agregado en concretos*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.
- Julián, C., Manrique, C., Lizarzaburo, L., Hermosa, M., Campos, S., Zegarra, L. (2011). Sustitución parcial del cemento por residuos calcáreos de conchas de abanico en mezclas de concreto. *Conocimiento para el Desarrollo*, 2(1-8).
- Julián, C., y Rodríguez, F. (2008). *Mezcla de Concreto con Conchas de Abanico*. (Trabajo de Asignatura de Dinámica). Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería. Chimbote, Perú.
- Julián, C., Segura, L., y Jara, W. (2015). Resistencia de nuevos materiales para sustituir el cemento en concreto. *Conocimiento para el Desarrollo*, 2(1-8).
- León, M. y Ramírez, F. (2010). Caracterización Morfológica de agregados para concreto mediante análisis de imágenes. *Revista Ingeniería construcción* v.25 n.2: 215-240.
- Alexander, M y Mindess S. (2005). *Aggregates in concrete: Modern concrete technology series*. London, New York: Editorial Taylor & Francis.
- Niño, J. (2010). *Tecnología del concreto Tomo 1: Materiales, propiedades y diseño de mezclas*. Bogotá, Colombia: Editorial Asocreto.
- Nizama, D. (2014). *Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima, Perú: Aciperú.
- Sakoda, S., Watanabe, S., Ishiyama, N. y Saito, H. (2003). Effective Utilization of Scallop Shell with Shrinkage-Compensating Cement. *JCA Proceedings of cement & concrete (Japan Cement Association)*, pp.578-583.

Sanchez, D. (1966). Tecnología del concreto y del mortero. Bogotá, Colombia: Editorial Bhandar.

Smith, W. (1993). Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de materiales. Madrid, España: Editorial McGraw Hill.

Villa, C. (2006). *Optimización de las propiedades mecánicas del mortero comercial mediante la adición de residuos del molusco *Cassostrea Virginica**. (Tesis de maestría). Centro de Investigación de materiales avanzados. Chihuahua, México.

ANEXOS

Anexo 1: Análisis de Matriz de consistencia

PROBLEMAS		HIPOTESIS		OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables		INDICADORES	INDICE	MÉTODO
			Variable Independiente				
¿En qué medida el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido?	Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.	Al realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante se mejora las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.	Diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo		Porcentaje de conchas de abanico	<ol style="list-style-type: none"> 1) Realizar el diseño de mezcla de concreto modificado con conchas de abanico con diferentes porcentajes de conchas de abanico. 2) Evaluar el comportamiento de las conchas de abanico en diferentes porcentajes en la mezcla. 	<p>Método de la investigación es de tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuantitativo: debido a las menciones de las variables que representan valores numéricos. • Descriptivo: porque especifica las propiedades de las conchas de abanico.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente		INDICADORES	INDICE	DISEÑO DE LA INVESTIGACION
¿En qué medida el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora la resistencia a la compresión?	Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar la resistencia a la compresión.	El diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora la resistencia a la compresión.	Propiedades mecánicas de concreto en estado endurecido		Resistencia a la compresión	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ensayo de resistencia a la compresión 2) Ensayo de resistencia a la tracción 3) Ensayo de resistencia a la flexión 4) Realizar cuadros y gráficos de los resultados del diseño de concreto modificado 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimental: ya que mediante ensayos de laboratorio obtendremos datos variados • Longitudinal: mediante los ensayos de laboratorio obtendremos una serie de datos que serán tomados en dos o más ocasiones • Prospectiva: obtendremos datos desde el inicio hasta el final de la investigación
¿En qué medida el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora la resistencia a la tracción?	Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar la resistencia a la tracción.	El diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora la resistencia a la tracción.			Resistencia a la tracción		
¿En qué medida el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora la resistencia a la flexión?	Realizar el diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante para aumentar la resistencia a la flexión.	El diseño de concreto modificado con conchas de abanico y aditivo SikaCem Plastificante mejora la resistencia a la flexión.			Resistencia a la flexión		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Normas Técnicas peruanas

- NTP 400.037: AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)
- NTP 400.022: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
- NTP 400.018: Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75um (200) por lavado en agregados.
- NTP 400.017: AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.
- NTP 400.012: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- NPT 400.011: AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).
- NTP 339.185: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- NTP 339.184: Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto.
- NTP 339.183: HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de hormigos (concreto) en el laboratorio.
- NTP 339.080: HORMIGÓN (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidráulico.

- NTP 339.046: Método de Ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).
- NTP 339.036: Práctica Normalizada para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco.
- NTP 339.035: Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Ábrams.
- NTP 339.034: HORMIGÓN. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.
- NTP 339.33: HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.

Anexo 3: Normas Técnicas Internacionales

- ASTM C1064/C 1064M: Standard Test Method for Temperature of Mixed Portland cement Concrete.
- ASTM C869/C 869M: Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete
- ASTM C685/C 685-07: Especificación normalizada para concreto elaborado con dosificación volumétrica y mezclado continuo.
- ASTM C231: Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method
- ASTM C172: Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado.
- ASTM C150: Standard Specification for Portland Cement
- ASTM C143: Standard Test Method for Slump of Hydraulic- Cement Concrete.
- ASTM C138: Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete
- ASTM C128: Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados finos.
- ASTM C39/ C39M: Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
- ASTM C33: Standard Specification for Concrete Aggregates.
- NCH-2432: Bloques macizos de hormigón celular.

Anexo 4: Ficha Técnica de Aditivo SikaCem Plastificante

CONSTRUYENDO CONFIANZA 													
<h1>HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO</h1> <h2>SikaCem® Plastificante</h2>													
ADITIVO PLASTIFICANTE Y REDUCTOR DE AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES													
<h3>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</h3> <p>SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce la cantidad de agua en aproximadamente un 10 % incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.</p> <h3>USOS</h3> <p>SikaCem® Plastificante es recomendable para:</p> <ul style="list-style-type: none">• Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)• Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.	<h3>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</h3> <p><u>En el hormigón fresco:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.• Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado de un 10 % aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.• Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.• Disminuye la exudación. <p><u>En el hormigón endurecido:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden del 10 al 15%, contra testigo.• Reduce la contracción.• Aumenta la adherencia al acero.												
<h3>INFORMACIÓN DEL PRODUCTO</h3> <table border="1"><tbody><tr><td>Base Química</td><td>Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.</td></tr><tr><td>Empaques</td><td>• Envase PET x 4 L • Balde x 20 L</td></tr><tr><td>Apariencia / Color</td><td>Líquido marrón oscuro</td></tr><tr><td>Vida Útil</td><td>1 año</td></tr><tr><td>Condiciones de Almacenamiento</td><td>En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.</td></tr><tr><td>Densidad</td><td>1.20 +/- 0.01</td></tr></tbody></table>		Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.	Empaques	• Envase PET x 4 L • Balde x 20 L	Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro	Vida Útil	1 año	Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.	Densidad	1.20 +/- 0.01
Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.												
Empaques	• Envase PET x 4 L • Balde x 20 L												
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro												
Vida Útil	1 año												
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.												
Densidad	1.20 +/- 0.01												
<p>Hoja De Datos Del Producto SikaCem® Plastificante Junio 2019, Versión 01.01 02130201.1000000829</p> <p>1 / 2</p>													

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto

Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclardurante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

LIMITACIONES

Temperatura Sustrato +5°C mín. / +30°C máx.
Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Hoja De Datos Del Producto
SikaCem® Plastificante
Junio 2019, Versión 01.01
02130201.1000000829

SikaCemPlastificante-es-PE-(06-2019)-1-1.pdf

