

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO HS Y
ADITIVOS VISCOCRETE 1110 PARA ESTRUCTURAS AFECTADAS
POR SULFATO EN CHORRILLOS**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. FRANCO CRUZ, AARÓN
BACH. ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER

ASESORA: ING. MAG CHAVARRÍA REYES LILIANA JANET

LIMA-PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios, y a mis padres por su incondicional apoyo a lo largo de toda mi vida, gracias a ustedes he logrado llegar aquí y lograr cada sueño.

A mi esposa e hijo, quienes han sido el soporte y las motivaciones perfectas para que siempre me mantenga firme en cada etapa de mi carrera.

Aarón Franco Cruz

Dedico esta investigación principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haber apoyado incondicionalmente a lo largo de toda mi vida.

A mi adorable esposa y entrañable hija Doménica quien es mi mayor motivación que hace que mis días sean maravillosos con su sonrisa, por hacer de mí el padre más feliz del mundo.

Fermín Alexander Romero Gil

AGRADECIMIENTO

A nuestra Universidad Ricardo Palma, por ser parte de nuestro desarrollo como profesionales y también como seres humanos.

A nuestra asesora Mg. Liliana Chavarria Reyes quien nos guio durante este proceso de investigación.

Aarón Franco Cruz

Fermín Alexander Romero Gil

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Importancia y justificación del estudio	3
1.4.1 Importancia	3
1.4.2 Justificación	3
1.5 Limitaciones	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1 Marco histórico	5
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	5
2.2.1 Investigaciones nacionales	5
2.2.2 Investigaciones internacionales	9
2.3 Estructura teórica y científica	12
2.3.1 Cemento portland	12
2.3.2 Agregados	14
Agregado fino	14
Agregado grueso	14
2.3.3 Agua	15
2.3.4 Concreto	15
2.3.5 Aditivos	16
2.3.6 Aditivos superplastificante	16
Aditivo ViscoCrete 1110 – Sika ®.	17
Usos	17
Características	17
	iv

2.3.7 Propiedades del concreto	18
Trabajabilidad	18
Resistencia del concreto	19
2.4 Definición de términos básicos	20
2.4.1 Componentes del cemento Portland	20
Clinker	20
Yeso	20
Adición	21
2.4.2 Sulfatos	21
2.4.3 Relación agua/cemento	21
2.4.4 Dosificación	22
2.4.5 Diseño de mezcla	22
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan a la hipótesis	22
2.6 Hipótesis	23
2.6.1 Hipótesis general	23
2.6.2 Hipótesis específicas	23
2.6.3 Variables	23
Definición conceptual de las variables	23
Operacionalización de las variables	24
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	25
3.1 Tipo, método y diseño de la investigación	25
3.2 Población y muestra	26
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.3.1 Tipos de técnicas e instrumentos	27
3.3.2 Procedimientos para la recolección de datos	28
3.3.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos	29
3.4 Descripción de procedimientos y análisis de la información	33
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
4.1 Característica de los agregados	34
4.1.1 Propiedades del agregado fino	34
4.1.2 Propiedades del agregado grueso	55
4.2 Características del cemento HS	75
4.3 Diseño de mezcla de concreto	76

4.3.1 Características de los materiales	76
4.3.2 Diseño de mezcla de concreto con cemento HS	77
4.3.3 Diseño de mezcla de concreto con relación agua/cemento diferente al diseño	81
4.3.4 Diseño de mezcla de concreto con diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.	83
Diseño de mezcla de concreto con cemento HS y 0,3 % de aditivo ViscoCrete 1110	83
Diseño de mezcla de concreto con cemento HS y 0,5 % de aditivo ViscoCrete 1110	85
Diseño de mezcla de concreto con cemento HS y 0,7 % de aditivo ViscoCrete 1110	87
4.4 Ensayos de concreto fresco	89
4.4.1 Muestreo de mezcla para elaboración de testigos	89
4.4.2 Asentamiento (SLUMP)	90
4.4.3 Peso unitario del concreto	93
4.4.4 Medición de contenido de aire	95
4.5 Ensayos de concreto endurecido	96
4.5.1 Resistencia a compresión	96
4.5.2 Resistencia a la tracción	99
4.5.3 Resistencia a la flexión	102
4.6 Contratación de hipótesis	105
4.6.1 Contrastación de hipótesis 1	105
Asentamiento	105
Compresión	110
Tracción	122
Flexión	135
4.6.2 Contratación de hipótesis 2	147
Compresión	147
Tracción	155
Flexión	163
4.7 Resultados de la investigación	171
4.8 Interpretación de resultados	172

4.8.1 Interpretación de resultados de resistencia a la compresión.	172
4.8.2 Interpretación de resultados de resistencia a la tracción.	172
4.8.3 Interpretación de resultados de resistencia a la flexión.	172
4.8.4 Interpretación de resultados de asentamiento.	172
4.9 Discusión de resultados	173
4.9.1 Discusiones	173
CONCLUSIONES	174
RECOMENDACIONES	176
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177
ANEXOS	179
Anexo 01: Matriz de consistencia	180
Anexo 02: Cronograma de actividades	181
Anexo 03: Presupuesto estimado.	181
Anexo 04: Certificado de calibración de máquina de compresión	182

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables	24
Tabla 2: Tabla de número de diseños de mezcla con y sin aditivo ViscoCrete 1110.	26
Tabla 3: Cantidad total de ensayos por diseño de prueba por resistencia a 3, 7, 14 y 28 días.	26
Tabla 4: Cantidad total de ensayos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con cemento HS, 0,3, 0,5 y 0,7% de aditivo ViscoCrete.	27
Tabla 5: Especificaciones de agregados finos por tamices	34
Tabla 6: Análisis granulométrico del agregado fino – F-01	35
Tabla 7: Análisis granulométrico del agregado fino – F-02	36
Tabla 8: Análisis granulométrico del agregado fino – F-03	37
Tabla 9: Promedio de módulo de finura del agregado fino	38
Tabla 10: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino F-01	40
Tabla 11: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino F-02	41
Tabla 12: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino F-03	42
Tabla 13: Promedio del peso unitario del agregado fino.	43
Tabla 14: Peso específico y absorción del agregado fino F-01	44
Tabla 15: Peso específico y absorción del agregado fino F-02	45
Tabla 16: Peso específico y absorción del agregado fino F-03	46
Tabla 17: Promedio del peso específico y absorción del agregado fino	47
Tabla 18: Contenido de humedad del agregado fino F-01	48
Tabla 19: Contenido de humedad del agregado fino F-02	49
Tabla 20: Contenido de humedad del agregado fino F-03	50
Tabla 21: Promedio del contenido de humedad del agregado fino	51
Tabla 22: Material que pasa la malla N° 200 del agregado fino F-01	52
Tabla 23: Material que pasa la malla N° 200 del agregado fino F-02	53
Tabla 24: Material que pasa la malla N° 200 del agregado fino F-03	54
Tabla 25: Promedio del porcentaje de material que pasa la malla N° 200 del agregado fino.	55
Tabla 26: Requisitos granulométricos del agregado grueso	55

Tabla 27: Análisis granulométrico del agregado grueso G-01	56
Tabla 28: Análisis granulométrico del agregado grueso G-02	57
Tabla 29: Análisis granulométrico del agregado grueso G-03	58
Tabla 30: Promedio de modulo de finura del agregado grueso	59
Tabla 31: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso G-01	60
Tabla 32: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso G-02	61
Tabla 33: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso G-03	62
Tabla 34: Promedio del peso unitario del agregado grueso.	63
Tabla 35: Peso específico y absorción del agregado grueso G-01	64
Tabla 36: Peso específico y absorción del agregado grueso G-02	65
Tabla 37: Peso específico y absorción del agregado grueso G-03	66
Tabla 38: Promedio del peso específico y absorción del agregado grueso	67
Tabla 39: Contenido de humedad del agregado grueso G-01	68
Tabla 40: Contenido de humedad del agregado grueso G-02	69
Tabla 41: Contenido de humedad del agregado grueso G-03	70
Tabla 42: Promedio del contenido de humedad del agregado grueso	71
Tabla 43: Material que pasa la malla N° 200 del agregado grueso G-01	72
Tabla 44: Material que pasa la malla N° 200 del agregado grueso G-02	73
Tabla 45: Material que pasa la malla N° 200 del agregado grueso G-03	74
Tabla 46: Promedio de material que pasa la malla N°200 del agregado grueso	75
Tabla 47: Propiedades físicas y químicas del cemento HS	76
Tabla 48: Propiedades físicas y químicas del cemento HS	76
Tabla 49: Resumen de las características de los agregados	77
Tabla 50: Características del agua a utilizar	77
Tabla 51: Características del aditivos a utilizar	77
Tabla 52: Peso de los materiales para diseño “DP-01”	79
Tabla 53: Diseño de mezcla "DP-01"	80
Tabla 54: Diseño de mezcla con relación agua/cemento aumentado “DP-02”	82
Tabla 55: Diseño de mezcla “DP-VC-0,3”	84
Tabla 56: Diseño de mezcla “DP-VC-0,5”	86
Tabla 57: Diseño de mezcla “DP-VC-0,7”	88

Tabla 58: Asentamiento y el grafico de tendencia para los diseños de mezcla con porcentajes diferentes de aditivo plastificante ViscoCrete1110	91
Tabla 59: Peso unitario del concreto del diseño “DP – 01”	93
Tabla 60: Peso unitario del concreto del diseño “DP – VC-0,3”	94
Tabla 61: Peso unitario del concreto del diseño “DP –VC - 0,5”	94
Tabla 62: Peso unitario del concreto del diseño “DP –VC - 0,7”	95
Tabla 63: Contenido de aire para los diseños DP-01, DP –VC-0,3; DP-VC-0,5 y DP-VC-0,7.	96
Tabla 64: Resistencia a la compresión de los diseños de muestra en diferentes edades	97
Tabla 65: Promedio de las resistencia a la compresión por edades y de los diferentes diseños y su tendencia.	98
Tabla 66: Resistencia a la tracción de los diseños de muestra en diferentes edades	100
Tabla 67: Promedio de las resistencia a la tracción por edades y de los diferentes diseños y su tendencia.	101
Tabla 68: Resistencia a la flexión de los diseños de muestra en diferentes edades	103
Tabla 69: Promedio de las resistencia a la flexión por edades y de los diferentes diseños y su tendencia.	104
Tabla 70: Resultados estadísticos de la muestra para los diferentes asentamientos del diseño “DP-01” vs. Asentamiento para diseño “DP-VC-0,3”, “DP-VC-0,5” y “DP-VC-0,7”	106
Tabla 71: Resultados estadísticos de significancia para asentamientos en diferentes diseños.	106
Tabla 72: Resultado estadísticos	108
Tabla 73: Resultados estadísticos de regresión.	108
Tabla 74: Resultado regresión lineal simple y constantes de ecuación	108
Tabla 75: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 3 días	111
Tabla 76: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 3 días	112

Tabla 77: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 3 días	112
Tabla 78: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 7 días	113
Tabla 79: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 7 días	113
Tabla 80: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 7 días	114
Tabla 81: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 14 días	114
Tabla 82: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 14 días	115
Tabla 83: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 14 días	115
Tabla 84: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 28 días	116
Tabla 85: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 28 días.	116
Tabla 86: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 28 días.	117
Tabla 87: Análisis estadístico de regresión para compresión a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.	120
Tabla 88: Análisis estadístico de correlación para compresión a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.	122
Tabla 89: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,3 para 3 días	124
Tabla 90: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,5 para 3 días	124
Tabla 91: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,7 para 3 días	125
Tabla 92: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,3 para 7 días	125

Tabla 93: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,5 para 7 días	126
Tabla 94: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,7 para 7 días	126
Tabla 95: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,3 para 14 días	127
Tabla 96: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,5 para 14 días	127
Tabla 97: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,7 para 14 días	128
Tabla 98: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,3 para 28 días	128
Tabla 99: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,5 para 28 días	129
Tabla 100: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,7 para 28 días	129
Tabla 101: Análisis estadístico de regresión para tracción a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.	132
Tabla 102: Análisis estadístico de correlación para tracción a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.	134
Tabla 103: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 3 días	136
Tabla 104: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 3 días	136
Tabla 105: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 3 días	137
Tabla 106: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 7 días	137
Tabla 107: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 7 días	138
Tabla 108: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 7 días	138

Tabla 109: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 14 días	139
Tabla 110: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 14 días	139
Tabla 111: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 14 días	140
Tabla 112: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 28 días	140
Tabla 113: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 28 días	141
Tabla 114: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 28 días	141
Tabla 115: Análisis estadístico de regresión para resistencia a la flexión a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.	144
Tabla 116: Análisis estadístico de correlación para flexión a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.	146
Tabla 117: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-2 para 3 días.	148
Tabla 118: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-2 para 7 días.	148
Tabla 119: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-2 para 14 días.	149
Tabla 120: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-2 para 28 días.	149
Tabla 121: Análisis estadístico de regresión para compresión a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.	152
Tabla 122: Análisis estadístico de correlación para compresión a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.	154
Tabla 123: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-02 para 3 días.	156
Tabla 124: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-02 para 7 días.	156

Tabla 125: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-02 para 14 días.	157
Tabla 126: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-02 para 28 días.	157
Tabla 127: Análisis estadístico de regresión para tracción a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.	160
Tabla 128: Análisis estadístico de correlación para tracción a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.	162
Tabla 129: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-02 para 3 días.	164
Tabla 130: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-02 para 7 días.	164
Tabla 131: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-02 para 14 días.	165
Tabla 132: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-02 para 28 días.	165
Tabla 133: Análisis estadístico de regresión para flexión a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.	168
Tabla 134: Análisis estadístico de correlación para flexión a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.	170
Tabla 135: Tabla de resultados.	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de tesis	22
Figura 2: Balanza electrónica	29
Figura 3: Tamizador electrónico	30
Figura 4: Tamices	30
Figura 5: Balanza electrónica	31
Figura 6: Mezcladora de concreto.	31
Figura 7: Maquina de compresión axial.	32
Figura 8: Maquina de flexión.	32
Figura 9: Muestra de concreto fresco “DP-01”	90
Figura 10: Procedimiento para el Ensayo de Cono de Abrams	91
Figura 11: Ensayo de asentamiento muestreo para diseño “DP-01”	92
Figura 12: Ensayo de asentamiento muestreo “DP-02”	92
Figura 13: Esquema de ensayo de flexión de vigas	102
Figura 14: Variación de asentamiento de los diseños y su porcentaje de aditivo ViscoCrete 1110.	107
Figura 15: Recta de regresión lineal de asentamiento con respecto al porcentaje de aditivo.	109
Figura 16: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 3 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	117
Figura 17: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 7 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	118
Figura 18: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 14 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	118
Figura 19: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 3 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	119
Figura 20: Recta de regresión lineal de compresión con respecto al porcentaje de aditivo.	121
Figura 21: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 3 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	130
Figura 22: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 7 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	130

Figura 23: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 14 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	131
Figura 24: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 28 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	131
Figura 25: Recta de regresión lineal de resistencia a la tracción con respecto al porcentaje de aditivo.	133
Figura 26: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 3 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	142
Figura 27: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 7 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	142
Figura 28: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 14 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	143
Figura 29: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 28 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.	143
Figura 30: Recta de regresión lineal de resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de aditivo.	145
Figura 31: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 3 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	150
Figura 32: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 7 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	150
Figura 33: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 14 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	151
Figura 34: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 28 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	151
Figura 35: Recta de regresión lineal de resistencia a la compresión con respecto a la relación agua cemento.	153
Figura 36: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 3 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	158
Figura 37: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 7 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	158
Figura 38: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 14 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	159

Figura 39: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 28 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	159
Figura 40: Recta de regresión lineal de resistencia a la tracción con respecto a la relación agua cemento.	161
Figura 41: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 3 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	166
Figura 42: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 7 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	166
Figura 43: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 14 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	167
Figura 44: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 28 días para diseños con diferente relación agua/cemento.	167
Figura 45: Recta de regresión lineal de resistencia a la flexión con respecto a la relación agua cemento.	169

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental en la cual hemos aplicado la metodología cuantitativa y cuyo nivel de investigación fue correlacional porque se busca relacionar las variables cuantitativas del estudio.

El objetivo del presente estudio fue de establecer una dosificación de la mezcla de concreto con cemento HS incorporando aditivo ViscoCrete 1110 de Sika, para mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

Para el desarrollo de la presente investigación se centró en la elaboración de elementos estructurales verticales como lo son las columnas y placas, por lo que nuestra resistencia de diseño fue de 210 kg/cm^2 , y el método de diseño escogido fue el de *American Concrete Institute* (ACI), los agregados fueron proporcionados por la empresa UNICON.

La metodología empleada fue la de comparación por regresión y correlación, entre las resistencias obtenidas para las diferentes mezclas de concreto con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo ViscoCrete 1110 y el diseño patrón sin incorporación de aditivo, para determinar la influencia del propio aditivo hacia las propiedades del concreto, el resultado de nuestra investigación dictó que, en efecto el aditivo aumenta la resistencia a la compresión, más no a la tracción ni flexión.

Paralelamente, se analizó la resistencia para 02 diferentes relaciones de agua/cemento implementando cemento HS bajo la misma metodología, la cual se obtuvo que la resistencia a la compresión y tracción son afectadas significativamente en base a la relación agua/cemento, siendo la flexión indiferente ante esta regla.

Palabras clave: Diseño de concreto, aditivo plastificante, relación agua/cemento, ensayos de concreto endurecido.

ABSTRACT

The present research work was experimental in which we applied the quantitative methodology and whose level of research was correlational because it seeks to relate the quantitative variables of the study.

The objective of the present study was to establish a dosage of the concrete mix with HS cement incorporating Sika ViscoCrete 1110 additive, to improve the properties of the concrete in a fresh and hardened state.

For the development of this research, he focused on the development of vertical structural elements such as columns and plates, so our design resistance was 210 kg / cm², and the design method chosen was that of the American Concrete Institute (ACI), the aggregates were provided by the UNICON company.

The methodology used was that of comparison by regression and correlation, between the resistance obtained for the different concrete mixtures with 0.3%; 0.5% and 0.7% of ViscoCrete 1110 additive and the standard design without additive incorporation, to determine the influence of the additive itself towards the properties of the concrete, the result of our investigation dictated that, in effect, the additive increases the resistance to compression, but not to traction or flexion.

In parallel, the resistance for 02 different water / cement ratios was analyzed by implementing HS cement under the same methodology, which obtained that the compressive and tensile strengths are significantly affected based on the water / cement ratio, the flexion being indifferent before this rule.

Keywords: Concrete design, plasticizer additive, water / cement ratio, hardened concrete tests.

INTRODUCCIÓN

Basándonos en los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en su última encuesta realizada el año 2017 el distrito de Chorrillos tiene un crecimiento poblacional de 1,01% lo que a futuro se especula aumentará en relación a su población actual teniendo que dar soluciones ingenieriles a las condiciones de atraques concentrado de sulfatos que sufre del distrito por su cercanía al litoral peruano, por ende, planteamos la implementación de cemento HS (*High Sulfates*) para garantizar el mayor tiempo de vida útil de las edificaciones y aumento de calidad de vida de sus habitantes.

El objetivo para esta investigación es determinar la dosificación del concreto con cemento HS y aditivo ViscoCrete 1110 para aumentar su resistencia, siendo los objetivos específicos obtener la dosificación del aditivo para aumentar la trabajabilidad y la resistencia del propio, además de determinar la relación agua cemento ideal, la cual aporte a la resistencia del mismo.

La presente investigación consta de cinco capítulos, los cuales se desglosan en capítulo 1 donde describimos la realidad problemática, planteamos el problema general y los específicos, declaramos los objetivos generales y específicos de nuestra investigación, también explayamos la importancia y justificación del mismo, y concluyendo con las limitaciones que presenta nuestro trabajo.

En el capítulo 2 mostramos el marco teórico, los estudios antecesores referentes a nuestra investigación, las bases teóricas en la cuales nos fundamentamos para la realización, a su vez definimos la terminología especificada del nuestro estudio, formulamos la hipótesis general y específicas, finalmente declaramos las variables de nuestro estudio. Para el capítulo 3, nos centramos en la metodología utilizada en la investigación, su diseño, las técnicas aplicadas en la recolección de datos y el debido procedimiento del análisis. En el siguiente capítulo 4, visualizamos el desarrollo y cálculo de los diferentes resultados, así como la diversidad de ensayos, procesos y de más, para luego analizarlos mediante softwares especializado en estadística, obteniendo una interpretación real de los resultados, contrastaciones y verificación de diferentes hipótesis planteadas para luego finalizar en el capítulo 5, el contiene el desarrollo de las discusiones con otros autores, conclusiones en base a lo demostrado en la investigación y recomendaciones según la experiencia obtenida al realizar nuestro aporte y aplicación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En el distrito de Chorrillos, las edificaciones suelen sufrir deterioro en sus estructuras, esto es debido a la alta presencia de sulfatos los cuales son frecuentes en esta zona de la capital por encontrarse dentro del litoral peruano.

La presencia de sulfatos. afectando químicamente la composición del concreto, así como también la durabilidad del mismo, perdiendo su resistencia inicial esto perjudica notablemente la estabilidad de la estructura lo que conlleva a un mantenimiento costoso para solucionar dicho problema.

El distrito de Chorrillos cuenta con un crecimiento poblacional de 1,01% según la última encuesta del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), por consecuencia se estima que la demanda de construcción aumentará proporcionalmente al crecimiento de la población, siendo estas nuevas construcciones vulnerables a las condiciones del distrito.

Además de los problemas con los sulfatos, en la zona es frecuente encontrar el fenómeno denominado cangrejas, el cual se da cuando la trabajabilidad del concreto es baja, lo cual produce que, al momento del vaciado de concreto, este no llegue a distribuirse correctamente en las zonas con gran cantidad de acero, afectando en el acabado y principalmente, los elementos que ha sufrido dicho fenómeno.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la dosificación del concreto con cemento HS y aditivos ViscoCrete 1110 influye en las propiedades del concreto en estructuras afectadas por sulfatos en Chorrillos?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida la dosificación del aditivo ViscoCrete 1110 influye en la resistencia y trabajabilidad del concreto?
- b) ¿En qué medida la relación agua/cemento influye en la resistencia del concreto para estructuras afectadas por sulfatos?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la dosificación del concreto con concreto HS y aditivo ViscoCrete 1110 para aumentar la resistencia del concreto en estructuras afectadas por sulfatos.

1.3.2 Objetivos específicos

a) Determinar la dosificación del aditivo ViscoCrete 1110 para aumentar la resistencia y trabajabilidad del concreto.

b) Determinar la relación agua/cemento usando cemento HS para aumentar la resistencia del concreto de las estructuras afectadas por sulfatos.

1.4 Importancia y justificación del estudio

1.4.1 Importancia

La importancia de la presente investigación, consiste en solucionar técnicamente a las futuras construcciones que se realizarán en el distrito de Chorrillos, ya que estas estructuras son vulnerables a la alta concentración de sulfatos característico del propio distrito.

Según el último censo nacional, realizado el año 2017 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, el distrito de Chorrillos es uno de los 30 distritos más poblados a nivel nacional. Habiendo un total de 314,241 habitantes para el año 2017. Estas cifras comprenden un gran potencial de desarrollo, tanto urbano, como turístico y económico.

1.4.2 Justificación

La presente investigación, se justifica por los ensayos de compresión, tracción y flexión que realizamos a las mezclas de concreto endurecido utilizando cemento HS y adicionando el aditivo ViscoCrete 1110 con el fin de lograr una óptima dosificación que sea aplicable para las condiciones del distrito de Chorrillos.

Con la mezcla de concreto se logró garantizar una solución a la problemática de concentración de sulfatos en la zona. También, con el diseño de mezcla se dio una solución a la aparición de cangrejeras, las cuales se produce cuando, al preparar la mezcla de concreto, esta no es lo suficientemente fluida perdiendo su propiedad de trabajabilidad. La cual se solucionó aplicando el aditivo “ViscoCrete 1110” el cual tiene propiedades plastificantes lo que permite aumentar la fluidez el concreto a la hora del vaciado.

1.5 Limitaciones

El estudio realizado se aplica para las construcciones de concreto armado ubicados en el distrito de Chorrillos, departamento de Lima. La presente investigación se llevó a cabo en los meses desde Junio hasta Noviembre del 2019, en los cuales se realizaron los diferentes estudios, ensayos, pruebas, análisis, resultados de la investigación y la interpretación de resultados.

Las estaciones climatológicas en las que se realizó nuestra investigación fueron de invierno y primavera. Para el diseño de mezcla se utilizó la temperatura promedio del departamento de Lima. Los ensayos para determinar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido serán los siguientes: Ensayo de Asentamiento (SLUMP), ensayo de compresión, ensayo de tracción y ensayo de flexión. No se consideraron climas extremos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

Las apariciones del ataque de los sulfatos se dan si en la construcción están presentes tres materiales, lo cuales son: cemento Portland, sulfatos solubles y agua. Al juntarse estos tres componentes con la humedad constante permite que los sulfatos reaccionen con el cemento, lo cual implica una expansión de los mismos.

Mayormente los sulfatos solubles se encuentran en los ladrillos de arcilla bajo la forma de sulfato sódico, potásico, magnésico y cálcico. Los ladrillos deberían contar con un porcentaje por debajo del 0,5% de sales para que la construcción no sufra perturbación alguna.

Por lo antes mencionado, podemos deliberar que las obras de albañilería, que cuenten con una prolongación larga a la humedad sufrirán de ataques de sulfatos, sin embargo, cabe mencionar que, si la obra está expuesta a periodos de humedad y sequedad total intercaladamente, este fenómeno no se produce.

Particularmente, las condiciones antes mencionadas para la aparición de ataque de sulfatos en construcciones, se ajustan a las extensiones de terreno que concurren con el mar, aumentando la exposición constante a las sales de mar propias de las olas.

El distrito de Chorrillos, fundado el año de 1688 y conocido como sus filtraciones de agua dulce, es uno de los distritos limeños con concurrencia directa al mar peruano, además de su poca altitud de 43 m.s.n.m. lo hace idóneo para la aparición de sulfatos. Teniendo una humedad propia de la zona podemos aseverar la tendencia alta a que sus construcciones que no hayan sido elaboradas con cemento HS, serán atacadas tarde o temprano por la corrosión.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Investigaciones nacionales

Corcino, V. (2007), El concreto armado con fibras, es el concreto formado por un conglomerado hidráulico, generalmente cemento Portland, áridos finos y gruesos, agua y fibras discontinuas y discretas. La incorporación de fibras de acero, plásticas, cerámicas, naturales, en

materiales compuestos de matriz frágil o cuasi frágil, ha demostrado ser un medio eficaz para mejorar la tenacidad del material, aumentar su resistencia y su capacidad de deformación y controlar el desarrollo y la propagación de fisuras.

La proporción adecuada de estas fibras es la que aporta al concreto un mayor o menor refuerzo, que se traduce en una mejora en sus características de tenacidad, control de fisuración y resistencia a flexotracción. La respuesta mecánica del concreto reforzado con fibras depende de las dimensiones y de la cantidad de fibras incorporada a la matriz. La inclusión de fibras de 25 a 50 mm de longitud, en cantidades menores del 2% en volumen, constituye la aplicación más frecuente en el campo de las estructuras de la ingeniería civil. Para el caso del concreto su aplicación se ha ido consolidando en los últimos tiempos, especialmente en la construcción de pavimentos, estructuras hidráulicas, túneles, tabiques, estructuras lineales y estructuras sometidas a acciones dinámicas.

En este informe se va a tratar exclusivamente de la incorporación de fibras de acero en el concreto, utilizando Cemento Andino Tipo V, los cálculos y resultados serán comparados con resultados obtenidos del concreto patrón (dosificación de fibra de acero 0 kg/cm²).

Las fibras que se utilizaron para este proyecto fueron las que actualmente se encuentran en el mercado nacional, WIRAND y DRAMIX. (Pg, 4).

Castro, F. (2009), La presente tesis se ha realizado con la finalidad de encontrar mayor información de las mejoras que se puede conseguir en el concreto al adicionarle un componente más, como es la Fibra de Polipropileno, el cual es relativamente económico y fácil de emplear, comparándolo con los demás aditivos, que por lo general son más caros y que en muchos casos requieren cuidado en el empleo del concreto.

La principal propiedad del concreto endurecido es la resistencia a la compresión, no obstante, hay otras propiedades que también debemos tener en consideración como son la resistencia a la abrasión, el impacto y la flexión, es así el motivo que en la presente tesis se dio importancia a los ensayos que se referían a estas propiedades en los cuales se buscó comparar los resultados para mezclas sin y con adición de las fibras de Polipropileno.

También se realizaron ensayos del concreto fresco como son el de Fluidez y Exudación para saber cómo se comporta el concreto con adición de las fibras, y también para comparar visualmente las formaciones de grietas de contracción por secado. Se espera que con la elaboración de la presente tesis se contribuya a dar una información más acerca de las propiedades del concreto con adición, a su vez se encuentre muy claros los conceptos y desarrollo en general para que cualquier persona con conocimientos básicos de ingeniería pueda comprenderlo. (Pg. 1).

Peredo, M. (2000), La presente investigación titulada "Estudio del Comportamiento del concreto con Cemento Portland Tipo V y un aditivo retardador de fraguado y reductor de Agua", se basa en análisis de las propiedades del concreto con el aditivo EUCON 537 de la marca BUCO de *The Euclid Chemical Company* y el *Cemento Portland Tipo V*.

Esta investigación se basa en ensayar en laboratorio las propiedades de este concreto con el aditivo correspondiente, tanto en su estado fresco como en su estado endurecido.

Para nuestro análisis se obtuvieron 12 diseños de mezcla, 3 de los cuales corresponden al concreto patrón y el resto con diferentes dosificaciones de aditivo. El rango de asentamiento se mantuvo constante entre 3" y 4" para todos los ensayos. En todos los diseños de mezcla se realizaron ensayos en el concreto fresco como Asentamiento, peso unitario, tiempo de fraguado, exudación y contenido de aire y ensayos del concreto endurecido como

resistencia a la compresión y resistencia a la tracción por compresión diametral. (Pg. 4).

Chacón, M. (2018), El deterioro de estructuras de concreto mediante el ataque químico ha sido un tema de gran impacto a nivel mundial en el rubro de la construcción. La corrosión del concreto por ataques químicos se ha impuesto como uno de los mayores problemas en estructuras de ingeniería, ya que las sustancias químicas se extienden en diferentes medios provocando el deterioro progresivo en el concreto.

La resistencia a la compresión del concreto ha sido considerada como una medida principal respecto a la durabilidad del concreto, pero también la permeabilidad y los ataques químicos influyen en su durabilidad. La corrosión del concreto es frecuente en construcciones marítimas, en cimentaciones de edificaciones, puentes, túneles, etc. Esto se debe a que estas estructuras están en contacto con el suelo, aguas subterráneas y/o napa freática, que por su naturaleza contienen sustancias químicas agresivas biogénicas. (Pg. 3).

Seminario, O (2003), El ataque por sulfatos es actualmente un proceso relativamente complejo, el cual puede envolver determinados procesos secundarios. Sin embargo, las experiencias de laboratorio y obra tienen definitivamente establecido una correlación entre el contenido de C3A (aluminato tricálcico) de un cemento Portland y su susceptibilidad al ataque por sulfato. (Pg. 6)

Sánchez, K (2017), La presente tesis tiene como objeto determinar la influencia de uso del aditivo superplastificante Rheobuild 1000 en la consistencia y resistencia del concreto rheoplástico para $f'c = 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huancayo, 2016.

La finalidad de la investigación es calcular y analizar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, consistencia y resistencia

respectivamente debido a la incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas patrones. El estudio contribuirá a formalizar y mejorar la calidad de producción del concreto en nuestro medio, pues los usuarios tendrán el conocimiento e información necesaria sobre las posibilidades y limitaciones que ofrece el uso del aditivo superplastificante en el concreto. (Pg. 8)

Alfaro, T. & Laura, L, (2014), La presencia de sulfatos más solubles es más perjudicial al concreto. El ataque de sulfatos al concreto tiene lugar cuando la solución de sulfato penetra en el concreto y reacciona químicamente con sus constituyentes, principalmente con la matriz de cemento.

Así pues, los factores que afectan la resistencia a sulfatos del concreto no son solamente aquellos que influyen en la reacción química con la matriz de cemento, sino también aquellos que influyen en la permeabilidad y la calidad total del concreto. (Pg. iv)

2.2.2 Investigaciones internacionales

Garzón W. (2013), El ataque químico al concreto es uno de los factores que más afectan la durabilidad de los concretos. Dentro de estos químicos, uno de los que se considera más perjudicial es el Sulfato de Magnesio. Este afecta directamente al Aluminato Tricálcico presente en el cemento. Esta acción se puede ver incrementada en concretos con mayores contenidos de cemento, y aún más cuando este, se presenta también en los agregados de la mezcla.

Basándose en esta hipótesis, y usando como herramienta las Normas de ensayos de expansión, se realizaron inmersiones de muestras de concreto con agregado reciclado en una solución de sulfato del 5%, teniendo como variables el porcentaje de reemplazo de agregados, la relación agua/material cementante y reemplazo con cenizas volantes, teniendo en cuenta que esta última genera menor permeabilidad en los concretos y mayor resistencia al ataque de los sulfatos. Molinari, M. (2011). Así mismo se produjeron muestras para determinar las

resistencias de cada una de las variables a estudiar, y posteriormente comparar las muestras curadas en la solución de sulfatos con las que se curaron con inmersión en tanque. Producto de estos ensayos se evidenciaron mayores expansiones en las muestras con mayor relación agua/material cementante, pero que en la mayoría de los casos se disminuía con la adición de ceniza volante en la mezcla. Para mezclas con menores relación a/cte. se evidenciaron menores expansiones, pero a su vez menores resistencias y en las muestras con adición de cenizas, menor manejabilidad del concreto. (Pg. 6).

Bernal, J. (2009), El ataque y desintegración del concreto bajo la influencia de sustancias agresivas que se pueden encontrar en forma de líquidos, vapores o materia sólida, es aún en nuestros días un fenómeno no del todo bien entendido. El estudio del deterioro de las estructuras de concreto ha tomado un interés particular a partir de los años cincuenta, situación que puede tener diferentes motivos, de entre los cuales se pueden citar la creciente construcción de estructuras de concreto, la necesidad de reparar lo antes construido, la falla de estructuras en forma prematura, etc. Los daños a los que está expuesta cualquier estructura se pueden clasificar en forma muy general en dos grupos: Daños de carácter mecánico y Daños de carácter químico. Esta clasificación se realiza tomando como referencia la principal influencia de las degradaciones en una estructura, sin embargo, es pertinente tener siempre presente que la relación entre los dos es muy íntima. De los mecanismos de degradación sin lugar a dudas los más complicados por entender son los de carácter químico, debido a que no sólo es necesario entender el comportamiento del concreto como material único, sino también, la relación de éste con el acero que lo refuerza y con los diferentes ambientes a que está sujeto. Importante es señalar que las continuas fallas estructurales encontradas en edificaciones, son provocadas por los altos niveles de salinidad y humedad con los que cuenta el ambiente. Debido a que el concreto tiene poros intercomunicados y

es penetrado por elementos corrosivos como el agua, oxígeno, iones de cloro, dióxido de carbono y otros gases, se produce un contacto con el acero y comienza la corrosión. (Pg. 8).

Castillo, A. (2016), El concreto es el material más utilizado en la construcción, hoy en día se tiene conocimiento para fabricar concretos de altas resistencias a compresión, sin embargo, en muchas ocasiones no cumple con la vida útil para la cual fue diseñado esto debido a diversos problemas que se presentan de acuerdo con las condiciones del sitio donde se construyen.

En los últimos años el término “durabilidad” se ha estado escuchando con mayor frecuencia en las obras de ingeniería civil algunos países industrializados como los EUA, España, Francia, y Japón, el tema de durabilidad se ha tomado muy en serio, por lo cual ya están incluyendo en sus códigos de construcción, recomendaciones para el diseño de estructuras de concreto por durabilidad.

