

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“INFLUENCIA DEL ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE EN  
LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO, USANDO  
CEMENTO PACASMAYO TIPO I Y TIPO V (ASTM C-150)”**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
CARAHUATAY GOICOCHEA, VERÓNICA DEL PILAR**

**ASESOR:  
M. en I. HÉCTOR ALBARINO PÉREZ LOAYZA**

Cajamarca – Perú

2018

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecerte a ti mi Dios por guiarme y darme la fortaleza para seguir adelante a pesar de los múltiples obstáculos que se presenta en la vida. Gracias porque hiciste realidad este sueño anhelado.*

*M. en I. Héctor Pérez Loayza asesor de mi presente tesis, por haberme dedicado su tiempo y dedicación, quien, con sus conocimientos, experiencia, críticas, consejos, paciencia y motivación ha logrado que pudiese terminar con éxito la elaboración de esta investigación.*

*A mis padres, hermanos, y demás familiares que a lo largo de mi carrera siempre estuvieron a mi lado para darme consejos, comprensión y su apoyo incondicional para lograr mis metas.*

*A mis amigos, por sus consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida a quienes los llevare en mi corazón sin importar donde estén, gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

*Facultad de Ingeniería, especialmente a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional, a toda su plana docente por los conocimientos y orientación impartidos durante mi formación Profesional.*

***El Autor.***

## **DEDICATORIA**

*“A Dios por bendecir siempre mi vida y permitirme obtener este logro”*

*A mis queridos padres Martha y José Felipe, por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Me siento bendecida al ser su hija, son los mejores padres, ¡los amo!*

*A mis hermanos Juan Carlos y Anali, por estar siempre conmigo en cada momento, por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi carrera y elaboración de la Tesis.*

*A mi hija Aryana Alessandra, por ser mi motivo principal de seguir adelante para lograr mis sueños y darme todo ese amor incondicional que me brinda día a día.*

*A mi familia en general y amigos porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir buenos y malos momentos.*

***El Autor***

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.</b> .....	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA: .....	2
1.3. HIPOTESIS .....	3
1.3.1 Hipótesis General:.....	3
1.4. OBJETIVOS .....	3
1.4.1 Objetivo general:.....	3
1.4.2 Objetivos específicos: .....	3
1.5. ALCANCES DE INVESTIGACIÓN. ....	3
1.6. JUSTIFICACIÓN: .....	4
1.7. DELIMITACIONES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.7.1 Delimitaciones. ....	4
1.7.2 Limitaciones. ....	4
1.8. VARIABLES: .....	5
1.8.1 Variables dependientes. ....	5
1.8.2 Variables independientes. ....	5
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1. ANTECEDENTES. ....	6
2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL. ....	6
2.1.2 A NIVEL NACIONAL.....	7
2.1.3 A NIVEL LOCAL. ....	7
2.2. BASES TEÓRICAS. ....	8
2.2.1 CEMENTO. ....	8
2.2.2 AGUA. ....	12
2.2.3 AGREGADOS.....	15

2.2.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO. ....	19
2.2.5.	TEORÍA DEL CONCRETO. ....	26
2.2.6	CONCRETO DE BAJA PERMEABILIDAD. ....	35
2.2.7	ADITIVOS. ....	41
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	45
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS. ....</b>	<b>48</b>
3.1	CANTERA DE AGREGADOS. ....	48
3.1.1	UBICACIÓN. ....	48
3.1.2	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS. ....	49
3.2	DISEÑO DE MEZCLAS. ....	49
3.2.1	CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS. ....	49
3.2.2	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA.( Anexo 1) .....	50
3.2.3	PROCEDIMIENTO – METODO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS. ....	52
3.3	ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO. ....	58
3.3.1	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS USADOS. ....	58
3.3.2	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO. ....	60
3.3.3	CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO. ....	60
3.4	ENSAYO A COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES A EDADES DE 7, 14 Y 28 DIAS, CON CANTIDADES DE ADITIVO DE 0 ml, 200ml, 300 ml y 400 ml. ....	61
3.4.1	PROCEDIMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN..	61
3.4.2	Fórmula para la resistencia a compresión. ....	62
3.4.3	PESO UNITARIO DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO. ....	63
3.5	MÓDULO DE ELASTICIDAD Y DEFORMACIÓN UNITARIA DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO. ....	63
3.6	ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN EN CONCRETO. NORMA EN 12390-8. ....	64
3.6.1	MANEJO DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN. ....	64
3.6.2	PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN. ....	64
3.7	SECUENCIA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN. ....	67
<b>IV.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. ....</b>	<b>68</b>
4.1	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS. ....	68

4.2	ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA DE LA MEZCLA DE CONCRETO..	69
4.3	ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO.....	71
4.4	ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO. ....	72
4.5	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN. ....	73
4.6	ANÁLISIS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD. ....	76
4.7	ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA DE ESPECIMENES A COMPRESIÓN.	77
4.8	ANÁLISIS DE LA POROSIDAD DEL CONCRETO CON ADITIVO. USANDO CEMENTO TIPO I Y V. ....	80
4.9	ANÁLISIS DE LA ABSORCIÓN DEL CONCRETO CON ADITIVO. USANDO CEMENTO TIPO I Y V. ....	81
4.10	ANÁLISIS DE LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO.....	82
4.11	ANÁLISIS DE COSTOS.....	89
4.12	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	92
4.13	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS. ....	93
	<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>94</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	94
5.2	RECOMENDACIONES.....	95
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....</b>	<b>96</b>
	ANEXO I: TABLAS PARA PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE AGREGADOS .....	97
	ANEXOS II: PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS. ...	102
	ANEXOS III: HOJA TÉCNICA DEL ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE. ....	112
	ANEXO IV: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PACASMAYO TIPO I.....	114
	ANEXO V: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PACASMAYO TIPO V.....	115
	ANEXO VI: CERTIFICADO DEL LABORATORIO.....	116
	ANEXO VII: TABLAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS.....	117
	ANEXO VIII: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.....	120
	ANEXO IX: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO- RESISTENCIA A COMPRESIÓN. ....	133
	ANEXO X: RESULTADOS DE LA POROSIDAD Y ABSORCIÓN DEL CONCRETO. 149	
	ANEXO XI: RESULTADOS COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EL CONCRETO 151	
	ANEXO XII: GRÁFICOS DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO ENSAYADOS.CEMENTO TIPO I.....	153

ANEXO XIII: GRÁFICOS DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO ENSAYADOS.CEMENTO TIPO V.....	161
ANEXO XIV: PANEL FOTOGRÁFICO.....	169

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> Características de los cementos portland ASTM C - 150.....	10
<b>Tabla N° 2:</b> Porcentaje promedio de componentes en el Cemento.....	11
<b>Tabla N°3:</b> Aplicaciones y similitud de concretos más populares.....	12
<b>Tabla N° 4:</b> Requisitos para agua de mezcla y curado.....	13
<b>Tabla N° 5:</b> Cantidad de muestra a ensayar para el agregado grueso para análisis granulométrico.....	21
<b>Tabla N° 6:</b> Cantidad de material necesario para el ensayo de material más fino que el tamiz N°200.....	25
<b>Tabla N° 7:</b> Sustancias perjudiciales en el agregado fino.....	26
<b>Tabla N° 8:</b> Clases de mezclas según su asentamiento.....	28
<b>Tabla N° 9:</b> Propiedades y valores para la obtención de un concreto “impermeable”- 28 días de secado.....	37
<b>Tabla N° 10:</b> Clasificación de la permeabilidad del concreto de acuerdo a la NTC 4483.....	38
<b>Tabla N° 11:</b> Dosificación de los valores de diseño para un $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . usando cemento tipo I y V.....	52
<b>Tabla N° 12:</b> Dosificación de los valores de diseño corregidos por humedad para un $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . usando cemento tipo I y V.....	53
<b>Tabla N° 13:</b> Dosificación de los materiales de diseño por ajuste de mezcla para un $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Usando cemento tipo I y V.....	55
<b>Tabla N° 14:</b> Dosificación de materiales de diseño para patrón, 200ml, 300ml y 400ml de aditivo con un $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Usando cemento tipo I.....	56
<b>Tabla N° 15:</b> Dosificación de materiales para patrón, 200ml, 300ml y 400ml de aditivo con un $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Usando cemento tipo V.....	57
<b>Tabla N° 16:</b> Cantidad de especímenes realizados en la investigación.....	57
<b>Tabla N° 17:</b> Cantidad de especímenes realizados para ensayo a penetración-permeabilidad.....	58
<b>Tabla N° 18:</b> Cuadro de resumen de las propiedades de los materiales.....	68
<b>Tabla N° 19:</b> Asentamiento del C° patrón y las diferentes proporciones del aditivo Chemaplast impermeabilizante. Cemento tipo I.....	69
<b>Tabla N° 20:</b> Asentamiento del C° patrón y las diferentes proporciones del aditivo Chemaplast impermeabilizante. Cemento tipo V.....	70
<b>Tabla N° 21:</b> Peso unitario del C° fresco para las diferentes proporciones de adición de Chemaplast impermeabilizante. Cemento tipo I y V.....	71
<b>Tabla N° 22:</b> Peso Unitario del C° endurecido a los 28 días. con las dosificaciones de 200, 300 y 400ml/bolsa de aditivo. Usando cemento tipo I y V.....	72
<b>Tabla N° 23:</b> Resistencia promedio a la compresión de los diferentes especímenes evaluados en 7, 14 y 28 días. Tipo I.....	73
<b>Tabla N° 24:</b> Resistencia promedio a la compresión de los diferentes especímenes evaluados en 7, 14 y 28 días. Tipo V.....	74
<b>Tabla N° 25:</b> Resistencia promedio a la compresión a los 28 días con cemento tipo I y V.....	75
<b>Tabla N° 26:</b> Módulo de elasticidad del concreto con cantidades 200,300,y 400 ml/ bolsa de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días.....	76

<b>Tabla N° 27:</b> Tipos de falla obtenidos en los diferentes tipos de concreto. Usando cemento tipo I. ....	77
<b>Tabla N° 28:</b> Tipos de falla obtenidos en los diferentes tipos de concreto. Usando cemento tipo V. ....	78
<b>Tabla N° 29:</b> Porcentajes de falla registradas en los ensayos a compresión. Usando cemento tipo V. ....	79
<b>Tabla N° 30:</b> Porosidad del concreto con cantidades 0, 200, 300 y 400 ml/bolsa de aditivo a los 28 días. Usando cemento tipo I y V. ....	80
<b>Tabla N° 31:</b> Absorción del concreto con cantidades 0, 200, 300 y 400 ml/bolsa de aditivo a los 28 días. Usando cemento tipo I y V. ....	81
<b>Tabla N° 32:</b> Coeficiente de Permeabilidad del concreto de los especímenes patrones a los 28 días. Usando cemento tipo I y V. ....	82
<b>Tabla N° 33:</b> Coeficiente de Permeabilidad del C° de especímenes con 200 ml de los aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I y V. ....	83
<b>Tabla N° 34:</b> Coeficiente de Permeabilidad del C° de especímenes con 300 ml de los aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I y V. ....	84
<b>Tabla N° 35:</b> Coeficiente de Permeabilidad del concreto de especímenes con 400 ml de los aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I y V. ..	85
<b>Tabla N° 36:</b> Coeficiente de Permeabilidad Promedio del concreto a los 28 días. Usando cemento tipo I y tipo V. ....	86
<b>Tabla N° 37:</b> Relación entre coeficiente de Permeabilidad Promedio y Resistencia a la Compresión a los 28 días. Usando cemento tipo I. ....	87
<b>Tabla N° 38:</b> Relación entre coeficiente de Permeabilidad Promedio y Resistencia a la Compresión a los 28 días. Usando cemento tipo V. ....	88
<b>Tabla N° 39:</b> Costos por metro cúbico de concreto. Usando cemento tipo I. ....	89
<b>Tabla N° 40:</b> Costos por metro cúbico de concreto. Usando cemento tipo V. ....	90
<b>Tabla N° 41:</b> Husos granulométricos del agregado fino. ....	97
<b>Tabla N° 42:</b> Husos granulométricos del agregado grueso. ....	98
<b>Tabla N° 43:</b> Tipo de gradación según peso retenido de la muestra de ensayo. ....	99
<b>Tabla N° 44:</b> Carga abrasiva según tipo de gradación del material. ....	99
<b>Tabla N° 45:</b> Número de capas de compactación requeridas por espécimen. ....	99
<b>Tabla N° 46:</b> Diámetro de varilla y número de varillados a ser usados al moldearse especímenes de prueba. ....	100
<b>Tabla N° 47:</b> Capacidad de los recipientes de medición. ....	101
<b>Tabla N° 48:</b> Tolerancias en los tiempos de prueba de los especímenes de concreto. ....	101
<b>Tabla N° 49:</b> Granulometría de agregado fino – Ensayo N° 01. ....	102
<b>Tabla N° 50:</b> Granulometría de agregado fino – Ensayo N° 02. ....	103
<b>Tabla N° 51:</b> Granulometría de agregado fino – Ensayo N° 03. ....	104
<b>Tabla N° 52:</b> Granulometría de agregado grueso – Ensayo N° 01. ....	105
<b>Tabla N° 53:</b> Granulometría de agregado grueso – Ensayo N° 02. ....	106
<b>Tabla N° 54:</b> Granulometría de agregado grueso – Ensayo N° 03. ....	107
<b>Tabla N° 55:</b> Resultado de densidad relativa y absorción de agregado fino. ....	108
<b>Tabla N° 56:</b> Resultado de densidad relativa y absorción de agregado grueso. ....	108
<b>Tabla N° 57:</b> Resultados de contenido de humedad del agregado fino. ....	109
<b>Tabla N° 58:</b> Resultados de contenido de humedad del agregado grueso. ....	109
<b>Tabla N° 59:</b> Peso específico del agua para determinar el Factor Agua “f”. ....	109
<b>Tabla N° 60:</b> Factor Agua “f” para determinar los Pesos Unitarios. ....	110