Al inicio de la tesis se abordan las características del concreto mediante las fases por las cuales pasa durante el proceso de fraguado. En el capítulo dos se abordan los factores de deterioro del concreto relacionados a los ataques químicos, así como a los problemas que se tienen por malas prácticas constructivas. (Pg. 9).

Flores, M. (2012), La presente investigación tiene como objetivo principal caracterizar el comportamiento protector de la nanosílice, adicionado a hormigón armado, frente a una solución agresiva constituida por sales conteniendo iones cloruro y sulfato, evaluándose, en el tiempo, el grado de degradación de la armadura y la pérdida de masa del hormigón.

El estudio se iniciará con una revisión bibliográfica para actualizar, por una parte, la información respecto a la naturaleza y propiedades del hormigón y la nanosílice, y por otra parte el efecto del ion cloruro

sobre la armadura metálica y del ion sulfato sobre la pérdida de masa del hormigón.

La parte experimental contempla la simulación en el tiempo, de la acción agresiva de una solución conteniendo los iones cloruro y sulfato sobre probetas de hormigón armado, con especificaciones seleccionadas de la relación agua/cemento y porcentaje de nanosílice agregada.

Los efectos de la acción agresiva de la solución se evaluarán midiendo la difusión del ion Cl^- sobre la masa de hormigón, medida de potencial eléctrico sobre la armadura, el pH de la solución, la pérdida de masa del hormigón y caracterización de las superficies residuales de metal y hormigón, por microscopía electrónica.

Los datos obtenidos se procesarán para establecer conclusiones pertinentes y válidas. (Pg. 10).

De La Cruz, V. & Fernandez O. (1983). Para evitar la rápida hidratación del C3A del Clínter de forma que el fraguado sea normal, se añaden reguladores del fraguado, que forman compuestos insolubles con el C3A recubriendo a éste e impidiendo su hidratación. Los reguladores más empleados suelen ser los sulfatos cálcicos en cualquiera de sus formas. La adición de éstos data de los principios de la fabricación del cemento portland y es atribuida por unos a Scott y por otros a Michaelis. (Pg. III).

2.3 Estructura teórica y científica

2.3.1 Cemento portland

El cemento Portland, es uno de los tipos de cemento hidráulico, que al mezclarse con agua, áridos y fibras de acero se transforma en una masa con capacidades más duraderas y resistencia la cual se conoce como hormigón o cemento.

Por tanto, decir, es el que más se utiliza en la construcción y al ser un tipo de cemento hidráulico, su principal característica es la de fraguar y endurecerse al entrar en contacto con el agua. Como consecuencia de

dicha reacción adquiriremos un inmejorable material con excelentes cualidades aglutinantes.

En la actualidad, existe diferentes tipos de cemento portland, los cuales tienen propiedades específicas para condiciones y/o requerimientos del proyecto a ejecutarse.

- Tipo I: Se utiliza el cemento tradicional, lo obtenemos tras mezclar el Clinker junto con el yeso. Este tipo se utiliza para obras de concreto en general.

- Tipo II: Este cemento es modificado, de tal manera que mejora su resistencia a los sulfatos. Este tipo de cemento es conveniente emplearlo cuando se requiere un tanto calor de hidratación. También tiene la particularidad de alcanzar la resistencia con mayor lentitud a comparación del cemento Portland Tipo I.

Se utiliza frecuentemente en zonas industriales, tubos y alcantarillados.

- Tipo III: Este cemento se caracteriza por alcanzar elevadas resistencias en corto tiempo. Es muy recomendable cuando se necesita alcanzar una resistencia acelerada.

El hormigón Portland realizado con el cemento tipo 3 aumentará increíblemente la resistencia al compararlo con el tipo 1 y el 2. Hay que tener presente que el cemento tipo 3 incrementa la resistencia inicial a niveles muy altos, lo cual se puede aplicar en proyectos donde se necesite recibir cargas lo antes posible.

- Tipo IV: Para este tipo de cemento el calor de hidratación es sumamente bajo. Dicho cemento gana resistencia lentamente. Se utiliza habitualmente en grandes obras, presas y túneles para evitar dilaciones al momento de fraguado.

- Tipo V: También conocido como cemento HS su característica principal de este tipo de cemento es su alta resistencia a la acción de sulfatos, por

lo tanto, se puede emplear en estructuras hidráulicas, plataformas marinas, obras costeras, canales y demás.

Esta resistencia los sulfatos se logra al minimizar el contenido de C_3A .

2.3.2 Agregados

Neville, A. (1995), La resistencia mecánica del cemento endurecido es la propiedad del material que posiblemente resulta más obvia en cuanto a los requisitos para usos estructurales. Por lo tanto, no es sorprendente que las pruebas de resistencia estén indicadas en todas las especificaciones del cemento.

La resistencia de un mortero o concreto depende de la cohesión de la pasta de cemento, de su adhesión a las partículas de los agregados y, en cierto grado, de la resistencia del agregado mismo. Esto último no se considera en esta etapa, y se elimina en las pruebas de la calidad del cemento mediante el empleo de agregados normalizados. (Pg. 11).

Agregado fino

Peredo, M. (2000), Es aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el Tamiz de 3/8" y queda retenido en el Tamiz NOZOO. El más usual de los agregados finos es la arena, definida como el resultante de la desintegración natural de las rocas. (Pg. 4)

Agregado grueso

Peredo, M. (2000), Es aquel que queda retenido en el Tamiz 4 y es proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas. El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso proveniente de la desintegración y abrasión natural de los materiales pétreos. Se le encuentra generalmente en cantera y en lechos de ríos depositada en forma natural. La piedra

chancada o piedra triturada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de las rocas o gravas. (Pg. 4)

2.3.3 Agua

Neville, A. (2013), La influencia vital de la cantidad de agua de la mezcla sobre la resistencia del concreto resultante se considerará en el capítulo 6. Sin embargo, la calidad del agua también desempeña un papel importante: las impurezas del agua pueden interferir con el fraguado del cemento, pueden afectar adversamente la resistencia del concreto o causar manchas en su superficie, y también pueden conducir a la corrosión del refuerzo. Por estas razones, se debería tomar en cuenta la conveniencia del agua para mezclado y los propósitos del curado. Se debe distinguir con claridad entre la calidad del agua de mezclado y el ataque al concreto endurecido por aguas agresivas. En verdad, algunas aguas que afectan adversamente al concreto endurecido pueden ser inofensivas o hasta benéficas al emplearlas en el mezclado. (...)

El agua de mezclado no deberá contener cantidades indeseables de sustancias orgánicas ni constituyentes inorgánicos en proporciones excesivas. No obstante, no existen normas que prescriban explícitamente la calidad del agua de mezclado, en parte porque no se conocen los límites de los constituyentes perjudiciales, pero principalmente por que las restricciones necesarias podrían ser económicamente dañinas. (Pg. 6).

2.3.4 Concreto

Terreros, L. y Carvajal, I. (2016), El concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (Cemento Portland Hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

El concreto es un material compuesto por una mezcla de cemento y agregados inertes que al contacto con el agua endurece después de un cierto tiempo. Los elementos activos del concreto son el agua y el cemento entre los cuales ocurre una reacción química que al fraguar alcanza un estado de gran solidez; los elementos inertes, que son la arena y la grava, forman el esqueleto de la mezcla, ocupando un gran porcentaje del volumen final del producto.

La estructura del concreto está formada por los elementos de mayor tamaño que son visibles al ojo humano (límite de detección del ojo es de 200 μm) llamada Macroestructura y la Microestructura, la cual solo se puede visualizar por medio de una amplificación con microscopio. (Pg. 3).

2.3.5 Aditivos

Sifuentes, J. (2016), Los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0,1% y 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada. Recuperado de <http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/07/aditivos-aspectos-generales.html>. (Pg. 3).

2.3.6 Aditivos superplastificante

Sanchez, K. (2017), Un aditivo superplastificante se caracteriza por su superior capacidad reductora de agua, también por qué en su síntesis pueden modificarse secuencias que permiten modulares propiedades como el mantenimiento de consistencia (persistencia del efecto dispersante), la evolución de resistencia inicial y, lo más importante, adaptar la compatibilidad del aditivo a cada cemento en particular.

Aditivo ViscoCrete 1110 – Sika ®.

Descripción de ficha técnica:

Es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para concretos autocompactantes.

Usos

- Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para el concreto pre-mezclado.
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto comportamiento autocompactante.
- Concreto autocompactante.
- Para concretos bajo agua, sistemas tremie. (la relación agua – material cementante debe ser entre 0,30 a 0,45)
- Concreto para climas cálidos y/o sometidos a trayectos largos o espera antes de su utilización.
- Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%)
- Concreto de alta resistencia.
- Inyección de lechada de cementos con alta fluidez.
- La alta reducción de agua y la excelente fluidez tienen una influencia positiva sobre las aplicaciones antes mencionadas

Características

Sika® ViscoCrete®-1110 PE actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante.
- Alta Impermeabilidad.
- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia).

- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
- A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño) Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
- Reduce la carbonatación del concreto.
- Aumenta la durabilidad del concreto.
- Reduce la exudación y la segregación.
- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Sika ViscoCrete -1110 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

2.3.7 Propiedades del concreto

Las propiedades que veremos a continuación son las más importantes del concreto, separadas en sus 2 estados fundamentales, en estado fresco y endurecido.

Las siguientes propiedades son fundamentales para la asignar la forma de trabajo y el resultado de la mezcla de concreto, además son los que se desarrollarán en la presente investigación.

Trabajabilidad

Húanuco K, (2017), Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian.

Por lo general un concreto es trabajable en la mayoría de circunstancias, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos $\frac{1}{4}$ " sobre el agregado grueso.

El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el "Slump" o asentamiento con el cono de Abrams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, sin embargo, debe tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad, pues es fácilmente demostrable que se pueden obtener concretos con igual slump, pero trabajabilidades notablemente diferentes para las mismas condiciones de trabajo.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa. (Pg. 56-57).

Resistencia del concreto

Húanuco, K. (2017), Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto, pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 kg/cm², habiéndose logrado optimizaciones de diseños sin aditivos que han permitido obtener resistencia sobre 700 kg/cm². (Pg. 30-31)

2.4 Definición de términos básicos

2.4.1 Componentes del cemento Portland

Clinker

Flores, E. (2014). Es un producto de las reacciones físicas y químicas de los componentes calcáreos y arcillosos que están presentes en los crudos que son tratados en los hornos de las fábricas de cemento a temperaturas entre 300 y 2500 grados centígrados. Estos interactúan en el horno rotatorio para dar lugar al clinker, compuesto básico que aporta los llamados compuestos potenciales al cemento conocidos como: silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, ferro aluminato tetracálcico, responsables de las propiedades de resistencia y trabajabilidad del cemento.

El silicato tricálcico de fórmula $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, conocido también en la industria cementera con la abreviación C3S o alita, es la fase principal en la mayoría de los clínkeres Portland y de ella dependen en buena parte las características de desarrollo de resistencia mecánica; el silicato tricálcico endurece más rápidamente y por tanto tiene mayor influencia en el tiempo de fraguado y en la resistencia inicial de los cementos. (Pg. 24).

Yeso

Flores, E. (2014). Es un compuesto que se encuentra en la naturaleza en forma de sulfato de calcio di hidratado, que se adiciona al clinker en

el molino de cemento en un 3 al 4 % en masa. Le confiere al cemento un efecto retardante en las condiciones de fraguado.

El yeso es generalmente agregado al clinker para regular el fraguado. Su presencia hace que el fraguado inicie aproximadamente en 45 minutos. El yeso reacciona con el aluminato tricálcico para formar una sal expansiva llamada etringita. (Pg. 45).

Adición

Alfaro, T. & Laura, L. (2014). Material esencialmente Silicosa, que finamente dividida no posee ninguna propiedad hidráulica, pero posee constituyentes (sílice y/o alúmina) capaces, a la temperatura ordinaria, de fijar el hidróxido de cal para dar compuestos estables con propiedades hidráulicas.

Se pueden usar como aditivos cualquier material que tenga actividad Puzolánico. (Pg. 35).

2.4.2 Sulfatos

Garzón, W. (2013). Los sulfatos son las sales o los ésteres del ácido sulfúrico. Son las sales que provienen de la derivación del ácido sulfúrico y algún radical mineral u orgánico.

Por lo general contienen una unidad básica igual, la cual son los átomos de azufre y de oxígeno.

Son minerales naturales que, junto con los cromatos, volframatos y molibdatos conforman la clase VI de la clasificación mineral.

Estos sulfatos son perjudiciales para las construcciones, ya que acelera el deterioro de las estructuras a nivel químico. (Pg. 45).

2.4.3 Relación agua/cemento

Corcino, V. (2007). La relación agua/cemento se puede definir como la razón entre el contenido efectivo de agua y el contenido de cemento en masa que componen una mezcla de concreto.

Esta relación es fundamental para la realización de mezclas de concreto, de este parámetro depende la trabajabilidad del concreto

en estado fresco, la resistencia y durabilidad que el concreto endurecido puede llegar a soportar, parámetros fundamentales en la construcción. (Pg. 26-27)

2.4.4 Dosificación

Castillo, A. (2016). “La dosificación son las proporciones apropiadas que componen el material que se utiliza para el concreto, con el fin de obtener las características que permitan utilizarlo de manera que asegure su resistencia, durabilidad y adherencia adecuada. De lo contrario, su uso traería serias consecuencias en las construcciones que podrían en peligro la vida de las personas”. (Pg. 29).

2.4.5 Diseño de mezcla

Peredo, M. (2000). La etapa de diseño de mezclas de concreto antes que el fin de un proceso, representa solo el inicio de la búsqueda de la mezcla más adecuada para el caso particular que se aborde y ningún método que se trate teóricamente puede soslayar la prueba definitiva que supone el empleo de los diseños en condiciones reales y su optimización en obra. (Pg. 37).

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan a la hipótesis.

En la figura 1 elaboramos el esquema en los que se basó la investigación.

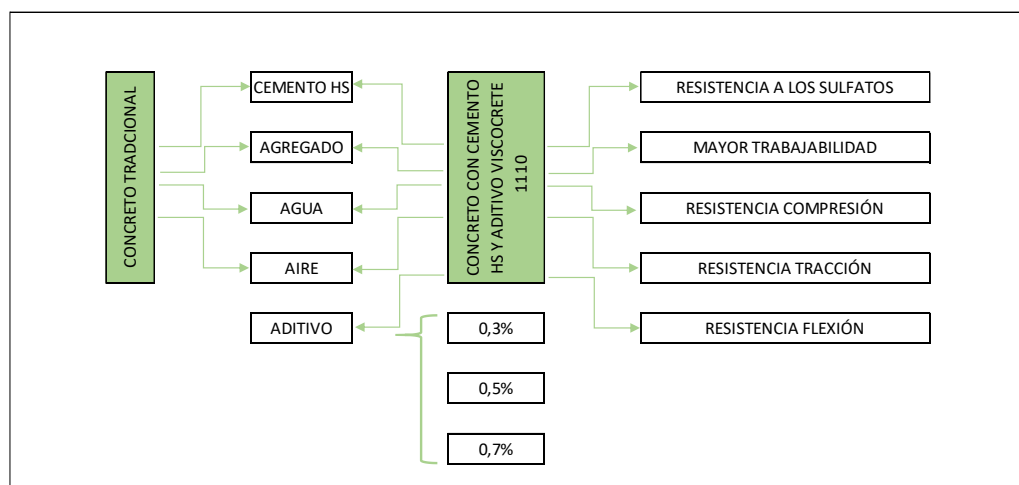


Figura 1: Diagrama de flujo de tesis

Fuente: Elaboración propia

2.6 Hipótesis

2.6.1 Hipótesis general

Al determinar la dosificación del concreto con cemento HS y aditivo ViscoCrete 1110 aumenta la resistencia del concreto en estructuras afectadas por sulfatos.

2.6.2 Hipótesis específicas

Al determinar la dosificación del aditivo ViscoCrete 1110 aumenta la resistencia y la trabajabilidad del concreto.

Al determinar la relación agua/cemento usando cemento HS se aumenta la resistencia del concreto para estructuras afectadas por sulfatos.

2.6.3 Variables

Definición conceptual de las variables

Las variables de estudio, son de tipo cuantitativa continua, ya que los resultados son susceptibles a la medición bajo un sistema establecido, el cual, a su vez, permite una cantidad de resultados muy amplia.

Variables independientes

Dosificación del concreto con cemento HS y aditivo

ViscoCrete 1110

Indicadores:

- Dosificación del aditivo ViscoCrete 1110.
- Relación Agua/Cemento

Variables dependientes

Propiedades del concreto

Indicadores:

- Asentamiento del concreto
- Resistencia del concreto

Operacionalización de las variables

En la tabla 1, mostramos las variables, indicadores, índices e instrumentos y el rol que asumen en nuestra investigación.

Tabla 1: Operacionalización de las variables.

Operación de variables			
Variables	Indicadores	Índices	Instrumentos
Variables Independientes			
Dosificación del concreto con cemento HS y aditivo ViscoCrete 1110	Dosificación del aditivo ViscoCrete 1100	Mezcla prueba - Resultados del ensayo de materiales en laboratorio - Selección de granulometría de agregados finos	- Especificaciones técnicas del fabricante
	Relación agua / Cemento	- Selección de granulometría de agregados gruesos - Relación agua / cemento - Resultados de la prueba de revenimiento (Cono de Abrams) - Resultados de la prueba de compresión de laboratorio	Ensayo de laboratorio y cálculos Norma NTP y ASTM - NTP 400.017
Variables Dependientes	Indicadores	Índices	Instrumentos
Propiedades del concreto	Asentamiento del concreto	Asentamiento del concreto - Trabajabilidad de la mezcla - Evaluación de la temperatura del concreto	Ensayo de laboratorio y cálculos Norma NTP y ASTM - NTP 339.035 Y ASTM C143 - NTP 339.046 Y ASTM C138
	Resistencia del Concreto	Calidad del concreto - Selección del agregado - Resultado de la prueba de resistencia a la compresión - Resultados de la prueba de resistencia a la flexión	Ensayo de laboratorio y cálculos Norma NTP y ASTM - NTP 339.034 y ASTM C39

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo, método y diseño de la investigación

Tipo de investigación

Nuestra investigación es de tipo empírico con enfoque cuantitativa, por lo que busca establecer una relación entre la variable independiente, diseño de mezcla y la variable dependiente que son las propiedades mecánicas del concreto, en específico la resistencia.

A su vez, la investigación es descriptiva porque el problema a resolver se puede describir para cuantificar los resultados por medio de tablas, diagramas, gráficos comparaciones, líneas de tendencia los cuales fueron facilitadores para solucionar el problema.

Nivel de investigación

La siguiente investigación es de nivel conformidad según Caballero Romero, ya que, de manera cuantitativa, busca da una relación entre la dosificación de concreto con cemento HS incluyendo el aditivo ViscoCrete 1110 y su comportamiento con las propiedades mecánicas del concreto para la construcción de viviendas en el distrito de Chorrillos, el cual, por su cercanía al litoral peruano, posee una alta concentración de sulfatos, afectando a las construcciones que utilizan el concreto tradicional (Portland Tipo I).

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo longitudinal predictivo, esto responde a la necesidad de ensayar diversos tipos de diseño de concreto con diferentes grados en porcentaje de aditivo ViscoCrete 1110 el cual es un aditivo superplastificante de tercera generación (0,3%, 0,5% y 0,7%), se escogió el diseño que nos brindó el resultado más óptimo, según las necesidades del distrito de Chorrillos.

Metodología de la investigación

El método de investigación tiene enfoques cuantitativos como cualitativos, por lo que es una investigación combinada.

Los enfoques cuantitativos son debido a que se utilizó formulas, cálculos estadísticos, cuadros diagramales, gráficos para comprobar las hipótesis planteadas.

3.2 Población y muestra

El universo de la investigación, son las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, el cual, debido a su gran complejidad y diferentes usos es muy complicado de estudiar, por lo que hemos optado por estudiar un sector más específico de las propiedades físicas del concreto de su relación con las dosificaciones de concreto utilizando cemento HS, adicionando el aditivo ViscoCrete 1110 producido por Sika.

Nuestro tamaño muestral está determinado por diversas mezclas de dosificaciones utilizando aditivo plastificante ViscoCrete 1110 en diferentes porcentajes.

Los ensayos se realizarán utilizando cemento HS y añadiendo aditivo plastificante en los siguientes porcentajes con respecto al peso del cemento: 0,3%, 0,5% y 0,7%. Dichos diseños se realizarán por el método de diseño: ACI, se ensayaron 3 probetas para resistencia para la edad de 3, 7, 14 y 28 días. Las probetas son cilíndricas de dimensiones siguientes: Diámetro: 4 plg. (10 cm.) y altura: 8 plg (20 cm). La cantidad de ensayos se detallan en las tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2: Tabla de número de diseños de mezcla con y sin aditivo ViscoCrete 1110.

Diseños de Mezcla	Relación agua/cemento	
	0,58	0,64
Sin Aditivo	1	1
Con 0,3% aditivo ViscoCrete 1110	1	0
Con 0,5% aditivo ViscoCrete 1110	1	0
Con 0,7% aditivo ViscoCrete 1110	1	0

→ 5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Cantidad total de ensayos por diseño de prueba por resistencia a 3, 7, 14 y 28 días.

Edades (Días)	Ensayos			
	3	7	14	28

→ 4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Cantidad total de ensayos para los diferentes diseños de mezcla de concreto con cemento HS, 0,3, 0,5 y 0,7% de aditivo ViscoCrete.

Tipo de ensayo	Cantidad por Diseño	Diseños	Parcial
Probetas Cilíndricas	6	9	54
Vigas por Flexión	4	9	36
		TOTAL	90

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Tipos de técnicas e instrumentos

Las recolecciones de datos se realizaron mediante ensayo de comprobación de propiedades físicas del concreto en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Ricardo Palma.

Los instrumentos fundamentales para nuestra investigación fueron los siguientes:

- NTP 339.034:2015 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición.
- NTP 339.035:2015 CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4ª Edición.
- NTP 339.036:2017 CONCRETO. Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco. 4ª Edición.
- NTP 339.046:2008 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto 2ª Edición.
- NTP 339.078:2012 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 3ª Edición.
- NTP 339.084:2012 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

3.3.2 Procedimientos para la recolección de datos

✓ Ensayo de consistencia del concreto (SLUMP):

Procedimiento: Se colocó la plancha metálica en una superficie horizontal, posteriormente el cono de Abram es situado sobre la plancha de manera que la base mayor del cono esté en contacto con la plancha.

Una vez colocado el cono correctamente, se procedió a verter la mezcla de concreto con la primera capa, la cual comprende hasta llenar $1/3$ del cono, una vez llenado hasta dicha medida, se procede a realizar 25 compactaciones con la varilla (las compactaciones se realizan hundiendo la varilla en la mezcla con una velocidad constante y sin llegar a la base de la plancha).

Terminado con la primera capa, seguimos a hacer el llenado con la segunda y tercera capa, siendo esta última llenada de manera que exceda el volumen del cono para poder enrazar el material excedente con la espátula.

Finalmente, el cono de Abrams se retira y colocó de sentido contrario (con la base menor en la plancha metálica) al lado del montículo de mezcla generado anteriormente y se midió el asentamiento que ha sufrido la mezcla de concreto.

✓ Ensayo de resistencia a la compresión:

Procedimiento: Una vez terminado el curado de 28 días de la probeta a ensayar, se procedió a secar la probeta, tomar las medidas de diámetro, altura, peso.

Se colocó en la probeta en las bases de neopreno y se coloca la probeta dentro de la máquina de compresión la cual se encargará de llevar a la probeta hasta su estado límite de resistencia.

Se tomó el dato de la resistencia máxima que soporto el espécimen.

✓ Ensayo de resistencia a la tracción indirecta:

Procedimiento: Se toman datos de las medidas del espécimen a ensayar.

Se dibuja una línea diametral en el espécimen.

Se alinea el espécimen con el punto de aplicación de la fuerza de la prensa hidráulica, la cual se encarga de ejercer la presión suficiente para llevar a la rotura del espécimen.

Finamente, se tomó el dato del esfuerzo máximo soportado por el espécimen.

✓ Ensayo de resistencia a la flexión:

Procedimiento: Se toma el dato de dimensiones de la viga a ensayar.

Se colocó nuestro espécimen en la máquina de flexión hidráulica, la cual se encargó de someter al espécimen a fuerzas de flexión.

Finalmente, registró el dato del esfuerzo máximo soportado por la viga.

3.3.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos

En las figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 mostramos lo elementos empleados.

- a) Equipo : Balanza electrónica
- Marca : OHAUS
- Modelo : Adventurer Pro – AV8101
- Tipo : Electrónica
- Capacidad : 8100 gr.
- Condiciones : Optimas



Figura 2: Balanza electrónica

Fuente: Elaboración propia

- b) Equipo : Tamizador electrónico
Marca : SOIL TEST
Modelo : 80-0445/06
Condiciones : Optimas



Figura 3: Tamizador electrónico

Fuente: Elaboración propia

- c) Equipo : Tamices
Marca : U. S. A. SIEVE ASTM E-11
Condiciones : Optimas



Figura 4: Tamices

Fuente: Elaboración propia

- d) Equipo : Balanza electrónica
Marca : FERTON
Tipo : Electrónica
Capacidad : 150 kg.
Condiciones : Óptimas



Figura 5: Balanza electrónica
Fuente: Elaboración propia

- e) Equipo : Mezcladora de concreto
Tipo : Electrónica
Condiciones : Óptimas



Figura 6: Mezcladora de concreto.
Fuente: Elaboración propia

f) Equipo: Maquina de compresión axial electro-hidráulica digital

Marca : ELE-INTERNACIONAL

Modelo : 37-5574/06

Tipo : Mecánica – digital

Condiciones : Óptimas



Figura 7: Maquina de compresión axial.

Fuente: Elaboración propia

g) Equipo : Maquina de Flexión

Marca : TECNOTEST

Modelo : Moderno

Tipo : Mecánica

Condiciones : Óptimas



Figura 8: Maquina de flexión.

Fuente: Elaboración propia

3.4 Descripción de procedimientos y análisis de la información

- ✓ Se realizaron diferentes diseños de mezcla utilizando cemento tipo HS y aditivo ViscoCrete 1110 para el distrito de Chorrillos.
- ✓ Una vez terminado los ensayos para 3, 7, 14 y 28 días tomamos registro de cada una de las resistencias, a través de un formato por cada ensayo.
- ✓ Teniendo los resultados de los diferentes diseños de mezclas los procesamos los datos con los programas de ofimática Microsoft Word y Microsoft Excel.
- ✓ Se compararon las resistencias de cada uno de los diseños mediante tablas dinámicas para obtener la dosificación más óptima.
- ✓ Se analizaron los datos de asentamiento, compresión, tracción, flexión según las variables independientes: porcentaje de aditivo plastificante ViscoCrete 1110 y relación agua/cemento utilizando cemento HS con el software especializado en estadística IBM SPSS Statistics 25.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Característica de los agregados

4.1.1 Propiedades del agregado fino

- **Granulometría del agregado fino.**

Este ensayo de laboratorio tiene por finalidad determinar la distribución de tamaños en la composición de los agregados, tanto como para finos, como para gruesos, de un material por medio de tamices; los cuales poseen diversos tamaños de aberturas. (Ver tabla 5)

La composición del agregado debe cumplir la Norma Técnica Peruana 400.37, la mencionada norma establece los límites de las partículas del agregado para las siguientes mallas 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.

Tabla 5: Especificaciones de agregados finos por tamices


Agregado Fino		
NTP 400.012		
Abertura	N° de malla en pulg.	Porcentaje que pasa
9.5 mm	3/8"	100
4.75 mm	N° 4	95 - 100
2.36 mm	N° 8	80 - 100
1.18 mm	N° 16	50 - 85
600um	N° 30	25 - 60
300um	N° 50	10 - 30
150um	N° 100	2 - 10

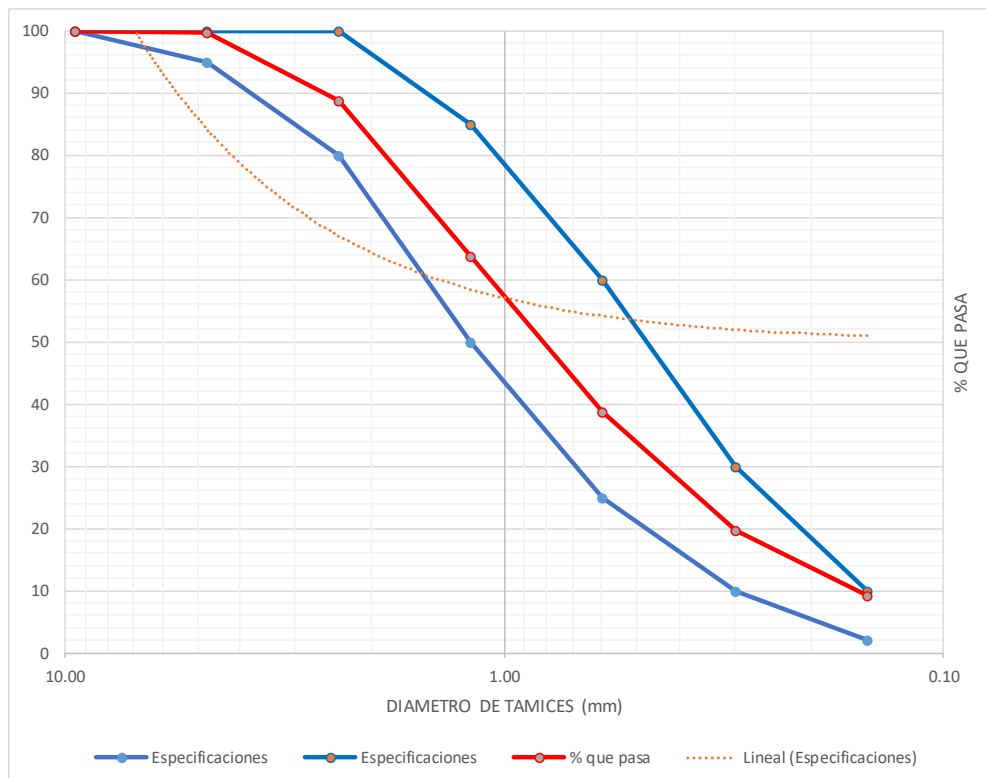
Fuente: NTP 400.037

Para nuestra investigación realizamos tres (03) ensayos granulométricos como dicta la NTP 400.10 para determinar las características del agregado fino (Ver tabla 6, 7 y 8).

Utilizamos la normativa NTP 400.012 para el procedimiento del ensayo, así como también requisitos, materiales y equipos.


Tabla 6: Análisis granulométrico del agregado fino – F-01

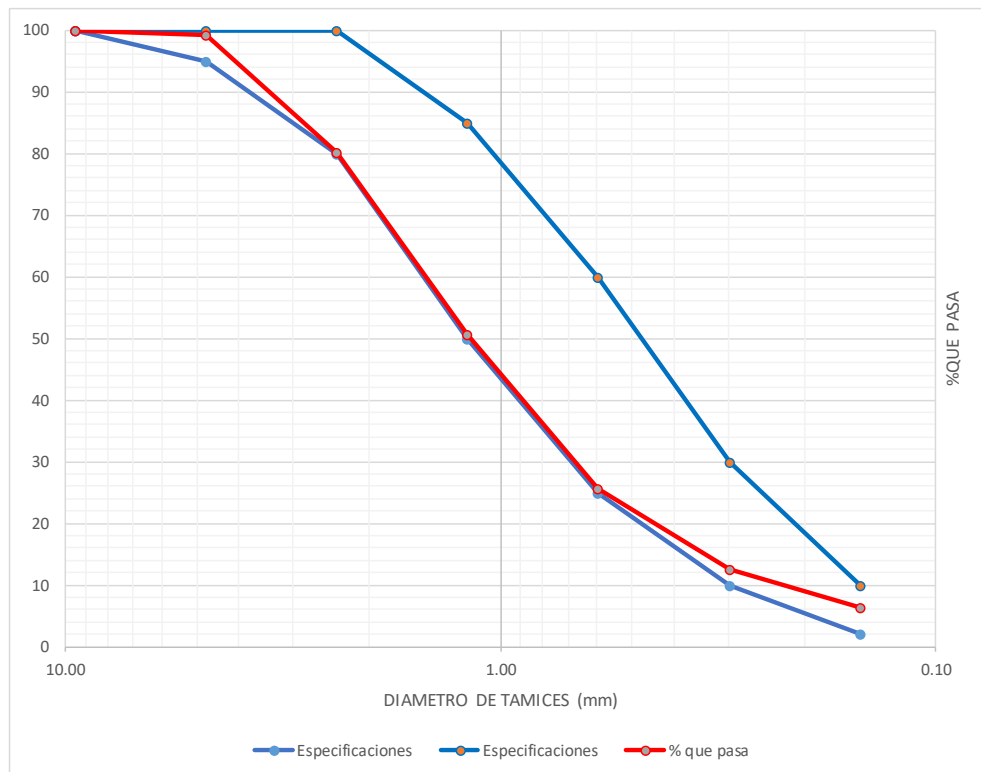
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F-01					
TESISTAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN Y ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER			
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	125.8	25	61	39	25	60
N° 50	95	19	80	20	10	30
N° 100	52.3	10	91	9	2	10
Fondo	45.8	9	100	0		
Total	500	100				
			mf :	2.81		



Fuente: Elaboración propia.


Tabla 7: Análisis granulométrico del agregado fino – F-02

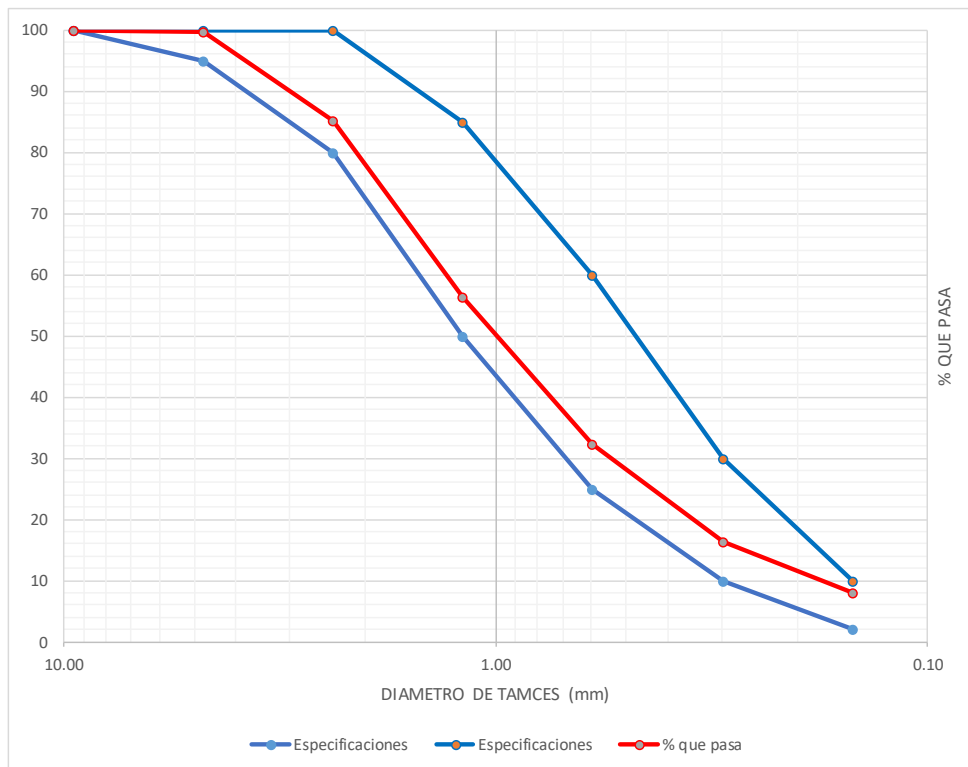
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F-02					
TESISTAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN Y ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	4.2	1	1	99	95	100
N° 8	94.6	19	20	80	80	100
N° 16	148.5	30	49	51	50	85
N° 30	124.5	25	74	26	25	60
N° 50	65.2	13	87	13	10	30
N° 100	31.4	6	94	6	2	10
Fondo	31.6	6	100	0		
Total	500	100				
			mf :	3.26		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Análisis granulométrico del agregado fino – F-03

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F-03					
TESISTAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN Y ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.	HECHO POR	ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER			
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.