<b>Tabla N° 61:</b> <i>Peso Unitario Suelto Seco del agregado fino.</i> .....	110
<b>Tabla N° 62:</b> <i>Peso Unitario Suelto Seco del agregado grueso.</i> .....	110
<b>Tabla N° 63:</b> <i>Peso Unitario Seco Compactado del agregado fino.</i> .....	110
<b>Tabla N° 64:</b> <i>Peso Unitario Seco Compactado del agregado grueso.</i> .....	111
<b>Tabla N° 65:</b> <i>Resultado del porcentaje de desgaste del agregado grueso.</i> .....	111
<b>Tabla N° 66:</b> <i>Ensayo de partículas menores al tamiz N° 200 del agregado fino.</i> .....	111
<b>Tabla N° 67:</b> <i>Ensayo de partículas menores al tamiz N° 200 del agregado grueso.</i> ..	111
<b>Tabla N° 68:</b> <i>Resistencia a la compresión promedio</i> .....	117
<b>Tabla N° 69:</b> <i>Consistencia, Asentamiento y Trabajabilidad del concreto.</i> .....	117
<b>Tabla N° 70:</b> <i>Requerimientos de agua en L/m<sup>3</sup> y contenido de aire del concreto para los tamaños nominales máximos del agregado grueso y consistencia indicada</i> .....	117
<b>Tabla N° 71:</b> <i>Relación agua/cemento por resistencia</i> .....	118
<b>Tabla N° 72:</b> <i>Módulo de finura de la combinación de agregados.</i> .....	118
<b>Tabla N° 73:</b> <i>Límites de sustancia permisibles en el agua de mezcla o curado.</i> .....	119
<b>Tabla N° 74:</b> <i>Datos para el diseño de mezcla del concreto para ajuste de mezclas de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	120
<b>Tabla N° 75:</b> <i>Diseño de mezcla del concreto para ajuste de mezclas de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	121
<b>Tabla N° 76:</b> <i>Corrección por contenido de humedad de los agregados para la preparación de especímenes de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	122
<b>Tabla N° 77:</b> <i>Corrección por agua adicional, apariencia, asentamiento y contenido de aire de los agregados, usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	123
<b>Tabla N° 78 :</b> <i>Corrección por variación de la resistencia debido al grado de hidratación del concreto. usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	124
<b>Tabla N° 79:</b> <i>Diseño del concreto patrón de mezcla. usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	124
<b>Tabla N° 80:</b> <i>Diseño de mezcla del concreto con adición de 200 ml/bolsa del aditivo de Chemaplast impermeabilizante. usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	125
<b>Tabla N° 81:</b> <i>Corrección por humedad de los agregados del diseño de mezcla del concreto más Chemaplast impermeabilizante 200 ml/ bolsa. usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	126
<b>Tabla N° 82:</b> <i>Corrección por humedad de los agregados del diseño de mezcla del concreto más Chemaplast impermeabilizante 300 ml/ bolsa. usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	127
<b>Tabla N° 83:</b> <i>Corrección por humedad de los agregados del diseño de mezcla del concreto más Chemaplast impermeabilizante 400 ml/ bolsa. usando cemento Pacasmayo tipo I.</i> .....	128
<b>Tabla N° 84:</b> <i>Comprobación del diseño de mezclas del concreto. Datos para el diseño de mezcla del concreto para ajuste de mezclas de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo V.</i> .....	129
<b>Tabla N° 85:</b> <i>Diseño de mezcla del concreto para ajuste de mezclas de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo V.</i> .....	130
<b>Tabla N° 86:</b> <i>Corrección por agua adicional, apariencia, asentamiento y contenido de aire de los agregados, usando cemento Pacasmayo tipo V.</i> .....	131
<b>Tabla N° 87:</b> <i>Materiales de diseño de mezclas ajustados por el método ACI y la ecuación matemática de POWERS. Utilizando 400ml de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento Pacasmayo tipo V.</i> .....	132

<b>Tabla N° 88:</b> Resistencia a la compresión del concreto patrón. Usando cemento tipo I.	133
<b>Tabla N° 89:</b> Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días. Usando cemento tipo I.	134
<b>Tabla N° 90:</b> Resistencia a la compresión del concreto con 200 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.	135
<b>Tabla N° 91:</b> Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 200 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I.	136
<b>Tabla N° 92:</b> Resistencia a la compresión del concreto con 300 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.	137
<b>Tabla N° 93:</b> Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 300 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I.	138
<b>Tabla N° 94:</b> Resistencia a la compresión del concreto con 400 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.	139
<b>Tabla N° 95:</b> Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 400 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I.	140
<b>Tabla N° 96:</b> Resistencia a la compresión del concreto patrón. Usando cemento tipo V.	141
<b>Tabla N° 97:</b> Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días. Usando cemento tipo V.	142
<b>Tabla N° 98:</b> Resistencia a la compresión del concreto con 200 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.	143
<b>Tabla N° 99:</b> Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 200 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo V.	144
<b>Tabla N° 100:</b> Resistencia a la compresión del concreto con 300 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.	145
<b>Tabla N° 101:</b> Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 300 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo V.	146
<b>Tabla N° 102:</b> Resistencia a la compresión del concreto con 400 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.	147
<b>Tabla N° 103:</b> Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 400 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo V.	148
<b>Tabla N° 104:</b> Porosidad y absorción del concreto patrón – aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.	149
<b>Tabla N° 105:</b> Porosidad y absorción del concreto patrón – aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.	150
<b>Tabla N° 106:</b> Coeficiente de permeabilidad del concreto patrón. Usando cemento tipo I.	151
<b>Tabla N° 107:</b> Coeficiente de permeabilidad del concreto patrón y con diferentes cantidades de aditivo. Usando cemento tipo V.	152

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N°1: Desarrollo de la resistencia en compresión en % de la resistencia a 28 días.</i>	10
<i>Figura N°2: Trituración de agregados.</i>	15
<i>Figura N°3: Ensayo de peso específico del agregado fino.</i>	19
<i>Figura N°4: Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso.</i>	23
<i>Figura N°5: Ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso.</i>	24
<i>Figura N°6: Curva Esfuerzo-Deformación para el hormigón.</i>	30
<i>Figura N°7: Mecanismo de generación de corrosión de acero de refuerzo ante cloruros, agua y oxígeno.</i>	33
<i>Figura N°8: Representación del deterioro de un espécimen de concreto expuesto en un ambiente marino (Adaptado de Portugal, 2007).</i>	34
<i>Figura N°9: Concreto de baja permeabilidad.</i>	35
<i>Figura N°10: Coeficiente de permeabilidad al agua en función de la relación a/c.</i>	40
<i>Figura N°11: Aditivos para disminuir la permeabilidad</i>	42
<i>Figura N°12: Fotografía satelital de la ubicación de la planta de chancado – cantera “AGUILAR”</i>	48
<i>Figura N°13: Ensayo de consistencia y resistencia a compresión.</i>	49
<i>Figura N°14: Aditivo Chemaplast Impermeabilizante, Cemento Pacasmayo Tipo I y V.</i>	51
<i>Figura N°15: Equipo y materiales usados en los distintos ensayos.</i>	59
<i>Figura N°16: concreto en estado fresco.</i>	60
<i>Figura N°17: Concreto en estado endurecido, luego de ser desmoldados son colocados en la poza.</i>	61
<i>Figura N°18: Tipos de fractura que se dan en la rotura de probetas cilíndricas ensayadas a la compresión.</i>	62
<i>Figura N°19: Secuencia del proceso de investigación del trabajo de graduación.</i>	..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Figura N°20: Lugar y elección del agregado, cantera “Aguilar”- Baños del Inca.</i>	169
<i>Figura N°21: Tamizado del agregado tanto fino como grueso para la obtención de su granulometría.</i>	169
<i>Figura N°22: Secado al horno por 24 horas, se tomó datos para obtener el contenido de humedad.</i>	170
<i>Figura N°23: Determinación del peso específico del agregado fino y grueso.</i>	170
<i>Figura N°24: Ensayo de peso unitario seco suelto y compactado del agregado grueso.</i>	171
<i>Figura N°25: Ensayo de peso unitario seco suelto y compactado del agregado fino.</i>	171
<i>Figura N°26: Ensayo de lavado del agregado para determinar las partículas que pasan el tamiz N° 200.</i>	172
<i>Figura N°27: Ensayo de abrasión en la maquina los Ángeles.</i>	172
<i>Figura N°28: Materiales utilizados para el diseño de mezclas: cemento, aditivo, moldes cono de Abrams, varilla y balanza, entre otros.</i>	173
<i>Figura N°29: Pesando y mezclando cada uno de los materiales del diseño para el concreto patrón.</i>	173
<i>Figura N°30: Medición del Slump (asentamiento) mediante el cono de Abrams, del concreto fresco de cada tanda de mezclado.</i>	174

<b>Figura N°31:</b> Elaboración de los especímenes de concreto, para los ensayos de compresión. ....	174
<b>Figura N°32:</b> Utilizando el aditivo chemaplast impermeabilizante en el diseño de mezcla con diferentes dosificaciones, tanto para el cemento tipo I como para el tipo V. ....	175
<b>Figura N°33:</b> Se muestra los especímenes de concreto con aditivo tanto en estado endurecido, y luego ser curados a los 7, 14 y 28 días.....	175
<b>Figura N°34:</b> Identificación, pesado, y medición de los especímenes para su posterior rotura.....	176
<b>Figura N°35:</b> Con el apoyo de mi asesor de tesis <b>M.en I. Héctor Albarino Pérez Loayza</b> , se realizó la rotura del espécimen usando el deformímetro y se observó que el agregado grueso no ha sido afectado solo la pasta del concreto. ....	176
<b>Figura N°36:</b> Fallas típicas obtenidas en los especímenes ensayados a compresión.	177
<b>Figura N°37:</b> Colocando la probeta para realizar el ensayo de penetración de agua para el ensayo de permeabilidad.....	178
<b>Figura N°38:</b> Equipo de penetración para realizar el ensayo de permeabilidad. ....	178
<b>Figura N°39:</b> Se reguló la presión necesaria de 500 kPa en la compresora para hacer el ensayo de penetración del espécimen.....	179
<b>Figura N°40:</b> Colocación del espécimen de concreto en la máquina de compresión, para realizar el ensayo con el espécimen a tracción indirecta.....	179
<b>Figura N°41:</b> Medición de la penetración del agua en el espécimen. ....	180
<b>Figura N°42:</b> Se hizo las medidas necesarias de cada espécimen para el ensayo de penetración, y lograr así una mejor precisión. ....	180
<b>Figura N°43:</b> Comprobación del diseño de mezclas en el laboratorio de la UNC, junto al Ing. José Lázaro Lezama Leiva. el cual se verificó variaciones en los resultados obtenidos.....	181

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1 :</b> Trabajabilidad de las diferentes tandas de concreto fresco-cemento tipo I.....	69
<b>Gráfico N° 2:</b> Trabajabilidad de las diferentes tandas de concreto fresco-cemento tipo V.....	70
<b>Gráfico N° 3:</b> Peso Unitario del C° fresco vs las diferentes proporciones de .adición de Chemaplast impermeabilizante. Usando Cemento tipo I y V.....	71
<b>Gráfico N° 4:</b> Peso Unitario del concreto endurecido a los 28 días- aditivo chemaplast impermeabilizante y cemento “tipo I y V”.....	72
<b>Gráfico N° 5:</b> Resistencia promedio a la compresión de los diferentes especímenes de concreto evaluados en 7, 14 y 28 días. Tipo I.....	73
<b>Gráfico N° 6:</b> Resistencia promedio a la compresión de los diferentes especímenes de concreto evaluados en 7, 14 y 28 días.Cemento tipo V.....	74
<b>Gráfico N° 7:</b> Resistencia promedio a compresión a los 28 días vs Aditivo Chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I y V.....	75
<b>Gráfico N° 8:</b> Módulo de elasticidad vs Porcentajes del aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I y V.....	76
<b>Gráfico N° 9:</b> Tipo de falla comunes registrados en los ensayos a compresión. Usando cemento tipo I.....	77
<b>Gráfico N° 10:</b> Tipo de falla comunes registrados en los ensayos a compresión. Usando cemento tipo V.....	78
<b>Gráfico N° 11:</b> Porcentajes de falla típicas registradas en los ensayos a compresión. Usando cemento tipo I y V.....	79
<b>Gráfico N° 12:</b> Porosidad del concreto vs Porcentajes de aditivo. Usando cemento tipo I y V.....	80
<b>Gráfico N° 13:</b> Absorción del concreto vs Porcentajes de aditivo. Usando cemento tipo I y V.....	81
<b>Gráfico N° 14:</b> Coeficiente de permeabilidad vs Tiempo de especímenes patrones. Usando cemento tipo I y V.....	82
<b>Gráfico N° 15:</b> Coeficiente de permeabilidad vs Tiempo. Usando la cantidad de 200 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante.....	83
<b>Gráfico N° 16:</b> Coeficiente de permeabilidad vs Tiempo. Usando la cantidad de 300 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante.....	84
<b>Gráfico N° 17:</b> Coeficiente de permeabilidad vs Tiempo. Usando la cantidad de 400 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante.....	85
<b>Gráfico N° 18:</b> Coeficiente de Permeabilidad Promedio vs Porcentajes de aditivo Chemaplast Impermeabilizante. Usando cemento tipo I y V.....	86
<b>Gráfico N° 19:</b> Resistencia a la Compresión vs Coeficiente de Permeabilidad Promedio vs Porcentajes de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.....	87
<b>Gráfico N° 20:</b> Resistencia a la Compresión vs Coeficiente de Permeabilidad Promedio vs Porcentajes de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.....	88
<b>Gráfico N° 21:</b> Comparación costos de acuerdo a los porcentajes de aditivo. Usando cemento tipo I.....	90
<b>Gráfico N° 22:</b> Comparación costos de acuerdo a los porcentajes de aditivo. Usando cemento tipo I.....	91