- **Módulo de finura del agregado fino**


Su definición puede resumirse en la sumatoria de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas cuya abertura sea el doble, en tamaño, de la precedente, dividido entre 100.

ASTM No 100, 50, 30, 16, 8, 4 y 3/8", hasta la malla de tamaño más grande según la norma NTP 400.011.

En la tabla 9 podemos ver el resultado del análisis granulométrico del agregado fino.

$$MF = \frac{\sum \% \text{ ret. acum. en las mallas } 3/8", N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100}{100}$$

Tabla 9: Promedio de módulo de finura del agregado fino

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO			
DESCRIPCIÓN	A GREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012	
PROCEDENCIA	UNICON	FECHA	: 05/08/19	
NOMBRE	MF PROMEDIO	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER	
RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - FINO				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf PROMEDIO
	F1	F2	F3	
MÓDULO DE FINURA	2.81	3.26	3.02	3.03

Fuente: Elaboración propia.

- **Peso unitario del agregado fino**

Santa Cruz, N. (2001). Es el peso del agregado por unidad de volumen.

Este peso es variable dependiendo del grado de compacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado. Es necesario conocer el peso unitario para calcular la

cantidad de vacíos en el agregado, las proporciones del agregado y las conversiones de volumen a peso y viceversa.

En las tablas 10, 11 y 12 podemos observar los resultados realizados para cada muestra.

- **Peso unitario suelto (PUS)**

Se denomina PUS al ensayo cuando el molde de compactación es llenado con el material de muestra desde un cucharón hasta rebosar el molde, descargando el agregado hasta una altura de 50 mm por encima de la parte extrema superior del recipiente, sin compactar.

La muestra es enrazada superficialmente con una varilla de acero de 5/8", sobre el material excedente.

Luego se registra el peso del molde, incluyendo la muestra para determinar el peso neto de la misma


- **Peso unitario compactado (PUC)**

Se denomina PUC cuando la muestra es vertida por 3 capas, las cuales son compactada con la varilla de 5/8" siendo apisonadas con 25 golpes por cada capa. Cada capa representa 1/3 del molde, en el caso de haber rebose se enrasa y elimina el material excedente

- **Factor de calibración**


Es el cociente de dividir el peso específico del agua (1000 kg/cm³) entre el peso del agua que contenida en el recipiente.

Tabla 10: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino F-01

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F-01		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 15/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO UNITARIO SUELTO - F-01			
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 - F-01			
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.

Tabla 11: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino F-02

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F-02		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 15/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO UNITARIO SUELTO - F-02			
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 - F-02			
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.


Tabla 12: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino F-03

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F-03			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 15/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
3PESO UNITARIO SUELTO - F-03			
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 - F-03			
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 tabla 13 elaboramos un resumen del peso unitario suelto y compactado sobre el agregado fino, realizamos el promedio simple de las 3 muestras ensayadas.

Tabla 13: Promedio del peso unitario 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	: 15/08/19		
NOMBRE	: PUS Y PUC PROMEDIO		HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER		
RESUMEN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - FINO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F-01	F-02	F-03		
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	927.01	978.10	927.01	944	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1145.99	1143.88	1124.09	1138	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

- **Peso específico del agregado fino**

Es la relación del peso existente entre las partículas del agregado fino y el peso de un volumen igual, pero en agua.

Para la normativa NTP 400.22 debemos determinar el peso específico, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción del agregado pasada las 24 horas sumergido en agua.


- **Porcentaje de absorción del agregado fino**

Nos ayuda a identificar la calidad de los agregados, ya que, es inversamente proporcional a la durabilidad, resistencia, módulo de elasticidad. Estas propiedades se reflejan en el concreto el cual forman parte.

“Los valores usuales para agregados normales son del 1 al 5 %.”
Garay, P & Quispe, C. (2016).


Las tablas 14, 15 y 16, relejan los resultados de los ensayos realizados por cada muestra de agregado fino.

Tabla 14: Peso específico y absorción del agregado fino F-01

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F-01	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F-01			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		959.10	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 ESPECIFICO DE MASA (G):			
$\frac{A}{V - W}$		2.59	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
$\frac{500}{V - W}$		2.62	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$		2.67	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$\frac{(500 - A)}{A} \times 100$		1.05	%


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: Peso específico y absorción del agregado fino F-02

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F-02	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F-02			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		955.60	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 ESPECIFICO DE MASA (G):			
$\frac{A}{V - W}$		2.54	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
$\frac{500}{V - W}$		2.57	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$		2.62	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$\frac{(500 - A)}{A} \times 100$		1.21	%

Fuente: Elaboración propia.


Tabla 16: Peso específico y absorción del agregado fino F-03

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F-03	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F-03			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		955.50	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 ESPECIFICO DE MASA (G):			
$\frac{A}{V - W}$		2.56	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
$\frac{500}{V - W}$		2.57	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$		2.59	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$\frac{(500 - A)}{A} \times 100$		0.54	%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17 se presenta el resumen de las 3 muestras de los ensayos de peso específico y absorción del agregado fino, trabajando con el promedio simple.

Tabla 17: Promedio del peso específico y absorción del agregado fino

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: A GREGADO FINO			NORMA	: NTP 400.022	
PROCEDENCIA	: UNICON			FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE	: PE Y A. PROMEDIO			HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER	
RESUMEN PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN - FINO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F-01	F-02	F-03		
PESO ESPECÍFICO DE MASA	G	2.59	2.54	2.56	2.56	g/cm ³
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	G _{sss}	2.62	2.57	2.57	2.59	g/cm ³
PESO ESPECÍFICO APARENTE	G _a	2.67	2.62	2.59	2.63	g/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	1.05	1.21	0.54	0.94	%

Fuente: Elaboración propia.


- **Contenido de humedad del agregado fino**

Cada agregado de por sí cuenta con humedad, esto se debe al intemperismo, además de los factores climatológicos de la zona, entre otros.

Es de suma importancia para la correcta cantidad de agua final de la mezcla de concreto.


En las tablas 18, 19 y 20 podemos ver los resultados de los ensayos realizados a las 03 muestras del agregado fino.

Tabla 18: Contenido de humedad del agregado fino F-01

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTNIDO DEHUMEDAD DEL AGREGADO FINO F-01		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F-01			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA TARA		183.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		683.00	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		674.80	g
MUESTRA SECA	B	491.80	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	8.20	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.67	%
$\frac{(A - B)}{B} \times 100$		HUMEDAD	
		1.67	%


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Contenido de humedad del agregado fino F-02

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTNIDO DEHUMEDAD DEL AGREGADO FINO F-02		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F-02			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA TARA		228.80	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		728.80	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		721.10	g
MUESTRA SECA	B	492.30	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	7.70	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.56	%
$\frac{(A - B)}{B} \times 100$		HUMEDAD	
		1.56	%

Fuente: Elaboración propia.


Tabla 20: Contenido de humedad del agregado fino F-03

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTNIDO DEHUMEDAD DEL AGREGADO FINO F-03		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F-03			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA TARA		221.80	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		721.80	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		713.30	g
MUESTRA SECA	B	491.50	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	8.50	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.73	%
$\frac{(A - B)}{B} \times 100$		HUMEDAD	
		1.73	%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21 se muestra el resumen de los 3 ensayos de contenido de humedad de los agregados finos.

Tabla 21: Promedio del contenido de humedad del agregado fino

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO		NORMA	: NTP 339.185		
PROCEDENCIA	: UNICON		FECHA	: 01/08/19		
NOMBRE	: HUMEDAD PROMEDIO		HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER		
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO - GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F-01	F-02	F-03		
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.67	1.56	1.73	1.65	%


Fuente: Elaboración propia.

- **Material que pasa por la malla #200 del agregado fino**

El contenido pasante a la malla 200, contribuye con la adherencia del agregado y la pasta, aunque, esta adherencia se también percute en la resistencia por lo que Carbajal, P. afirma que el valor recomendado para el material pasante a la malla #200 debe encontrarse en el rango de 3% a 5%, siendo estos límites los recomendados para una mezcla de cemento óptimo. También afirma que valores hasta el orden de 7% no afectaría negativamente a la mezcla, siempre y cuando se mejore la relación agua/cemento y la granulometría (2005, pg. 62).


A continuación, se presentan las tablas 22, 23 y 24 en las que se muestran los resultados obtenidos por cada muestra.

Tabla 22: Material que pasa la malla N° 200 del agregado fino F-01

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 DEL AGREGADO FINO F-01		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.18
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 F-01			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADO Y SECADA	B	466.00	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	(A-B)	34.00	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	R	6.80	%
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block; margin-right: 20px;"> $R = \frac{(A - B)}{A} \times 100$ </div> 6.80 %			


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Material que pasa la malla N° 200 del agregado fino F-02

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 DEL AGREGADO FINO F-02		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.18
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 F-02			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADO Y SECADA	B	442.50	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	(A-B)	57.50	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	R	11.50	%
$R = \frac{(A - B)}{A} \times 100$		11.50	%

Fuente: Elaboración propia.


Tabla 24: Material que pasa la malla N° 200 del agregado fino F-03

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 DEL AGREGADO FINO F-03		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.18
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 F-03			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	500.00	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADO Y SECADA	B	477.00	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	(A-B)	23.00	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	R	4.60	%
$R = \frac{(A - B)}{A} \times 100$		4.60	%

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 25, se muestra el resumen de los ensayos de porcentaje de material que pasa la malla N° 200, realizados a 3 muestras de agregado fino para analizar sus resultados.

Tabla 25: Promedio del porcentaje de material que pasa la malla N° 200 del agregado fino.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO				
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO FINO		NORMA	: NTP 400.18	
PROCEDENCIA	: UNICON		FECHA	: 01/08/19	
NOMBRE	: MALLA #200 - PROMEDIO		HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMIÁN ALEXANDER	
MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 PROMEDIO - FINO					
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
	F-01	F-02	F-03		
MALLA #200	6.80	11.50	4.60	7.63	%

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Propiedades del agregado grueso

- **Granulometría del agregado grueso.**

Es el agregado retenido a partir del tamiz N° 4. El material debe provenir de la trituración y clasificación por medio de una chancadora, el cual cumple con la normativa NTP 400.037.

En la siguiente tabla 26 podemos apreciar los requisitos de la granulometría según el tamaño máximo nominal del agregado grueso.


Tabla 26: Requisitos granulométricos del agregado grueso

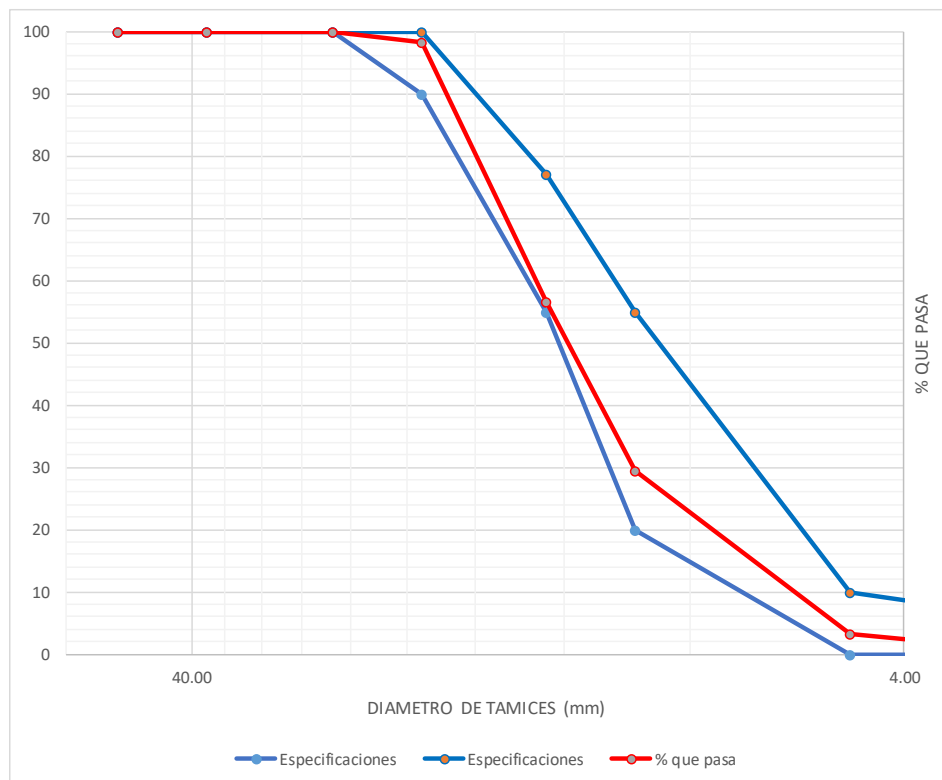
HUSO	TAMAÑO MÁXIMO MONIMAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 ½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 ½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 ½ in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 ½ a 1 ½ in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 ½ a 1 ½ in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 ½ a ¾ in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a ½ in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a ¾ in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (¾ a ¾ in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (¾ in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (½ in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (¾ in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (¾ in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

En las tablas 27, 28 y 29 se muestra los resultados de los ensayos realizados por cada muestra.


Tabla 27: Análisis granulométrico del agregado grueso G-01

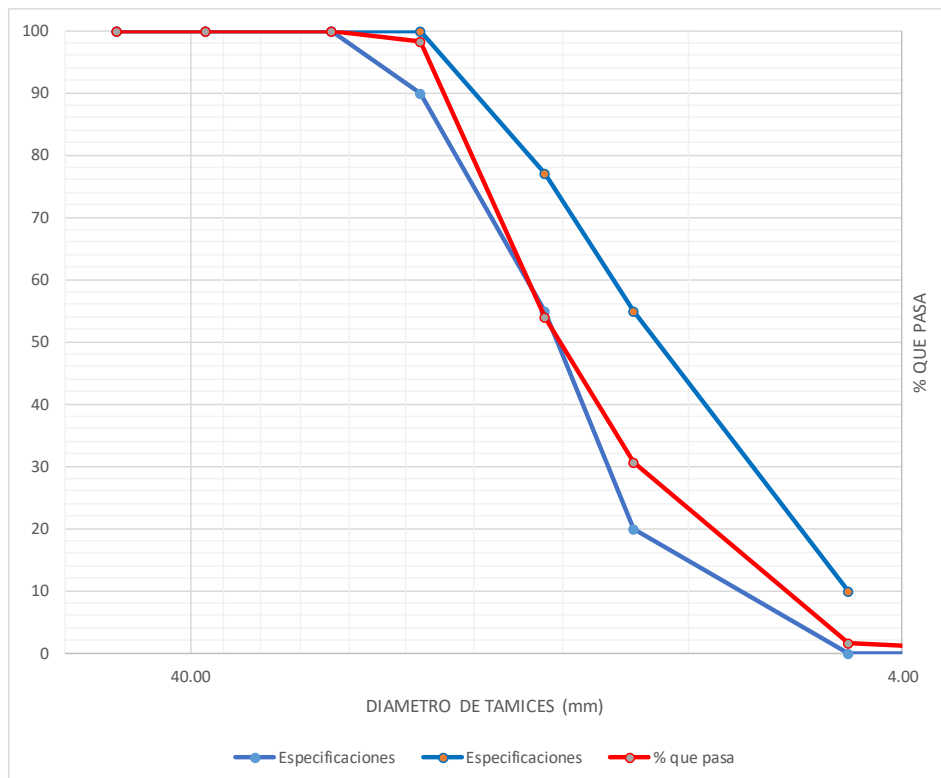
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G-01					
TESISTAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN Y ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN			
PESO DE MUESTRA	: 12000 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	220	2	2	98	90	100
1/2"	5000	42	44	57	55	77
3/8"	3260	27	71	29	20	55
N° 4	3120	26	97	3	0	10
Fondo	400	3	100	0	0	5
Total	12000	100				
			mf :	6.69		



Fuente: Elaboración propia.


Tabla 28: Análisis granulométrico del agregado grueso G-02

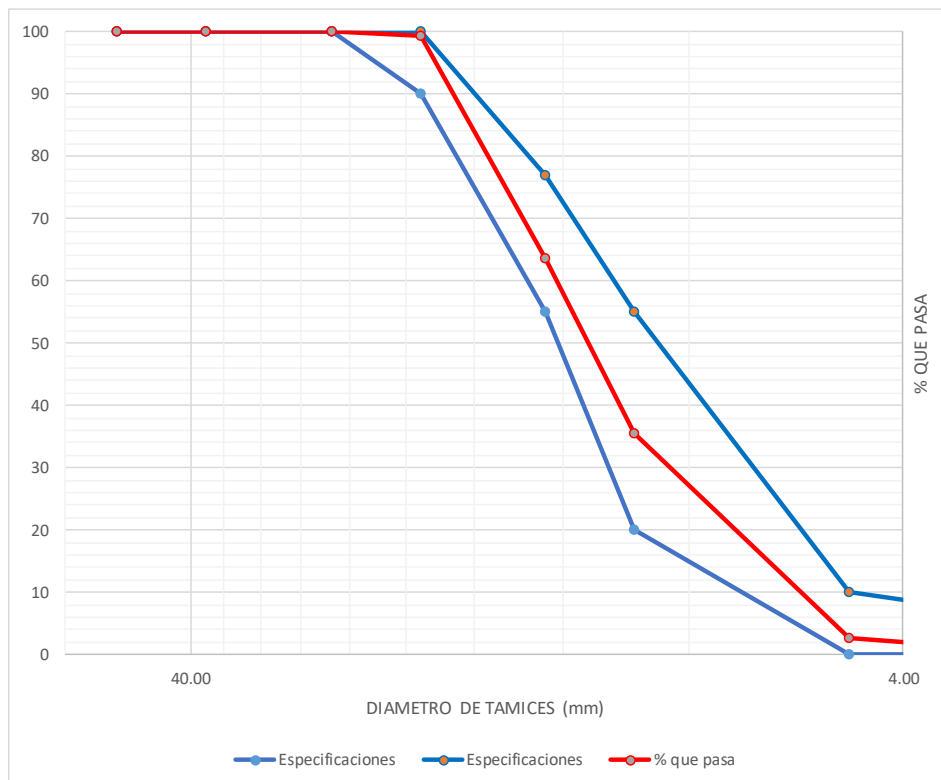
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G-02					
TESISTAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN Y ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN			
PESO DE MUESTRA	: 12000 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	220	2	2	98	90	100
1/2"	5300	44	46	54	55	77
3/8"	2800	23	69	31	20	55
N° 4	3480	29	98	2	0	10
Fondo	200	2	100	0	0	5
Total	12000	100				
			mf :	6.70		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Análisis granulométrico del agregado grueso G-03


	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G-03					
TESISTAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN Y ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN			
PESO DE MUESTRA	: 12000 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	80	1	1	99	90	100
1/2"	4280	36	36	64	55	77
3/8"	3380	28	65	36	20	55
N° 4	3940	33	97	3	0	10
Fondo	320	3	100	0	0	5
Total	12000	100				
			mf :	6.63		



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 30, mostramos el resumen de los resultados de los ensayos granulométricos del agregado grueso.

Tabla 30: Promedio de modulo de finura del agregado grueso

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO			
DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.012	
PROCEDENCIA	UNICON	FECHA	: 05/08/19	
		HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN	
NOMBRE	MF PROMEDIO		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER	
RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - GRUESO				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf
	G-01	G-02	G-03	PROMEDIO
MÓDULO DE FINURA	6.69	6.70	6.63	6.67


Fuente: Elaboración propia.

- **Peso unitario del agregado fino**

El procedimiento para este ensayo es análogo al del ensayo para agregado fino, con la diferencia que el volumen del molde es de $\frac{1}{2}$ de 1 pies³. Burgos, P. (2012).


Para las tablas 31, 32 y 33 resumimos los ensayos de peso unitario por cada muestra de agregado grueso.

Tabla 31: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso G-01

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO G-01		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 25/07/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO UNITARIO SUELTO - G-01			
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 - G-01			
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 32: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso G-02

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO G-02		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 25/07/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO UNITARIO SUELTO - G-02			
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 - G-02			
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

Fuente: Elaboración propia.


Tabla 33: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso G-03

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO G-03			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 25/07/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO UNITARIO SUELTO - G-03			
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 - G-03			
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.

Mostramos en la tabla 34 un resumen de los resultados de los ensayos de peso unitario del agregado grueso.

Tabla 34: Promedio del peso unitario del agregado grueso.

	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	: 25/07/19		
NOMBRE	: PUS Y PUC PROMEDIO		HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER		
RESUMEN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G-01	G-02	G-03		
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1557.25	1536.23	1552.17	1549	Kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1647.83	1631.16	1639.13	1639	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.


- **Peso específico y absorción del agregado grueso**

López, R. (2000). El peso específico de los agregados, que se expresa también como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados correspondan a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales. (Pg. 63).

Burgos, P. (2012). El porcentaje de absorción de un agregado es la cantidad de agua que tienen los poros libres (abiertos) de los agregados y esto se obtiene saturando el material. La absorción total ocurre cuando el agregado alcanza el estado de saturado superficialmente seco. (Pg. 37).


En las tablas 35, 36 y 37 presentamos los ensayos de peso específico y absorción del agregado grueso que describió el agregado grueso ensayado.

Tabla 35: Peso específico y absorción del agregado grueso G-01

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G-01			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 5000 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G-01			
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):			
	$\frac{A}{B - C}$	2.70	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
	$\frac{B}{B - C}$	2.72	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
	$\frac{A}{A - C}$	2.76	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
	$\frac{B - A}{A} \times 100$	0.81	%


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36: Peso específico y absorción del agregado grueso G-02

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G-02	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 5000 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G-02			
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):			
$\frac{A}{B - C}$		2.71	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
$\frac{B}{B - C}$		2.72	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
$\frac{A}{A - C}$		2.74	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$\frac{B - A}{A} \times 100$		0.40	%

Fuente: Elaboración propia.


Tabla 37: Peso específico y absorción del agregado grueso G-03

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G-03	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 5000 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G-02			
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):			
$\frac{A}{B - C}$		2.71	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})			
$\frac{B}{B - C}$		2.72	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)			
$\frac{A}{A - C}$		2.75	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$\frac{B - A}{A} \times 100$		0.60	%

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 38, se muestra el resumen de los 3 ensayos de peso específico y absorción realizados.

Tabla 38: Promedio del peso específico y absorción del agregado grueso

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO		NORMA	: NTP 400.022		
PROCEDENCIA	: UNICON		FECHA	: 06/08/19		
NOMBRE	: PE Y A. PROMEDIO		HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER		
RESUMEN PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN - GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G-01	G-02	G-03		
PESO ESPECIFICO DE MASA	G	2.70	2.71	2.71	2.71	g/cm ³
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	G _{sss}	2.72	2.72	2.72	2.72	g/cm ³
PESO ESPECÍFICO APARENTE	G _a	2.76	2.74	2.75	2.75	g/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	0.81	0.40	0.60	0.60	%


Fuente: Elaboración propia.

- **Contenido de humedad del agregado grueso**

Es la cantidad de agua que permanece, por estado natural, en las partículas de agregados, esta propiedad afecta considerablemente en el diseño de mezcla, al igual que la absorción para corregir el agua efectiva de la mezcla.


En las tablas 39, 40 y 41 mostramos los resultados obtenidos en los ensayos de humedad.

Tabla 39: Contenido de humedad del agregado grueso G-01

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTNIDO DEHUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO G-01		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G-01			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA TARA		180.60	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		2680.60	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		2669.60	g
MUESTRA SECA	B	2489.00	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	11.00	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.44	%
$\frac{(A - B)}{B} \times 100$		HUMEDAD	
		0.44	%


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40: Contenido de humedad del agregado grueso G-02

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTNIDO DEHUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO G-02		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G-02			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA TARA		189.80	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		2689.80	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		2683.20	g
MUESTRA SECA	B	2493.40	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	6.60	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.26	%
$\frac{(A - B)}{B} \times 100$		HUMEDAD	
		0.26	%

Fuente: Elaboración propia.


Tabla 41: Contenido de humedad del agregado grueso G-03

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTNIDO DEHUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO G-03		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G-03			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA TARA		141.80	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		2641.80	g
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA SECA		2634.20	g
MUESTRA SECA	B	2492.40	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	7.60	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.30	%
$\frac{(A - B)}{B} \times 100$		HUMEDAD	
		0.30	%

Fuente: Elaboración propia.

El resumen de los resultados de contenido de humedad por parte del agregado grueso, se muestran en la tabla 42.

Tabla 42: Promedio del contenido de humedad del agregado grueso

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO			NORMA	: NTP 339.185	
PROCEDENCIA	: UNICON			FECHA	: 01/08/19	
NOMBRE	: HUMEDAD PROMEDIO			HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO - GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F-01	F-02	F-03		
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.44	0.26	0.30	0.34	%


Fuente: Elaboración propia.

- **Material que pasa por la malla 200 del agregado grueso**

En el siguiente ensayo nos permite calcular la cantidad de finos que presenta el agregado grueso, según Baufer, R. & Perez, C. Este material es perjudicial para el concreto. Se calcula dividiendo el peso del material que pasa la malla N° 200 y el peso de la muestra (2015).


Las tablas 43, 44 y 45 contienen los ensayos de cada una de las muestras para el material pasante a la malla #200.

Tabla 43: Material que pasa la malla N° 200 del agregado grueso G-01

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 DEL AGREGADO GRUESO G-01		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.18
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-01	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 G-01			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADO Y SECADA	B	2293.00	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	(A-B)	207.00	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	R	8.28	%
$R = \frac{(A - B)}{A} \times 100$			


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44: Material que pasa la malla N° 200 del agregado grueso G-02

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 DEL AGREGADO GRUESO G-02		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.18
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-02	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 G-02			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADO Y SECADA	B	2278.60	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	(A-B)	221.40	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	R	8.86	%
$R = \frac{(A - B)}{A} \times 100$			

Fuente: Elaboración propia.


Tabla 45: Material que pasa la malla N° 200 del agregado grueso G-03

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 DEL AGREGADO GRUESO G-03		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.18
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 01/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G-03	HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER
MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 G-03			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADO Y SECADA	B	2305.20	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	(A-B)	194.80	g
% QUE PASA LA MALLA N° 200	R	7.79	%
$R = \frac{(A - B)}{A} \times 100$			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 46 reflejamos el resumen de los tres ensayos de material pasante a la malla #200 del agregado grueso.

Tabla 46: Promedio de material que pasa la malla N° 200 del agregado grueso

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO				
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO		NORMA	: NTP 400.18	
PROCEDENCIA	: UNICON		FECHA	: 01/08/19	
NOMBRE	: MALLA #200 - PROMEDIO		HECHO POR	FRANCO CRUZ, AARÓN ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER	
MATERIAL QUE PASA LA MALLA #200 PROMEDIO - GRUESO					
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
	G-01	G-02	G-03		
MALLA #200	8.28	8.86	7.79	8.31	%

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Características del cemento HS

Para nuestra investigación, utilizamos el cemento de la marca: “Cemento andino ultra”.

Para sus características el fabricante nos brinda la siguiente información de las especificaciones técnicas del productor en la tabla 47.

Tabla 47: Propiedades físicas y químicas del cemento HS

Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Ultra Tipo HS/MH/R	Requisitos NTP 334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	4.21	No específica
Expansión autoclave	%	0.02	Máximo 0.80
Superficie específica	cm ² /g	4850	No específica
Densidad	g/ml	2.99	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	236	Mínimo 112
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	334	Mínimo 184
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	447	Mínimo 286
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	147	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 420
Barras curadas en agua			
Expansión a 14 días	%	0.01	Máximo 0.10
Potencial Alcali-Reactivo			
Expansión a 14 días	%	0.10	Máximo 0.20
Expansión a 56 días	%	0.20	Máximo 0.60
Calor de Hidratación			
Calor de hidratación a 7 días	cal/g	63	70
Calor de hidratación a 28 días	cal/g	74	80
Resistencia a los sulfatos			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.03	0.10 % máx. a 180 días

Fuente: Ficha técnica cemento andino ultra

4.3 Diseño de mezcla de concreto

4.3.1 Características de los materiales

Para las características de los materiales, se elaboraron las tablas 48, 49 y 50 y 51 las cuales se resumen en:

Tabla 48: Propiedades físicas y químicas del cemento HS

Características del cemento		
Descripción	Cemento HS	Unid.
Marca	Cemento andino ultra	-
Tipo	Portland Tipo V	-
Peso específico	2390	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49: Resumen de las características de los agregados

Características de los agregados			
Descripción	Ag. Fino	Ag. Grueso	Unid.
Modulo de finura	3.03	6.67	-
Peso unitario suelto	944.04	1548.55	-
Peso unitario compactado	1137.99	1639.37	kg/m ³
Peso específico de masa	2.56	2.71	kg/m ³
Peso específico de masa saturada superficialmente seca	2.59	2.72	g/cm ³
Peso específico aparente	2.63	2.75	g/cm ³
Porcentaje de absorción	0.94	0.6	%
Contenido de humedad	1.65	0.34	%
Material que pasa malla N° 200	7.63	8.31	%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50: Características del agua a utilizar

Características del agua		
Descripción	Agua	Unid.
Procedencia	Red pública de Chorrillos	-
Peso específico	1000	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51: Características del aditivos a utilizar

Características del aditivo		
Descripción	Aditivo	Unid.
Procedencia	Sika	-
Tipo	Super plastificante	-
Densidad	1.06	kg/L

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Diseño de mezcla de concreto con cemento HS

- Calculo del diseño de mezcla

El diseño de mezcla que se denominamos “DP-01”, el cual se detalla en la tabla 52.

Dicho diseño de mezcla se realizó por el método ACI y fue realizado para una resistencia de 210 kg/cm², el asentamiento elegido fue de 3" a 4", para ser utilizado en columnas y placas.

El procedimiento realizado fue el siguiente:

1.- $f'c=210+85=295\text{kg/cm}^2$

2.- Asentamiento = (7.5 a 10) cm

3.- TMN=3/4"

4.- Agua de diseño=200kg/m³; Aire Atrapado=2%

5.- Según la tabla 3.1 interpolamos la relación agua cemento

300 _____ 0,55

295 _____ rel (a/c)

250 _____ 0,62

Por lo tanto, la rel (a/c) = 0,588

6.- Factor cemento(FC)

$$\frac{200 \text{ kg/m}^3}{0,588} = 340,21 \text{ kg/cm}^3 \equiv 11.45 \text{ bol/m}^3$$

7.- Hallamos el b/b0 teniendo en cuenta el mf = 3.03

b/bo= 0,485

8.- $P_s(g) = 0,513 \times 1639.37 = 795.68 \text{ Kg/m}^3$

9.- El volumen absoluto de agregado

$$\text{Vol. Abs. Ag. Fino} = 1 - \left(\frac{P. \text{ Cemento}}{\text{densidad}} + \frac{P. \text{ Ag Grueso}}{\text{densidad}} + \text{agua\%} + \text{aire\%} \right)$$

Vol. Abs. Ag. Fino = 0,3443

10.- Por lo tanto, obtenemos el peso seco del agregado fino

$P_s(f) = \text{Vol. Abs. Ag Fino} \times P.E. \text{ Ag. Fino}$

11.- Finalmente, obtenemos las cantidades del material por m³ de concreto en obra.

Cemento 340,21 kg/m³

Agregado Fino 896,03 kg/m³

Agregado Grueso 798,31 kg/m

Agua Efectiva 195,89. L/m³

Tabla 52: Peso de los materiales para diseño “DP-01”

Material	Cant.	Unid.
Cemento	340,21	kg/m ³
Ag. Fino	896,03	kg/m ³
Ag. Grueso	798,31	Kg/m ³
Agua efectiva	195,89	L/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos anteriormente, “DP-01” fueron llevados a la práctica en la mezcladora.

Para corroborar la trabajabilidad de la mezcla de concreto, se debe verificar el asentamiento con el ensayo slump, el cual nos debe dar entre 3 a 4 plg. de asentamiento, según el diseño.

Se verificó el ensayo de cono de Abram o slump, el cual el asentamiento fue de 3”

En la tabla 53, detallaremos el diseño de mezcla “DP-01” para nuestra investigación.

Tabla 53: Diseño de mezcla "DP-01"

Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante		
Descripción	Cant.	Unid	Vol. Aire	2.00	%	Agua diseño	200	Lts.
-	-	-	Vol. Abs. Fino	0.3443		Cemento	340	Kg.
-	-	-	b/b0	0.4854				

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
Materiales	Procedencia	P. Esp.	P. U. C	Hum %	Abs. %	Peso Seco kg/m3	Vol.	Corrección por humedad	Tanda de prueba	
									Peso de la mezcla	Und.
Cemento	Cemento HS	2395		-	-	340.21	0.1421	340.21	15.31	kg
Arena	UNICON	2560	1138	1.65	0.94	881.48	0.3443	896.03	40.32	kg
Piedra	UNICON	2710	1639	0.33	0.60	795.68	0.2936	798.31	35.92	kg
Agua	Sedapal	1000		-	-	200.00	0.2000	195.89	8.82	Lts.
Aditivo	Sika	1070.00		-	-	-	-	-	-	-
Aire	-	-		-	-	-	0.0200	-	-	-
						Total	1.0000	2230.433		


Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 Diseño de mezcla de concreto con relación agua/cemento diferente al diseño

Para el siguiente diseño, denominado “DP-02”, se efectuó aumento un 10% de la relación de agua con respecto al cemento, para contrastar la hipótesis específica de la relación de resistencia en base al cambio del agua.

El resultado de la mezcla nos dio la siguiente dosificación del concreto expresada dinámicamente en la tabla 54.

Tabla 54: Diseño de mezcla con relación agua/cemento aumentado “DP-02”

			CONTROL DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO							
			LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
Fecha	12/08/2019		Código de mezcla	DP - 01						
Diseño	ACI		Hora de vaciado	03:00 p.m.						
Relación a/c	0.646		Volumen de Prueba (m3)	0.045						
Aditivo a evaluar	-									
Asentamiento	3" - 4"									
Tipo de Concreto	Convencional									
Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante				
Descripción	Cant.	Unid	Vol. Aire	2.00	%	Agua diseño	200	Lts.		
-	-	-	Vol. Abs. Fino	0.3443		Cemento	310	Kg.		
-	-	-	b/b0	0.4854						
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
Materiales	Procedencia	P. Esp.	P. U. C	Hum %	Abs. %	Peso Seco kg/m3	Vol.	Corrección por humedad	Tanda de prueba	
									Peso de la mezcla	Und.
Cemento	Cemento HS	2395		-	-	340.21	0.1421	340.21	15.31	kg
Arena	UNICON	2560	1138	1.65	0.94	881.48	0.3443	896.03	40.32	kg
Piedra	UNICON	2710	1639	0.33	0.60	795.68	0.2936	798.31	35.92	kg
Agua	Sedapal	1000		-	-	200.00	0.2000	195.89	8.82	Lts.
Aditivo	Sika	1070.00		-	-	-	-	-	-	-
Aire	-	-		-	-	-	0.0200	-	-	-
Total							1.0000	2230.433		

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Diseño de mezcla de concreto con diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.

Para los siguientes diseños, se tomará como base el diseño patrón “DP -01”.

Proseguimos en analizar el concreto con diferentes porcentajes (0,3%, 0,5% y 0,7%) de aditivo ViscoCrete 1110. Se adicionarán en el volumen absoluto el porcentaje indicado, junto con su respectivo peso específico, por lo que, se obtendrán 3 diseños complementario a la investigación, lo cuales recibirán la denominación de DP-VC-0,4, DPV-0,7, DPV-1.


Diseño de mezcla de concreto con cemento HS y 0,3 % de aditivo ViscoCrete 1110

Para este diseño, la resistencia a la compresión fue de 210 kg/cm², se le añadió 0,4% del aditivo ViscoCrete 1110 con respecto al peso del cemento.

Esto modifica el volumen de agregado fino de la mezcla, ya que ahora consideramos el propio volumen del aditivo.

Para compensar esa disminución de material fino, lo que hicimos fue descontar el 5% del agregado grueso y los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla 55.

Tabla 55: Diseño de mezcla “DP-VC-0,3”

CONTROL DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO										
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA										
										
Fecha	12/08/2019			Código de mezcla	DP-VC-0.4					
Diseño	ACI			Hora de vaciado	03:00 p.m.					
Relación a/c	0.588			Volumen de Prueba (m3)	0.045					
Aditivo a evaluar	ViscoCrete 1110			Reducción de agua	0.00%					
Asentamiento	3" - 4"			Reducción de piedra	5.00%					
Tipo de Concreto	Con aditivo ViscoCrete 1110 - 0.3%			Agua de diseño inicial	200					
Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados				Dosificación material cementante			
Descripción	Cant.	Unid	Vol. Aire	2.00	%	Agua diseño	200	Lts.		
ViscoCrete 1110	0.3	%	Vol. Abs. Fino	0.3581	m³	Cemento	340	Kg.		
-	-	-	b/b0	0.485	-					
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
Materiales	Procedencia	P. Esp.	P. U. C	Hum %	Abs. %	Peso Seco kg/m3	Vol.	Corrección por humedad	Tanda de prueba	
									Peso de la mezcla	Und.
Cemento	Cemento HS	2395				340.21	0.1421	340.21	15.31	kg
Arena	UNICON	2560	1138	1.65	0.94	916.62	0.3581	931.75	41.93	kg
Piedra	UNICON	2710	1639	0.33	0.60	755.90	0.2789	758.39	34.13	kg
Agua	Sedapal	1000				200.00	0.2000	195.53	8.80	Lts.
Aditivo	Sika	1070.00				1.02	0.0010	1.02	0.05	Lts.
Aire							0.0200			
						Total	1.0000	2226.901		


Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezcla de concreto con cemento HS y 0,5 % de aditivo
ViscoCrete 1110

Este diseño, la resistencia a la compresión fue de 210 kg/cm², se le añadió 0,5% del aditivo ViscoCrete 1110 con respecto al peso del cemento.

Para compensar esa disminución de material fino, lo que hicimos fue descontar el 5% del agregado grueso y los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla 56.

Tabla 56: Diseño de mezcla “DP-VC-0,5”

		CONTROL DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO									
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
Fecha	<input type="text" value="12/08/2019"/>	Código de mezcla	<input type="text" value="DP-VC-1.4"/>								
Diseño	<input type="text" value="ACI"/>	Hora de vaciado	<input type="text" value="03:00 p.m."/>								
Relación a/c	<input type="text" value="0.588"/>	Volumen de Prueba (m3)	<input type="text" value="0.045"/>								
Aditivo a evaluar	<input type="text" value="ViscoCrete 1110"/>	Reducción de agua	<input type="text" value="0.00%"/>								
Asentamiento	<input -="" 4"="" type="text" value="3"/>	Reducción de piedra	<input type="text" value="5.00%"/>								
Tipo de Concreto	<input type="text" value="Con aditivo ViscoCrete 1110 - 0.7%"/>	Agua de diseño inicial	<input type="text" value="200"/>								
Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados				Dosificación material cementante				
Descripción	Cant.	Unid	Vol. Aire	2.00	%	Agua diseño	200	Lts.			
ViscoCrete 1110	0.7	%	Vol. Abs. Fino	0.3568	m ³	Cemento	340	Kg.			
-	-	-	b/b0	0.485	-						
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA											
Materiales	Procedencia	P. Esp.	P. U. C	Hum %	Abs. %	Peso Seco kg/m3	Vol.	Corrección por humedad	Tanda de prueba		
									Peso de la mezcla	Und.	
Cemento	Cemento HS	2395				340.21	0.1421	340.21	15.31	kg	
Arena	UNICON	2560	1138	1.65	0.94	913.37	0.3568	928.44	41.78	kg	
Piedra	UNICON	2710	1639	0.33	0.60	755.90	0.2789	758.39	34.13	kg	
Agua	Sedapal	1000				200.00	0.2000	195.56	8.80	Lts.	
Aditivo	Sika	1070.00				2.38	0.0022	2.38	0.11	Lts.	
Aire							0.0200				
						Total	1.0000	2224.975			


Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezcla de concreto con cemento HS y 0,7 % de aditivo
ViscoCrete 1110

Para este diseño, la resistencia a la compresión fue de 210 kg/cm², se le añadió 0,7% del aditivo ViscoCrete 1110 con respecto al peso del cemento.

Para compensar esa disminución de material fino, lo que hicimos fue descontar el 5% del agregado grueso y los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla 57.

Tabla 57: Diseño de mezcla "DP-VC-0,7"

CONTROL DE MEZCLA DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO										
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD RICARDO PALMA										
										
Fecha	12/08/2019			Código de mezcla	DP-VC-0.7					
Diseño	ACI			Hora de vaciado	03:00 p.m.					
Relación a/c	0.588			Volumen de Prueba (m3)	0.045					
Aditivo a evaluar	ViscoCrete 1110			Reducción de agua	0.00%					
Asentamiento	3" - 4"			Reducción de piedra	5.00%					
Tipo de Concreto	Con aditivo ViscoCrete 1110 - 0.7%			Agua de diseño inicial	200					
Dosificación del aditivo			Dosificación de los agregados			Dosificación material cementante				
Descripción	Cant.	Unid	Vol. Aire	2.00	%	Agua diseño	200	Lts.		
ViscoCrete 1110	0.7	%	Vol. Abs. Fino	0.3568	m ³	Cemento	340	Kg.		
-	-	-	b/b0	0.485	-					
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
Materiales	Procedencia	P. Esp.	P. U. C	Hum %	Abs. %	Peso Seco kg/m3	Vol.	Corrección por humedad	Tanda de prueba	
									Peso de la mezcla	Und.
Cemento	Cemento HS	2395				340.21	0.1421	340.21	15.31	kg
Arena	UNICON	2560	1138	1.65	0.94	913.37	0.3568	928.44	41.78	kg
Piedra	UNICON	2710	1639	0.33	0.60	755.90	0.2789	758.39	34.13	kg
Agua	Sedapal	1000				200.00	0.2000	195.56	8.80	Lts.
Aditivo	Sika	1070.00				2.38	0.0022	2.38	0.11	Lts.
Aire							0.0200			
						Total	1.0000	2224.975		

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Ensayos de concreto fresco

Realizamos los distintos ensayos de concreto en estado fresco para los diferentes diseños de mezcla los cuales fueron: “DP – 01”, “DP-VC-0,3”, “DP-VC-0,5” y “DP-VC-0,7” donde en los 03 últimos se caracterizan por ser adicionados, en porcentajes diferentes, el aditivo superplastificante de tercera generación “ViscoCrete 1110” de Sika.

4.4.1 Muestreo de mezcla para elaboración de testigos

Para el muestreo de las mezclas, se consideró la normativa N.T.P. 339.036, la cual tiene como objetivo establecer muestras representativas para el cumplimiento de la mínima calidad de las especificaciones según las cuales el concreto es suministrado. Para más detalles podemos ver la tanda de concreto en la figura 9.

Según la norma citada anteriormente, (N.T.P 339.036) establece los tamaños mínimos de muestras para resistencia, siendo el tamaño de 28 L, equivalente a 1 pie³.

Las etapas del procedimiento para la elaboración son las siguientes:

- Los moldes normados, para la elaboración de probetas deben cumplir con un diámetro de 4 pulgadas y una altura de 8 plg. El vaceado se debe hacer a menos de diez minutos después del muestreo y en zonas sin vibración.
- Se engrasarán los moldes a utilizar, para evitar la adherencia con el concreto.
- El llenado de las probetas se realizará con un cucharón limpio, libre de obstáculos. Se deben llenar las probetas en dos capas, cada una con ½ de la altura de la probeta.
- Después de llenar con la primera capa, la mezcla de concreto se debe compactar con una barra de acero liso y circular con un diámetro de 5/8 de pulgada y 60 cm de longitud. La compactación consta de 25 golpes uniformes repetitivos en forma de espiral. Repetir el proceso para la segunda capa.

- Posteriormente a la compactación de deberá golpear el molde ligeramente con un martillo de goma en sentido de cruz para eliminar las burbujas existentes.
- Por último, se enrasa el exceso de material con ayuda de la varilla compactadora.



Figura 9: Muestra de concreto fresco “DP-01”

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Asentamiento (SLUMP)

El ensayo de asentamiento elegido fue el denominado “Cono de Abrams”, este define la consistencia de la mezcla según su asentamiento, el cual puede ser medido en pulgadas o en centímetros.

El ensayo consiste en verter sobre en una plancha metálica, de superficie lisa y horizontal la mezcla de concreto previamente colocando un molde cónico de volumen y altura conocido para luego compactar la mezcla en tres capas hasta llenar el molde. Una vez lleno se procede a enrasar el exceso de concreto, posteriormente debemos retirar el molde de manera vertical, esto hará que la pasta se disgregue y produzca un reacomodo debido a la gravedad, así podemos medir ese asentamiento para definir la trabajabilidad de la mezcla de concreto.

En la siguiente figura 10 podemos observar el procedimiento del método del cono de Abrams de manera gráfica.

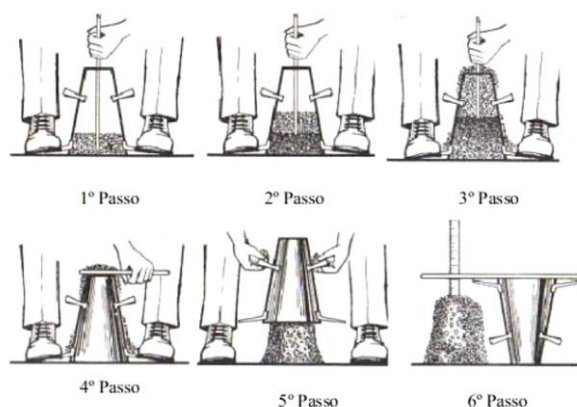

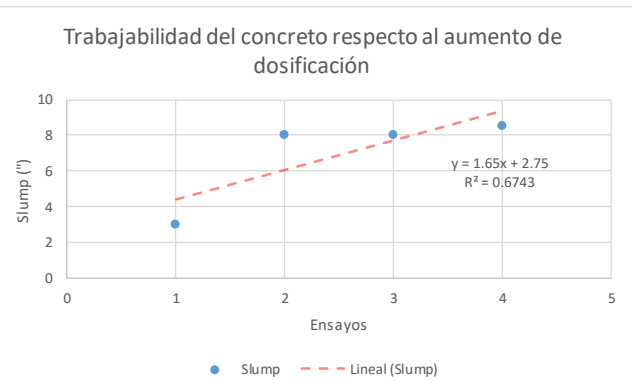


Figura 10: Procedimiento para el Ensayo de Cono de Abrams

Fuente: Club del concreto

Por otro lado, podemos ver en la tabla 58 los resultados de los ensayos descritos y la tendencia que presentan con diferentes porcentajes de aditivo plastificante ViscoCrete 1110. En las figuras 11 y 12 vemos los ensayos de SLUMP de los diseños patrones.

Tabla 58: Asentamiento y el grafico de tendencia para los diseños de mezcla con porcentajes diferentes de aditivo plastificante ViscoCrete1110

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERIA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	ASENTAMIENTO				
TESITAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN : ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER				
DISEÑOS	: VARIOS	NTP		: 339.035	
RELACION (a/c)	: 0.58	FECHA		: VARIOS	
DISEÑOS					
CODIGO	CANTIDAD				Unidad
	DP - 01	DP - VC-0.3	DP - VC-0.5	DP - VC-0.7	
Slump	3	8	8	8.5	Pulgadas (")
<p>Trabajabilidad del concreto respecto al aumento de dosificación</p> 					

Fuente: Elaboración propia.



Figura 11: Ensayo de asentamiento muestreo para diseño “DP-01”

Fuente: Elaboración propia



Figura 12: Ensayo de asentamiento muestreo “DP-02”


Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Peso unitario del concreto

En la norma ASTM C 138, en el artículo que hace referencia a la densidad, rendimiento y contenido de aire del concreto, podemos observar el desarrollo para determinar las propiedades de mezcla de concreto en estado fresco. Dicha norma aplica para mezclas de concreto fresco realizadas en el laboratorio, como es nuestro caso.


En las tablas 59, 60, 61 y 62 se encuentra recopilada la información relevante para el peso unitario del concreto y los resultados

Tabla 59: Peso unitario del concreto del diseño “DP – 01”

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERIA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESITAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN : ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER		
DISEÑO	: DP-01	NTP	: 339.046
RELACION (a/c)	: 0.58	FECHA	: 13/08/19
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.28	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	21.7	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	2359	kg/m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	2290	kg/m3
RENDIMIENTO	Puc	1.03	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Peso unitario del concreto del diseño “DP – VC-0,3”

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERIA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESITAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN : ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER		
DISEÑO	: DP-VC-0,3	NTP	: 339.046
RELACION (a/c)	: 0.58	FECHA	: 13/08/19
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.22	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	21.64	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	2352	kg/m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	2301	kg/m3
RENDIMIENTO	Puc	1.02	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Peso unitario del concreto del diseño “DP –VC - 0,5”

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERIA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TESITAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN : ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER		
DISEÑO	: DP-VC-0,5	NTP	: 339.046
RELACION (a/c)	: 0.58	FECHA	: 13/08/19
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.24	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	21.66	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	2354	kg/m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	2307	kg/m3
RENDIMIENTO	Puc	1.02	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Peso unitario del concreto del diseño “DP –VC - 0,7”

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERIA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	ASENTAMIENTO		
TESITAS	: FRANCO CRUZ, AARÓN : ROMERO GIL, FERMÍN ALEXANDER		
DISEÑO	: DP-VC-0,7	NTP	: 339.046
RELACION (a/c)	: 0.58	FECHA	: 13/08/19
PESO UNITARIO COMPACTADO			
DESCRIPCIÓN	Símbolo	Cantidad	Unidad
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		27.3	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	21.72	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m3
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret. Real	2361	kg/m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret. Teorico	2337	kg/m3
RENDIMIENTO	Puc	1.01	

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Medición de contenido de aire


Con base en la observación del cambio en el volumen del concreto con respecto al cambio de presión, esta Norma Mexicana establece el método de prueba que cubre la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Emplea dos tipos de medidores. Este método de prueba es adecuado para usarlo en concretos y morteros elaborados con agregados de masa específica igual o mayor a 2,10 kg/m³. Pero no es aplicable para concretos con agregados ligeros que tengan burbujas de aire en el interior o aquellos con alta porosidad. Tampoco debe aplicarse para concretos de bajo revenimiento por ser poco plásticos.

El ensayo permite determinar el contenido de aire por medio del método de presión. En los métodos ASTM C138 (3.6) y C173 la determinación se especifica por medio de métodos gravimétricos y volumétricos respectivamente.

El procedimiento brinda resultados similares con respecto a los otros dos ensayos realizados en agregados densos. El contenido de aire del concreto endurecido puede ser mayor o menor que el determinado por este método de ensayo.

Para el contenido de aire se presentan la siguiente tabla 63.

Tabla 63: Contenido de aire para los diseños DP-01, DP –VC-0,3; DP-VC-0,5 y DP-VC-0,7.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERIA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	CONTENIDO DE AIRE		
TESITAS	: FRANCO CRUZ, AARON : ROMERO GIL, ALEXANDER FERMÍN		
DISEÑOS	: VARIOS	NTP	: 339.080
RELACION (a/c)	: 0.58	FECHA	: Varios
CONTENIDO DE AIRE			
CODIGO	Simbolo	Cantidad	Unidad
DP - 01	A	2.51	%
DP - VC - 0,3	A	1.93	%
DP - VC - 0,5	A	1.79	%
DP - VC - 0,7	A	1.72	%

Fuente: Elaboración propia

4.5 Ensayos de concreto endurecido

4.5.1 Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión del concreto se puede definir como su capacidad para resistir esfuerzos axiales de compresión sin fallar.


Este esfuerzo se genera por medio de la aplicación gradual de una fuerza de compresión al concreto. Llegará un momento en el cual las fuerzas internas del concreto alcancen un valor máximo que ya no puedan soportar la fuerza externa de compresión, es decir se encuentre a punto de fallar.

Dicha máxima fuerza interna dividida entre el área del concreto expuesta a la carga externa se conoce como la resistencia a la compresión. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto estimada a partir de la utilización del método de madurez. Aspilcueta, A. (2015).

Para la norma NTP 339.034 indica que los resultados de este método de ensayo son referenciales para el control de calidad del concreto producido, proporciones, mezclado y operaciones de colocación; determinación del cumplimiento de estándares mínimos, y demás.

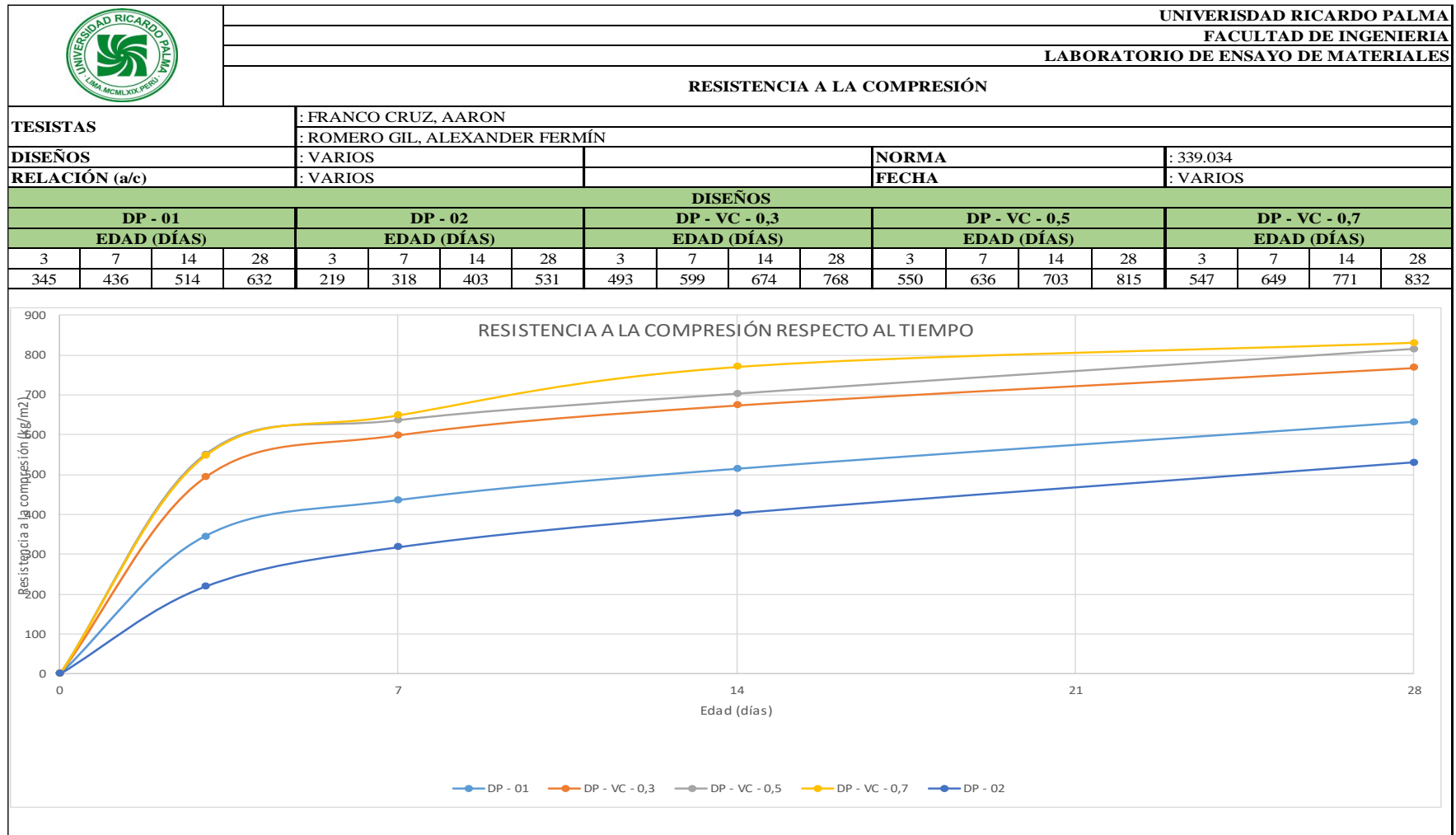
En la tabla 64 apreciamos los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión de las probetas de los diferentes diseños y días, y en la tabla 65 nos enfocamos en la tendencia existente en la relación a la resistencia y las edades.

Tabla 64: Resistencia a la compresión de los diseños de muestra en diferentes edades

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERIA			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
TESITAS		: FRANCO CRUZ, AARON			
		: ROMERO GIL, ALEXANDER FERMÍN			
DISEÑOS	: VARIOS	NTP	: 339.034		
RELACION (a/c)	: 0.58	FECHA	: Varios		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
DISEÑO	ADITIVO %	COMPRESIÓN			
		RESISTENCIA f_c (kg/cm ²)			
CODIGO		3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
DP - 01	0	340	438	508	635
DP - 01	0	346	439	518	632
DP - 01	0	350	430	516	628
DP - 02	0	224	349	407	527
DP - 02	0	223	325	405	532
DP - 02	0	210	280	397	534
DP - VC - 0,3	0,3	496	595	670	770
DP - VC - 0,3	0,3	493	602	675	768
DP - VC - 0,3	0,3	490	600	676	765
DP - VC - 0,5	0,5	539	632	704	818
DP - VC - 0,5	0,5	541	641	708	812
DP - VC - 0,5	0,5	570	636	696	815
DP - VC - 0,7	0,7	550	647	765	828
DP - VC - 0,7	0,7	549	651	777	832
DP - VC - 0,7	0,7	542	650	770	835
PROMEDIO		431	528	613	715
DESVIACIÓN ESTANDAR		134.18	134.95	139.31	120.02
COEFICIENTE DE VARIACIÓN		31	26	23	17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65: Promedio de las resistencia a la compresión por edades y de los diferentes diseños y su tendencia.



Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Resistencia a la tracción


La resistencia a la tracción se midió mediante el ensayo de compresión diametral según la norma ASTM C496. Las probetas utilizadas para este ensayo tuvieron las mismas dimensiones que las probetas ensayadas a compresión de 101.6 mm de diámetro y 203.2 mm de altura y la carga fue aplicada en la sección transversal de cada probeta.

La elaboración y curado de los cilindros se realiza en forma similar al ensayo de resistencia a la compresión.

En la NTP 339.084 podemos encontrar que este ensayo radica en aplicar la fuerza compresional a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta alcanzar su falla por longitud diametral. La carga somete a esfuerzos de tensión en el plano donde se está concentrando.

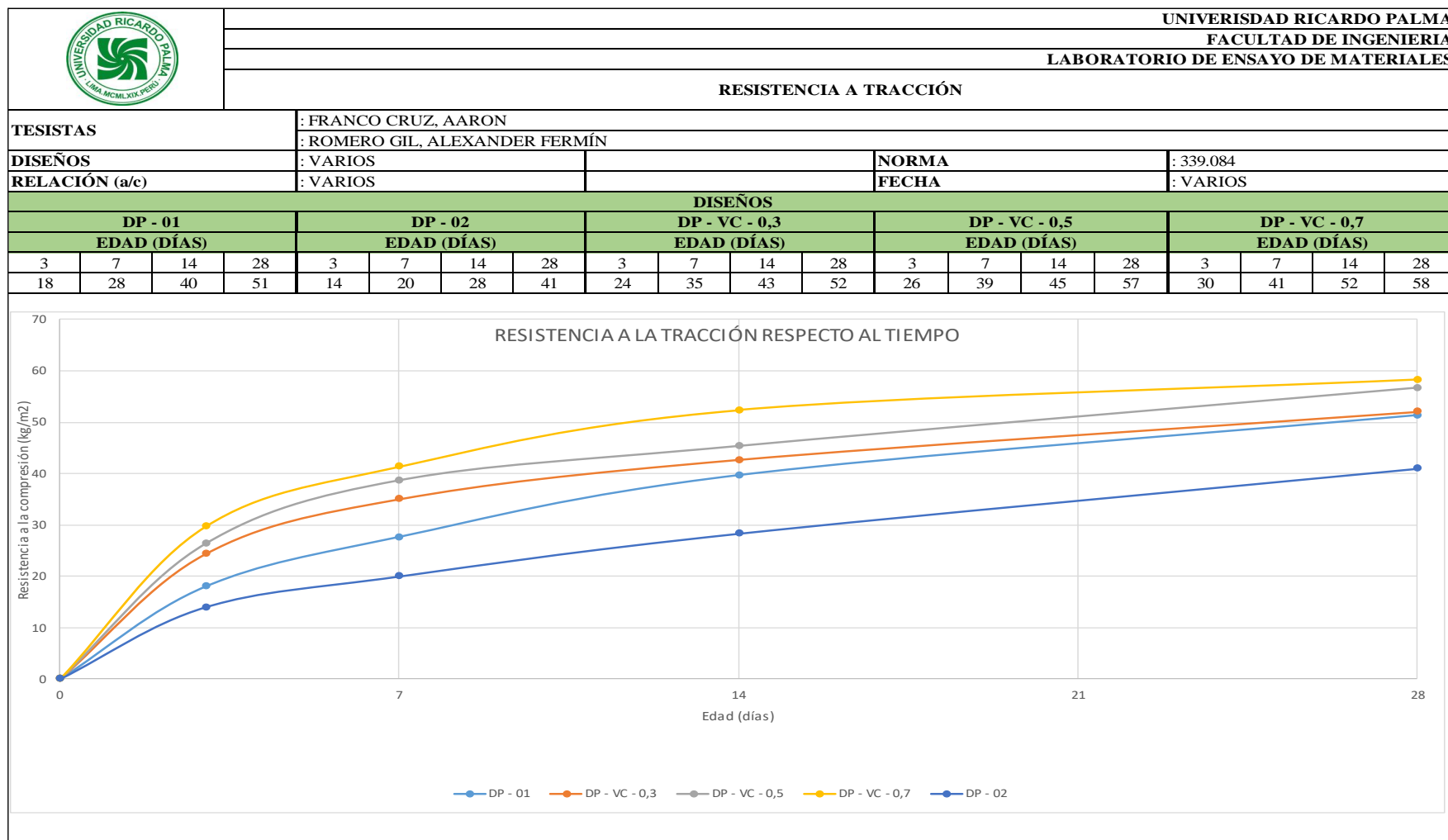
En la siguiente tabla 66, podemos rescatar los resultados de la resistencia a la tracción por compresión diametral en distintas edades del concreto y encontramos en la tabla 67 la tendencia del promedio de resistencia de la tracción por edades en cada uno de los diversos diseños y su línea de tendencia.

Tabla 66: Resistencia a la tracción de los diseños de muestra en diferentes edades

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERIA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	RESISTENCIA A TRACCIÓN				
TESITAS	: FRANCO CRUZ, AARON				
	: ROMERO GIL, ALEXANDER FERMÍN				
DISEÑOS	: VARIOS	NTP	: 339.084		
RELACION (a/c)	: VARIOS	FECHA	: Varios		
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN					
DISEÑO	ADITIVO	TRACCIÓN			
		RESISTENCIA f_c (kg/cm²)			
CODIGO	%	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
DP - 01	0	19	30	39	52
DP - 01	0	18	26	40	51
DP - 01	0	17	27	40	51
DP - 02	0	13	20	29	41
DP - 02	0	14	21	28	41
DP - 02	0	15	19	28	41
DP - VC - 0,3	0,3	25	35	42	52
DP - VC - 0,3	0,3	24	35	43	52
DP - VC - 0,3	0,3	24	35	43	52
DP - VC - 0,5	0,5	26	38	45	57
DP - VC - 0,5	0,5	25	39	46	56
DP - VC - 0,5	0,5	28	39	45	57
DP - VC - 0,7	0,7	30	43	52	58
DP - VC - 0,7	0,7	30	41	53	58
DP - VC - 0,7	0,7	29	40	52	59
PROMEDIO		22	33	42	52
DESVIACIÓN ESTANDAR		5.95	8.11	8.16	6.28
COEFICIENTE DE VARIACIÓN		26	25	20	12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Promedio de las resistencia a la tracción por edades y de los diferentes diseños y su tendencia.



Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Resistencia a la flexión

Este método de ensayo se utiliza para determinar el esfuerzo de flexión de especímenes preparados y curados de acuerdo con los ensayos ASTM C 42 (6.14-16), ASTM C 31 (3.2) o ASTM C 192 (3.1). Los resultados se calculan y se reportan como el módulo de ruptura (f_r). El esfuerzo determinado puede variar cuando hay diferencias en el tamaño del espécimen, la preparación, la condición de humedad, el curado o cuando la viga ha sido moldeada o cortada a un tamaño específico. Los resultados de este método de ensayo pueden ser utilizados para determinar el cumplimiento de especificaciones o como una base para las operaciones de dosificación, de mezclado y colocación. Este ensayo se utiliza en concretos para la construcción de losas y pavimentos. (ASTM C78, IT-CA-36).

En nuestra normativa peruana NTP 339.078, estipula el procedimiento para el ensayo de resistencia a la flexión con vigas, el cual consiste en aplicar cargas puntuales en los tercios de la luz del espécimen hasta que se produzca la falla, dependiendo a la ubicación de la rotura es que se emplea el método para calcular la resistencia.

En la figura 13 se observa el método de ensayo a flexión bajo un esquema representativo de la NTP 399.078.

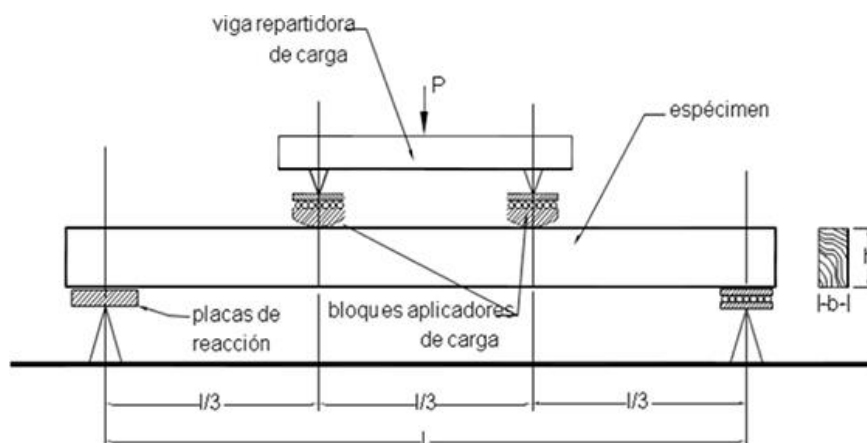



Figura 13: Esquema de ensayo de flexión de vigas

Fuente: <http://www.scielo.org.mx>

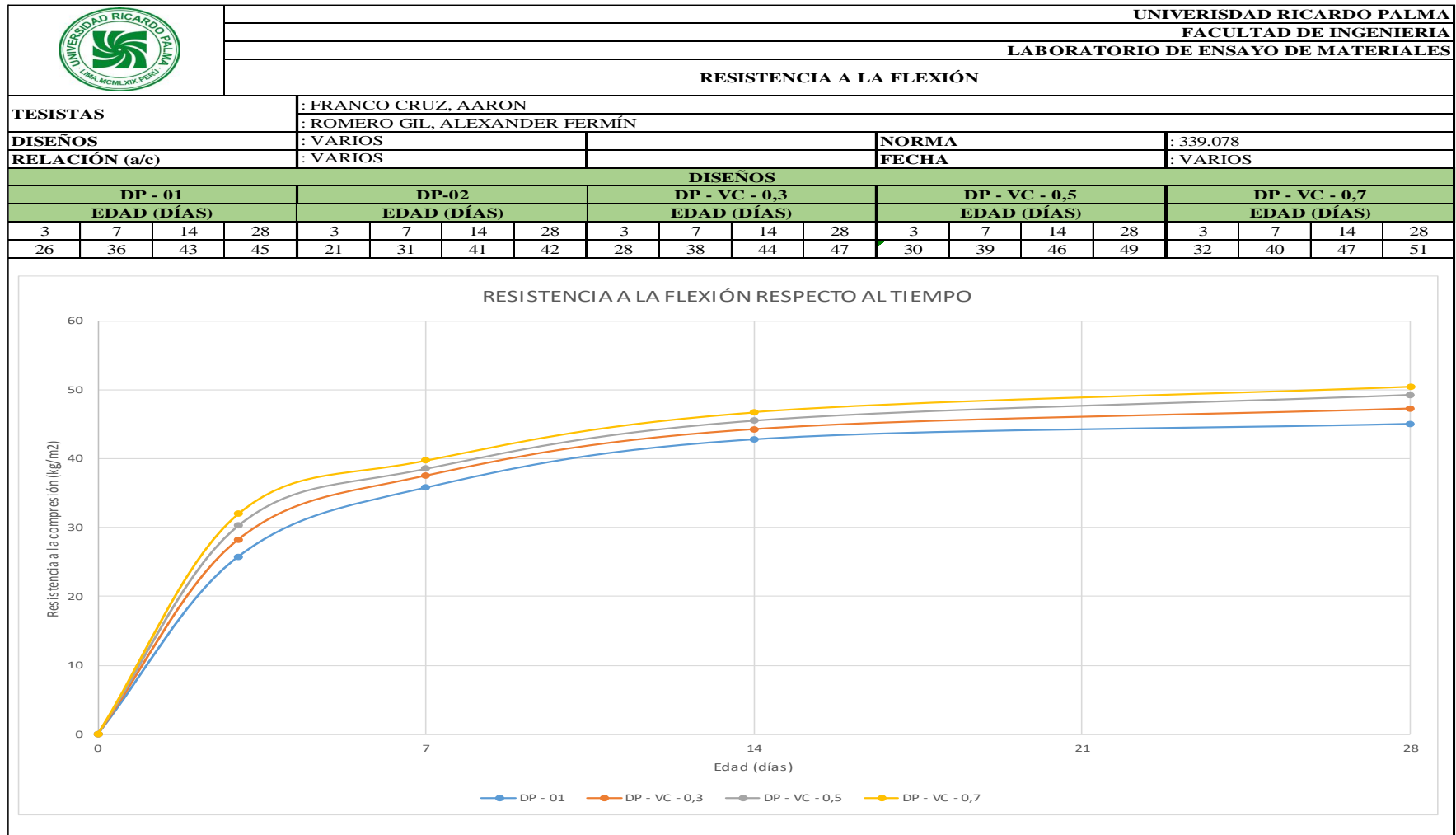
En la tabla 68, mostramos los datos de resistencia de 4 especímenes ensayados a flexión de cada uno de los diseños y para los diferentes días, para seguidamente, en la tabla 69 denotar los promedios de resistencia de los ensayos por edades y en los diferentes diseños de mezcla con y sin aditivo ViscoCrete 1110.

Tabla 68: Resistencia a la flexión de los diseños de muestra en diferentes edades

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERIA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN				
TESITAS	: FRANCO CRUZ, AARON : ROMERO GIL, ALEXANDER FERMÍN				
DISEÑOS	: VARIOS	NTP	: 339.078		
RELACION (a/c)	: VARIOS	FECHA	: Varios		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN					
DISEÑO	ADITIVO	FLEXIÓN			
		RESISTENCIA f_c (kg/cm²)			
CODIGO	%	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
DP - 01	0	27	35	43	47
DP - 01	0	28	37	44	46
DP - 01	0	23	32	41	42
DP - 01	0	25	39	43	45
DP - 02	0	20	32	40	45
DP - 02	0	21	34	42	43
DP - 02	0	21	30	44	39
DP - 02	0	23	29	39	41
DP - VC - 0,3	0,3	29	38	47	48
DP - VC - 0,3	0,3	30	39	44	46
DP - VC - 0,3	0,3	28	37	43	48
DP - VC - 0,3	0,3	26	36	43	47
DP - VC - 0,5	0,5	30	39	44	48
DP - VC - 0,5	0,5	32	38	45	50
DP - VC - 0,5	0,5	29	40	46	47
DP - VC - 0,5	0,5	30	37	47	52
DP - VC - 0,7	0,7	35	40	47	50
DP - VC - 0,7	0,7	30	43	46	52
DP - VC - 0,7	0,7	32	35	45	49
DP - VC - 0,7	0,7	31	41	49	51
PROMEDIO		28	37	44	47
DESVIACIÓN ESTANDAR		4.16	3.71	2.51	3.56
COEFICIENTE DE VARIACIÓN		15	10	6	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69: Promedio de las resistencia a la flexión por edades y de los diferentes diseños y su tendencia.