<b>Gráfico N° 23:</b> Curva granulométrica del agregado fino- Ensayo N °01 .....	102
<b>Gráfico N° 24:</b> Curva granulométrica del agregado fino- Ensayo N °02.....	103
<b>Gráfico N° 25:</b> Curva granulométrica del agregado fino- Ensayo N °03.....	104
<b>Gráfico N° 26:</b> Curva granulométrica del agregado grueso - Ensayo N° 01. ....	105
<b>Gráfico N° 27:</b> Curva granulométrica del agregado grueso - Ensayo N° 02. ....	106
<b>Gráfico N° 28:</b> Curva granulométrica del agregado grueso - Ensayo N° 03. ....	107

## ***RESUMEN***

El objetivo de esta investigación, fue determinar la influencia del aditivo chemaplast Impermeabilizante en las propiedades físico- mecánicas e hidráulicas del concreto, usando cemento Pacasmayo Tipo I y Tipo V (ASTM C-150). El diseño de mezclas se realizó para un  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Se elaboraron 144 especímenes cilíndricos con cemento Portland Normal Tipo I y Tipo V, con los cuales se elaboraron especímenes patrones y con el aditivo Chemaplast Impermeabilizante, con las cantidades de 200,300 y 400ml/ bolsa de cemento, los especímenes fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días. Se elaboraron 48 especímenes, para obtener el coeficiente de permeabilidad mediante el ensayo de penetración de agua bajo presión, utilizando la Norma Española UNE-EN-12390-8.

Los resultados obtenidos muestran que, la proporción óptima fue 400 ml por bolsa de cemento. Usando el cemento Portland Normal Tipo I se llegó a una resistencia a compresión de  $328.13 \text{ kg/cm}^2$  y un coeficiente de permeabilidad de  $1.47653 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$ , y con el uso del cemento Portland Normal Tipo V se obtuvo una resistencia a compresión de  $341.94 \text{ kg/cm}^2$  y un coeficiente de permeabilidad de  $5.20441 \cdot 10^{-12} \text{ m/s}$ , se incrementó la resistencia en 8.42% respecto a la patrón. Se concluyó que al usar el cemento Portland Normal Tipo V se obtuvieron mejores resultados en cuanto a la resistencia y a la impermeabilidad del concreto. El uso del aditivo Chemaplast Impermeabilizante con el cemento Portland Normal Tipo V, se recomienda su uso para evitar humedades y prolongar su durabilidad.

Palabras claves: Cemento Pacasmayo tipo I y tipo V, aditivo Chemaplast impermeabilizante, impermeabilidad y resistencia a compresión.

## ***ABSTRACT***

The objective of this research was to determine the influence of the chemaplast waterproofing additive on the physical-mechanical and hydraulic properties of concrete, using Pacasmayo Type I and Type V cement (ASTM C-150). The design of mixtures was carried out for a  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  after 28 days. 144 cylindrical specimens were made with Type I and Type V Normal Portland Cement, with which standard specimens were made and with the Chemaplast Waterproofing additive, with the quantities of 200, 300 and 400ml / bag of cement, the specimens were tested at 7, 14 and 28 days. 48 specimens were prepared to obtain the permeability coefficient by means of the water penetration test under pressure, using the Spanish standard UNE-EN-12390-8.

The results obtained show that, the optimum proportion was 400 ml per bag of cement. Using Portland Type I Normal Cement, a compressive strength of  $328.13 \text{ kg/cm}^2$  and a permeability coefficient of  $1.47653 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$  was reached, and with the use of Normal Portland Cement Type V obtained a compressive strength of  $341.94 \text{ kg/cm}^2$  and a permeability coefficient of  $5.20441 \cdot 10^{-12} \text{ m/s}$ , the resistance increased in 8.42% with respect to the standard. It was concluded that when using Portland Type V Normal Cement, better results were obtained in terms of the resistance and impermeability of the concrete. The use of Chemaplast Waterproofing additive with Type V Normal Portland Cement is recommended to avoid dampness and prolong its durability.

**Keywords:** Pacasmayo cement type I and type V , chemaplast waterproofing additive, waterproofing and resistance to compression.

# I

## CAPÍTULO

### INTRODUCCIÓN.

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

En el contexto mundial, nacional y local, el concreto es uno de los materiales de mayor uso en la construcción y presenta características que lo hacen diferente del resto de materiales, puede ser preparado in situ o en planta de premezclado debiéndose en ambos casos conocer muy bien la cantidad de componentes a mezclar para obtener un concreto apropiado. Además, el concreto debe de cumplir con los requisitos ya sea en estado fresco como en estado endurecido.

El proceso de fabricación del concreto no es ajeno a los problemas durante su producción múltiples factores tales como materiales de pobre calidad, maquinas defectuosas (mezcladoras, dosificadoras, vibradoras para el concreto) mano de obra no capacitada, complejidad del proyecto, acciones imprevistas, cambios de clima, provocan una serie de defectos que pueden traer consigo problemas en la calidad estética y estructural. Uno de estos factores es el vibrado que se realiza durante la colocación de concreto en obra, básicamente esta parte del proceso de fabricación del concreto es independiente de la experiencia del operario a cargo, muchas veces la mano de obra capacitada es escasa y aquí donde empiezan los problemas de calidad.

En la ciudad de Cajamarca, como en otras ciudades del Perú, actualmente se viene usando diferentes tipos de cementos para la elaboración de concreto, el cemento Portland Normal Tipo I (ASTM C-150), se ha posicionado en el mercado debido a sus características como uso general en la construcción. Sin embargo, se considera usar otro tipo de cemento para construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos el cual se considera el cemento Portland Natural Tipo V (ASTM C-150).

Tomando en consideración los avances técnicos y particularmente con la utilización de las impermeabilizaciones en la construcción se ha venido utilizando e innovando con

nuevos productos químico, con el único propósito de mejorar la calidad del mismo y lograr mitigar las humedades con impermeabilizaciones.

La eliminación de la humedad constituye uno de los principales problemas en el campo de la restauración y modernización de diversas construcciones, esto es válido tanto a tratar de evitar los daños en construcciones nuevas y antiguas.

Los daños causados por humedad y la presencia de sales como sulfatos, cloruros, no solo atacan edificios sino también a una gran cantidad de casas residenciales que presentan humedades que se tienen que mitigar. Así el defecto dañino puede provenir de sustancias nocivas gaseosas que se encuentran en la atmosfera de compuestos salinos disueltos en el agua, por lo tanto, vemos que el daño por humedad es perjudicial.

Cajamarca es afectada por tener construcciones ubicadas en zonas que presentan inundaciones mayores, el cual afecta en los componentes estructurales (cimientos) y de cerramiento (muros y paredes). Estos factores pueden ser por:

- Aumento de la napa freática, en zonas contiguas a cauces de quebradas y ríos que atraviesan la ciudad.
- La colmatación de las tuberías de desagüe por el ingreso excesivo de aguas de lluvia, ocasionando atoro de las redes, reflujos en las instalaciones domiciliarias.
- Daños en la infraestructura de los servicios de emergencia existentes por la ausencia de sistemas de drenaje interno, entre otros.

Consecuentemente a causa de estos factores nace el uso del aditivo impermeabilizante para mitigar las humedades.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

Del contexto anteriormente descrito, **el problema** se formula con la siguiente interrogante:

¿Cómo influye el uso del aditivo CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE en las propiedades físico- mecánicas del concreto, usando Cemento Pacasmayo tipo I y tipo V (ASTM C-150)?

### **1.3. HIPOTESIS**

#### **1.3.1 Hipótesis General:**

El aditivo CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE influye en el incremento de la resistencia y la impermeabilidad del concreto, con un  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo general:**

- Determinar la Influencia del aditivo CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE, en las propiedades físico- mecánicas e hidráulicas del concreto, usando cemento Pacasmayo tipo I y tipo V (ASTM C-150).

#### **1.4.2 Objetivos específicos:**

- Determinar las propiedades físico -mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido.
- Determinar el incremento de la resistencia mecánica del concreto por efecto del aditivo CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE.
- Determinar el coeficiente de permeabilidad del concreto.

### **1.5. ALCANCES DE INVESTIGACIÓN.**

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, con agregados del Rio Chonta, y con aditivo plastificante.

Este estudio permitirá obtener información del comportamiento mecánico del concreto tradicional y el concreto impermeable. Asimismo, se obtendrá información acerca de la utilización del aditivo Chemaplast Impermeabilizante, para la elaboración de concretos, así como establecer una comparación económica con respecto al concreto tradicional.

Para cumplir con los objetivos de la investigación se planteará el diseño de mezclas de concreto con aditivo, usando dosificaciones en función al peso del cemento. Esperando contribuir con la investigación en el campo de la construcción y con posteriores trabajos de naturaleza similar.

## **1.6. JUSTIFICACIÓN:**

La presente investigación será de utilidad para estudiantes, profesionales e investigadores; así como también contribuirá a la mejora de la calidad de construcción con concreto impermeable en la ciudad de Cajamarca.

Este es una investigación científica y proyección social, por lo que se investigara el efecto de la adición CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE en las propiedades físico-mecánicas del concreto, analizando sus propiedades en estado fresco y en estado endurecido.

Por otro lado, la proyección social es dar a conocer el incremento de resistencia, trabajabilidad y por ende reducir la permeabilidad con el uso del aditivo y poner a disposición del sector construcción.

Para ello se realizó el diseño de mezclas para una resistencia a la compresión especificada de 280 kg/cm<sup>2</sup> con y sin aditivo CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE, para cada uno de los cementos utilizados, los especímenes fueron ensayados a compresión.

## **1.7. DELIMITACIONES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1 Delimitaciones.**

El estudio se ha realizado en el distrito de Cajamarca: utilizando agregados de la cantera “AGUILAR” extraídos del río Chonta, Distrito de Baños del Inca, Cemento Pacasmayo Tipo I y tipo V y agua potable del campus universitario, materiales representativos de la localidad de Cajamarca. Esta tesis se realizó en el periodo comprendido entre los meses de marzo a julio del 2018.

Asimismo, se evaluará el comportamiento mecánico del concreto con el aditivo Chemaplast impermeabilizante con las proporciones de 200ml, 300ml y 400 ml/ bolsa de cemento, usando cemento tipo I y tipo V, optado por recomendación del Ing. Asesor.

### **1.7.2 Limitaciones.**

No hay limitaciones para la ejecución del presente trabajo de investigación.

## **1.8. VARIABLES:**

### **1.8.1 Variables dependientes.**

- ✓ Resistencia a la compresión.
  
- ✓ Permeabilidad.

### **1.8.2 Variables independientes.**

- ✓ Propiedades del Aditivo CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE, Cemento Tipo I y tipo V, agregados y agua.

# II

## CAPÍTULO

### MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. ANTECEDENTES.

La historia del uso de químicos en concreto se remonta al ciclo XIX, tiempo después de que Joseph Aspdin patentó en Inglaterra el 21 de octubre de 1824 un producto llamado “cemento portland”.

La primera adición de cloruro de calcio a los concretos fue registrada en 1873, a principios del siglo XIX se ensayó la incorporación de distintas sustancias al concreto para mejorar la impermeabilidad. En ese entonces se ensayó también la incorporación de polvos finos como endurecedores de la superficie del concreto.

En la década de 1960 se inició el uso masivo de aditivos plastificantes, que ahora en la actualidad son los más utilizados debido a su capacidad de reducción del agua de mezclado y por lo tanto obtener concretos más resistentes económicos y durables.

En la década de 1970 se introdujeron en Perú los primeros aditivos plastificantes revolucionando la tecnología del concreto, debido a sus beneficios en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad de los concretos.