Fuente: Elaboración propia

4.6 Contratación de hipótesis

4.6.1 Contratación de hipótesis 1

- Hipótesis 01: Análisis estadístico de propiedades de mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivos “DP-01” vs propiedades de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7 % de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110 “DP-VC-0,3”, “DP-VC-0,5” y “DP-VC-0,7”

Asentamiento

Para el análisis estadístico de la hipótesis inicial, usaremos los datos descritos en la Tabla 58: Asentamiento y el gráfico de tendencia para los diseños de mezcla con porcentajes diferentes de aditivo plastificante ViscoCrete1110 (pg. 94) elaborada anteriormente en la presente investigación. Dicha tabla contiene la medición de los asentamientos con respecto del “DP-01”, “DP-VC-0,3”, “VC-0,5”, “VC-0,7”, en total 04 resultados de ensayo.

A continuación, por el método estadístico, establecemos la hipótesis operacional nula: H_0 y luego la hipótesis operacional alternante: H_1 .

H_0 : El asentamiento de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es igual al asentamiento de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7 % de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110.

H_1 : El asentamiento de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es diferente al asentamiento de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7 % de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110.

Ahora, fijamos el nivel de significancia $\alpha = 5\%$, lo que nos lleva a la siguiente condición.

Si: $\alpha \leq 5\%$ Se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alternante.

Si: $\alpha > 5\%$ Se afirma la hipótesis nula

A continuación, con ayuda del programa “IBM SPSS Statistics 25”, calculamos la significancia según los datos del asentamiento, la cual nos dio un resultado de 0,1% como se puede apreciar en la tabla 71 con la nomenclatura “Sig (bilateral)”.

En las tablas 70 y 71 obtenemos los resultados del programa SPSS Statistics para el análisis de datos.

Tabla 70: Resultados estadísticos de la muestra para los diferentes asentamientos del diseño “DP-01” vs. Asentamiento para diseño “DP-VC-0,3”, “DP-VC-0,5” y “DP-VC-0,7”

Estadísticas de grupo					
	AS.COD	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
DT.AS	AS.DP01	3	3,0000	1,00000	,57735
	AS.DPVC03	3	8,1667	,28868	,16667

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Resultados estadísticos de significancia para asentamientos en diferentes diseños.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
DT.AS	Se asumen varianzas iguales	1,730	,259	-8,598	4	,001	-5,16667	,60093	-6,83510	-3,49823
	No se asumen varianzas iguales			-8,598	2,331	,008	-5,16667	,60093	-7,43037	-2,90296

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar se cumple la premisa inicial, significancia menor a 5%, por lo que nos vemos en el caso de rechazar la hipótesis operacional nula y afirmamos la hipótesis alternante “H₁: El asentamiento de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es diferente al asentamiento de mezcla de concreto HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7 % de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110”.

En la figura 14, mostramos el asentamiento de cada uno de los diseños con su respectivo porcentaje de aditivo, notamos una relación directamente proporcional entre el asentamiento y el porcentaje de aditivo ViscoCrete 1110.

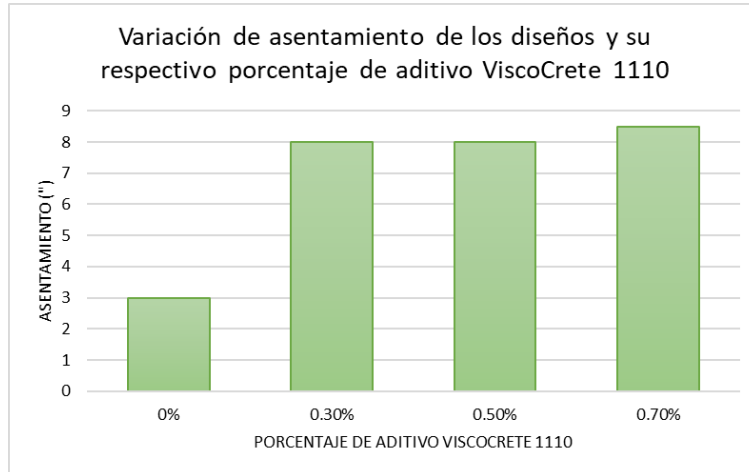


Figura 14: Variación de asentamiento de los diseños y su porcentaje de aditivo ViscoCrete 1110.

Fuente: Elaboración propia

Ahora, calculamos la regresión lineal simple con los ensayos de asentamiento y el uso en porcentaje del aditivo, tomando la forma de una ecuación lineal simple.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Donde:

Y: Asentamiento del concreto en estado fresco (pulgadas)

X: porcentaje de aditivo con respecto del peso del cemento (%)

β_0 : Constante de la ecuación.

β_1 : Factor pendiente de la ecuación.

Utilizando el programa SPSS Statistics 25 obtenemos los valores β_0 y β_1 los cuales se pueden apreciar en las tablas 72, 73 y 74.

Tabla 72: Resultado estadísticos

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,877 ^a	,769	,653	1,52778

a. Predictores: (Constante), PORC.ADIT

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 73: Resultados estadísticos de regresión.

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	15,519	1	15,519	6,649	,123 ^b
	Residuo	4,668	2	2,334		
	Total	20,188	3			

a. Variable dependiente: ASENTAM

b. Predictores: (Constante), PORC.ADIT

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 74: Resultado regresión lineal simple y constantes de ecuación

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	4,019	1,346		2,987	,096
	PORC.ADIT	7,617	2,954	,877	2,579	,123

a. Variable dependiente: ASENTAM

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la columna B de la tabla 74 obtenemos los valores constantes para la regresión lineal, la cual en nuestro caso se obtiene la siguiente relación

$$Y = 4.019 + 7.617X$$

Nos podemos dar cuenta de la fiabilidad de la ecuación anterior, con el coeficiente de determinación múltiple (R^2).

En la figura 15 obtenemos la recta de la ecuación estimada con los datos obtenidos.

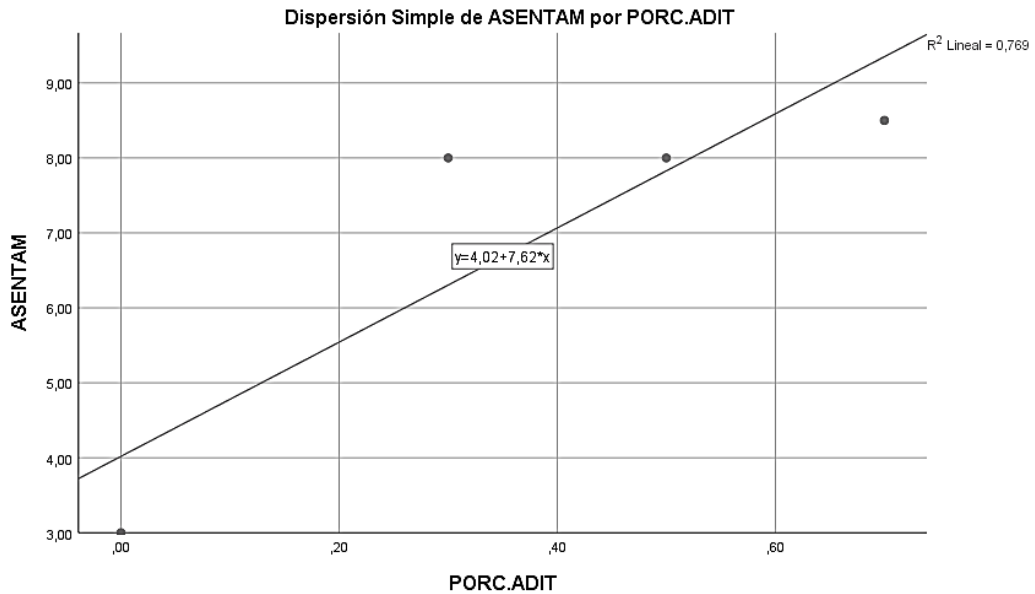


Figura 15: Recta de regresión lineal de asentamiento con respecto al porcentaje de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

El llamado coeficiente de determinación nos permite medir el poder de predicción del modelo de regresión, cuál es la parte relativa explicada por la recta de regresión, es decir, su bondad de ajuste. Como habíamos señalado anteriormente al hablar de la correlación, este coeficiente mide la proporción de la varianza total explicada por el modelo de regresión lineal. (López P, 2015, p. 35).

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2}$$

Para nuestro caso, el programa SPSS nos ayuda a simplificar la expresión en la siguiente fórmula, la cual podemos extraer los datos de la tabla 73.

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{15,519}{20,188} = 0,76872$$

Según nuestra tabla 72, obtenemos que la predicción de la ecuación es del 76,9%.

- **Conclusión:** Los resultados obtenidos fueron calculados estableciendo una confiabilidad del 95%, siendo la significancia de 5%. En nuestro análisis de asentamiento el resultado obtenido es de 0,1% como se puede apreciar en la tabla 71, siendo la significancia mínima 5%, por lo tanto, nos vemos en el caso de rechazar la hipótesis operacional nula y afirmamos la hipótesis alternante “H1: El asentamiento de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es diferente al asentamiento de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7 % de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110”.

Adicionalmente, obtenemos una regresión lineal del asentamiento en pulgadas en función del porcentaje de aditivo dada por la expresión $Y=4.019+7.617X$. Dicha ecuación tiene una predicción de acierto del 76,9%.

Compresión

Para este análisis, nos basaremos en los datos de la tabla 64: Resistencia a la compresión de los diseños de muestra en diferentes edades (pg. 100).

Iniciamos con la elaboración de las hipótesis operacionales basadas en la hipótesis principal de la investigación.

H₀: La resistencia a la compresión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es igual a la resistencia a la compresión de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7% de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110.

H₁: La resistencia a la compresión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es diferente a la resistencia a la compresión de mezcla de concreto con cemento HS

incorporando 0,3; 0,5 y 0,7 % de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110.

Ahora, fijamos el nivel de significancia $\alpha = 5\%$, lo que nos lleva a la siguiente condición.

Si: $\alpha \leq 5\%$ Se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alternante.

Si: $\alpha > 5\%$ Se afirma la hipótesis nula

Comenzamos el análisis de significancia para la resistencia a la compresión para los diseños “DP-01”, “DP-VC-0,3”, “DP-VC-0,5” y “DP-VC-0,7” y por cada uno de los días ensayados 3, 7, 14 y 28. Recordemos que la significancia mínima para rechazar la hipótesis operacional nula es de 5%.

En las tablas, desde la 75 a la 86. podemos observar los diferentes análisis para determinar la significancia en la resistencia, en dichas tablas apreciamos que la significancia máxima es de 0,00% expresadas en el cuadro “prueba de muestras independientes”, columna “Sig. (bilateral)”.

Por lo tanto, se debe rechazar la hipótesis operacional nula.

Tabla 75: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 3 días

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00017	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COM.3.03	COM.3.DP-01	3	345,3333	5,03322
	COM.3.DP-VC-03	3	493,0000	3,00000
				1,73205

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior	
COM.3.03	Se asumen varianzas iguales	,775	,428	-43,650	4	,000	-147,66667	3,38296	-157,05928	-138,27405
	No se asumen varianzas iguales			-43,650	3,262	,000	-147,66667	3,38296	-157,96005	-137,37328

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 3 días

Prueba T

Estadísticas de grupo										
VAR00018		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
COM.3.05	COM.3.DP-01	3	345,3333	5,03322	2,90593					
	COM.3.DP-VC-05	3	550,0000	17,34935	10,01665					

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
COM.3.05	Se asumen varianzas iguales	7,046	,057	-19,624	4	,000	-204,66667	10,42966	-233,62404	-175,70929	
	No se asumen varianzas iguales			-19,624	2,334	,001	-204,66667	10,42966	-243,91262	-165,42071	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 3 días

► **Prueba T**

Estadísticas de grupo										
VAR00019		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
COM.3.07	COM.3.DP-01	3	345,3333	5,03322	2,90593					
	COM.3.DP-VC-07	3	547,0000	4,35890	2,51661					

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
COM.3.07	Se asumen varianzas iguales	,017	,902	-52,460	4	,000	-201,66667	3,84419	-212,33984	-190,99349	
	No se asumen varianzas iguales			-52,460	3,920	,000	-201,66667	3,84419	-212,42630	-190,90704	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 7 días

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00020	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COM.7.03	COM.7.DP-01	3	435,6667	4,93288
	COM.7.DP-VC-03	3	599,0000	3,60555

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COM.7.03	Se asumen varianzas iguales	,704	,449	-46,301	4	,000	-163,33333	3,52767	-173,12771	-153,53896
	No se asumen varianzas iguales			-46,301	3,662	,000	-163,33333	3,52767	-173,49416	-153,17251

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 7 días

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00021	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COM.7.05	COM.7.DP-01	3	435,6667	4,93288
	COM.7.DP-VC-05	3	636,3333	4,50925

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COM.7.05	Se asumen varianzas iguales	,153	,716	-52,005	4	,000	-200,66667	3,85861	-211,37989	-189,95344
	No se asumen varianzas iguales			-52,005	3,968	,000	-200,66667	3,85861	-211,41386	-189,91947

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 7 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00022	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COM.7.05	COM.7.DP-01	3	435,6667	4,93288	2,84800
	COM.7.DP-VC-07	3	636,3333	4,50925	2,60342

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COM.7.05	Se asumen varianzas iguales	,153	,716	-52,005	4	,000	-200,66667	3,85861	-211,37989	-189,95344
	No se asumen varianzas iguales			-52,005	3,968	,000	-200,66667	3,85861	-211,41386	-189,91947

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 14 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00023	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COM.14.03	COM.14.DP-01	3	514,0000	5,29150	3,05505
	COM.14.DP-VC-03	3	673,6667	3,21455	1,85592

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COM.14.03	Se asumen varianzas iguales	1,352	,310	-44,667	4	,000	-159,66667	3,57460	-169,59135	-149,74198
	No se asumen varianzas iguales			-44,667	3,299	,000	-159,66667	3,57460	-170,48064	-148,85269

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 14 días

► Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00024		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COM.14.05	COM.14.DP-01	3	514,0000	5,29150	3,05505
	COM.14.DP-VC-05	3	702,6667	6,11010	3,52767

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
COM.14.05	Se asumen varianzas iguales	,051	,833	-40,429	4	,000	-188,66667	4,66667	-201,62341	-175,70992
	No se asumen varianzas iguales			-40,429	3,920	,000	-188,66667	4,66667	-201,72836	-175,60497

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 14 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00025		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COM.14.07	COM.14.DP-01	3	514,0000	5,29150	3,05505
	COM.14.DP-VC-07	3	770,6667	6,02771	3,48010

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
COM.14.07	Se asumen varianzas iguales	,011	,922	-55,426	4	,000	-256,66667	4,63081	-269,52387	-243,80946
	No se asumen varianzas iguales			-55,426	3,934	,000	-256,66667	4,63081	-269,60940	-243,72394

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 28 días

► Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00026	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COM.28.03	COM.28.DP-01	3	631,6667	3,51188
	COM.28.DP-VC-03	3	767,6667	2,51661

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COM.28.03	Se asumen varianzas iguales	,269	,632	-54,521	4	,000	-136,00000	2,49444	-142,92567	-129,07433
	No se asumen varianzas iguales			-54,521	3,625	,000	-136,00000	2,49444	-143,21720	-128,78280

Fuente: Elaboración propia

Tabla 85: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 28 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo				
VAR00027	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
COM.28.05	COM.28.DP-01	3	631,6667	3,51188
	COM.28.DP-VC-05	3	815,0000	3,00000

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COM.28.05	Se asumen varianzas iguales	,093	,776	-68,750	4	,000	-183,33333	2,66667	-190,73719	-175,92948
	No se asumen varianzas iguales			-68,750	3,905	,000	-183,33333	2,66667	-190,80902	-175,95764

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 28 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00028	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COM.28.07	COM.28.DP-01	3	631,6667	3,51188	2,02759
	COM.28.DP-VC-07	3	831,6667	3,51188	2,02759

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COM.28.07	Se asumen varianzas iguales	,000	1,000	-69,749	4	,000	-200,00000	2,86744	-207,96129	-192,03871
	No se asumen varianzas iguales			-69,749	4,000	,000	-200,00000	2,86744	-207,96129	-192,03871

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figuras 16, 17, 18 y 19 mostramos la distribución de los datos para la compresión de 3, 7, 14 y 28 días.

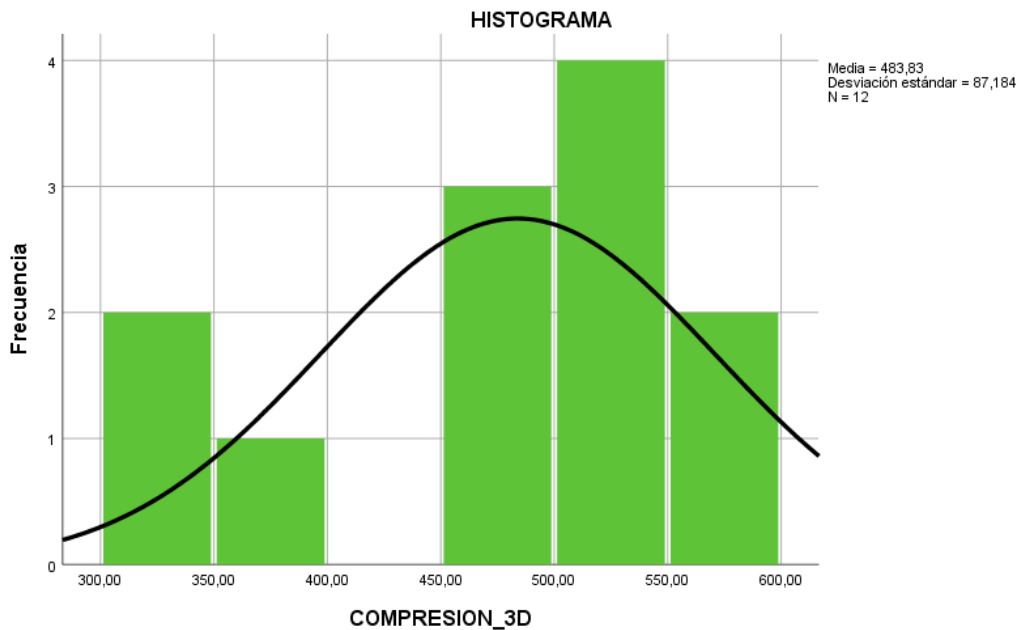


Figura 16: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 3 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia

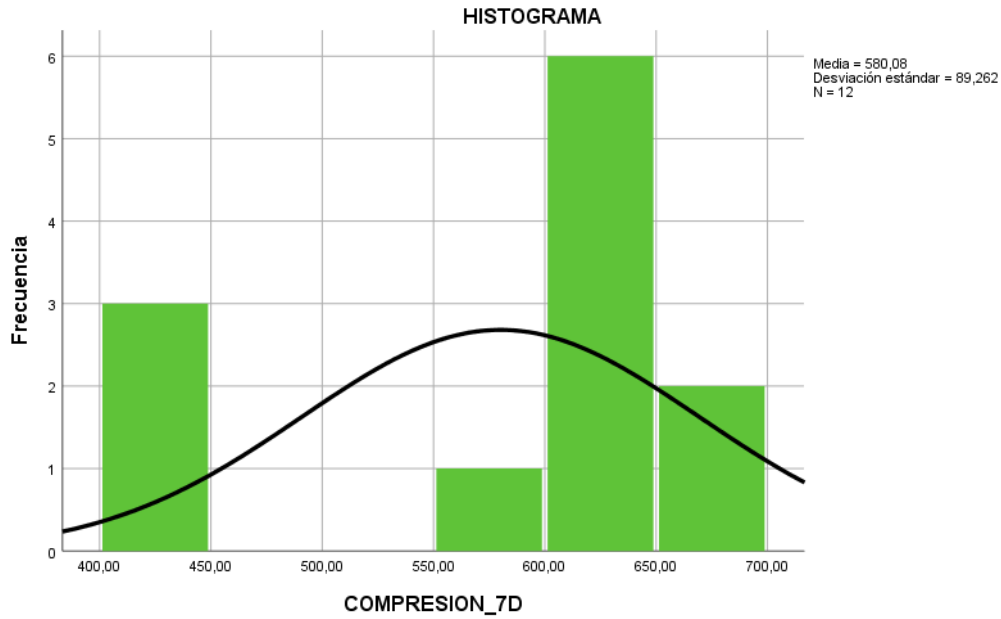


Figura 17: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 7 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia

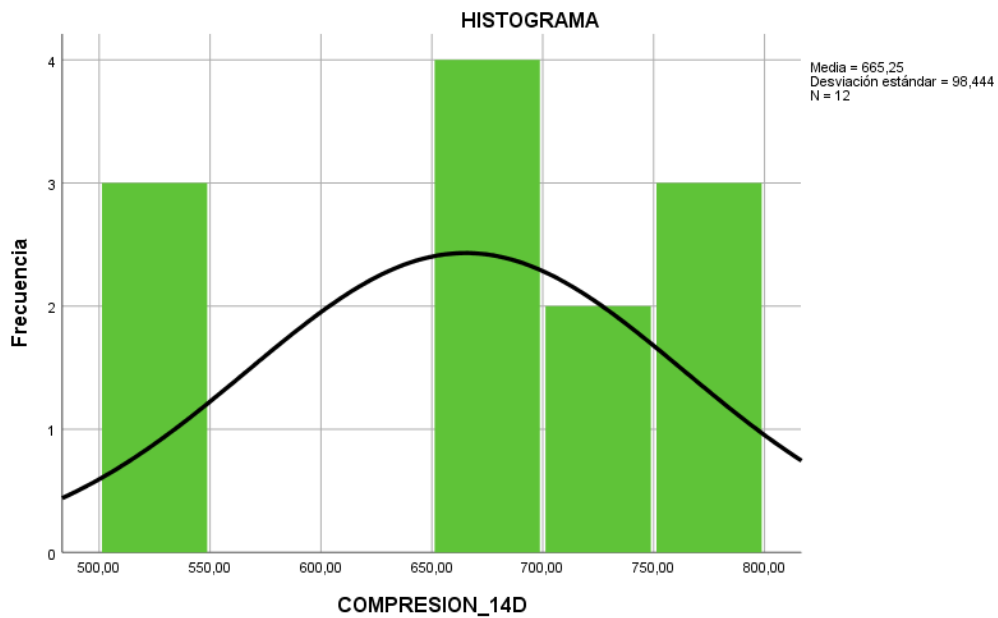


Figura 18: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 14 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia

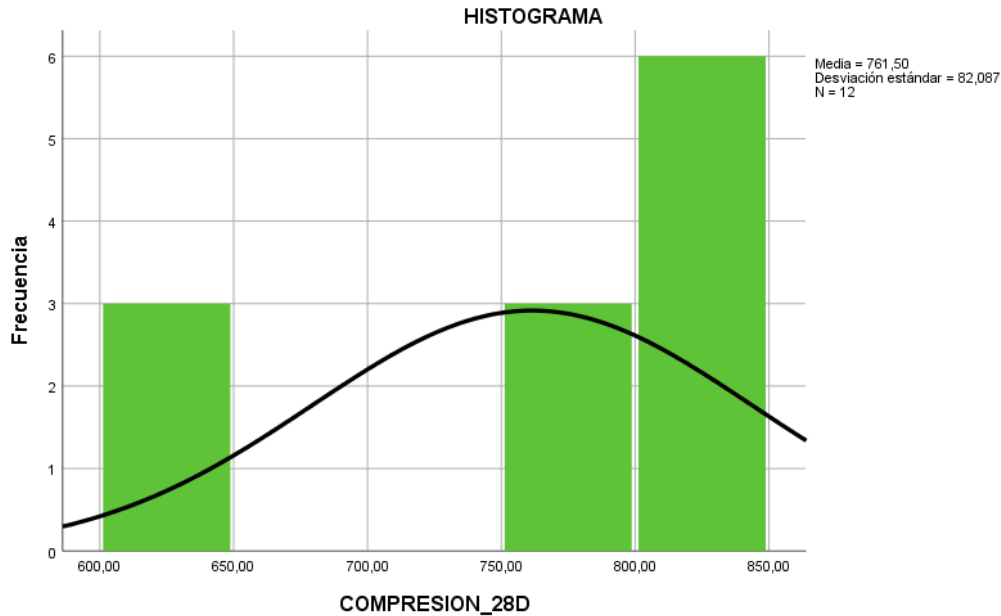


Figura 19: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 3 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia

Ahora, procedemos a establecer una ecuación lineal en formato de regresión lineal simple donde la variable independiente serán los porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110 y la variable dependiente la resistencia a la compresión ensayada a los 28 días.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Donde:

- . Y: Resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido (kg/cm²)
- . X: porcentaje de aditivo con respecto del peso del cemento (%)
- . β_0 : Constante de la ecuación.
- . β_1 : Factor pendiente de la ecuación.

Tabla 87: Análisis estadístico de regresión para compresión a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,956 ^a	,914	,905	25,26663

a. Predictores: (Constante), POR.ADT

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	67736,975	1	67736,975	106,104	,000 ^b
	Residuo	6384,025	10	638,402		
	Total	74121,000	11			

a. Variable dependiente: COM.28

b. Predictores: (Constante), POR.ADT

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	652,551	12,848		50,790	,000
	POR.ADT	290,530	28,205	,956	10,301	,000

a. Variable dependiente: COM.28

Fuente: Elaboración propia

La tabla 87, obtenemos los valores constantes de la ecuación lineal, la cual queda de la siguiente manera $Y=652,551+290,53X$, la cual nos permite predecir el comportamiento de la resistencia a la compresión en función del porcentaje de aditivo.

Esto nos da la relación existente entre el porcentaje de aditivo y la resistencia a la compresión con una certeza de 91.4%.

En la figura 20 obtenemos la recta de la ecuación estimada con los datos obtenidos.

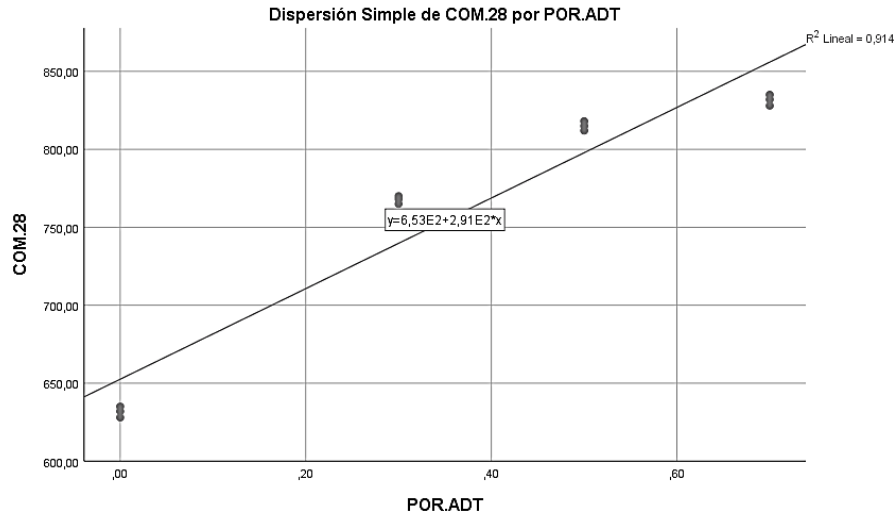


Figura 20: Recta de regresión lineal de compresión con respecto al porcentaje de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

Para nuestro caso, el programa SPSS nos ayuda a simplificar la expresión en la siguiente fórmula, la cual podemos extraer los datos de la tabla 87.

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{67736,975}{74121,00} = 0,91387$$

Este R^2 número apoya la predicción de la regresión lineal, la cual representado en porcentaje es de 91,39%.

Tabla 88: Análisis estadístico de correlación para compresión a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.

Correlaciones

		POR.ADT	COM.28
POR.ADT	Correlación de Pearson	1	,956**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	12	12
COM.28	Correlación de Pearson	,956**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	12	12

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Nos damos cuenta que, al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de 95.6%, el cual significa que es fuerte la tendencia a la regresión lineal simple y de pendiente positiva, es decir, proporcional entre las variables.

- **Conclusión:** Los resultados obtenidos fueron calculados estableciendo una confiabilidad del 95%, obteniendo una significancia de 5%, en nuestro análisis de resistencia a la compresión para los diferentes porcentajes de aditivo y diferentes días de rotura, la significancia máxima obtenida fue de 0,00% como se puede apreciar en las tablas 76 a la 85, por lo tanto, nos vemos en el caso de rechazar la hipótesis operacional nula y afirmamos la hipótesis alternativa “H₁: La resistencia a la compresión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es diferente a la resistencia a la compresión de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7 % de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110”.

Tracción

Para este análisis, nos basaremos en los datos de la tabla 66: Resistencia a la tracción de los diseños de muestra en diferentes edades (pg. 103).

Continuamos con la elaboración de las hipótesis operacionales basadas en la hipótesis principal de la investigación.

H₀: La resistencia a la tracción de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es igual a la resistencia a la tracción de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7% de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110.

H₁: La resistencia a la tracción de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es diferente a la resistencia a la tracción de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7 % de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110.

Comenzamos el análisis de significancia para la resistencia a la tracción para los diseños “DP-01”, “DP-VC-0,3”, “DP-VC-0,5” y “DP-VC-0,7” y por cada uno de los días ensayados 3, 7, 14 y 28. Recordemos que la significancia mínima para rechazar la hipótesis operacional nula es de 5%.

En la tabla 98, obtenemos que la significancia es de 11,6% por lo que debemos afirmar la hipótesis operacional nula, solo en este caso, la resistencia del concreto a la tracción utilizando cemento HS sin incorporar aditivo y la resistencia a la tracción utilizando cemento incorporando aditivo ViscoCrete 1110 al 0,3% ensayado a los 28 días son iguales.

Sin embargo, en resto de casos, desde la tabla 89 a la 100 (exceptuando la tabla 98), podemos observar los diferentes análisis para determinar la significancia en la tracción, en dichas tablas apreciamos que la significancia máxima es de 1,20% por lo tanto se debe rechazar la hipótesis operacional nula en estos casos.

Tabla 89: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,3 para 3 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00048	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.3.03	TRA.3.DP01	3	18,0000	1,00000	,57735
	TRA.3.DP-VC-03	3	24,3333	,57735	,33333

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.3.03	Se asumen varianzas iguales	,400	,561	-9,500	4	,001	-6,33333	,66667	-8,18430	-4,48237
	No se asumen varianzas iguales			-9,500	3,200	,002	-6,33333	,66667	-8,38189	-4,28478

Fuente: Elaboración propia

Tabla 90: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,5 para 3 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00049	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.3.05	TRA.3.DP-01	3	18,0000	1,00000	,57735
	TRA.3.DP-VC-05	3	23,0000	1,73205	1,00000

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.3.05	Se asumen varianzas iguales	2,000	,230	-4,330	4	,012	-5,00000	1,15470	-8,20596	-1,79404
	No se asumen varianzas iguales			-4,330	3,200	,020	-5,00000	1,15470	-8,54820	-1,45180

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,7 para 3 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00050	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.3.07	TRA.3.DP-01	3	18,0000	1,00000	,57735
	TRA.3.DP-VC-07	3	29,6667	,57735	,33333

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.3.07	Se asumen varianzas iguales	,400	,561	-17,500	4	,000	-11,66667	,66667	-13,51763	-9,81570
	No se asumen varianzas iguales			-17,500	3,200	,000	-11,66667	,66667	-13,71522	-9,61811

Fuente: Elaboración propia

Tabla 92: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,3 para 7 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00051	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.7.03	TRA.3.DP-01	3	27,6667	2,08167	1,20185
	TRA.7.DP-VC-03	3	35,0000	,00000	,00000

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.7.03	Se asumen varianzas iguales	10,316	,033	-6,102	4	,004	-7,33333	1,20185	-10,67021	-3,99646
	No se asumen varianzas iguales			-6,102	2,000	,026	-7,33333	1,20185	-12,50448	-2,16219

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,5 para 7 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00052	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.7.05	TRA.7.DP-01	3	27,6667	2,08167	1,20185
	TRA.7.DP-VC-05	3	38,6667	,57735	,33333

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.7.05	Se asumen varianzas iguales	5,000	,089	-8,820	4	,001	-11,00000	1,24722	-14,46284	-7,53716
	No se asumen varianzas iguales			-8,820	2,306	,008	-11,00000	1,24722	-15,73872	-6,26128

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 94: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,7 para 7 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00053	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.7.07	TRA.7.DP-01	3	27,6667	2,08167	1,20185
	TRA.7.DP-VC-07	3	39,6667	,57735	,33333

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.7.07	Se asumen varianzas iguales	5,000	,089	-9,621	4	,001	-12,00000	1,24722	-15,46284	-8,53716
	No se asumen varianzas iguales			-9,621	2,306	,007	-12,00000	1,24722	-16,73872	-7,26128

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,3 para 14 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00054	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.14.03	TRA.14.DP-01	3	39,6667	,57735	,33333
	TRA.14.DP-VC-03	3	42,6667	,57735	,33333

Prueba de muestras independientes											
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
TRA.14.03	Se asumen varianzas iguales		,000	1,000	-6,364	4	,003	-3,00000	,47140	-4,30883	-1,69117
	No se asumen varianzas iguales				-6,364	4,000	,003	-3,00000	,47140	-4,30883	-1,69117

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,5 para 14 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00055	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.14.05	TRA.14.DP-01	3	39,6667	,57735	,33333
	TRA.14.DP-VC-05	3	45,3333	,57735	,33333

Prueba de muestras independientes											
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
TRA.14.05	Se asumen varianzas iguales		,000	1,000	-12,021	4	,000	-5,66667	,47140	-6,97550	-4,35784
	No se asumen varianzas iguales				-12,021	4,000	,000	-5,66667	,47140	-6,97550	-4,35784

Fuente: Elaboración propia

Tabla 97: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,7 para 14 días

Prueba T

Estadísticas de grupo										
VAR00056		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
TRA.14.07	TRA.14.DP-01	3	39,6667	,57735	,33333					
	TRA.14.DP-VC-07	3	52,3333	,57735	,33333					

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.14.07	Se asumen varianzas iguales	,000	1,000	-26,870	4	,000	-12,66667	,47140	-13,97550	-11,35784
	No se asumen varianzas iguales			-26,870	4,000	,000	-12,66667	,47140	-13,97550	-11,35784

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,3 para 28 días

Prueba T

Estadísticas de grupo										
VAR00057		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
TRA.28.03	TRA.28.DP-01	3	51,3333	,57735	,33333					
	TRA.28.DP-VC-03	3	52,0000	,00000	,00000					

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.28.03	Se asumen varianzas iguales	16,000	,016	-2,000	4	,116	-,66667	,33333	-1,59215	,25882
	No se asumen varianzas iguales			-2,000	2,000	,184	-,66667	,33333	-2,10088	,76755

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,5 para 28 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00058	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.28.05	TRA.28.DP-01	3	51,3333	,57735	,33333
	TRA.28.DP-VC-05	3	56,6667	,57735	,33333

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.28.05	Se asumen varianzas iguales	,000	1,000	-11,314	4	,000	-5,33333	,47140	-6,64216	-4,02450
	No se asumen varianzas iguales			-11,314	4,000	,000	-5,33333	,47140	-6,64216	-4,02450

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 100: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-VC-0,7 para 28 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00059	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.28.07	TRA.28.DP-01	3	51,3333	,57735	,33333
	TRA.28.DP-VC-07	3	58,3333	,57735	,33333

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.28.07	Se asumen varianzas iguales	,000	1,000	-14,849	4	,000	-7,00000	,47140	-8,30883	-5,69117
	No se asumen varianzas iguales			-14,849	4,000	,000	-7,00000	,47140	-8,30883	-5,69117

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes figuras 21, 22, 23 y 24 mostramos la distribución de los datos para la tracción de 3, 7, 14 y 28 días.