##### 2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL.

**Mena. (2004)**, la utilización de aditivos plastificantes ayuda a reducir la cantidad de agua de mezclado, variando de esta manera la relación agua cemento (a/c), reduciendo el contenido de cemento y disminuyendo los costos de una obra, incrementando la resistencia a la compresión y mejorando la calidad final del concreto. Se demostró experimentalmente que para un concreto de 21Mpa la utilización de aditivo plastificante incrementó la resistencia en 5%, utilizando una dosificación de aditivo al 0.7% del peso del cemento, además se observó resultados satisfactorios en la trabajabilidad.

**Alvarado, L. (2010)**, en su tesis “Evaluación del concreto armado utilizando aditivos plastificantes del alto rango expuesto en ambiente marino”, simuló el ambiente marino en concreto armado adicionándole aditivos plastificantes. Los resultados manifestaron menor grado de corrosión en las probetas con mezclas que contenían el aditivo plastificante de alto rango y se comprobó la importancia de mantener una relación a/c baja.

**Rodríguez S. (2015)**, “Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil”, Los aditivos impermeables por cristalización si bien ayudan en gran parte al sello de filtraciones también tienen sus desventajas, como hemos visto en el proceso tienden a una efectividad parcial a tiempo prolongado, adicional al costo muy alto que representa este producto.

**Limón M. (2016)**, “Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir su permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad”, se evaluó el desempeño de cada aditivo realizando mezclas de concreto y comparar los resultados con concretos que contienen adiciones minerales (humo de sílice), para poder establecer el comportamiento y diseño de un concreto de baja permeabilidad.

### **2.1.2 A NIVEL NACIONAL.**

**Bustamante R. (2017)**, “Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú”. La presente tesis ha sido determinante para demostrar que la permeabilidad depende de diversos factores y que es necesario evaluar cada uno de ellos para poder determinar si un concreto tiene o no alta permeabilidad.

### **2.1.3 A NIVEL LOCAL.**

**Araujo F. (2013)**, en su tesis “Influencia del aditivo Chema Superplast en las propiedades del concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  utilizando agregados de las canteras río Porcón y M3 de Cajamarca”, abordó la influencia del aditivo Chema Superplast en las propiedades del concreto, concluyendo que mejoran las propiedades de resistencia y trabajabilidad del concreto utilizando mayor cantidad de aditivo. En consecuencia, indicó que con una dosificación de aditivo de 0.4% del peso del cemento se obtiene un incremento de la

resistencia a la compresión de 8%; y, para una dosificación de 1.2% un incremento de 18% y para una dosificación de 2% un incremento en la resistencia a la compresión de 30%.

**Bernal D. (2014)**, en su tesis “Estudio de la influencia del aditivo chemaplast en la resistencia a la compresión del concreto usando cemento Pacasmayo tipo I y cemento inka”, Se logró diseñar una mezcla de concreto óptima, haciendo uso de uno de los aditivos más comunes en el mercado local. La reducción de agua y cemento fue significativamente alta, lo que conlleva a un ahorro en recursos y costos de operación y mantenimiento.

**Sota S. (2017)**, “Influencia del aditivo sika 1 y agregado chancado en la resistencia a la compresión y propiedades físicas en concreto de baja permeabilidad”, concluyo que la adición del aditivo Sika-1 en cantidades que se aproximan al 3% del peso del cemento, genera el máximo valor, aumentando la resistencia a la compresión en 41.29% con respecto a la resistencia de diseño (210kg/cm<sup>2</sup>). Por otro lado, disminuye la porosidad de 11.01% a 6.92%, y la absorción de 4.96% a 3.08%, factores que son indispensables para una alta impermeabilización del concreto.

## **2.2. BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1 CEMENTO.**

El cemento es el componente más activo del concreto generalmente tiene el mayor costo unitario. Por ello y considerando que las propiedades del concreto dependen tanto de la cantidad como de la calidad de sus componentes la selección y uso adecuado del cemento son fundamentales para obtener en forma económica las propiedades deseadas para una mezcla dada.

En el mercado peruano existe variedad de cementos para ser empleados por el usuario y la mayoría de ellos proporcionan adecuados niveles de resistencia y durabilidad en las obras usuales. La totalidad de los cementos empleados en el Perú son cementos Portland que cumplen con los requisitos que especifica la Norma ASTM C 150; o cementos combinados, que cumplen con lo indicado en la Norma ASTM C 595.

### **2.2.1.1. Cemento portland normal.**

El cemento portland normal es el producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan el 1% en el peso del total y que la norma correspondiente determine que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

El Cemento Portland normal deberá cumplir con los requisitos indicados en la Norma ASTM C150 para los tipos I, II, V, los cuales se fabrican en el Perú. Alternativamente podrán emplearse los requisitos de las Normas NTP para cementos.

- **El cemento Portland normal Tipo I.-** Se empleará en todos aquellos casos en que no se requieran en el concreto las propiedades especiales especificadas para los otros tipos. Debe cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C150 o NTP 334.039.
- **El cemento portland Normal Tipo II.-** Se recomienda para construcciones expuestas a moderado ataque por sulfatos, o en aquellos casos en que se requiere un moderado calor de hidratación.

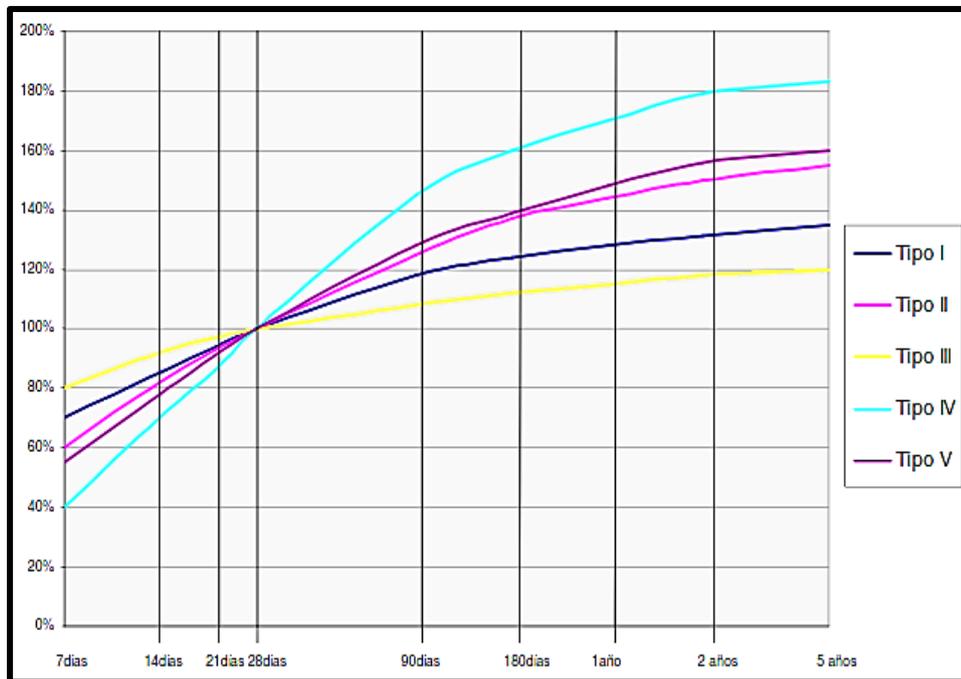
Este cemento tendrá un contenido de aluminato tricalcico (C3A) menor al 8%; menores cambios de volumen; menor tendencia a la exudación; mayor resistencia al ataque por sulfatos; y menor generación de calor, así como adecuadas resistencias tanto en las edades iniciales como en las finales. Este cemento debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM C150 o de la Norma NTP 3334.08.

- **El cemento portland tipo V.-** Se recomienda cuando se requiere concreto de alta resistencia a la acción de sulfatos; alta resistencia en compresión; o baja generación de calor. Este cemento tendrá un contenido de aluminato tricalcico (C3A) menor del 5%. Deberá cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C150 ó NTP 334.044.

**Tabla N° 1:** Características de los cementos portland ASTM C - 150.

Tipo	Descripción	Características Opcionales
I	Uso General	1, 5
II	Uso general; calor de hidratación moderado y resistencia moderada a los sulfatos	1, 4, 5
III	Alta resistencia inicial	1, 2, 3, 5
IV	Bajo calor de hidratación	5
V	Alta resistencia a los sulfatos	5, 6

Fuente: Pasquel, E. (2011).



**Figura N°1:** Desarrollo de la resistencia en compresión en % de la resistencia a 28 días.

Fuente: Pasquel, E. (2011).

### 2.2.1.2. Características esenciales del cemento.

La influencia que el cemento portland ejerce en el comportamiento de la pasta cementante y sus propiedades de la pasta cementante del concreto, derivan fundamentalmente de la composición química del Clinker y de su finura de molienda.

### 2.2.1.2.1 Composición química del cemento.

Las características y propiedades del cemento portland están íntimamente ligadas a su composición química y a su constitución potencia, la primera se determina por análisis y viene expresada en forma de óxidos. La composición química media de un cemento portland puede ser la siguiente:

*Tabla N° 2: Porcentaje promedio de componentes en el Cemento.*

<b>Componente</b>	<b>Formula</b>	<b>Porcentaje</b>
Cal combinada	CaO	62.50%
Sílice	SiO <sub>2</sub>	21.00%
alúmina	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.50%
Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.50%
Azufre	SO <sub>3</sub>	2.00%
Cal Libre	CaO	0.00%
Magnesia	MgO	2.00%
Perdida de fuego		2.00%
Residuo Insoluble		1.00%
Álcalis	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0.50%

*Fuente: Libro Tópicos de Tecnología del Concreto – Enrique Pascal.*

Los cuatro primeros componentes son principales del cemento, de carácter básico la cal y de carácter ácido los otros tres. Los restantes componentes pueden decirse que son los indeseables del cemento.

### 2.2.1.3. Tipos de cemento utilizados en la investigación - aplicaciones.

Existen diferentes tipos de cementos los cuales se mencionará las que están utilizando en esta investigación:

#### 2.2.1.3.1 Tipo I.

De uso general, donde no se requiere propiedades especiales.

#### 2.2.1.3.2 Cemento portland tipo V.

Este Cemento especial además de reunir las cualidades del cemento Portland tipo II es usado donde se requiera elevada acción concentrada de los sulfatos. Se recomienda su uso en construcción de canales, alcantarillas, túneles, sifones con suelos y aguas que

contengan alta concentración de sulfatos, obras portuarias con exposición severa de orden de 1500 a 10000 ppm de sulfatos solubles en agua.

Cemento con alta resistencia a la acción de los sulfatos, se especifica cuando hay exposición intensa a los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas al agua de mar.

La resistencia al sulfato del cemento Tipo V se logra minimizando el contenido de C3A, pues este compuesto es el más susceptible al ataque de los sulfatos.

• **Aplicaciones**

- Ideal para losas, tuberías y postes de concreto en contacto con suelos o aguas con alto contenido de sulfatos.
- Para cualquier estructura de concreto que requiera alta resistencia a los sulfatos.

**Tabla N°3: Aplicaciones y similitud de concretos más populares.**

Especificación del cemento	Aplicaciones*						
	Uso general	Moderado calor de hidratación	Alta resistencia inicial	Bajo calor de hidratación	Moderada resistencia a los sulfatos	Alta resistencia a los sulfatos	Resistencia a la reacción álcali-silice (RAS)**
ASTM C 150 (AASHTO M 85) cementos portland	I	II (opción de moderado calor)	III	IV	II	V	Opción de bajo álcalis
ASTM C 595 (AASHTO M 240) Cementos hidráulicos mezclados	IS IP I(PM) I(SM) S, P	IS(MH) IP(MH) I(PM)(MH) I(SM)(MH)		P(LH)	IS(MS) IP(MS) P(MS) I(PM)(MS) I(SM)(MS)		Opción de baja reactividad
ASTM C 1157 Cementos hidráulicos***	GU	MH	HE	LH	MS	HS	Opción R

**Fuente:** Portland cement association

**2.2.2 AGUA.**

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. El uso de mucha agua de mezclado para elaborar el concreto diluya la pasta, debilitando las características del cemento por tal razón es importante que el cemento y el agua sean usados en las proporciones adecuadas para obtener buenos resultados (NTP 339.088 – RNE E 060).

### 2.2.2.1 Agua de mezclado.

Funciones:

- Reaccionar con el cemento, produciendo su hidratación.
- Actuar como un lubricante, contribuyendo a la trabajabilidad de la mezcla.
- Asegurar el espacio necesario en la pasta, para el desarrollo de los productos de hidratación. La hidratación completa del cemento requiere del 22-25%, del agua de mezclado.
- Las impurezas del agua pueden presentarse disueltas o en forma de suspensión y pueden ser: carbonatos o bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sales de hierro, sales inorgánicas, ácidos, materia orgánica, aceites, o sedimentos y pueden interferir en la hidratación del cemento, producir modificaciones del tiempo de fraguado, reducir la resistencia mecánica, causar manchas en la superficie del concreto y aumentar el riesgo de corrosión de las armaduras.