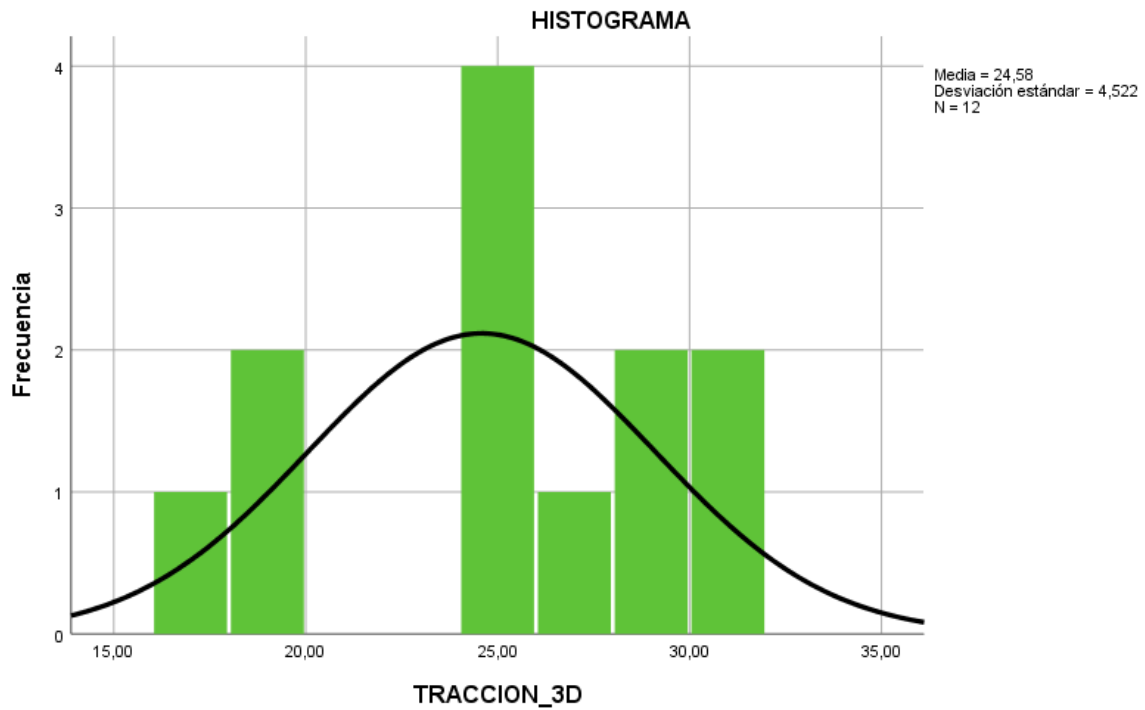


Figura 21: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 3 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

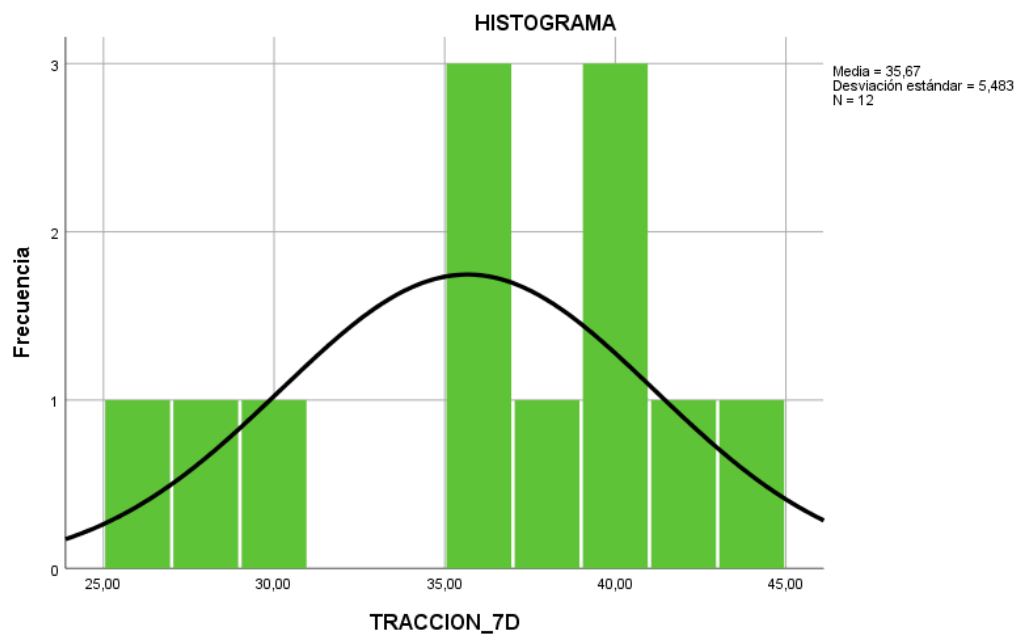


Figura 22: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 7 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

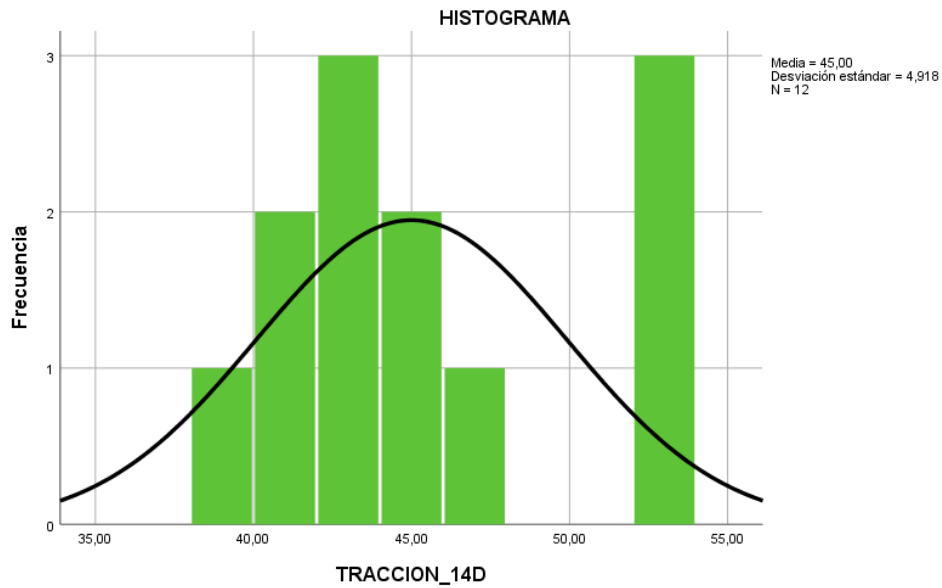


Figura 23: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 14 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

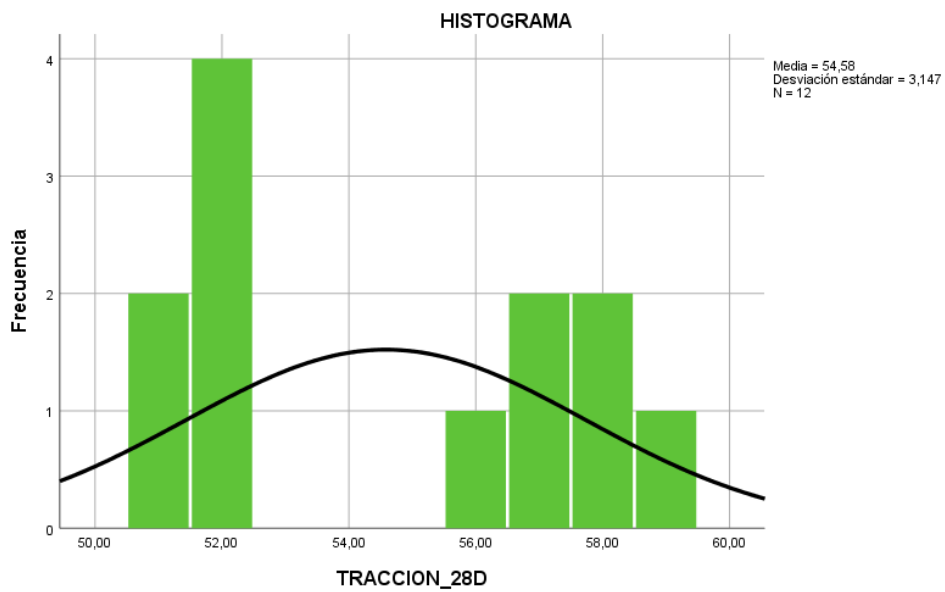


Figura 24: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 28 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

Ahora, procedemos a establecer una ecuación lineal en formato de regresión lineal simple donde la variable independiente serán los porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110 y la variable dependiente la resistencia a la tracción ensayada a los 28 días.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Donde:

- . Y: Resistencia a la tracción del concreto en estado endurecido (kg/cm²)
- . X: porcentaje de aditivo con respecto del peso del cemento (%)
- . β_0 : Constante de la ecuación.
- . β_1 : Factor pendiente de la ecuación.

Utilizando el programa SPSS Statistics 25 obtenemos los valores β_0 y β_1 los cuales se pueden apreciar en la tabla 101, en la columna “B” del cuadro “coeficientes”.

Tabla 101: Análisis estadístico de regresión para tracción a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,928 ^a	,861	,847	1,23045

a. Predictores: (Constante), POR.ADT

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	93,776	1	93,776	61,939	,000 ^b
	Residuo	15,140	10	1,514		
	Total	108,917	11			

a. Variable dependiente: TRA.28
b. Predictores: (Constante), POR.ADT

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	50,530	,626		80,760	,000
	POR.ADT	10,810	1,374	,928	7,870	,000

a. Variable dependiente: TRA.28

Fuente: Elaboración propia

Por la tabla 101, obtenemos los valores constantes de la ecuación lineal, la cual queda de la siguiente manera $Y=50,530+10,810X$, la cual nos permite predecir el comportamiento de la resistencia a la tracción en función del porcentaje de aditivo con un asertividad del 84,7% según la misma tabla en el cuadro “resumen modelo” en columna “R cuadrado”.

En la figura 25 obtenemos la recta de la ecuación estimada con los datos obtenidos.

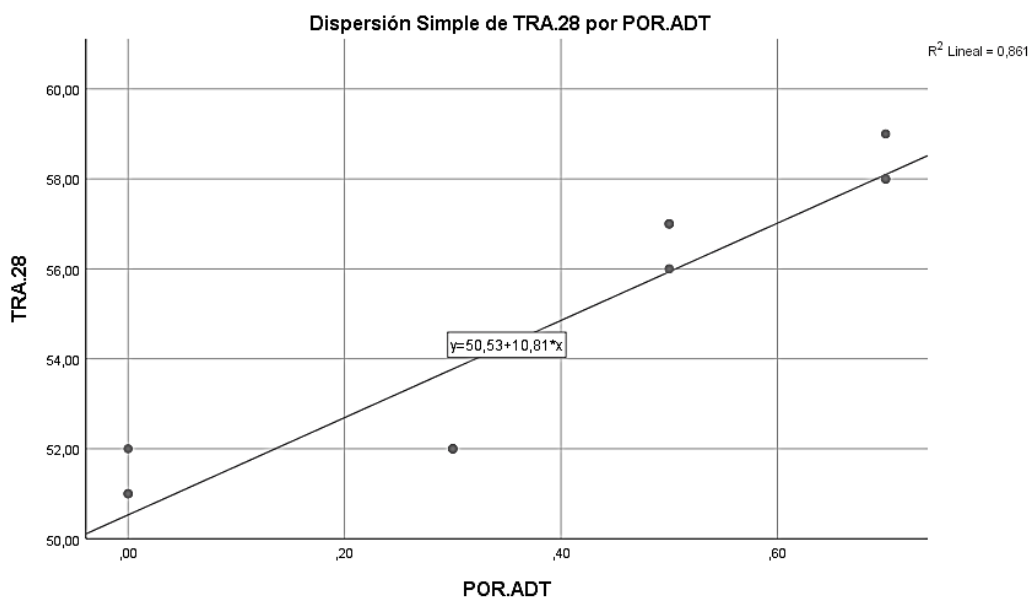


Figura 25: Recta de regresión lineal de resistencia a la tracción con respecto al porcentaje de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

Para nuestro caso, el programa SPSS nos ayuda a simplificar la expresión en la siguiente fórmula, la cual podemos extraer los datos de la tabla 101.

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{93,776}{108,917} = 0,86098$$

Este R^2 número apoya la predicción de la regresión lineal, la cual representado en porcentaje es de 86,10%.

En la tabla 102 obtenemos los resultados de correlación del programa SPSS Statistics.

Tabla 102: Análisis estadístico de correlación para tracción a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.

Correlaciones

		POR.ADT	TRA.28
POR.ADT	Correlación de Pearson	1	,928**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	12	12
TRA.28	Correlación de Pearson	,928**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	12	12

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de 92.8%, el cual significa que es fuerte la tendencia a la regresión lineal simple.

- **Conclusión:** Los resultados obtenido fueron calculados estableciendo una confiabilidad del 95%, obteniendo una significancia de 5%, en nuestro análisis de resistencia a la compresión para los diferentes porcentajes de aditivo y diferentes días de rotura.

La significancia en el caso comparativo entre la resistencia a la tracción del concreto con cemento HS, sin incorporación de aditivos vs la resistencia a la tracción del concreto con cemento HS incorporando aditivo ViscoCrete a 0,3% ensayado a los 28 días es de 11,6% por lo que, afirmamos que solo en este caso las resistencias a la tracción son iguales. Para el resto de diseños, la diferencia entre las resistencias a tracción es considerablemente diferente, ya que su significancia mayor es de 1,2%.

Gracias a la tabla 101, hemos obtenido una ecuación lineal en la cual relaciona el porcentaje de aditivo y su resistencia a la tracción la cual es la siguiente $Y=50,530+10,810X$ la cual obtiene un grado de veracidad del 84,7%.

Por último, con la tabla 102 obtenemos que la correlación entre las variables es de 92,8% eso quiere decir que es una relación muy fuerte con la proporcionalidad de las variables de estudio.

Flexión

Para este análisis, nos basaremos en los datos de la tabla 68: Resistencia a la flexión de los diseños de muestra en diferentes edades (pg. 105).

Continuamos con la elaboración de las hipótesis operacionales basadas en la hipótesis principal de la investigación.

H₀: La resistencia a la flexión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es igual a la resistencia a la flexión de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7% de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110.

H₁: La resistencia a la flexión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo es diferente a la resistencia a la flexión de mezcla de concreto con cemento HS incorporando 0,3; 0,5 y 0,7% de aditivo superplastificante ViscoCrete 1110.

Comenzamos el análisis de significancia para la resistencia a la flexión para los diseños “DP-01”, “DP-VC-0,3”, “DP-VC-0,5” y “DP-VC-0,7” y por cada uno de los días ensayados 3, 7, 14 y 28. Recordemos que la significancia mínima para rechazar la hipótesis operacional nula es de 5%.

En los análisis realizados obtenemos que la resistencia a la flexión para los primeros 3 días, la significancia es baja por lo que interpretamos que las resistencias son significativamente diferentes, independientemente del porcentaje del aditivo con respecto al diseño patrón, estos resultados se pueden apreciar en las tablas 103, 104 y 105.

Pero, al ensayarlos a 3, 7, 14 y 28 días, la resistencia a la flexión es prácticamente igual, ya que su significancia es mayor al 5% y los resultados se reflejan en las tablas desde la 106 a la 114.

Tabla 103: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 3 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00002	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX.3.DPVC03	FLX.3.DP01	4	25,7500	2,21736	1,10868
	FLX.3.DPVC03	4	32,2500	1,70783	,85391

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
FLX.3.DPVC03	Se asumen varianzas iguales	,600	,468	-4,645	6	,004	-6,50000	1,39940	-9,92422	-3,07578	
	No se asumen varianzas iguales			-4,645	5,633	,004	-6,50000	1,39940	-9,97906	-3,02094	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 3 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00006	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX.3.DPVC05	FLX.3.DPC01	4	25,7500	2,21736	1,10868
	FLX.3.DPVC05	4	31,5000	1,91485	,95743

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
FLX.3.DPVC05	Se asumen varianzas iguales	,167	,697	-3,925	6	,008	-5,75000	1,46487	-9,33440	-2,16560	
	No se asumen varianzas iguales			-3,925	5,875	,008	-5,75000	1,46487	-9,35291	-2,14709	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 105: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 3 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00009	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX.3.DPVC07	FLX.3.DP01	4	25,7500	2,21736	1,10868
	FLX.3.DPVC07	4	32,0000	2,16025	1,08012

Prueba de muestras independientes											
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
									Inferior	Superior	
FLX.3.DPVC07	Se asumen varianzas iguales		,100	,763	-4,038	6	,007	-6,25000	1,54785	-10,03745	-2,46255
	No se asumen varianzas iguales				-4,038	5,996	,007	-6,25000	1,54785	-10,03807	-2,46193

Fuente: Elaboración propia

Tabla 106: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 7 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00012	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX.7.DPVC03	FLX.7.DP01	4	35,7500	2,98608	1,49304
	FLX.7.DPVC03	4	37,2500	1,70783	,85391

Prueba de muestras independientes											
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
									Inferior	Superior	
FLX.7.DPVC03	Se asumen varianzas iguales		1,333	,292	-,872	6	,417	-1,50000	1,71998	-5,70864	2,70864
	No se asumen varianzas iguales				-,872	4,773	,425	-1,50000	1,71998	-5,98538	2,98538

Fuente: Elaboración propia

Tabla 107: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 7 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00016	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX.7.DPVC05	FLX.7.DP01	4	35,7500	2,98608	1,49304
	FLX.7.DPVC05	4	37,0000	2,94392	1,47196

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLX.7.DPVC05	Se asumen varianzas iguales	,100	,763	-,596	6	,573	-1,25000	2,09662	-6,38025	3,88025
	No se asumen varianzas iguales			-,596	5,999	,573	-1,25000	2,09662	-6,38051	3,88051

Fuente: Elaboración propia

Tabla 108: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 7 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00031	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX.7.DPVC07	FLX.7.DP01	4	35,7500	2,98608	1,49304
	FLX.7.DPVC07	4	38,0000	2,16025	1,08012

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLX.7.DPVC07	Se asumen varianzas iguales	,587	,473	-1,221	6	,268	-2,25000	1,84278	-6,75912	2,25912
	No se asumen varianzas iguales			-1,221	5,465	,272	-2,25000	1,84278	-6,86831	2,36831

Fuente: Elaboración propia

Tabla 109: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 14 días

Prueba T

Estadísticas de grupo										
VAR00033		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
FLX.14.DPVC03	FLX.14.DP01	4	42,7500	1,25831	,62915					
	FLX14.DPVC03	4	42,5000	2,64575	1,32288					

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLX.14.DPVC03	Se asumen varianzas iguales	2,271	,183	,171	6	,870	,25000	1,46487	-3,33440	3,83440
	No se asumen varianzas iguales			,171	4,291	,872	,25000	1,46487	-3,71059	4,21059

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 14 días

Prueba T

Estadísticas de grupo										
VAR00035		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
FLX.14.DPVC05	FLX14.DP01	4	42,7500	1,25831	,62915					
	FLX14.DPVC05	4	42,7500	2,98608	1,49304					

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLX.14.DPVC05	Se asumen varianzas iguales	2,771	,147	,000	6	1,000	,00000	1,62019	-3,96445	3,96445
	No se asumen varianzas iguales			,000	4,033	1,000	,00000	1,62019	-4,48394	4,48394

Fuente: Elaboración propia

Tabla 111: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 14 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00037	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX14.DPVC07	FLX14.DP01	4	42,7500	1,25831	,62915
	FLX14.DPVC07	4	43,5000	3,10913	1,55456

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLX14.DPVC07	Se asumen varianzas iguales	5,571	,056	-,447	6	,670	-,75000	1,67705	-4,85360	3,35360
	No se asumen varianzas iguales			-,447	3,957	,678	-,75000	1,67705	-5,42622	3,92622

Fuente: Elaboración propia

Tabla 112: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,3 para 28 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00039	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX28.DPVC03	FLX28.DP01	4	45,0000	2,16025	1,08012
	FLX28.DPVC03	4	47,2500	,95743	,47871

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLX28.DPVC03	Se asumen varianzas iguales	1,227	,310	-1,904	6	,106	-2,25000	1,18145	-5,14091	,64091
	No se asumen varianzas iguales			-1,904	4,135	,127	-2,25000	1,18145	-5,48850	,98850

Fuente: Elaboración propia

Tabla 113: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,5 para 28 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00041	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX.28.DPVC05	FLX28.DP01	4	45,0000	2,16025	1,08012
	FLX28.DPVC05	4	51,0000	1,15470	,57735

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLX.28.DPVC05	Se asumen varianzas iguales	,600	,468	-4,899	6	,003	-6,00000	1,22474	-8,99684	-3,00316
	No se asumen varianzas iguales			-4,899	4,585	,006	-6,00000	1,22474	-9,23600	-2,76400

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 114: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-VC-0,7 para 28 días

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00043	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLX.28.DPVC07	FLX28.DP01	4	45,0000	2,16025	1,08012
	FLX28.DPVC07	4	50,5000	1,29099	,64550

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLX.28.DPVC07	Se asumen varianzas iguales	,500	,506	-4,371	6	,005	-5,50000	1,25831	-8,57896	-2,42104
	No se asumen varianzas iguales			-4,371	4,900	,008	-5,50000	1,25831	-8,75444	-2,24556

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figuras 26, 27, 28 y 29 mostramos la distribución de los datos para la flexión de 3, 7, 14 y 28 días.

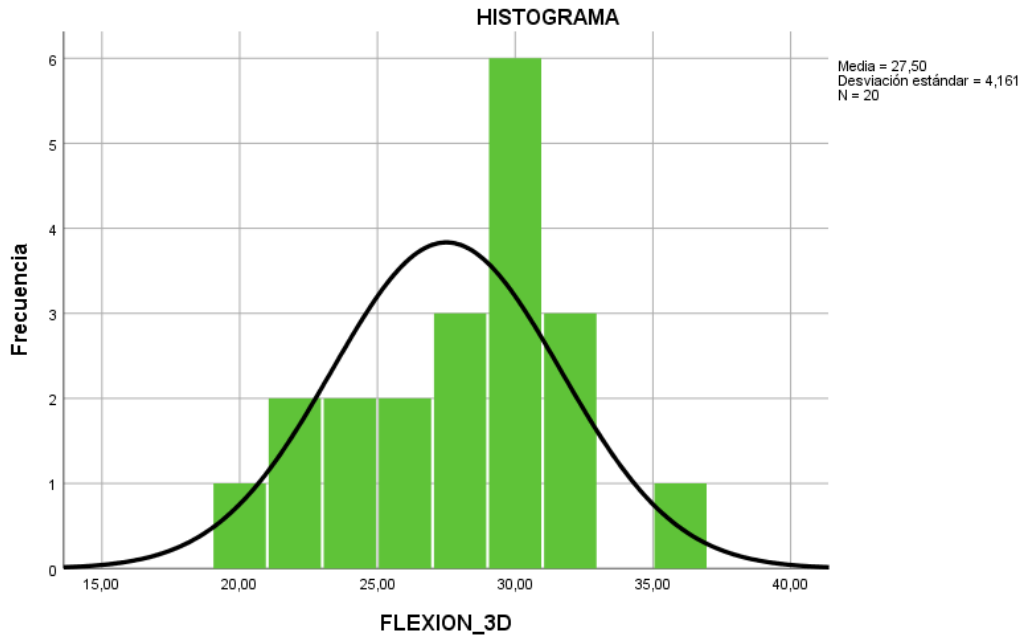


Figura 26: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 3 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

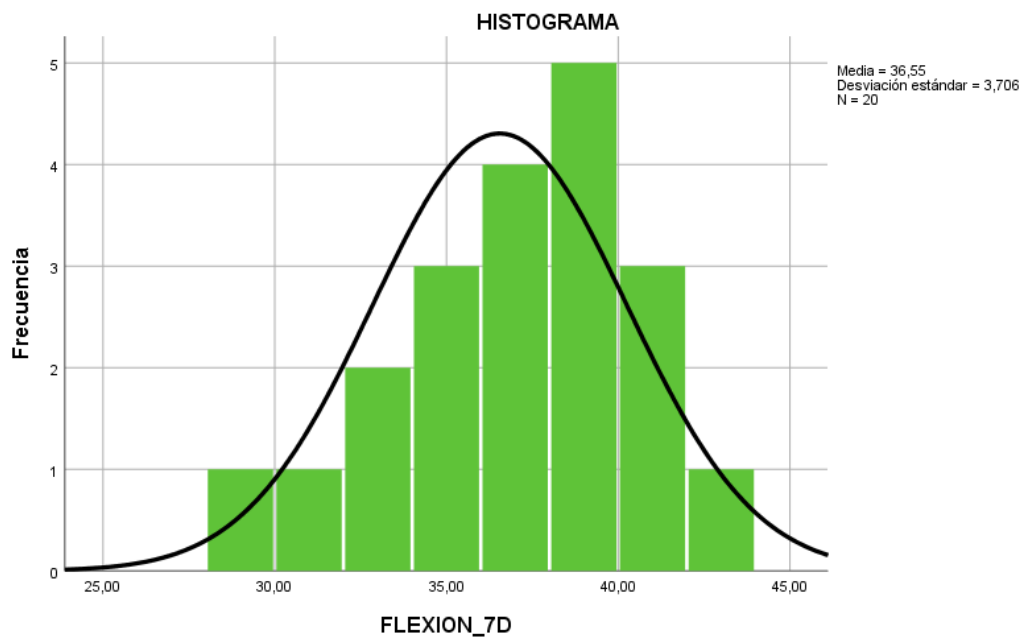


Figura 27: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 7 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

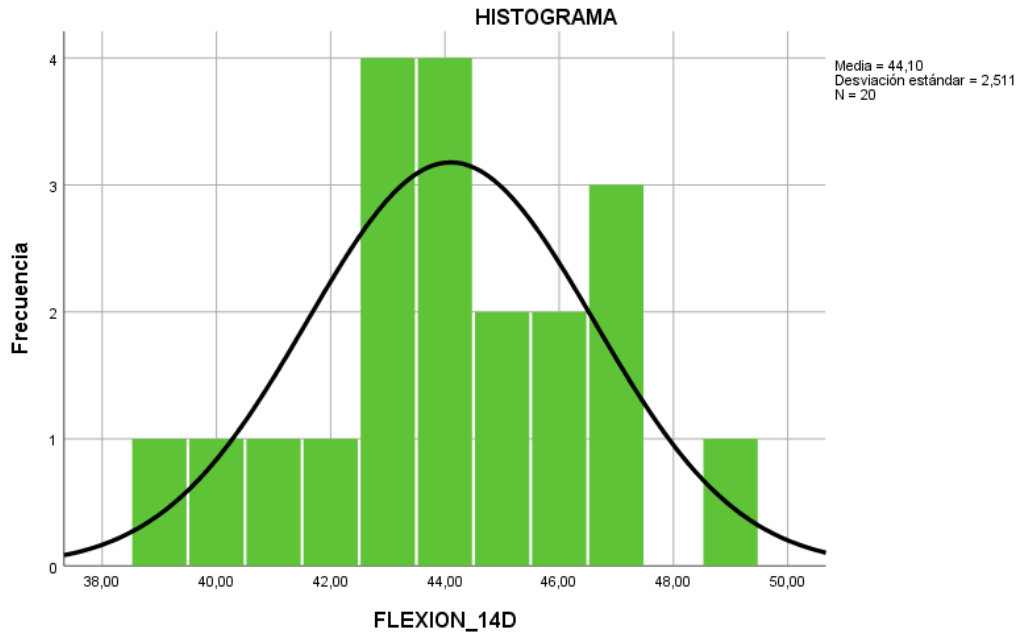


Figura 28: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 14 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia

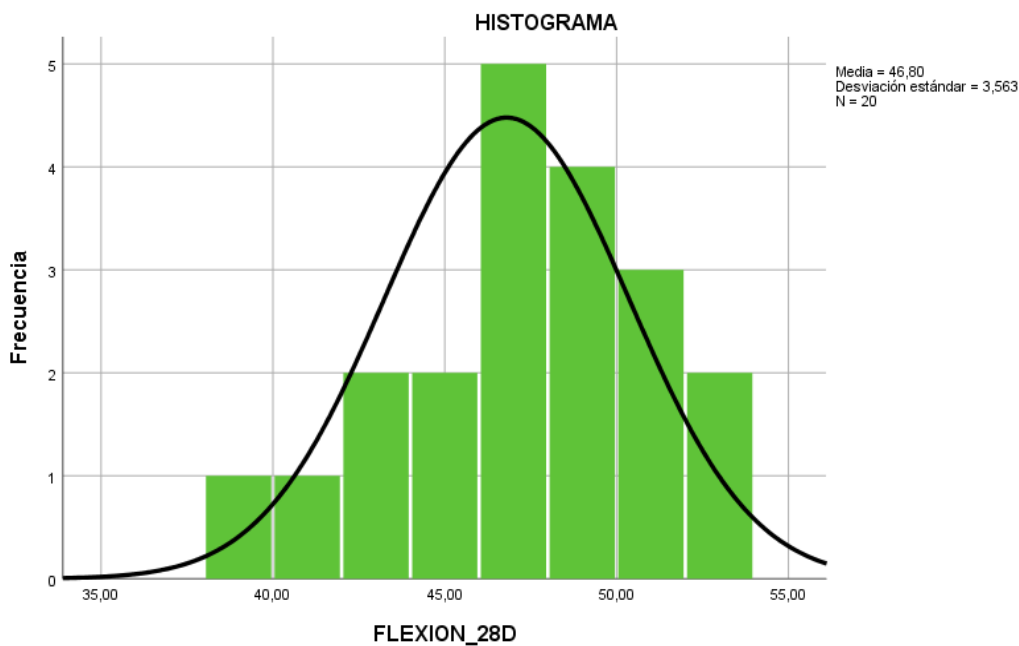


Figura 29: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 28 días para diseños con 0,3%; 0,5% y 0,7% de aditivo.

Fuente: Elaboración propia

Ahora, procedemos a establecer una ecuación lineal en formato de regresión lineal simple donde la variable independiente serán los porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110 y la variable dependiente la resistencia a la flexión ensayada a los 28 días.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Donde:

- . Y: Resistencia a la flexión del concreto en estado endurecido (kg/cm²)
- . X: porcentaje de aditivo con respecto del peso del cemento (%)
- . β_0 : Constante de la ecuación.
- . β_1 : Factor pendiente de la ecuación.

Utilizando el programa SPSS Statistics 25 obtenemos los valores β_0 y β_1 los cuales se pueden apreciar en la tabla 115, en la columna “B” del cuadro “coeficientes”.

Tabla 115: Análisis estadístico de regresión para resistencia a la flexión a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.

Resumen del modelo					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	
1	,830 ^a	,688	,666	1,64827	

a. Predictores: (Constante), ADIT

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	83,902	1	83,902	30,883	,000 ^b
	Residuo	38,035	14	2,717		
	Total	121,938	15			

a. Variable dependiente: FLX.28
b. Predictores: (Constante), ADIT

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	45,117	,726		62,157	,000
	ADIT	8,855	1,593	,830	5,557	,000

a. Variable dependiente: FLX.28

Fuente: Elaboración propia

Por la tabla 115, obtenemos los valores constantes de la ecuación lineal, la cual queda de la siguiente manera

$Y=45.117+8.855X$, la cual nos permite predecir el comportamiento de la resistencia a la flexión en función del porcentaje de aditivo con un asertividad del 68.8% según la misma tabla en el cuadro “resumen modelo” en columna “R cuadrado”.

En la figura 30 obtenemos la recta de la ecuación estimada con los datos obtenidos.

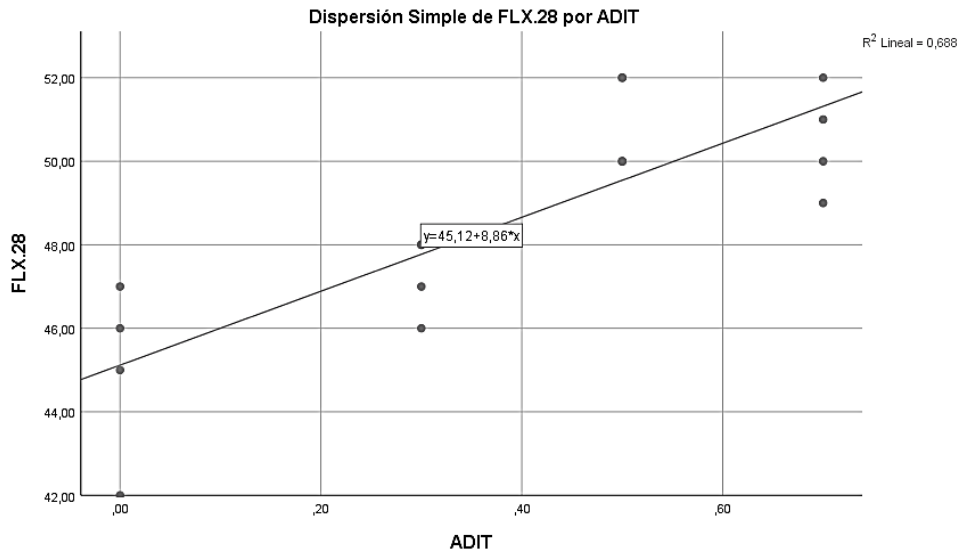


Figura 30: Recta de regresión lineal de resistencia a la flexión con respecto al porcentaje de aditivo.

Fuente: Elaboración propia.

Para nuestro caso, el programa SPSS nos ayuda a simplificar la expresión en la siguiente fórmula, la cual podemos extraer los datos de la tabla 115.

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{83,902}{121,938} = 0,68807$$

Este R^2 número apoya la predicción de la regresión lineal, la cual representado en porcentaje es de 68,81%.

Tabla 116: Análisis estadístico de correlación para flexión a 28 días para diferentes porcentajes de aditivo ViscoCrete 1110.

Correlaciones

		ADIT	FLX.28
ADIT	Correlación de Pearson	1	,830**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	16	16
FLX.28	Correlación de Pearson	,830**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	16	16

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de 83.0%, el cual significa que es fuerte la tendencia a la regresión lineal simple.

- **Conclusión:** Los resultados obtenidos fueron calculados estableciendo una confiabilidad del 95%, obteniendo una significancia de 5%, en nuestro análisis de resistencia a la compresión para los diferentes porcentajes de aditivo y diferentes días de rotura.

La significancia en el caso de la resistencia a la flexión para los primeros 3 días, independientemente de la cantidad de aditivo, es baja, por lo que podemos afirmar que en esa etapa la resistencia a la flexión es significativamente diferente frente al diseño sin aditivo. Más en el caso de la resistencia a 3, 7, 14 y 28 días, la resistencia no es significativamente diferente, por lo que podemos afirmar que las resistencias a flexión a partir de los 3, 7, 14 y 28 días son iguales.

Por último, con la tabla 116 obtenemos que la correlación entre las variables es de 83,0% eso quiere decir que es una relación muy fuerte con la proporcionalidad de las variables de estudio.

4.6.2 Contratación de hipótesis 2

- Hipótesis 02: La relación agua/cemento afecta significativamente en la resistencia de la mezcla de concreto con cemento HS y relación agua cemento de 0,58 sin incorporación de aditivos “DP-01” frente a de la mezcla de concreto con cemento HS y relación agua cemento de 0,64 con cemento HS sin incorporar aditivo “DP-02”.