### 2.2.2.2 Agua De Curado.

El agua de curado no debe contener sustancias agresivas para el concreto endurecido o las armaduras, ya que durante las primeras edades el concreto es sumamente permeable; no emplear agua con elevados contenidos de cloruros en caso de estructuras armadas, evitar sustancias que puedan provocar decoloraciones o manchas superficiales y mantener reducida la diferencia de temperatura entre el agua de curado y el concreto para evitar la aparición de fisuras.

*Tabla N° 4: Requisitos para agua de mezcla y curado.*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>LÍMITE PERMISIBLE</b>
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3ppm máximo
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresada en $\text{NAHCO}_3$ )	1000ppm máximo
Sulfatos(Ion $\text{SO}_4$ )	600 ppm máximo
Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm máximo
PH	Entre 5.5 y 8.00

*Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.088.*

### **2.2.2.3 Agua de lavado**

El agua para lavado de los agregados, no debe contener materiales, en cantidades tales que produzcan una película o revestimiento dañino sobre las partículas de agregados.

Para cada cuantía de cemento existe una cantidad de agua del total del agregado que se requiere para la hidratación del cemento; el resto del agua solo sirve para aumentar la fluidez de la pasta para que cumpla la función de lubricante de los agregados y se pueda obtener la manejabilidad adecuada de las mezclas frescas. El agua adicional es una masa que queda dentro de la mezcla y cuando fragua el concreto va a crear porosidad, lo que reduce la resistencia, razón por la que cuando se requiera una mezcla bastante fluida no debe lograrse su fluidez con agua, sino agregando aditivos plastificantes.

### **2.2.2.4 Funciones del agua en la mezcla.**

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante, para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.

### **2.2.2.5 Usos del agua.**

En relación con su empleo en el concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones como ingrediente en la elaboración de las mezclas y como medio de curado de las estructuras recién construidas.

### **2.2.2.6 Requisitos de calidad.**

Los requisitos de la calidad del agua de mezclado para concreto no tienen ninguna relación obligada con el aspecto bacteriológico (como es el caso de las aguas potables), sino que básicamente se refiere a sus características físico – químicas y a sus efectos sobre el comportamiento y las propiedades del concreto.

### **2.2.2.7 Verificación de calidad.**

La verificación de calidad de agua de uso previsto para elaborar el concreto, debe ser una práctica obligatoria antes de iniciar la construcción de obras importantes, sin embargo, puede permitirse que esta verificación se omita en las siguientes condiciones:

- El agua procede de la red local de suministro para uso doméstico y no se le aprecia olor, color ni sabor; no obstante que no posea antecedentes de uso en la fabricación del concreto.
- El agua procede de cualquier otra fuente de suministro que cuenta con antecedentes de uso en la fabricación del concreto con buenos resultados y no se le aprecia olor, color ni sabor.

### **2.2.3 AGREGADOS.**

Antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas, la tecnología establece que siendo este material el que mayor porcentaje de participación tendrá dentro de la unidad cubica de concreto sus propiedades y características influyen en todas las propiedades del concreto.



*Figura N°2: Trituración de agregados.*

La influencia de este material en las propiedades del concreto tiene efecto importante no solo en el acabado y calidad final del concreto sino también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad resistencia, propiedades elásticas y terminas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto endurecido.

Sabemos que el concreto está formado por una pasta de cemento y agua en el que se encuentran embebidas partículas de un material conocido como agregado, el cual ocupa aproximadamente del 65 % al 80% del volumen de la unidad cubica del concreto.

La norma del concreto E – 060, recomienda que a pesar que en ciertas circunstancias agregados no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado buen comportamiento satisfactorio en experiencias de obras ejecutadas, sin embargo, debe tenerse en cuenta que un comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en la medida de lo posible deberán usarse agregados que cumplan con las especificaciones del proyecto.

### **2.2.3.1 Naturaleza.**

Es preciso indicar que los tres grandes grupos de rocas que dan origen a los agregados según su formación son:

#### **a. Roca Magmática.**

Estas se subdividen a su vez en: plutónicas y volcánicas (granito, cuarzo, riolita, traquita, etc.).

#### **b. Roca Sedimentaria.**

Según su composición química se pueden mencionar las siguientes: las rocas silíceas, carbonatadas, aluminosas y salinas. (Areniscas, calizas, arcilla, yeso).

#### **c. Rocas Metamórficas.**

Entre las cuales se pueden enumerar: las cuarcitas, mármoles, pizarras y filitas.

### **2.2.3.2 Clasificación.**

Los agregados naturales se clasifican en:

#### **A. Agregados finos.**

- Arena fina
- Arena gruesa

#### **B. Agregados gruesos.**

- Grava.
- Piedra triturada o chancada.

## **C. Hormigón**

- Agregado integral.

### **2.2.3.3 Función.**

Las funciones principales de los agregados en el concreto son:

- a. Proporcionar un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de esta por unidad de volumen y por tanto reduciendo el costo de la unidad cubica de concreto.
- b. Proporcionar una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo que puedan actuar sobre el concreto.
- c. Reducir los cambios de volumen resaltantes de los procesos de fraguado y endurecimiento; de humedecimiento y secado; o de calentamiento de la pasta.

Los agregados para concreto deberán de cumplir con los siguientes requerimientos:

- Los agregados empleados en la preparación de los concretos de peso normal (2200 a 2500 kg/m<sup>3</sup>) deberán de cumplir con los requerimientos de la NTP 400.037 o de la norma ASTM C-33, así como los de las e especificaciones del proyecto.
- Los agregados finos y gruesos deberán de ser manejados como materiales independientes. Si se emplea con autorización del proyectista, el agregado integral denominado hormigón deberá de cumplir con la norma E-060.
- Los agregados seleccionados deberán ser procesados, transportados, almacenados y dosificados de tal manera que garanticen: que la pérdida de finos sea mínima, mantener la uniformidad, no producirse contaminación con sustancias extrañas.
- Los agregados expuestos a la acción de los rayos solares deberán si es necesario enfriarse antes de ser utilizados en la mezcladora. Lezama, J.L. (1996).

### **2.2.3.4 Características de los agregados para concreto.**

#### **A. Agregado fino.** Norma NTP 400.037.

Se define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N°200); además de cumplir con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33.

El contenido de agregado fino normalmente del 35% al 45% por masa o volumen total del agregado. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes.

Para que el concreto tenga una adecuada trabajabilidad, las partículas de agregado grueso deben estar espaciadas de manera tal que puedan moverse con relativa facilidad, durante los procesos de mezclado y colocación; el agregado fino actúa como lubricante del agregado grueso.

El agregado fino debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe ser arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes.
- Limpio de cantidades perjudiciales de polvo, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otros.
- Cumplir con el huso granulométrico.
- Las partículas dañinas no deben exceder como máximo: partículas deleznable: 3%; material más fino que la malla N° 200: 5%.

**B. Agregado grueso.** Norma NTP 400.037.

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz N°4(4.75mm) y cumple los límites establecidos por la NTP 400.037 o la norma ASTM C 33. El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida o agregados metálicos naturales o artificiales.

El tamaño máximo del agregado grueso utilizado en un concreto tiene su fundamento en la economía, y está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más del agregado grueso tamizado.

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa, químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼”.

Asimismo; en ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:

- Un quinto, de la menor dimensión, entre caras de encofrados.
- Un tercio de la altura de las losas.
- Tres cuartos del espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o ductos de presfuerzo.

## 2.2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO.

2.2.4.1 **Peso específico y absorción.** La NTP 400.021 define:



**Figura N°3:** *Ensayo de peso específico del agregado fino.*

### a. **Peso específico. (P.e.).**

Se define como la relación entre la masa de un volumen unitario del material y la masa de igual volumen de agua destilada, libre de gas, a una temperatura especificada. Según el sistema internacional de unidades (ISD el término correcto es densidad).

**b. Peso específico aparente (P.e.a).**

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire (de igual densidad) de un volumen igual de agua libre de gas, a una temperatura especificada. Cuando el material es sólido se considera un volumen de la porción impermeable.

**c. Peso específico de masa (P.e.m).**

Viene hacer la relación entre la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material), en la masa en el aire (de igual densidad) de un volumen de agua destilada libre de gas y a una temperatura especificada.

**d. Peso específico de masa saturada superficialmente seca (P.e.s.s.s).**

Tiene la misma definición que el peso específico de masa con la salvedad de que la masa incluye el agua en los poros permeables.

El peso específico que más se utiliza, por su fácil determinación para calcular el rendimiento del concreto o la cantidad necesario de agregado para un volumen dado de concreto; es aquel que está referido a la condición de saturado con superficie seca del agregado.

**e. Absorción.**

Capacidad que tiene los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura interna, al ser sumergirlos durante 24 horas en esta. La relación del incremento en peso de una muestra seca, expresada en porcentaje, se denomina porcentaje de absorción. Esta particularidad de los agregados, que depende de la porosidad, es de suma importancia para realizar correcciones en las dosificaciones de mezclas de concreto. A su vez, la absorción influye en otras propiedades del agregado, como la adherencia con el cemento, la estabilidad química, la resistencia a la abrasión y la resistencia del concreto al congelamiento y deshielo.

**2.2.4.2 Análisis granulométrico.** La NTP 400.012 define como:

El estudio en forma y tamaño en que se encuentran distribuidas las partículas de un agregado. La cantidad de material se considerará de acuerdo a la NTP 400.012, 300g, para el agregado fino y para el grueso de acuerdo a la tabla.

**Tabla N° 5:** Cantidad de muestra a ensayar para el agregado grueso para análisis granulométrico.

Tamaño máximo de las partículas	Peso aproximado de la muestra(kg)
3/8"	1.00
1/2"	2.00
3/4"	5.00
1"	10.00
1 1/2"	15.00
2"	20.00
2 1/2"	35.00
3 "	60.00
3 1/2"	100.00

*Fuente: NTP 400.012 (2013).*

#### 2.2.4.3 Módulo de finura.

Se puede definir como el indicador del grosor predominante en el conjunto de partículas en un agregado así mismo el módulo de finura pueden considerarse como un tamaño promedio ponderado, pero que representa la distribución de las partículas.

- **Especificaciones Técnicas.** Se considera que el módulo de finura de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1 o un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media, y más de 3 una arena gruesa. Además, se estima que con agregados finos cuyos módulos de finura varían entre 2.2 y 2.8 se obtiene concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación y aquellos que están comprendidos entre 2.8 y 3.2 son las más indicas para producir concretos de alta resistencia.

El módulo de finura se obtiene a través de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices. 1 ½ “, 3/4”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 dividida entre 100.

$$M.f = \frac{\sum \% \text{Acum. Ret. (1 1/2", 3/4, 3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100)}}{100} \dots \dots (1)$$

#### **2.2.4.4 Tamaño máximo y tamaño máximo nominal del agregado.**

##### **a. Tamaño Máximo.** (NTP 400.011).

Esta dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15 %, o más del agregado tamizado. Aquedado comprobado que cuando se extiende la granulometría del agregado a un tamaño máximo mayor, hasta de una pulgada y media, las necesidades de agua de mezcla se pueden reducir, tales que, para una trabajabilidad se puede conseguir mayor resistencia, reduciendo la relación agua- cemento. Cuando se sobrepasa el tamaño máximo de 1 ½” los incrementos en resistencia debido a la reducción de agua se compensan por los efectos de la menor área de adherencia y las discontinuidades producidas por los agregados muy grandes. (NTP 400.011).

##### **b. Tamaño máximo nominal.** (NTP 400.011).

Se define como el tamiz más pequeño que produce el primer retenido. (NTP 400.011).

##### ➤ **Especificaciones técnicas.**

Según el reglamento nacional de construcciones, el tamaño máximo de agregado para el concreto.

- Será el pasante por tamiz de 2 ½”.
- No será mayo de i/5 de la menor separación entre los lados del encofrado; 1/3 del peralte de la losa; ¾ del espaciamiento mínimo libre entre las varillas o alambres individuales de refuerzo, paquetes de varillas, cables o ductos de refuerzo.

#### **2.2.4.5 Peso unitario.** (NTP 400.017).

Se lo define como el peso del material seco que se necesita para llenar cierto recipiente de volumen unitario. También se le denomina peso volumétrico y se emplea en la conversión de cantidades en peso a cantidades en volumen y viceversa

El peso unitario de los agregados está en función directa del tamaño, forma y distribución de las partículas, y el grado de compactación (suelto o compacto). (NTP 400.017).

➤ **Especificaciones técnicas.**

Las especificaciones técnicas para el peso unitario suelto y peso unitario compactado están de acuerdo a las normas NTP 400.017 y ASTM C-29/ C-29M.



*Figura N°4: Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso.*

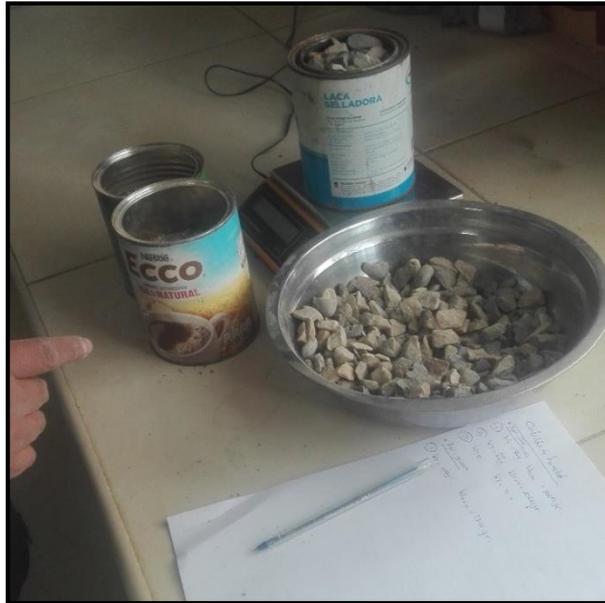
**2.2.4.6 Contenido de humedad.** (NTP 339.185).

Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado. Cuando dicha cantidad de agua se expresa como porcentaje de la muestra seca (en estufa), se le denomina porcentaje de humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Los agregados generalmente se los encuentra húmedos, y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las proporciones de una mezcla. (NTP 339.185).

Los estados de saturación del agregado son como se muestra:

➤ **Especificaciones técnicas.**

El contenido de humedad es una de las propiedades físicas del agregado que no se encuentra limitada en especificaciones, sin embargo, podemos manifestar, que, en los agregados finos, el contenido de humedad puede llegar a representar un 8% a más, mientras que en el agregado grueso dicho contenido de humedad, puede representar un 4%.



*Figura N°5: Ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso.*

#### **2.2.4.7 Resistencia a la abrasión. (NTP 400.019),**

Se define como la resistencia que ofrece el material bajo condiciones de desgaste. Oposición que presentan los agregados sometidos a fuerzas de impacto y al desgaste por abrasión y frotamiento, ya sea de carácter mecánico o hidráulico. Existen diferentes métodos para medir los efectos de abrasión, pero actualmente el más usado es el de la prueba de los ángeles, por la rapidez con que se efectúa y porque se puede aplicar a cualquier tipo de agregado.

#### ➤ **Especificaciones Técnicas.**

En los agregados gruesos, ensayados al desgaste según el método (NTP 400.019), se aceptará una pérdida no mayor del 50% del peso original. Podrá emplearse agregado grueso que tenga una pérdida mayor, siempre que experimentalmente se demuestre obtener concretos de resistencias adecuadas.

Se recomienda que los agregados a usarse en pavimentos rígidos y construcciones sujetas a ciertos fraccionamientos, presenten un porcentaje de desgaste inferior al 30% y hasta un 40%, cuando se utilicen en estructuras no expuestas a la abrasión directa. El procedimiento para determinar los ensayos; se toma en cuenta la norma

técnica ASTM C – 131(método de prueba para resistencia a la abrasión de agregado grueso de pequeño tamaño, con el uso de la máquina de los ángeles).

#### 2.2.4.8 Material más fino que el tamiz n°200.

Son elementos perjudiciales que cuando se hallan presentes en los agregados, disminuyen las propiedades fundamentales del concreto, tanto en la elaboración como en su comportamiento posterior. La cantidad de material necesario se expresa en la siguiente tabla.

**Tabla N° 6:** Cantidad de material necesario para el ensayo de material más fino que el tamiz N°200.

Tamaño Nominal Máximo (mm.)	Peso mínimo (gr.)
2.38	100
4.76	500
9.51	2000
19	2500
> 31.1	5000

*Fuente: Norma Técnica Peruana 400.018*

#### 2.2.4.9 Sustancias perjudiciales en el agregado fino:

El porcentaje de partículas provenientes del agregado fino no deberá exceder los siguientes límites:

- Lentes de arcillas o partículas desmenuzables..... 3%
- Partículas menores que el tamiz #200
  - Concretos sujetos a evaluación.....3%
  - Otros concretos..... 5%
- Carbón y lignito
  - Cuando la apariencia superficial del concreto es importante..... 0.5%
  - Otros concretos .....1.0%

*Tabla N° 7: Sustancias perjudiciales en el agregado fino.*

<b>SUSTANCIA PERJUDICIAL</b>	<b>EFEECTO SOBRE EL CONCRETO</b>	<b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</b>
Impurezas orgánicas	Afectan el fraguado y endurecimiento y pueden producir deterioro	A.S.T.M. C 40-087 NTP 400.013
Material más fino que #200	Afectan la adherencia y aumentan la cantidad de agua necesaria	A.S.T.M. C 117 NTP 400.018
Carbón de piedra, licnito y otros materiales ligeros	Afectan la durabilidad y pueden producir manchas y reventones	A.S.T.M. C 123
Partículas blandas	Afectan la durabilidad	A.S.T.M. C 235 NTP 400.05
Partículas frágiles	Afectan la manejabilidad y pueden producir deterioro	A.S.T.M. C 142 NTP 400.023

### **2.2.5. TEORÍA DEL CONCRETO.**

**Abanto, F. (2003)**, el concreto es un material durable y resistente, pero dado que se trabaja en su forma líquida, prácticamente puede adquirir cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción muy popular. El concreto de uso común, o convencional, se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo. Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como una revoltura de concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire.

La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a

adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido.

### **2.2.5.1 Componentes del concreto.**

**Giraldo, B.O. (2003)**, el concreto fresco es una mezcla semilíquida de cemento portland, arena (agregado fino), grava o piedra triturada (agregado grueso), agua y aditivos. Mediante un proceso llamado hidratación, las partículas del cemento reaccionan químicamente con el agua y el concreto se endurece y se convierte en un material durable. Cuando se mezcla, se hace el vaciado y se cura de manera apropiada, el concreto forma estructuras sólidas capaces de soportar las temperaturas extremas del invierno y del verano sin requerir de mucho mantenimiento. El material que se utilice en la preparación del concreto afecta la facilidad con que pueda vaciarse y con la que se le pueda dar el acabado; también influye en el tiempo que tarde en endurecer, la resistencia que pueda adquirir, y lo bien que cumpla las funciones para las que fue preparado.

### **2.2.5.2. Propiedades del concreto.**

#### **2.2.5.2.1. Efectos en el concreto fresco.**

##### **A. Trabajabilidad, docilidad o manejabilidad (Abanto Castillo, pág. 47).**

Facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

La trabajabilidad tiene relación con el contenido de cemento; con las características, granulometría, relación de los agregados finos-gruesos, y proporción del agregado; con la cantidad de agua y aire; con la presencia de aditivos; y con las condiciones ambientales. La fineza del cemento, determinada por su superficie específica, tiene influencia sobre la trabajabilidad. Los cementos de alta fineza la mejoran notablemente, pero pueden causar agrietamiento superficial en el secado.

La presencia de altos porcentajes de agregado de 3/16" (N° 4) a 3/8" en el agregado grueso, trae como consecuencia un incremento en los vacíos entre las partículas del agregado.

**B. Consistencia o movilidad** (Abanto Castillo, pág. 47).

Depende principalmente de la cantidad de agua usada. Capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

**Tabla N° 8:** *Clases de mezclas según su asentamiento.*

<b>Consistencia</b>	<b>Slump</b>	<b>Trabajabilidad</b>	<b>Método de Compactación</b>
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera, chuseado
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto Castillo (s.f.)

**C. Segregación** (Abanto Castillo, pág. 50).

Implica la descomposición del concreto fresco en sus partes constituyentes (separación del agregado grueso del mortero). Produce en el elemento llenado bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc. El riesgo de segregación está en función directa con la consistencia o humedad de la mezcla.

En el proceso de diseño de mezcla, es posible disminuir el riesgo, mediante el aumento de finos (cemento o A. fino). Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación (soltar el concreto de alturas mayores de 1/2 metro, concreto en canaletas y con cambios de dirección, excesivo vibrado, etc.) son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas.

**D. Exudación o sangrado**

Ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado.

Puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, exceso de agua en la misma, utilización de aditivos, a mayor temperatura mayor velocidad de exudación, etc. (**Abanto Castillo, pág. 54**).

#### **2.2.5.2.2. Efectos en el concreto endurecido.**

##### **A. Resistencia** (Abanto Castillo, pág. 50).

Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia. La resistencia a la compresión de un concreto ( $f'_c$ ) debe ser alcanzada a los 28 días, después de vaciado y realizado el curado respectivo.

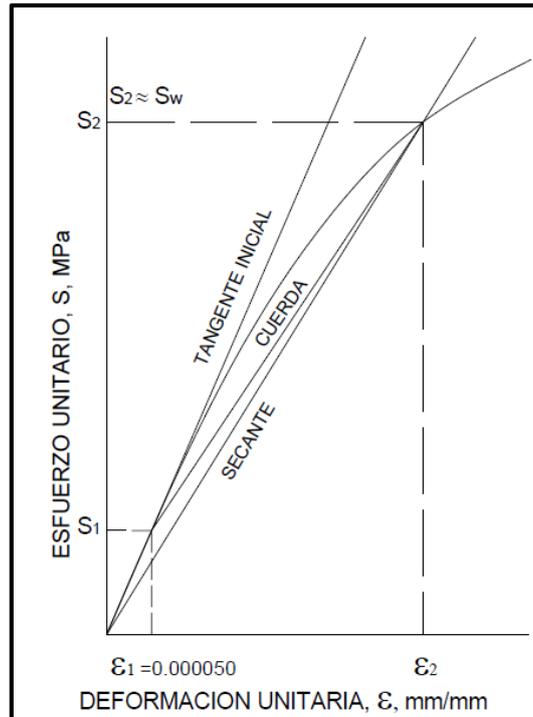
Se deben preparar 3 probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad, por el promedio. Evaluándose generalmente a las edades de 7 y 28 días.

Las probetas se retirarán de los moldes entre las 18 y 24 horas después de moldeadas, para luego sumergirlas en agua para su curado.

##### **B. Módulo de Elasticidad.**

El Módulo de Elasticidad, definido por la ecuación  $E = \text{esfuerzo} / \text{deformación}$  es una medida de la rigidez, o sea la resistencia del hormigón a la deformación. El módulo de elasticidad del hormigón estructural normalmente varía entre  $1.4 \times 10^5$  y  $4.2 \times 10^5$  [kg/cm<sup>2</sup>] y se suele asumir como  $2.1 \times 10^5$  [kg/cm<sup>2</sup>].

En general, los módulos de elasticidad se determinan a partir de pruebas a la compresión de cilindros de hormigón. (Quiroz Crespo & Salamanca Osuna, 2006, pág. 125).



**Figura N°6:** Curva Esfuerzo-Deformación para el hormigón.  
**Fuente:** Quiroz, Crespo et al. (2006).

### 2.2.5.3.3 Características y comportamiento de concreto.

Una característica importante del hormigón es poder adoptar formas distintas, al colocarse en obra es una masa plástica que permite rellenar un molde, previamente construido con una forma establecida, que recibe el nombre de encofrado. (Rivva, E. 2000).

#### A. Características Mecánicas Del Concreto.

La principal característica estructural del hormigón es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las sollicitaciones por tracción o cortante sean muy bajas. Para determinar la resistencia se preparan ensayos mecánicos (ensayos de rotura) sobre probetas de hormigón (Laura, S.2006).

#### B. Características físicas del concreto.

Las principales características físicas del hormigón, en valores aproximados, son:

- Densidad: en torno a 2350 kg/m<sup>3</sup>.

- Resistencia a compresión: de 150 a 500 kg/cm<sup>2</sup> (15 a 50 MPa) para el hormigón ordinario. Existen hormigones especiales de alta resistencia que alcanzan hasta 2000 kg/cm<sup>2</sup> (200 MPa).
- Resistencia a tracción: proporcionalmente baja, es del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global.
- Tiempo de fraguado: dos horas, aproximadamente, variando en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior.
- Tiempo de endurecimiento: progresivo, dependiendo de la temperatura, humedad y otros parámetros.

Dado que el hormigón se dilata y contrae en magnitudes semejantes al acero, pues tienen parecido coeficiente de dilatación térmico, resulta muy útil su uso simultáneo en obras de construcción; además, el hormigón protege al acero de la oxidación al recubrirlo. **(Laura, S.2006).**

### **C. Fraguado y endurecimiento.**

El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie del hormigón. Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provocan el endurecimiento de la masa y que se caracteriza por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas. En condiciones normales un hormigón portland normal comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos después de que ha quedado en reposo en los moldes y termina el fraguado trascurridas sobre 10 ó 12 horas. Después comienza el endurecimiento que lleva un ritmo rápido en los primeros días hasta llegar al primer mes, para después aumentar más lentamente hasta llegar al año donde prácticamente se estabiliza. **(Gutiérrez, L.2003).**

### **D. Resistencia.**

La resistencia del hormigón a compresión se obtiene en ensayos de rotura por compresión de probetas cilíndricas normalizadas realizados a los 28 días de edad y fabricadas con las mismas amasadas puestas en obra **(Laura, S. 2006).**

### **E. Consistencia del hormigón fresco.**

La consistencia es la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse y consiguientemente para ocupar todos los huecos del molde o encofrado. Influyen en ella distintos factores, especialmente la cantidad de agua de amasado, pero también el tamaño máximo del árido, la forma de los áridos y su granulometría.

La consistencia se fija antes de la puesta en obra, analizando cual es la más adecuada para la colocación según los medios que se dispone de compactación. Se trata de un parámetro fundamental en el hormigón fresco (Sánchez, D. 2001).