Compresión

Para el siguiente análisis estadístico para la comprobación de nuestra hipótesis inicial usaremos los datos de la tabla 64: Resistencia a la compresión de los diseños de muestra en diferentes edades que se encuentra en la página 99.

Encontramos los resultados de la resistencia a la compresión para los diseños “DP-01” y “DP-02” ensayadas a los 3, 7 14 y 28 días.

Ahora, procedemos a establecer la hipótesis operacional nula, denominada H_0 y la hipótesis alternante: H_1 .

H_0 : La resistencia a la compresión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo de relación agua cemento 0,58 es igual a la resistencia a la compresión de mezcla de concreto con cemento HS sin incorporar aditivo de relación agua cemento 0,64.

H_1 : La resistencia a la compresión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo de relación agua cemento 0,58 es igual a la resistencia a la compresión de mezcla de concreto con cemento HS sin incorporar aditivo de relación agua cemento 0,64.

Nuestro nivel de significancia lo establecemos en un $\alpha = 5\%$, lo que nos lleva a la siguiente condición:

Si: $\alpha \leq 5\%$ Se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alternante

Si: $\alpha > 5\%$ Se afirma la hipótesis nula

A continuación, con ayuda del programa “IBM SPSS Statistics 25”, calculamos la significancia de las resistencias para los días 3, 7, 14 y 28, la cual podemos concebir en las tablas 117, 118, 119 y 120 donde el resultado máximo de la significancia es de 0,5%.

Tabla 117: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-2 para 3 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00001	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COM.3.DP02	COM.3.DP01	3	345,3333	5,03322	2,90593
	COM.3.DP02	3	219,0000	7,81025	4,50925

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COM.3.DP02	Se asumen varianzas iguales	1,341	,311	23,550	4	,000	126,33333	5,36449	111,43911	141,22755
	No se asumen varianzas iguales			23,550	3,417	,000	126,33333	5,36449	110,38096	142,28570

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 118: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-2 para 7 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00003	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COM.7.DP02	COM.7.DP01	3	435,6667	4,93288	2,84800
	COM.7.DP02	3	318,0000	35,02856	20,22375

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
COM.7.DP02	Se asumen varianzas iguales	5,216	,084	5,761	4	,005	117,66667	20,42330	60,96250	174,37083
	No se asumen varianzas iguales			5,761	2,079	,026	117,66667	20,42330	32,92683	202,40650

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 119: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-2 para 14 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00005	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COM.14.DP02	COM.14.DP01	3	514,0000	5,29150	3,05505
	COM.14.DP02	3	403,0000	5,29150	3,05505

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
COM.14.DP02	Se asumen varianzas iguales	,000	1,000	25,692	4	,000	111,00000	4,32049	99,00439	122,99561
	No se asumen varianzas iguales			25,692	4,000	,000	111,00000	4,32049	99,00439	122,99561

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 120: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la compresión de DP-01 y DP-2 para 28 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00007	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
COM.28.DP02	COM.28.DP01	3	631,6667	3,51188	2,02759
	COM.28.DP02	3	531,0000	3,60555	2,08167

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
COM.28.DP02	Se asumen varianzas iguales	,026	,880	34,642	4	,000	100,66667	2,90593	92,59850	108,73483
	No se asumen varianzas iguales			34,642	3,997	,000	100,66667	2,90593	92,59630	108,73703

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes figuras 31, 32, 33 y 34 mostramos la distribución de los datos para la compresión de 3, 7, 14 y 28 días.

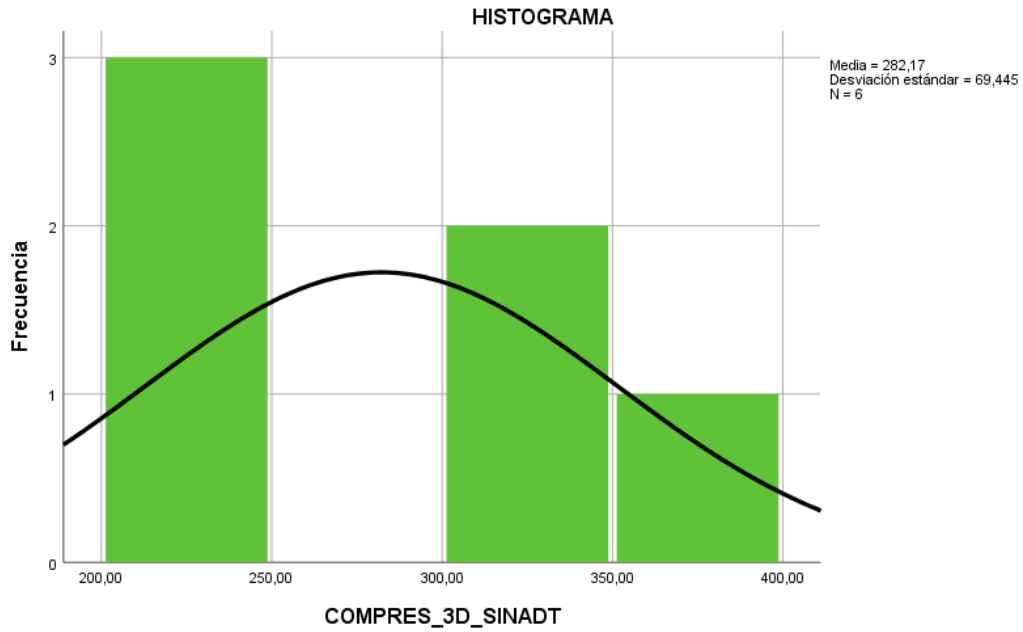


Figura 31: Distribución normal de variación de resitencia a la compresión a 3 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

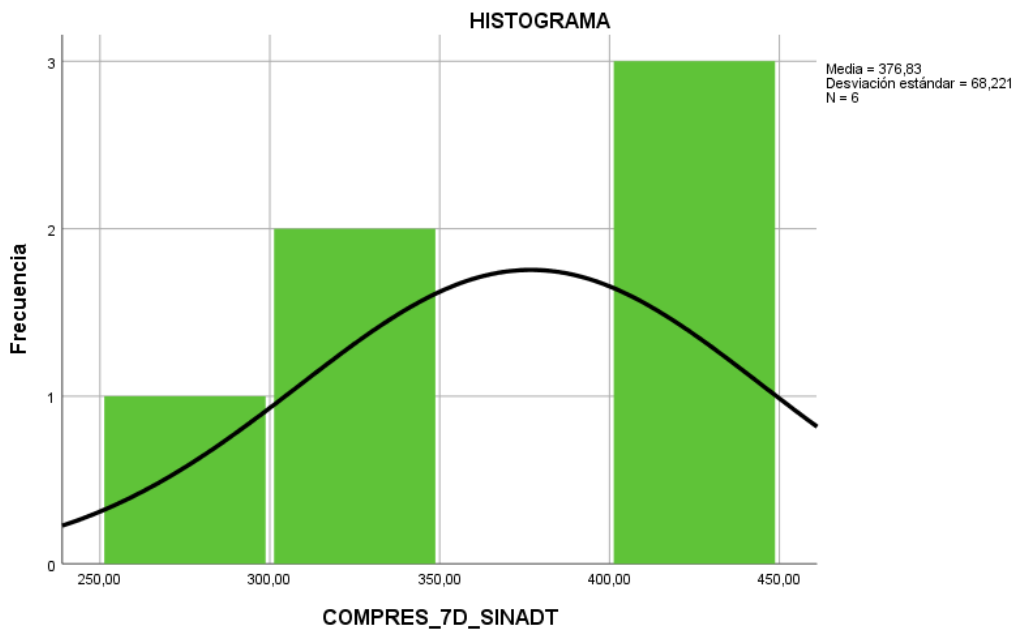


Figura 32: Distribución normal de variación de resitencia a la compresión a 7 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

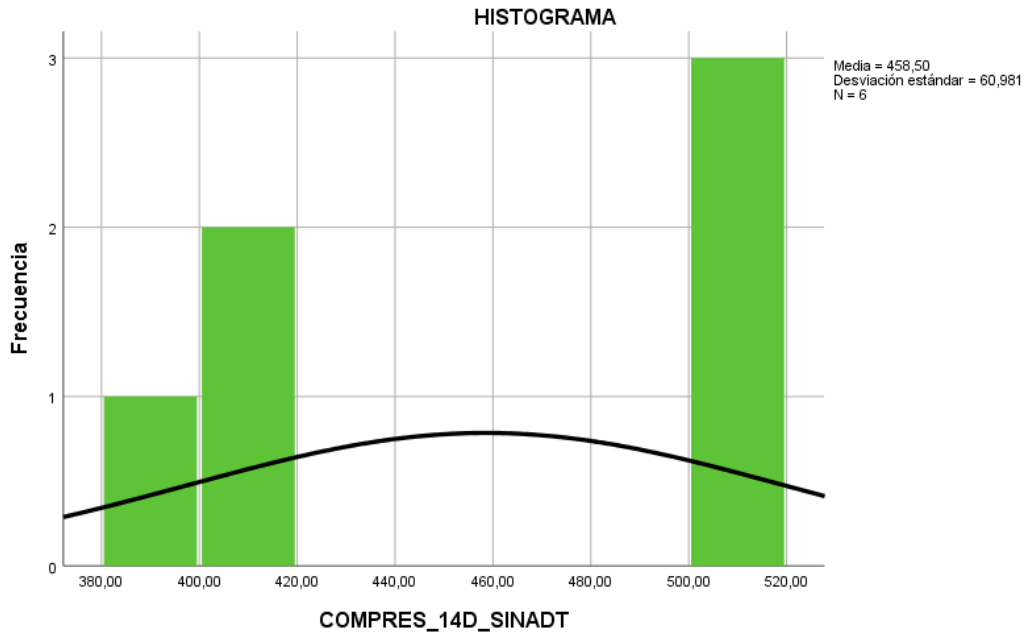


Figura 33: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 14 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

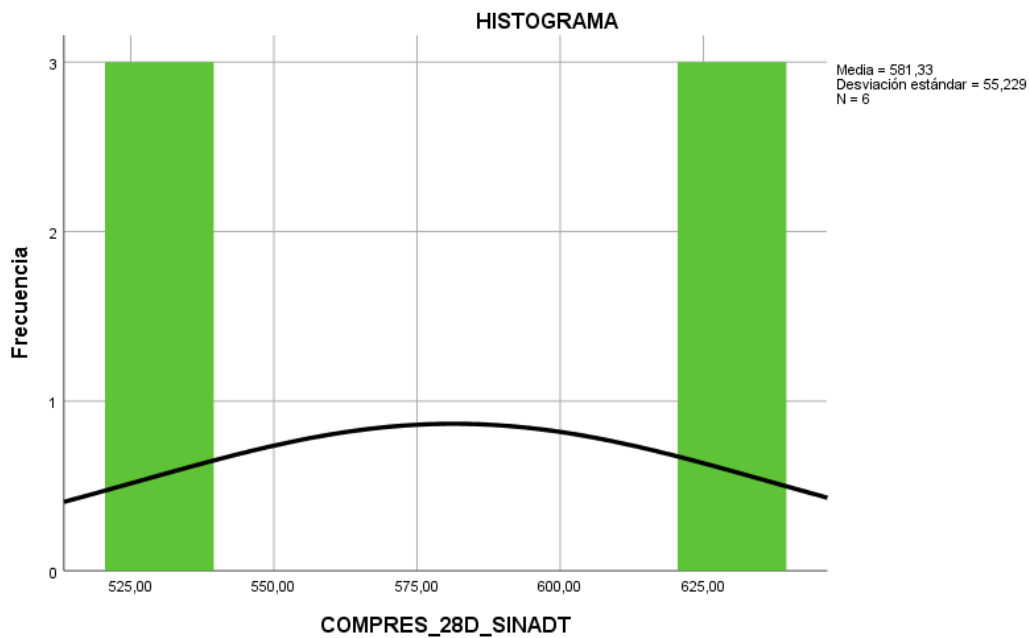


Figura 34: Distribución normal de variación de resistencia a la compresión a 28 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

Para establecer una ecuación lineal de tipo regresión simple utilizamos el programa SPSS Statistics 25 para establecer las constantes de la ecuación donde la variable independiente serán la relación agua cemento y la variable dependiente la resistencia a la compresión ensayada a los 28 días.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Donde:

. Y: Resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido (kg/cm²)

. X: relación agua cemento

. β_0 : Constante de la ecuación.

. β_1 : Factor pendiente de la ecuación.

Los resultados que el programa SPSS Statistics 25 nos brindan son mostrados en la tabla 121, en la columna “B” del cuadro “coeficientes”.

Tabla 121: Análisis estadístico de regresión para compresión a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.

Resumen del modelo					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	
1	,998 ^a	,997	,996	3,55903	

a. Predictores: (Constante), R.A

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	15200,667	1	15200,667	1200,053	,000 ^b
	Residuo	50,667	4	12,667		
	Total	15251,333	5			

a. Variable dependiente: COM.28.DP2
b. Predictores: (Constante), R.A

Coeficientes ^a						
Modelo	B	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error			
1	(Constante)	1652,218	30,947		53,388	,000
	R.A	-1735,632	50,102		-,998	-,000

Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la tabla 121, obtenemos los valores constantes de la ecuación lineal, la cual queda de la siguiente manera $Y=1652.218-1735.632X$, la cual nos permite predecir el comportamiento de la resistencia a la compresión en función de la relación agua cemento con un asertividad del 99,7% según la misma tabla en el cuadro “Resumen modelo” en columna “R cuadrado”.

En la figura 35 obtenemos la recta de la ecuación estimada con los datos obtenidos.

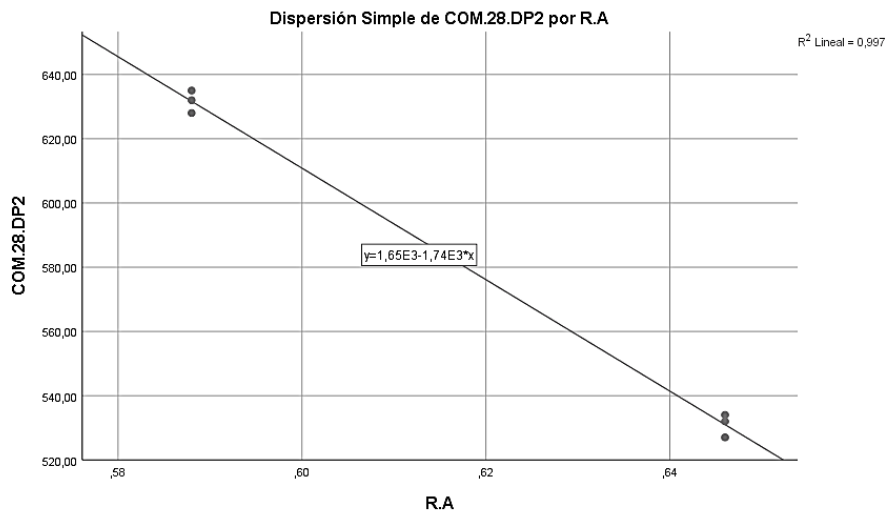


Figura 35: Recta de regresión lineal de resistencia a la compresión con respecto a la relación agua cemento.

Fuente: Elaboración propia.

Para nuestro caso, el programa SPSS nos ayuda a simplificar la expresión en la siguiente fórmula, la cual podemos extraer los datos de la tabla 121.

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{15200,667}{15241,333} = 0,99667$$

Este R^2 número apoya la predicción de la regresión lineal, la cual representado en porcentaje es de 99,67%.

Tabla 122: Análisis estadístico de correlación para compresión a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.

Correlaciones

		R.A	COM.28.DP2
R.A	Correlación de Pearson	1	-,998**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	6	6
COM.28.DP2	Correlación de Pearson	-,998**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	6	6

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de -99.8%, el cual significa que es casi una correlación negativa perfecta.

- **Conclusión:** Los resultados obtenidos fueron calculados estableciendo una confiabilidad del 95%, obteniendo una significancia de 5%, en nuestro análisis de resistencia a la compresión para las diferentes relaciones de agua cemento. La significancia máxima en los análisis de resistencia a la compresión para los días 3, 7, 14 y 28 es de 0,5%, por lo que debemos rechazar la hipótesis operacional nula H_0 y afirmar la hipótesis alternante H_1 : La resistencia a la compresión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo de relación agua cemento 0,58 es igual a la resistencia a la compresión de mezcla de concreto con cemento HS sin incorporar aditivo de relación agua cemento 0,64.

Gracias a la tabla 121, hemos obtenido una ecuación lineal en la cual relaciona la relación agua cemento y su resistencia a la compresión, quedando de esta manera $Y=1652.218-1735.632X$ la cual obtiene un grado de veracidad del 99,7%.

Por último, con la tabla 122 obtenemos que la correlación entre las variables es de -99,8% eso quiere decir que es una relación muy fuerte y son inversamente proporcionales las variables de estudio.

Tracción

Para el siguiente análisis estadístico para la comprobación de nuestra hipótesis inicial usaremos los datos de la tabla 66: Resistencia a la tracción de los diseños de muestra en diferentes edades que se encuentra en la página 102.

Encontramos los resultados de la resistencia a la tracción para los diseños “DP-01” y “DP-02” ensayadas a los 3, 7 14 y 28 días.

Ahora, procedemos a establecer la hipótesis operacional nula, denominada H_0 y la hipótesis alternante: H_1 .

H_0 : La resistencia a la tracción de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo de relación agua cemento 0,58 es igual a la resistencia a la tracción de mezcla de concreto con cemento HS sin incorporar aditivo de relación agua cemento 0,64.

H_1 : La resistencia a la tracción de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo de relación agua cemento 0,58 es igual a la resistencia a la tracción de mezcla de concreto con cemento HS sin incorporar aditivo de relación agua cemento 0,64.

Nuestro nivel de significancia lo establecemos en un $\alpha = 5\%$, lo que nos lleva a la siguiente condición:

Si: $\alpha \leq 5\%$ Se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alternante.

Si: $\alpha > 5\%$ Se afirma la hipótesis nula.

A continuación, con ayuda del programa “IBM SPSS Statistics 25”, calculamos la significancia de las resistencias a la tracción para los días 3, 7, 14 y 28, la cual podemos concebir en las tablas 123, 124, 125 y 126 donde el resultado máximo de la significancia es de 0,8%.

Tabla 123: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-02 para 3 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo										
VAR00011		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
TRA.3.DP02	TRA.3.DP01	3	18,0000	1,00000	,57735					
	TRA.3.DP02	3	14,0000	1,00000	,57735					

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.3.DP02	Se asumen varianzas iguales	,000	1,000	4,899	4	,008	4,00000	,81650	1,73304	6,26696
	No se asumen varianzas iguales			4,899	4,000	,008	4,00000	,81650	1,73304	6,26696

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 124: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-02 para 7 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo										
VAR00013		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio					
TRA.7.DP02	TRA.7.DP01	3	27,6667	2,08167	1,20185					
	TRA.7.DP02	3	20,0000	1,00000	,57735					

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.7.DP02	Se asumen varianzas iguales	2,286	,205	5,750	4	,005	7,66667	1,33333	3,96474	11,36859
	No se asumen varianzas iguales			5,750	2,876	,012	7,66667	1,33333	3,31837	12,01496

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 125: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-02 para 14 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00015	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.14.DP02	TRA.14.DP01	3	39,6667	,57735	,33333
	TRA.14.DP02	3	28,3333	,57735	,33333

Prueba de muestras independientes										
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.14.DP02	Se asumen varianzas iguales	,000	1,000	24,042	4	,000	11,33333	,47140	10,02450	12,64216
	No se asumen varianzas iguales			24,042	4,000	,000	11,33333	,47140	10,02450	12,64216

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 126: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la tracción de DP-01 y DP-02 para 28 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00029	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
TRA.28.DP02	TRA.28.DP01	3	51,3333	,57735	,33333
	TRA.28.DP02	3	41,0000	,00000	,00000

Prueba de muestras independientes										
Prueba de Levene de igualdad de varianzas					prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TRA.28.DP02	Se asumen varianzas iguales	16,000	,016	31,000	4	,000	10,33333	,33333	9,40785	11,25882
	No se asumen varianzas iguales			31,000	2,000	,001	10,33333	,33333	8,89912	11,76755

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes figuras 36, 37, 38 y 39 mostramos la distribución de los datos para la tracción de 3, 7, 14 y 28 días.

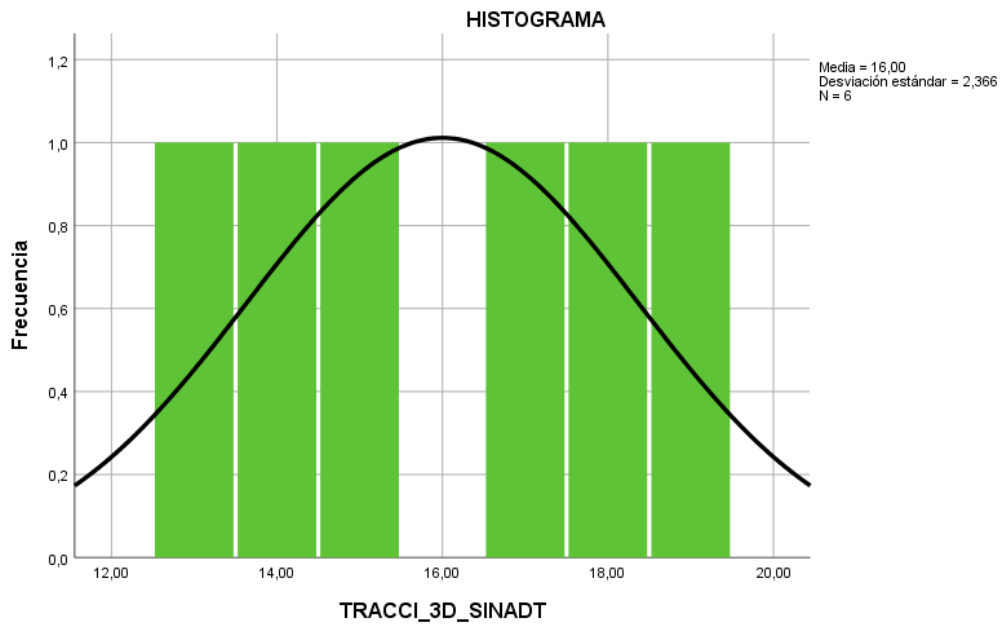


Figura 36: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 3 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

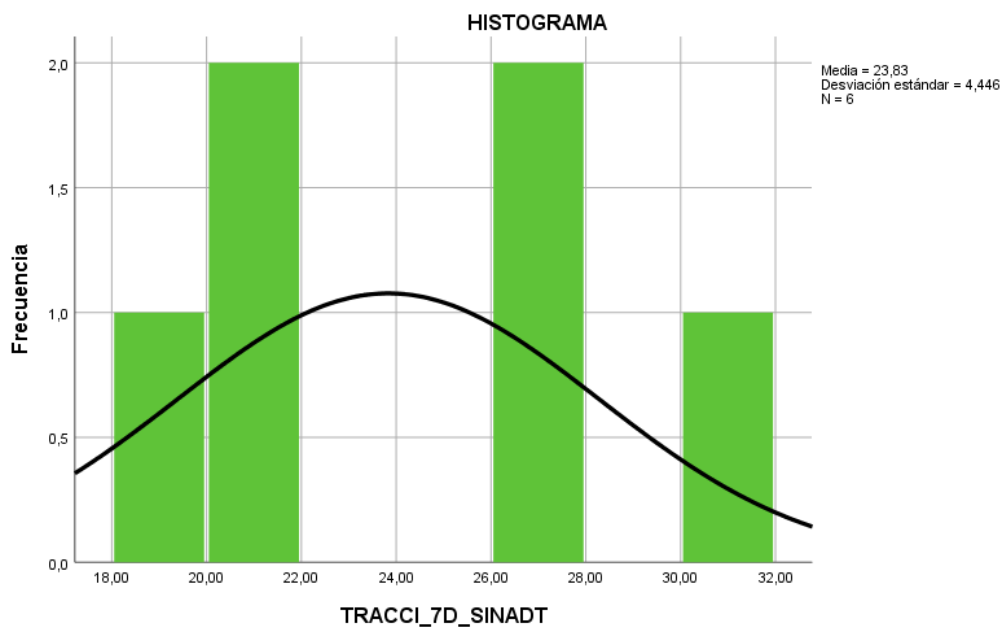


Figura 37: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 7 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

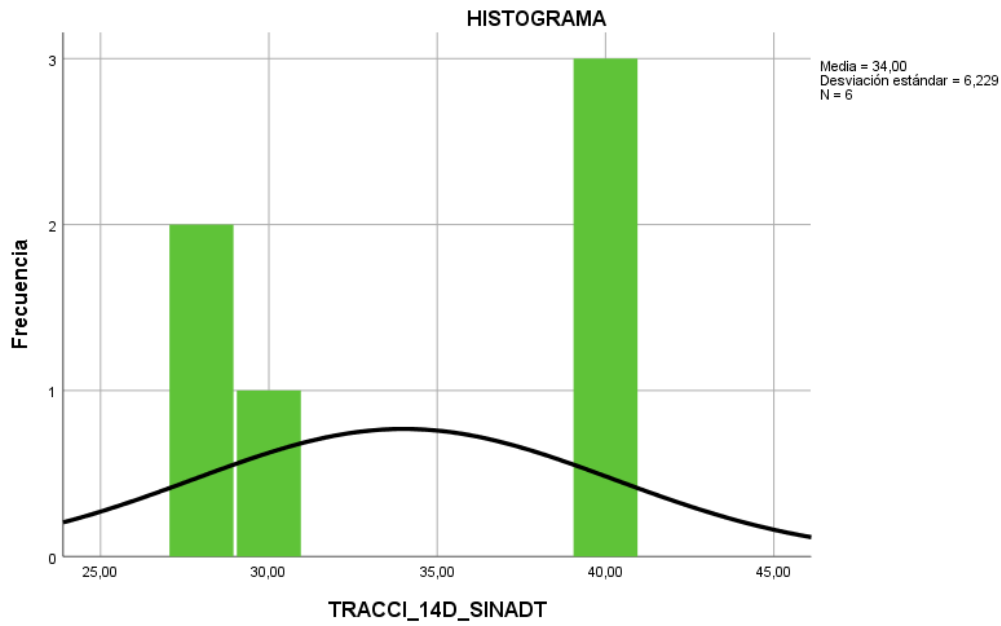


Figura 38: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 14 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

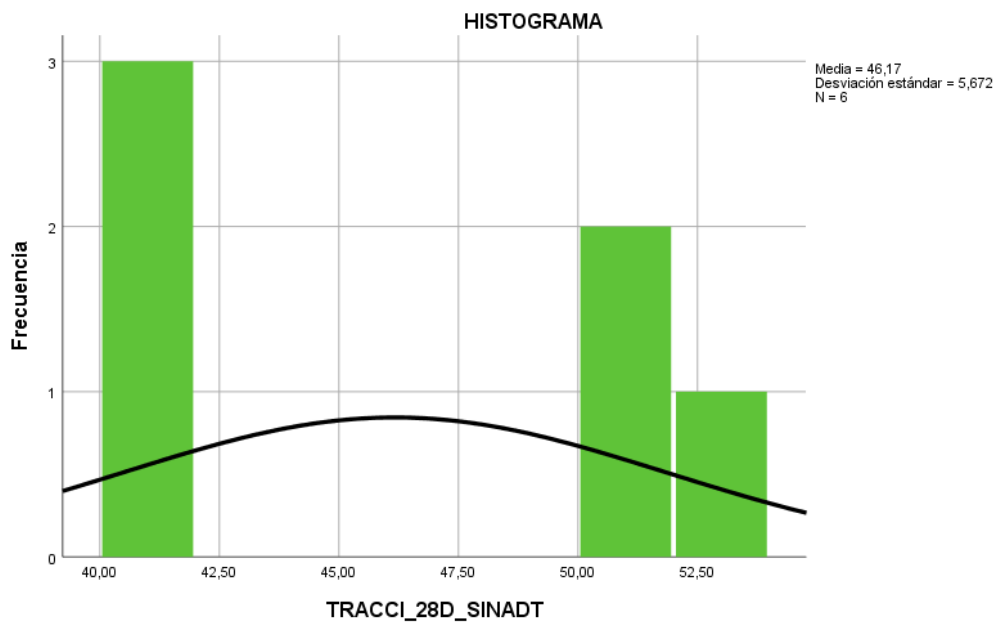


Figura 39: Distribución normal de variación de resistencia a la tracción a 28 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

Para establecer una ecuación lineal de tipo regresión simple utilizamos el programa SPSS Statistics 25 para establecer las constantes de la ecuación donde la variable independiente serán la relación agua cemento y la variable dependiente la resistencia a la tracción ensayada a los 28 días.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Donde:

- . Y: Resistencia a la tracción del concreto en estado endurecido (kg/cm²)
- . X: relación agua cemento
- . β_0 : Constante de la ecuación.
- . β_1 : Factor pendiente de la ecuación.

Los resultados que el programa SPSS Statistics 25 nos brindan son mostrados en la tabla 127, en la columna “B” del cuadro “coeficientes”.

Tabla 127: Análisis estadístico de regresión para tracción a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.

Resumen del modelo					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	
1	,998 ^a	,996	,995	,40825	

a. Predictores: (Constante), R.A02

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	160,167	1	160,167	961,000	,000 ^b
	Residuo	,667	4	,167		
	Total	160,833	5			

a. Variable dependiente: TRA.28.0
b. Predictores: (Constante), R.A02

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	156,092	3,550		43,971	,000
	R.A02	-178,161	5,747	-,998	-31,000	,000

a. Variable dependiente: TRA.28.0

Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la tabla 127, obtenemos los valores constantes de la ecuación lineal, la cual queda de la siguiente manera $Y=156.092-178.161X$, la cual nos permite predecir el comportamiento de la resistencia a la tracción en función de la relación agua cemento con un asertividad del 99,6% según la misma tabla en el cuadro “Resumen modelo” en columna “R cuadrado”.

En la figura 40 obtenemos la recta de la ecuación estimada con los datos obtenidos.

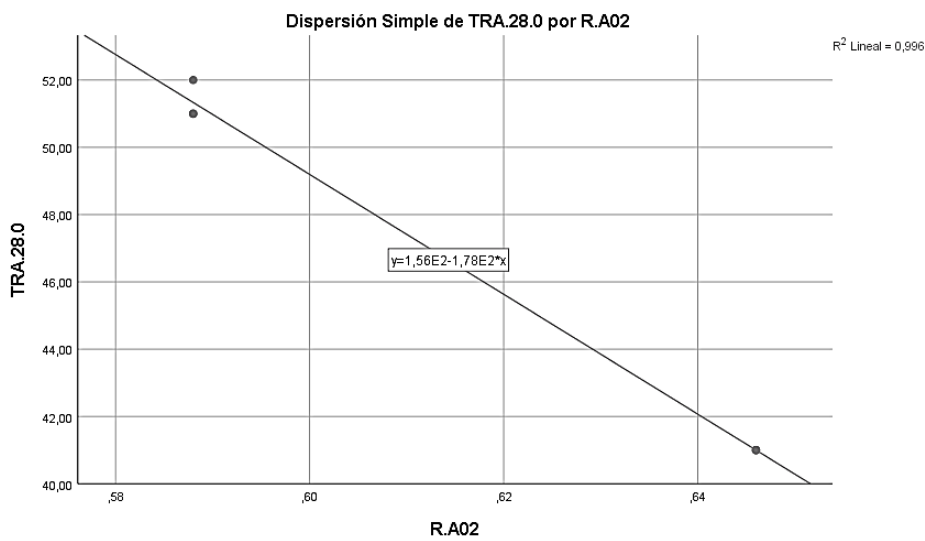


Figura 40: Recta de regresión lineal de resistencia a la tracción con respecto a la relación agua cemento.

Fuente: Elaboración propia.

Para nuestro caso, el programa SPSS nos ayuda a simplificar la expresión en la siguiente fórmula, la cual podemos extraer los datos de la tabla 127.

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{160,167}{160,833} = 0,99591$$

Este R^2 número apoya la predicción de la regresión lineal, la cual representado en porcentaje es de 99,59%.

Tabla 128: Análisis estadístico de correlación para tracción a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.

Correlaciones

		R.A02	TRA.28.0
R.A02	Correlación de Pearson	1	-,998**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	6	6
TRA.28.0	Correlación de Pearson	-,998**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	6	6

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de -99.8%, el cual significa que es casi una correlación negativa perfecta.

- **Conclusión:** Los resultados obtenidos fueron calculados estableciendo una confiabilidad del 95%, obteniendo una significancia de 5%, en nuestro análisis de resistencia a la tracción para las diferentes relaciones de agua cemento.

La significancia máxima en los análisis de resistencia a la compresión para los días 3, 7, 14 y 28 es de 0,8%, por lo que debemos rechazar la hipótesis operacional nula H_0 y afirmar la hipótesis alternante H_1 : La resistencia a la tracción de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo de relación agua cemento 0,58 es igual a la resistencia a la tracción de mezcla de concreto con cemento HS sin incorporar aditivo de relación agua cemento 0,64.

Gracias a la tabla 127, hemos obtenido una ecuación lineal en la cual relaciona la relación agua cemento y su resistencia a la tracción, quedando de esta manera $Y=156.092-178.161X$ la cual obtiene un grado de veracidad del 99,6%.

Por último, con la tabla 128 obtenemos que la correlación entre las variables es de -99,8% eso quiere decir que es una relación muy fuerte y son inversamente proporcionales las variables de estudio.

Flexión

Para el siguiente análisis estadístico para la comprobación de nuestra hipótesis inicial usaremos los datos de la tabla 68: Resistencia a la flexión de los diseños de muestra en diferentes edades que se encuentra en la página 105.

Encontramos los resultados de la resistencia a la flexión para los diseños “DP-01” y “DP-02” ensayadas a los 3, 7 14 y 28 días.

Ahora, procedemos a establecer la hipótesis operacional nula, denominada H_0 y la hipótesis alternante: H_1 .

H_0 : La resistencia a la flexión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo de relación agua cemento 0,58 es igual a la resistencia a la flexión de mezcla de concreto con cemento HS sin incorporar aditivo de relación agua cemento 0,64.

H_1 : La resistencia a la flexión de la mezcla de concreto con cemento HS sin incorporación de aditivo de relación agua cemento 0,58 es igual a la resistencia a la flexión de mezcla de concreto con cemento HS sin incorporar aditivo de relación agua cemento 0,64.

Nuestro nivel de significancia lo establecemos en un $\alpha = 5\%$, lo que nos lleva a la siguiente condición:

Si: $\alpha \leq 5\%$ Se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alternante

Si: $\alpha > 5\%$ Se afirma la hipótesis nula

A continuación, con ayuda del programa “IBM SPSS Statistics 25”, calculamos la significancia de las resistencias a la

flexión para los días 3, 7, 14 y 28, la cual podemos visualizar en las tablas 129, 130, 131 y 132.

Tabla 129: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-02 para 3 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00047	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLEX3.DP02	FLX.3.DP01	4	25,7500	2,21736	1,10868
	FLX.3.DP02	4	21,2500	1,25831	,62915

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLEX3.DP02	Se asumen varianzas iguales	2,194	,189	3,530	6	,012	4,50000	1,27475	1,38079	7,61921
	No se asumen varianzas iguales			3,530	4,751	,018	4,50000	1,27475	1,17072	7,82928

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 130: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-02 para 7 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00061	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLEX.7.DP02	FLX.7.DP01	4	35,7500	2,98608	1,49304
	FLX.7.DP02	4	31,2500	2,21736	1,10868

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLEX.7.DP02	Se asumen varianzas iguales	,333	,585	2,420	6	,052	4,50000	1,85966	-,05042	9,05042
	No se asumen varianzas iguales			2,420	5,537	,055	4,50000	1,85966	-,14426	9,14426

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 131: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-02 para 14 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00063	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLEX.14.DP02	FLX.14.DP01	4	42,7500	1,25831	,62915
	FLX.14.DP02	4	41,2500	2,21736	1,10868

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLEX.14.DP02	Se asumen varianzas iguales	2,194	,189	1,177	6	,284	1,50000	1,27475	-1,61921	4,61921
	No se asumen varianzas iguales			1,177	4,751	,295	1,50000	1,27475	-1,82928	4,82928

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 132: Análisis estadístico de significancia entre la resistencia a la flexión de DP-01 y DP-02 para 28 días.