### **F. Durabilidad.**

El agua es el agente principal tanto de la creación como de la destrucción del concreto, ya que causa muchos tipos de procesos de degradación física. Asimismo, el agua es vehículo de transporte de iones agresivos, que pueden ser fuente de procesos de degradación química. Estos agentes causan su deterioro físico y químico afectando su durabilidad.

Según el comité 201 del ACI, la durabilidad del concreto se define como su resistencia a la acción del clima, a los ataques químicos, a la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro. De tal manera que un concreto durable debe mantener su forma original, su calidad y sus propiedades de servicio al estar expuesto a su medio ambiente. Cabe resaltar que la durabilidad depende de las propiedades del concreto y las prácticas de colocación, no obstante, también es función de las condiciones ambientales que le rodean. Estas condiciones afectan su durabilidad del concreto pueden ser de origen físico o químico. En su mayoría estos factores se presentan en combinación manifestándose en la aparición de manchas, eflorescencias o fisuras (Niño, 2010).

#### **F.1. Patologías en el concreto. Patología debido a fenómenos físicos.**

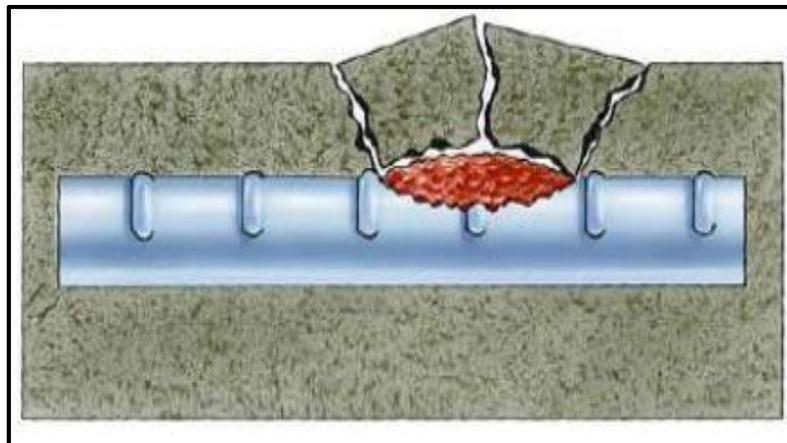
Los fenómenos físicos que intervienen contrariamente en la durabilidad del concreto incluyen el desgaste de la superficie o pérdida de masa debida a la abrasión, erosión, cavitación y agrietamiento debido a la cristalización de las sales en los poros, exposición a ciclos de humedecimiento y secado, y la exposición a temperaturas extremas como el congelamiento o el fuego.

## **F.2. Patología debido a fenómenos químicos.**

Los fenómenos químicos que intervienen son las reacciones de iones agresivos con el concreto que producen formación de productos expansivos en la pch, como es el caso de los ataques por sulfatos, ácidos y cloruros. También intervienen la expansión alcali-agregado y la corrosión del acero en el concreto. Aquí mencionaremos alguno de estos fenómenos:

### **F.2.1. Ataque de cloruros y corrosión del acero en el concreto.**

La alta alcalinidad del hidróxido de calcio previene la corrosión del acero de refuerzo mediante la formación de una delgada película protectora de óxido de hierro en la superficie del metal. No obstante, si el concreto es permeable y permite que los cloruros solubles penetren en el concreto y si el agua y el oxígeno están presentes, entonces ocurrirá corrosión en el acero de refuerzo.



*Figura N°7: Mecanismo de generación de corrosión de acero de refuerzo ante cloruros, agua y oxígeno.*

*Fuente:* (Sencico, 2015).

### **F.2.2. Ataque de sulfatos.**

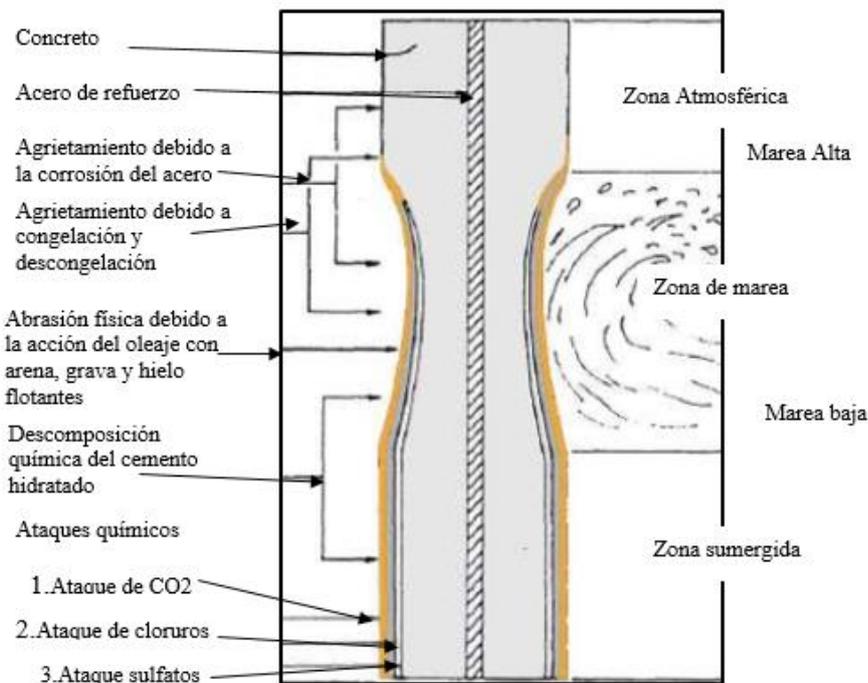
Los sulfatos generan deterioro directamente al concreto, las principales fuentes de sulfatos que pueden atacar al concreto son: los suelos que contienen yeso mineral (sulfato cálcico), las aguas que contienen residuos industriales y, principalmente el agua de mar que contiene una concentración de aproximadamente 0,004 de sulfato de sodio (Vélez, 2010). El daño del concreto por sulfatos comienza en los bordes y las esquinas, seguido por grietas y astillamientos. El sulfato ocasiona la formación de yeso y etringita que provocan un aumento en volumen del 250%, lo cual produce

grandes tensiones que desencadenan fisuras y desprendimientos superficiales del material.

La composición del concreto es determinante para el ataque de sulfatos, ya que los concretos con alto contenido de aluminato tricalcico (C3A) incrementan la posibilidad de este ataque.

Una estructura expuesta al agua del mar o la salpicadura del agua del mar, es más vulnerable en la zona de marea o salpicadura, donde hay ciclos repetidos de mojado y secado y/o congelamiento y deshielo. La presencia de sulfatos y cloruros presentes en el agua de mar requiere el uso de concretos de baja permeabilidad para minimizar la corrosión del acero de refuerzo y el ataque de sulfatos (**Hosmatka et al, 2004**).

La figura a continuación representa el ataque químico de cloruros, sulfatos, CO<sub>2</sub> y ataques físicos debido al oleaje, en estructuras de concreto armado expuestas al ambiente marino.



**Figura N°8:** Representación del deterioro de un espécimen de concreto expuesto en un ambiente marino (Adaptado de Portugal, 2007).

### **2.2.6 CONCRETO DE BAJA PERMEABILIDAD.**

Es una mezcla de cemento, arena, agregado grueso, agua y aditivos reductores de permeabilidad en proporciones técnicamente controladas, con propiedades o características de cohesividad, fluidez y textura en estado fresco y adecuado desempeño mecánico en estado endurecido.

El concreto de baja permeabilidad impide la ascensión por capilaridad del agua en contacto con el concreto en muros y cimentaciones, ayudando a mitigar los ataques por agentes químicos agresivos para el concreto tales como sulfatos y bióxido de carbono disueltos en agua.

El diseño de la mezcla del concreto de baja permeabilidad se elabora con una baja relación agua cemento (intervalo de 0.35 a 0.50), resultando un producto homogéneo, compacto exento de fisuras al cabo de su colocación en la estructura, siempre y cuando se observen las prácticas constructivas que la experiencia ha considerado correctas, en especial, lo relacionado con la colocación y el curado.



*Figura N°9: Concreto de baja permeabilidad.*

*Fuente: Sika mexicana, 2013.*

### 2.2.6.1 Porosidad del Concreto.

La estructura de la porosidad en el concreto influye fuertemente en el actuar del mismo. Específicamente, la porosidad determina las proporciones a que las especies agresivas pueden entrar en la masa y causar destrucción. Los índices de la intrusión se relacionan con la permeabilidad del concreto. De la manera más general, la permeabilidad depende de la forma en que la porosidad total es distribuida. La porosidad, a su vez, se relaciona a la reacción original del cemento, las mezclas minerales, y las partículas de agregados, la relación de agua-sólidos, y las condiciones de curado entre otras. (J. López Orozco-2004).

#### Clasificación de los poros:

Los vacíos presentes en la pasta de cemento hidratado se clasifican como sigue:

**a) Poros por aire atrapado:** Son relativamente grandes vacíos inevitables y perjudiciales en todo concreto. Se originan por una mala compactación en la mezcla del concreto. Normalmente se presentan en un mínimo del 1% del volumen del concreto y su tamaño está en el rango de 1 a 10 mm.

**b) Poros por aire incorporado:** Está conformado por burbujas de aire de tamaño pequeño y variable de entre 0.1mm (100µm) a 1mm. Estos vacíos son generados a propósito utilizando para ello aditivos incorporadores de aire. Además, el aire incorporado tiende a incrementar la trabajabilidad, la plasticidad y fluidez de las mezclas.

**c) Poros capilares:** Son los espacios que en el proceso de hidratación no han sido ocupados por el gel. Al inicio de la hidratación los poros capilares se conectan tridimensionalmente entre sí, sin embargo, a medida que la hidratación progresa los poros capilares quedan aislados o desconectados. Esta desconexión tiene unas repercusiones muy importantes sobre las propiedades de transporte de líquidos y gases a través de la pasta. Su tamaño varía desde 10nm a 10µm (104nm).

**d) Poros de gel S-C-H:** Estos vacíos son los que existen dentro de la estructura propia de las placas sólidas de la pasta cemento hidratado. Estamos así hablando de una distancia

que varía entre 5 a 25 Angstroms (2.5nm). Esta porosidad no es la responsable de la penetración de agua, pero sí de la densidad del hidrato S-CH.

### 2.2.6.2. Absorción del Concreto.

Absorción es el proceso por el cual el hormigón ejerce atracción sobre los fluidos con los que está en contacto, de modo que las moléculas de estos penetren en él, llenando sus poros y capilares permeables.

La absorción capilar, corresponde al desplazamiento de un frente líquido a través de un capilar, como consecuencia de la interacción de contacto líquido-sólido. Este fenómeno de movimiento de agua tiene lugar en concretos secos o parcialmente saturados (**Sika Mexicana, 2013**). La absorción capilar, normalmente, no da lugar a una penetración profunda.

**Tabla N° 9:** *Propiedades y valores para la obtención de un concreto “impermeable”- 28 días de secado.*

<b>CRITERIOS DE DESEMPEÑO PARA UN CONCRETO IMPERMEABLE</b>		
<b>ENSAYO</b>	<b>VALOR</b>	<b>NORMA</b>
Absorción capilar (qw)	< 6 g/m <sup>2</sup> /h	SIA 262/1 Anexo A
Penetración de agua	< 30 mm	EN 12390 Parte 8
Retracción por secado	< 0.07 %	ASTM C 157

### 2.2.6.3. Permeabilidad del Concreto.

La permeabilidad en el concreto se refiere a la cantidad de migración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un determinado tiempo. La velocidad con la que el fluido atraviesa el material depende de tres factores básicos:

- Porosidad del material.
- Densidad del fluido considerado y
- presión a la que está sometido el fluido.

La permeabilidad se mide sobre medios saturados. En el caso del concreto, éste debe estar saturado para poder medir la permeabilidad en términos de m/s.

*Tabla N° 10: Clasificación de la permeabilidad del concreto de acuerdo a la NTC 4483.*

TIPO DE CONCRETO	COEFICIENTE DARCY K(m/s)
Concreto de baja permeabilidad	$<10^{-12}$
Concreto de mediana permeabilidad	$<10^{-10}$ a $<10^{-12}$
Concreto de alta permeabilidad	$>10^{-10}$

**2.2.6.3.1. Coeficiente de Permeabilidad (Ecuación de Valenta).**

De acuerdo a la Norma EN 12390-8 el resultado final del ensayo es la medida de la profundidad máxima de penetración del agua, no obstante, este valor no permite determinar directamente la permeabilidad. Por ello se usó la ecuación de Valenta para calcular el coeficiente de permeabilidad basado en la profundidad de penetración. El uso de la ecuación de Valenta requiere el incremento en masa de cada espécimen a medir con precisión para determinar la fracción de volumen de poros en el concreto (porosidad) lo cual no es parte de la EN 12390-8". La fórmula de Valenta es la siguiente:

$$K = \frac{P^2V}{2TH} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

- k: coeficiente de permeabilidad
- P: profundidad de penetración (m)
- V: porosidad del concreto. (%)
- T: tiempo de ensayo (seg)
- H: presión (m.c.a)

**2.2.6.4. Factores que afectan la baja permeabilidad del concreto.**

Para obtener un concreto impermeable o de baja permeabilidad, se debe considerar ciertos factores para obtener un concreto resistente a los agentes nocivos que se encuentren en el ambiente donde es colocado y protegido ante los mecanismos de penetración del agua a la masa del concreto; entre los más relevante se tienen (Abobaker, 2015):

- Relación agua-cemento.
- Curado.