Prueba T

Estadísticas de grupo					
VAR00065	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
FLEX.28.DP02	FLX.28.DP01	4	45,0000	2,16025	1,08012
	FLX.28.DP02	4	41,2500	2,62996	1,31498

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FLEX.28.DP02	Se asumen varianzas iguales	,144	,717	2,204	6	,070	3,75000	1,70171	-,41395	7,91395
	No se asumen varianzas iguales			2,204	5,782	,071	3,75000	1,70171	-,45233	7,95233

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes figuras 41, 42, 43 y 44 mostramos la distribución de los datos para la flexión de 3, 7, 14 y 28 días.

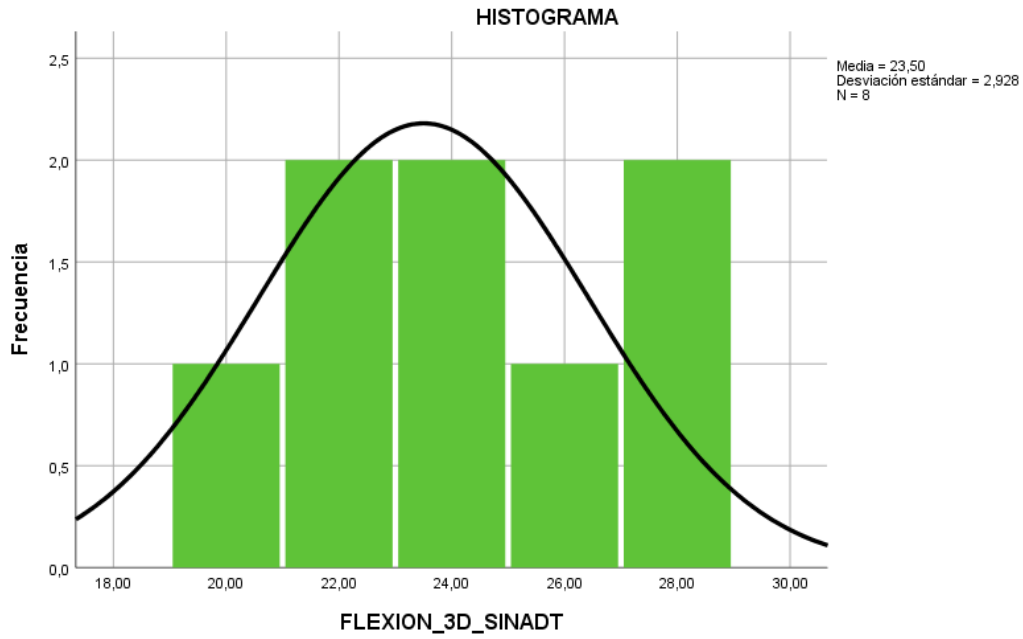


Figura 41: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 3 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

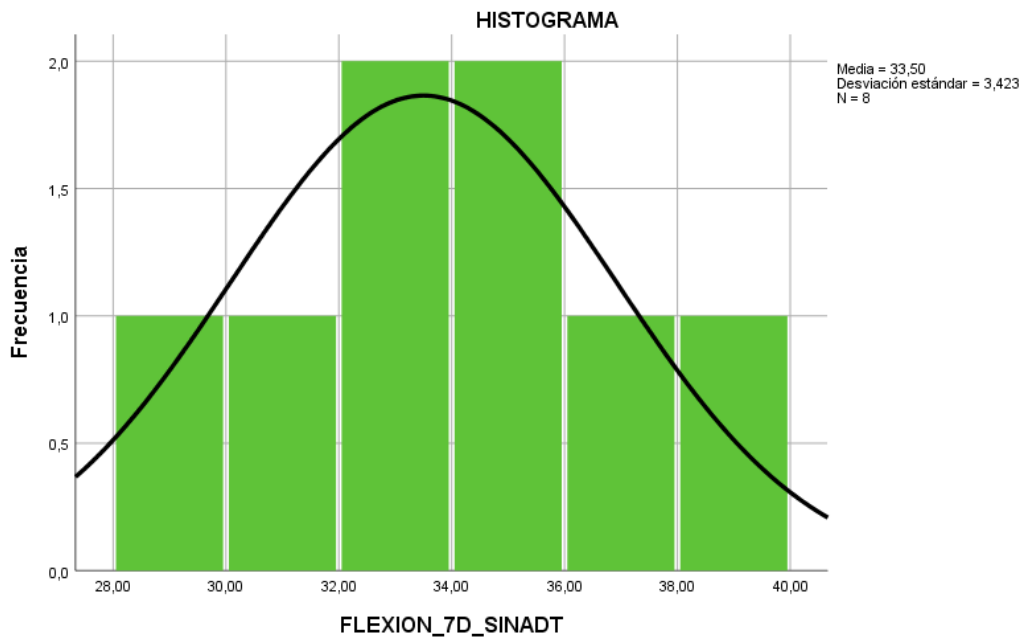


Figura 42: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 7 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

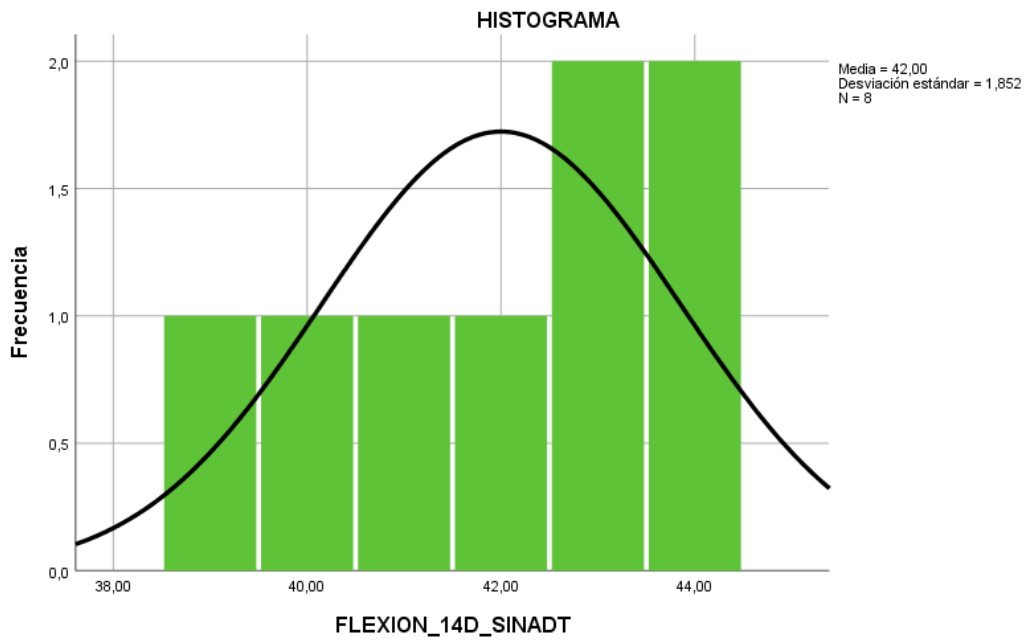


Figura 43: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 14 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

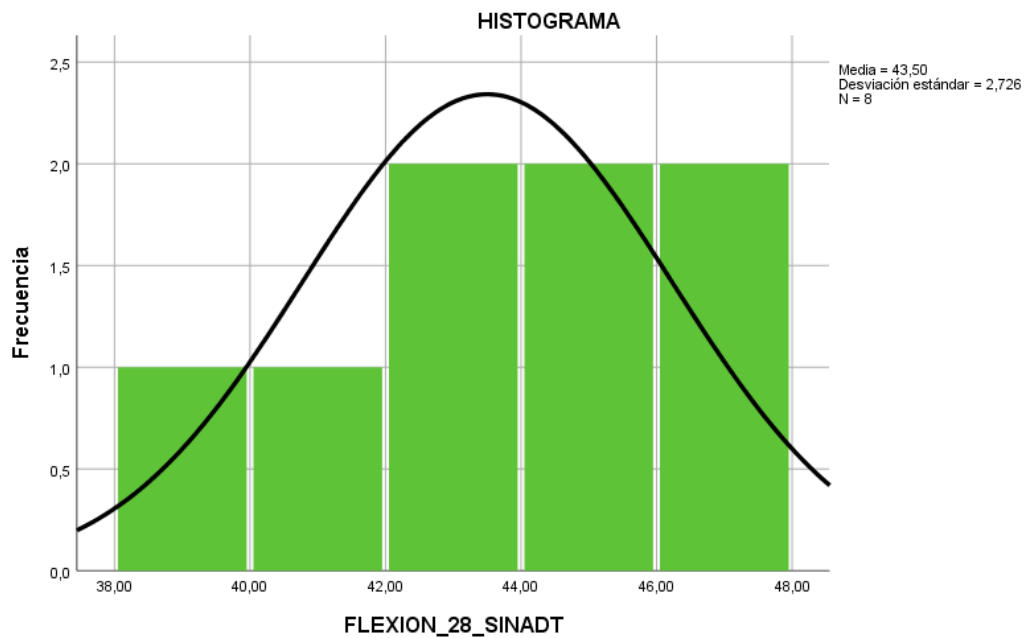


Figura 44: Distribución normal de variación de resistencia a la flexión a 28 días para diseños con diferente relación agua/cemento.

Fuente: Elaboración propia

Para establecer una ecuación lineal de tipo regresión simple utilizamos el programa SPSS Statistics 25 para establecer las constantes de la ecuación donde la variable independiente serán la relación agua cemento y la variable dependiente la resistencia a la flexión ensayada a los 28 días.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Donde:

- . Y: Resistencia a la flexión del concreto en estado endurecido (kg/cm²)
- . X: relación agua cemento
- . β_0 : Constante de la ecuación.
- . β_1 : Factor pendiente de la ecuación.

Los resultados que el programa SPSS Statistics 25 nos brindan son mostrados en la tabla 133, en la columna “B” del cuadro “coeficientes”.

Tabla 133: Análisis estadístico de regresión para flexión a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.

Resumen del modelo					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	
1	,669 ^a	,447	,355	2,40659	

a. Predictores: (Constante), RELAA.C

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	28,125	1	28,125	4,856	,070 ^b
	Residuo	34,750	6	5,792		
	Total	62,875	7			

a. Variable dependiente: FLEX.28
b. Predictores: (Constante), RELAA.C

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	83,017	18,123		4,581	,004
	RELAA.C	-64,655	29,340	-,669	-2,204	,070

a. Variable dependiente: FLEX.28

Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la tabla 133, obtenemos los valores constantes de la ecuación lineal, la cual queda de la siguiente manera $Y=83.017-64.655X$, la cual nos permite predecir el comportamiento de la resistencia a la tracción en función de la relación agua cemento con un asertividad del 44.7% según la misma tabla en el cuadro “Resumen modelo” en columna “R cuadrado”.

En la figura 45 obtenemos la recta de la ecuación estimada con los datos obtenidos.

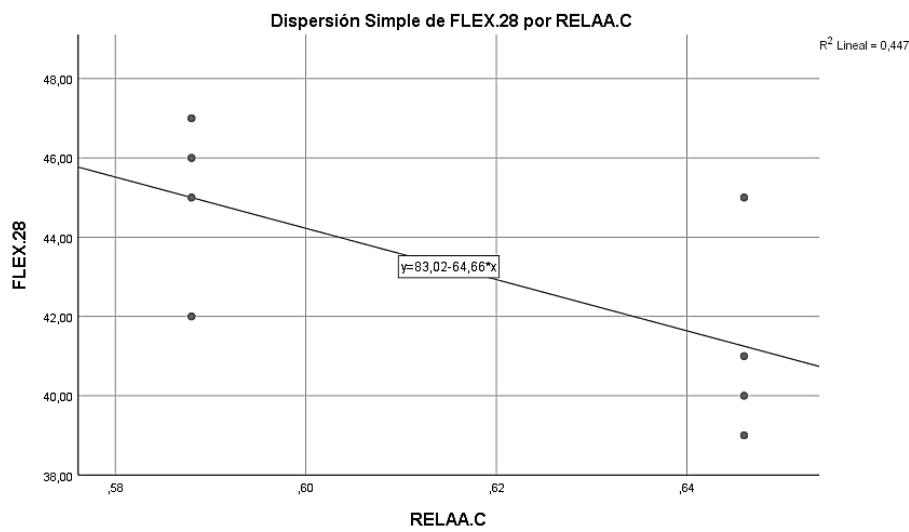


Figura 45: Recta de regresión lineal de resistencia a la flexión con respecto a la relación agua cemento.

Fuente: Elaboración propia.

Para nuestro caso, el programa SPSS nos ayuda a simplificar la expresión en la siguiente fórmula, la cual podemos extraer los datos de la tabla 133.

$$R^2 = \frac{SC \text{ regresión}}{SC \text{ Total}}$$

$$R^2 = \frac{28,125}{62,875} = 0,44731$$

Este R^2 número apoya la predicción de la regresión lineal, la cual representado en porcentaje es de 44,73%.

Tabla 134: Análisis estadístico de correlación para flexión a 28 días para “DP-01” y “DP-02”.

Correlaciones

		RELA.A.C	FLEX.28
RELA.A.C	Correlación de Pearson	1	-,669
	Sig. (bilateral)		,070
	N	8	8
FLEX.28	Correlación de Pearson	-,669	1
	Sig. (bilateral)	,070	
	N	8	8

Fuente: Elaboración propia.

Nos damos cuenta que al analizar la correlación de ambas variables nos da un grado de -66.9%, el cual significa que la correlación no es muy fuerte y de pendiente negativa.

- **Conclusión:** Los resultados obtenidos fueron calculados estableciendo una confiabilidad del 95%, obteniendo una significancia de 5%, en nuestro análisis de resistencia a la tracción para las diferentes relaciones de agua cemento. La significancia es muy baja para el análisis de la resistencia a la flexión de 3 y 7 días, por lo que podemos afirmar que las resistencias por flexión en los días 3 y 7 son significativamente diferentes para las diversas relaciones de agua/cemento de estudio. Sin embargo, en el caso del análisis diferencial entre las resistencias a flexión para las edades de 14 y 28 días son iguales. También, determinamos que la regresión lineal se no se ajusta a nuestro caso, ya que, la ecuación $Y=83.017-64.655X$ solo tiene una efectividad 44.7%. Al hablar de la correlación, los datos no tienen una alta relación lineal, ya que solo logra un 66.9%.

4.7 Resultados de la investigación

En la tabla 135 mostramos los resultados obtenidos con los ensayos de compresión, tracción, flexión y trabajabilidad para los diferentes diseños considerando la relación agua/cemento 0,58 y 0,64 a diferentes porcentajes de aditivos 0,3%; 0,5% y 0,7%.

Tabla 135: Tabla de resultados.

Objetivos de la investigación	Indicador	Propiedad					
		Compresión (Kg/cm ²)					
		Edad (Días)	Sin aditivo		% aditivo ViscoCrete 1110		
	Diseño patrón	Diseño patrón 02	0,3	0,5	0,7		
Determinar la dosificación del aditivo ViscoCrete 1110 para aumentar la resistencia y trabajabilidad del concreto.	Resistencia a la compresión	3	345	219	493	550	547
		7	436	318	599	636	649
		14	514	403	674	703	771
		28	632	531	768	815	832
	Resistencia a la tracción	Tracción (Kg/cm ²)					
		Edad (Días)	Sin aditivo		% aditivo ViscoCrete 1110		
			Diseño patrón	Diseño patrón 02	0,3	0,5	0,7
		3	18	14	24	26	30
		7	28	20	35	39	41
		14	40	28	43	45	52
Determinar la relación agua/cemento usando cemento HS para aumentar la resistencia del concreto de las estructuras afectadas por sulfatos.	SLUMP	Trabajabilidad (Pulgadas)					
		Edad (Días)	Sin aditivo		% aditivo ViscoCrete 1110		
		Diseño patrón	Diseño patrón 02	0,3	0,5	0,7	
	-	3	3,5	8	8	8,5	
	Resistencia a la flexión	Flexión (Kg/cm ²)					
		Edad (Días)	Sin aditivo		% aditivo ViscoCrete 1110		
			Diseño patrón	Diseño patrón 02	0,3	0,5	0,7
		3	26	21	28	30	32
		7	36	31	38	39	40
	14	43	41	44	46	47	
28	45	42	47	47	51		
Objetivo general							
Determinar la dosificación del concreto con concreto HS y aditivo ViscoCrete 1110 para aumentar la resistencia del concreto en estructuras afectadas por sulfatos.		El diseño de mezcla que mejora las propiedades del concreto es "DP-VC-0,3" el cual posó una relación agua/cemento de 0,58 y un porcentaje de aditivo 0,3% del peso del cemento. Aumenta la resistencia a la compresión en un 21,58%; la resistencia a la tracción en un 10,96%; a la flexión en 4,44% y la trabajabilidad en 5 pulgadas a comparación del diseño patrón "DP-01" empleando cemento HS y sin incorporación de aditivo.					

Fuente: Elaboración propia.

4.8 Interpretación de resultados

4.8.1 Interpretación de resultados de resistencia a la compresión.

El resultado obtenido nos dicta que el aditivo ViscoCrete 1110 acelera las propiedades de resistencia del concreto en los días 3, 7 y 14 gracias a las propiedades del aditivo. Se puede observar hasta un aumento máximo de 59% entre la compresión del diseño “DP-VC-0,5” y “DP-01” a 3 días. Sin embargo, para la resistencia a los 28 días solo llega a aumentar un 32% para el diseño “DP-VC-0,5” frente al diseño tradicional.

4.8.2 Interpretación de resultados de resistencia a la tracción.

Podemos observar que la resistencia a la tracción, al igual que la compresión, es acelerada notoriamente en los primeros 3, 7 y 14 días por el aditivo plastificante, obteniendo hasta un aumento máximo de 46% frente al concreto tradicional con cemento HS. Caso contrario para la resistencia a la tracción de 28 días, la cual tuvo un aumento máximo de 14% para el concreto utilizando 0,7% de aditivo a comparación del diseño patrón sin aditivo.

4.8.3 Interpretación de resultados de resistencia a la flexión.

Para la resistencia a la flexión, a diferencia a la compresión y tracción, notamos que no hay un aumento considerable en su resistencia siendo el cambio máximo de 8% en primeros 7 días. Aunque para los 28 días el aumento solo alcanza un 4%, por lo que prácticamente el aditivo no afecta significativamente en la resistencia a la flexión.

4.8.4 Interpretación de resultados de asentamiento.

El asentamiento obtenido con el diseño empleando 0,7% de aditivo aumenta en 5,5 pulgadas, sin embargo, el asentamiento obtenido con 0,3% mejoró con 5 pulgadas, muy similar al primero mencionado con la diferencia de haber utilizado menos de la mitad de aditivo por lo que notamos una optimización del aditivo frente a su trabajabilidad.

4.9 Discusión de resultados

4.9.1 Discusiones

Según Rabanal, Díana y Su, Alexander (2017) afirman en su investigación que al utilizar el aditivo ViscoCrete 1110 de Sika, la resistencia a la compresión, con respecto al concreto tradicional aumentan hasta en un 54% utilizando 1,5% de aditivo con respecto al peso del cemento, lo cual difiere con nuestra investigación, ya que, como podemos apreciar en la tabla 64, la resistencia a la compresión aumenta hasta en un máximo de 38,53% con respecto al diseño patrón “DP-01”, además como podemos distinguir en la tabla 87 ubicada en página 122 de nuestra investigación utilizando la ecuación planteada $Y=652,551+290,53X$ para la predicción del comportamiento de la resistencia a la compresión en función de porcentaje de aditivo, no se ajusta a la investigación realizada por Rabanal, Díana y Su, Alexander, teniendo la ecuación mencionada una eficacia del 91,4% demostrada en nuestro trabajo investigativo.

Según Sanchez, Leidy (2014) firma que los asentamientos utilizando el aditivo ViscoCrete para los porcentajes 1; 1,5 y 2,0% son de 3,2; 4,0 y 5,0 pulgadas respectivamente, lo que contradice los resultados de la tabla 58, donde los asentamientos obtenidos con aditivo ViscoCrete 1110 para 0,3%; 0,5% y 0,7% difieren de, hasta 8 pulgadas como asentamiento, pese a utilizar menor cantidad de aditivo que Sanchez en su trabajo de investigación.

CONCLUSIONES

1) La resistencia que nos brinda el diseño “DP-VC-0,3”, el cual tiene 0,3% de aditivo y una relación/agua cemento de 0,58, como podemos visualizar en la tabla 64, lo convierte en el diseño más efectivo por su alta trabajabilidad y el aumento del 21,52% de la resistencia a la compresión frente al diseño sin incorporación de aditivo, por otro lado, la implementación de aditivo no influye significativamente en la tracción, ver tabla 66, que aumenta en un 1,96% ni en la flexión, tabla 68, el cual es afectado positivamente en un 4,25% teniendo de referencia el diseño “DP-01” y analizando que su aumento no es significativo para los ensayos realizados en el presente trabajo de investigación.

2) Para los diseños “DP-VC-0,3”, “DP-VC-0,5” y “DP-VC-0,7” de mezcla de concreto, los cuales incorporan aditivo ViscoCrete 1110, se comprobó que el asentamiento aumenta significativamente con referencia al diseño patrón, el cual nos dio un asentamiento de 3,0”; para el diseño “DP-VC-0,3” se obtuvo un asentamiento 8,0”, lo que demuestra ser el diseño más óptimo por mejorar la trabajabilidad.

Con los resultados demostramos que la incorporación del aditivo ViscoCrete 1110 aumenta considerablemente la resistencia a la edad de 28 días la compresión hasta en un 32.6% con respecto a la resistencia con el diseño “DP-01”. Caso contrario con a los ensayos de resistencia a la tracción y flexión, que sin bien es cierto que ensayadas a los 3 y 7 días dichas resistencias son significativamente diferentes, al pasar de los días, cuando alcanzan las edades de 14 y 28 días, esta diferencia disminuye a 1.95% volviéndose prácticamente iguales. Concluyendo que el aditivo también logra acelerar las resistencias iniciales.

3) De la correlación aplicada a los ensayos de compresión y tracción, se concluye que la relación agua/cemento influye inversamente proporcional a la resistencia.

Estas relaciones entre las variables pueden expresarse en las siguientes ecuaciones lineales para predecir su comportamiento, $Y=1652.218-1735.632X$ donde Y es la resistencia a la compresión y X es la relación agua/cemento la cual tiene un asertividad del 99.7% y para describir el comportamiento de la resistencia a la

tracción la $Y=156.092-178.161X$ para la cual Y es la resistencia a la tracción y X es la relación agua/cemento teniendo una predicción del 99,6%.

Sin embargo, al analizar la resistencia a la flexión los resultados nos arrojan una confiabilidad de 44,7% la cual es muy baja y no se puede predecir con la relación con certeza.

RECOMENDACIONES

- 1) Para aumentar la trabajabilidad del concreto sin alterar la resistencia, se debe usar la proporción de aditivo ViscoCrete de 0,3% con dicha proporción el concreto alcanza su trabajabilidad optima donde se economiza el uso del mismo, de utilizar una mayor dosificación el concreto la trabajabilidad no aumentará de manera notoria provocando un gasto evitable del propio.
- 2) El varillado, para las mezclas de concreto con aditivo, no es efectivo. Se forma una capa superficialmente densa que impide penetrar el concreto por lo que se debe utilizar un martillo de goma para ejercer la energía de compactación en los bordes laterales de la probeta y pueda escapar el aire atrapado dentro de la misma.
- 3) Este tipo de concreto es conveniente utilizar para edificaciones con presencia de humedad y sulfatos en los elementos estructurales como: vigas, columnas y placas donde la distribución de acero dificulta el acceso de concreto en donde no la vibradora de concreto sea.
- 4) La utilización del concreto con aditivo ViscoCrete 1110 ayuda a mejorar la trabajabilidad del mismo, por lo que reduce tiempos de colocación del concreto frente al diseño sin incorporación de aditivo y vuelve rentable su uso, dicho análisis de factibilidad económica podría ser un tema de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, T. & Laura, L. (2014). *Estudio comparativo para la sustitución de un cemento portland tipo v entre un cemento puzolánico con especificaciones de la performance tipo hs en la fábrica de cemento yura S.A.* (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional De San Agustín. Arequipa-Perú.
- Bernal, J. (2009). *Durabilidad En Estructuras De Concreto Armado, Localizadas Frente A La Costa* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Autónoma De México. México D.F.-México
- Castillo, A. (2016). *Estudio De Durabilidad De Estructuras De Concreto Armado Frente A Los Agentes Químicos Agresivos* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Autónoma De México. México, D. F.-México.
- Castro, F. (2009). *Efectos De La Fibra De Polipropileno En Concretos Con Cemento Portland Tipo V* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional De Ingenieria. Lima-Perú.
- Chacón, M. (2018). *Estudio de la corrosión del concreto de mediana resistencia por efecto de los efectos de los sulfatos utilizando cemento Quisqueya tipo I* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú.
- Corcino, V. (2007). *Estudio Comparativo De Concreto Simple Reforzado Con Fibras De Acero Dramix Y Wirand, Empleando Cemento Andino Tipo V* (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima-Perú.
- De La Cruz, I. Vazquez, T. & Fernandez, O. (1983). *Sulfates en el cennento portlandy su incidencia sobre el falso fraguado: Estado actual del conocimiento . Consejo Superior De Investigacion Cinetifica*, 45.
- Flores, E. (2014). *Evaluación Técnica Del Proceso De Secado De Puzolana Y Premolienda De Cemento En Cia. Industrias Guapán S.A.* (Tesis de Pregrado). Universidad De Cuenca. Cuenca-Ecuador.
- Flores, M. (2012). *Efecto Protector De La Nanosílice Frente A La Acción Combinada De Iones Sulfato Y Cloruro En Hormigón Armado* (Tesis de Pregrado). Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile.
- Garzón, W. (2013). *Estudio De Durabilidad Al Ataque De Sulfatos Del Concreto Con Agregado Reciclado.* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia.

- Húanuco, K. (2017). *Evaluación De La Trabajabilidad Y La Resistencia A La Compresión Del Concreto De 210° Reforzado Con Fibra De Lechuguilla* (Tesis De Pregrado). Universidad De Huánuco. Huánuco-Perú.
- López Roldán, P. (2015). *Metodología De La Investigación Social Cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, España:
- Neville, A. (2013). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C. México D. F.-México.
- Peredo, M. (2000). *Estudio Del Comportamiento Del Concreto Con Cemento Portland Tipo V Y Un Aditivo Retardador De Fraguado Y Reductor De Agua*. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería.
- Rabanal Gonzales, D. & Su Chaqui, A. (2017). *Diseño De Un Concreto Autocompactable* (Tesis de Pregrado). Universidad Señor De Sipán. Chiclayo-Perú.
- Reyes Montoya, I. M. (2018). *Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este (2018)*. (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima-Perú.
- Sanchez Hidalgo, L. (2014). *Efecto Del Aditivo Superplastificante Sika Viscocrete En La Resistencia Mecánica Del Concreto Autocompactante*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional De Cajamarca. Cajamarca-Perú.
- Sánchez, K. (2017). *Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencia de concreto para FC=175, 210, 215 kg/cm². Huancayo, 2016*. (Tesis de Pregrado). Universidad Continental. Hancayo-Perú
- Seminario, O. (2003). *Evaluación De La Corrosión En Postes De Concreto Armado De La Urbanización Los Tallanes* (Tesis de Pregrado). Universidad De Piura. Piura-Perú.
- Terreros, L. (2016). *Análisis De Las Propiedades Mecánicas De Un Concreto Convencional Adicionando Fibra De Cábamo*. (Tesis de Pregrado). Universidad Católica De Colombia. Bogotá-Colombia.
- Vera Pulido, I. J. (2018). *Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate - Lima Este (2018)*. (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima-Perú.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Operación de variables			
			Variables	Indicadores	Índices	Instrumentos
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Independientes			
¿En que medida la dosificación del concreto con cemento HS y aditivo ViscoCrete 1110 influye en las propiedades del concreto en estructuras afectadas por sulfatos en Chorrillos?	Determinar la dosificación del concreto con cemento HS y aditivo ViscoCrete 1110 para aumentar la resistencia del concreto en estructuras afectadas por sulfatos.	Al determinar la dosificación del concreto con cemento HS y aditivo ViscoCrete 1110 aumenta la resistencia del concreto en estructuras afectadas por sulfatos.	Dosificación del concreto con cemento HS y aditivo ViscoCrete 1110	Dosificación del aditivo ViscoCrete 1100	Mezcla prueba - Resultados del ensayo de materiales en laboratorio - Selección de granulometría de agregados finos - Selección de granulometría de agregados gruesos - Relación agua / cemento - Resultados de la prueba de revenimiento (Cono de Abrams) - Resultados de la prueba de compresión de laboratorio	- Especificaciones técnicas del fabricante Ensayo de laboratorio y cálculos Norma NTP y ASTM - NTP 400.017
				Relación agua / Cemento		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables Dependientes	Indicadores	Índices	Instrumentos
a) ¿En qué medida la dosificación del aditivo ViscoCrete 1110 influye en la resistencia y trabajabilidad del concreto?	Determinar la dosificación del aditivo ViscoCrete 1110 para aumentar la resistencia y trabajabilidad del concreto.	Al determinar la dosificación del aditivo ViscoCrete 1110 aumentar la resistencia y trabajabilidad del concreto.	Propiedades del concreto	Asentamiento del concreto	Asentamiento del concreto - Trabajabilidad de la mezcla - Evaluación de la temperatura del concreto	Ensayo de laboratorio y cálculos Norma NTP y ASTM - NTP 339.035 Y ASTM C143 - NTP 339.046 Y ASTM C138
¿En que medida la relación agua/cemento influyen en la resistencia del concreto para estructuras afectadas por sulfatos?	Determinar la relación agua/cemento usando cemento HS para aumentar la resistencia del concreto de las estructuras afectadas por sulfatos.	Al determinar la relación agua/cemento usando cemento HS se aumenta la resistencia del concreto para estructuras afectadas por sulfatos.		Resistencia del Concreto	Calidad del concreto - Selección del agregado - Resultado de la prueba de resistencia a la compresión - Resultados de la prueba de resistencia a la flexión	Ensayo de laboratorio y cálculos Norma NTP y ASTM - NTP 339.034 y ASTM C39

Anexo 02: Cronograma de actividades

Cronograma de Actividades						
Procesos	Mayo	Junio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.
Elaboración del marco teórico						
Ensayos de laboratorio						
Interpretación de resultados						
Revisión de borradores						
Levantamiento de observaciones						
Sustentación final						

Anexo 03: Presupuesto estimado.

Descripción	Und.	Cant.	P. Unit.	Parcial
Imprenta				S/1,550.00
Fotocopias	Glb	1	S/550.00	S/550.00
Impresiones	Glb	1	S/800.00	S/800.00
Empastado	Glb	1	S/300.00	S/200.00
Equipos de Instalación				S/3,950.00
Equipos utilizados	Glb	1	S/2,500.00	S/2,500.00
Instalaciones	Glb	1	S/1,200.00	S/1,200.00
Servicio Básico	Glb	1	S/250.00	S/250.00
Materiales				S/1,885.00
Agregados	Bls	50	S/6.50	S/325.00
Cemento Hs	Bls	15	S/25.00	S/375.00
Aditivo ViscoCrete	Gal	10	S/50.00	S/500.00
Eliminación de desmonte	m ³	10	S/35.00	S/350.00
Moldes para probetas	Und	50	S/6.70	S/335.00
Ensayos de Laboratorio				S/10,100.00
Análisis granulométrico	Glb	1	S/600.00	S/600.00
Pasante a malla #200	Glb	1	S/500.00	S/500.00
Peso específico y absorción	Glb	1	S/500.00	S/500.00
Contenido de humedad	Glb	1	S/300.00	S/300.00
Peso unitario	Glb	1	S/500.00	S/500.00
Diseño de mezcla	Glb	1	S/5,000.00	S/5,000.00
Ensayo de compresión	Glb	1	S/600.00	S/600.00
Ensayo de tracción	Glb	1	S/900.00	S/900.00
Ensayo de flexión	Glb	1	S/1,200.00	S/1,200.00
Extras				S/23,000.00
Horas invertidas por Tesistas	Glb	1	S/10,000.00	S/10,000.00
Movilidad	Glb	1	S/1,000.00	S/1,000.00
Curso de tesis	Glb	1	S/12,000.00	S/12,000.00
Total				S/40,485.00

Anexo 04: Certificado de calibración de máquina de compresión



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-086-2019**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
Atención : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
Surco- Lima
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica digital
Capacidad del equipo : 2,227 kN (500,000 lbf ó 227 TN)
División de escala : 0,1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Nº de serie del equipo : 04040000001
Panel digital : DIGITAL TOUCH ELE-INTERNATIONAL
Número serie panel digital : 1887-1-00081
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,6°C / 78%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,6°C / 76%
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2019-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-08-12	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-086-2019

Página 1 de 2

Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
4	100,0	100,44	100,37	100,57	100,46	-0,5	0,2
9	200,0	200,13	200,17	200,69	200,33	-0,2	0,2
13	300,0	300,31	300,84	300,64	300,60	-0,2	0,1
18	400,0	400,49	400,62	400,61	400,57	-0,1	0,1
27	600,0	600,20	600,53	600,83	600,52	-0,1	0,1
36	800,0	800,22	800,57	800,41	800,40	0,0	0,1
45	1000,0	1000,02	1000,53	1000,71	1000,42	0,0	0,1
54	1200,0	1200,68	1201,01	1201,04	1200,91	-0,1	0,1
72	1600,0	1600,43	1601,01	1601,43	1600,96	-0,1	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.





HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete®-1110 PE

ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para concretos autocompactantes.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para el concreto pre-mezclado.
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto comportamiento autocompactante.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto autocompactante.
 - Para concretos bajo agua, sistemas tremie. (la relación agua – material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto para climas cálidos y/o sometidos a trayectos largos o espera antes de su utilización.
 - Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Inyección de lechada de cementos con alta fluidez.
- La alta reducción de agua y la excelente fluidez tienen una influencia positiva sobre las aplicaciones antes mencionadas.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-1110 PE actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante.
 - Alta Impermeabilidad.
 - Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia).
 - Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
 - Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
 - A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño) Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
 - Reduce la carbonatación del concreto.
 - Aumenta la durabilidad del concreto.
 - Reduce la exudación y la segregación.
 - Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Sika® ViscoCrete®-1110 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo F y ASTM C-1017 Tipo I

Hoja De Datos Del Producto
Sika® ViscoCrete®-1110 PE
Mayo 2019, Versión 01.01
02130101100000894



INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none">▪ Granel x 1 L.▪ Cilindro x 200 L.▪ IBC x 1000 L
Apariencia / Color	Líquido marrón claro a marrón oscuro
Vida Útil	12 meses
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.
Densidad	1,07 kg/L +/- 0,01

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Sika® ViscoCrete®-1110 PE se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo. Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 60 segundos del tiempo de mezclado. Cuando se trabaja con relaciones a/c bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos. El uso de Sika® ViscoCrete®-1110 PE garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-1110 PE debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos. El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika® Antisol® S. **PARA CONCRETOS FLUIDOS Y CONCRETOS AUTO-COMPACTANTES.**

Sika ViscoCrete-1110 PE también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado. Cuando el Sika ViscoCrete-1110 PE está Congelado. Descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.

COMBINACIONES.

Sika ViscoCrete-1110 PE puede combinarse con los siguientes productos Sika: Sika-1, Sika CNI, Sika Fume y SikaAer, entre otros.

Se recomienda realizar un ensayo previo si se realizan combinaciones de varios de los productos antes mencionados. Favor consultar a nuestro servicio técnico.

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
Sika® ViscoCrete®-1110 PE
Mayo 2019, Versión 01.01
02130101100000894



CONSTRUYENDO CONFIANZA