- Uso de aditivos o adiciones.
- Otros.

La permeabilidad al agua es frecuentemente un factor de control en relación al deterioro del concreto, y se verá influenciado por la relación agua- cemento y la adición de materiales cementantes adicionales, entre otros.

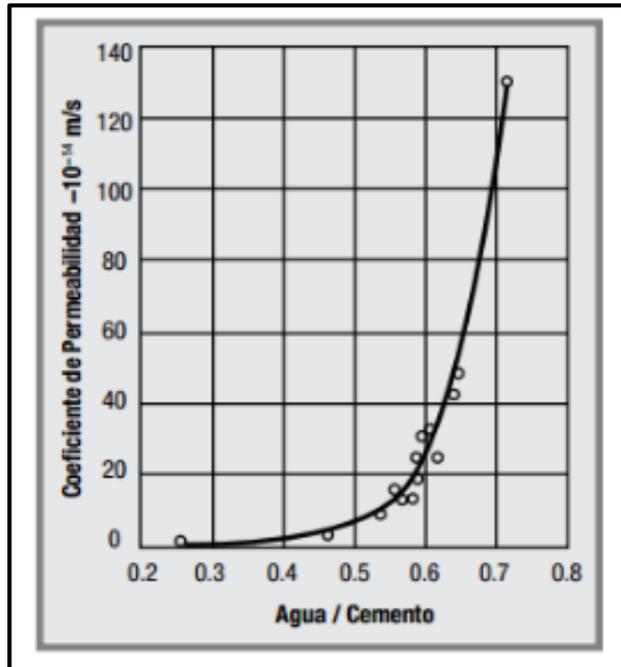
#### **2.2.6.2.1 Relación agua-cemento (a/c).**

La relación agua-cemento (a/c) tiene un profundo efecto en varias características del concreto; una baja relación a/c está asociada con mayor resistencia, un concreto más durable, pero también menos trabajable. La trabajabilidad del concreto es determinante para escoger los medios y métodos constructivos que se utilizarán para una estructura en particular.

Una relación a/c baja da un concreto con alta resistencia, baja permeabilidad y de gran durabilidad. Además, en el caso de una sección de concreto reforzado, al tener una relación a/c baja e incrementando el recubrimiento para el acero de refuerzo, se reduce la entrada de cloruro tal como lo recomiendan los códigos del American Concrete Institute (ACI).

La influencia de la relación a/c afecta no solamente la resistencia a la compresión del hormigón, sino también su permeabilidad. Con menores relaciones a/c, la concentración creciente de granos de cemento en la pasta deja menos espacio entre ellos para ser ocupados por el agua, al estar más unidos unos con otros.

Inicialmente el espacio entre los granos de cemento forma una red continua llena de agua, formada por los poros capilares. A medida que los granos de cemento se van hidratando, generan cristales que bloquean los poros y esto hace al hormigón menos penetrante. Los poros pequeños son bloqueados más fácilmente que los grandes, y mientras más granos de cemento se tengan (menor relación a/c) el bloqueo será mayor, con lo que se consigue una menor permeabilidad y un hormigón más durable.



**Figura N°10:** Coeficiente de permeabilidad al agua en función de la relación a/c.

**Fuente:** Sika mexicana, 2013.

#### 2.2.6.2.2 Curado del concreto.

Un curado adecuado de las estructuras de concreto tiene una significativa influencia en las características de permeabilidad del concreto, pero existen diversos factores a considerar en el curado:

- Periodo
- Calidad
- Escenario del curado (ACI 308, 2010).
  - Normal
  - Curado a vapor
  - Curado húmedo
- Temperatura

En general el desempeño de un concreto con prolongados tiempos de curado es mejor, también resulta en una estructura porosa mejor desarrollada en el concreto ya que el volumen de huecos permeables disminuye.

#### **2.2.6.2.3 Uso de aditivos y/o adiciones.**

El uso de humo de sílice, ceniza volante, aditivos bloqueadores de poro y aditivos reductores de agua de alto rango de Tipo F (ASTM C494-11), permiten la fabricación de concretos de muy baja permeabilidad, ya que las adiciones minerales en la pasta de cemento crean una estructura de poros más densa que la pasta de cemento regular.

#### **2.2.6.2.4 Otros.**

Existen algunos factores adicionales que afectan la permeabilidad del concreto, como una compactación deficiente, la pérdida del agua de mezclado y la edad del concreto; en cuanto mayor sea la edad del concreto la permeabilidad de éste será menor, ya que el cemento es un material que se continúa hidratando por un largo periodo mientras haya presencia de agua. Entonces con la presencia de agua los productos de la hidratación llenarán los espacios vacíos de la matriz de cemento. Otro factor que mejora la permeabilidad del concreto es la finura del cemento, partículas de cemento más finas hará que estas se hidraten con mayor rapidez, creando un concreto impermeable más rápido (Abobaker, 2015).

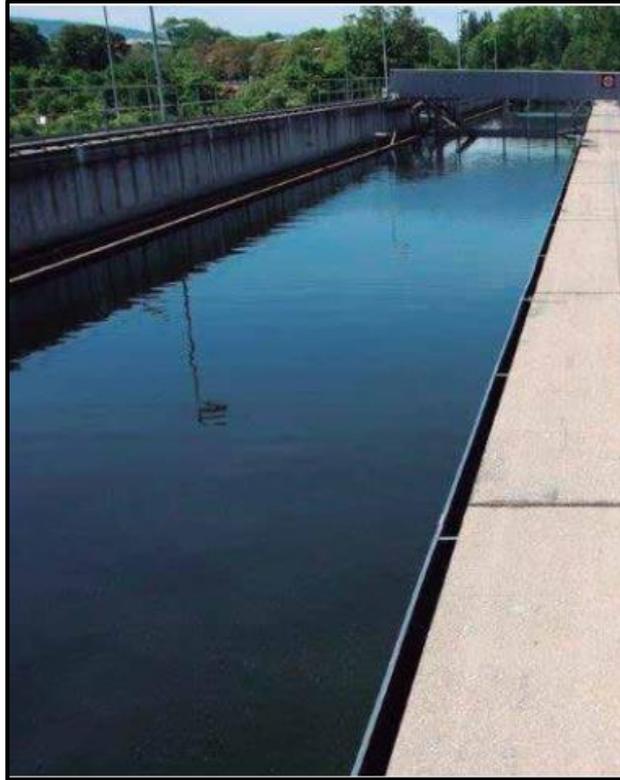
La definición entonces del material se limita a este y no a la estructura, así el concreto “impermeable” es aquel que cumple con los requisitos que aparecen en la Tabla.

#### **2.2.7 ADITIVOS.**

Generalmente cuando las propiedades de los cementos portland, no pueden satisfacer por completo todos los requerimientos de los procesos constructivos, existen varios casos en que la única alternativa de solución técnica y eficiente es el uso de aditivos, con lo que se logra modificar en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto.

Los aditivos son aquellos productos que introducido en el concreto permiten modificar sus propiedades en una forma susceptible de ser prevista y controlada.

Productos que, agregados en pequeña proporción en pastas, morteros y concreto en el momento de su fabricación, mejoran o modifican una o varias de sus propiedades. Aun cuando los aditivos son un componente eventual del concreto, existen ciertas condiciones o tipos de obras que los hacen indispensables.



**Figura N°11:** Aditivos para disminuir la permeabilidad  
**Fuente:** Sika mexicana, 2013.

De esta manera su uso estará condicionado por:

- a) Que se obtenga el resultado deseado sin tener que variar sustancialmente la dosificación básica.
- b) Que el producto no tenga efectos negativos en otras propiedades del concreto.
- c) Que un análisis de costo justifique su empleo.

El aditivo es definido, por American Concrete Institute como por la norma ASTM C125 como “Un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado”.

La norma técnica peruana NTP 339.086 define a los aditivos como sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar algunas de sus propiedades, Los aditivos comúnmente son usados entre el 0.3% y 2.0% del peso del cemento.

### **2.2.7.1. Características generales.**

Los aditivos son materiales utilizados como componentes del concreto o el mortero, los cuales se añaden a estos durante la mezcla a fin de:

- a. Modificar una o algunas de sus propiedades a fin de permitir que sean más adecuadas al trabajo que se está efectuando.
- b. Facilitar su colocación.
- c. Reducir costos de operación.

Los aditivos utilizados deberán cumplir con los requisitos de las normas ASTM o NTP correspondientes.

La norma establece que debe cumplir con los requisitos para comprobar las modificaciones aportadas por el aditivo en las propiedades del concreto tales como: cantidad de agua, tiempo de fragua, resistencia a compresión inalterabilidad indicándonos en cada caso valores mínimos esperados según dosificación o tipo de aditivo que se esté utilizando.

Razones por la cual el uso del aditivo se vuelve importante:

#### ➤ **En el concreto fresco.**

- Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua.
- Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad.
- Reducir o prevenir asentamientos de la mezcla para originar una ligera expansión, usados para rellenar los vacíos y aberturas en estructuras del concreto.
- Modificar la velocidad y/o volumen de exudación reducir la segregación, facilitar el bombeo del concreto.
- Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.

#### ➤ **En el concreto endurecido.**

- Retardar o reducir el calor de hidratación durante el endurecimiento temprano.
- Desarrollo inicial de la resistencia.
- Incrementar la durabilidad del concreto a condiciones severas de exposición.
- Mejorar la adherencia concreto - acero de refuerzo.

Los aditivos no especifican su uso con diferentes tipos de cemento por que se espera que el comportamiento sea el mismo con todos los tipos. Sin embargo, en la práctica se ha observado que la actividad del aditivo puede variar cierto modo con diferentes tipos de cemento dada por sus características químicas o la naturaleza del Clinker; al menos en el Perú aún no existe la suficiente dará para poder caracterizar un comportamiento y especificarlo. Por lo general se sugieren pruebas previas en concreto para encontrar el óptimo uso considerando las condiciones de obra y costos.

#### **2.2.7.2. Características del aditivo chemaplast impermeabilizante.**

##### **2.2.7.4.1. Descripción general.**

Es un aditivo plastificante e impermeabilizante libre de cloruros que reduce la permeabilidad y aumenta la trabajabilidad del concreto obteniendo una reducción en la relación agua/cemento. Es apropiado para reservorios y tanques de agua potable.

Se usa para los siguientes tipos de concreto:

- En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos.
- En concreto caravista.
- En concretos pretensados y post-tensados.
- En obras hidráulicas.
- En concretos para elementos pre-fabricados: postes, buzones, cajas, tuberías, etc.
- En concretos para pavimentos y puentes.
- En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.
- En concretos de reparación en general.
- En construcciones frente al mar se recomienda utilizarlo desde los cimientos, en el concreto de techos, vigas, columnas, pisos, en el mortero de asentado y en el tarrajeo.
- En esculturas de concreto.

##### **2.2.7.4.2. Datos básicos.**

- Aspecto: Líquido
- Color : Marrón

##### **2.2.7.4.3. Datos técnicos.**

- Densidad: 3.78 – 4.16 kg/gal

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Absorción:** Capacidad que tiene los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura interna, al ser sumergirlos durante 24 horas en esta.

**Aditivo:** Un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto.

**Aditivo Chemaplast Impermeabilizante:** Es un aditivo reductor de agua que aumenta la trabajabilidad de las mezclas de concreto y la resistencia a la compresión.

**Agregados:** Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros.

**Agregado fino:** Material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N°200).

**Agregado grueso:** Material retenido en el tamiz N°4(4.75mm), el agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada, piedra partida o agregados metálicos naturales o artificiales.

**Agua de mezclado:** El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.

**Agua de curado:** El agua de curado no debe contener sustancias agresivas para el concreto endurecido o las armaduras.

**Análisis granulométrico:** Ensayo cuya finalidad es determinar la distribución de las partículas por tamaño presentes en una muestra de agregado.

**Cantera:** Lugar de extracción de los agregados para elaboración de mezclas de concreto.

**Cemento:** Se define como una mezcla de caliza quemada, hierro, sílice y alúmina.

**Cementos portland:** proceso de calcinación de caliza arcillosa que producía un cemento que al hidratarse adquiriría según él, la misma resistencia que la piedra de la isla de Pórtland.

**Cemento Pacasmayo:** Cemento común, para usos generales, es el que más se emplea para fines estructurales cuando no se requieren de las propiedades especiales.

**Concreto:** Es el material obtenido al mezclar cemento portland, agua y áridos, además en algunos casos se utiliza aditivos.

**Consistencia:** Es la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse y consiguientemente para ocupar todos los huecos del molde o encofrado.

**Contenido de humedad:** Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado.

**Curado de probetas de concreto:** Consiste en cubrir completamente con agua todas las caras de la probeta desencofrada de concreto.

**Diseño de mezcla de concreto:** Se define así al proceso necesario para encontrar las proporciones necesarias de los componentes del concreto.

**Durabilidad:** Se define como la capacidad para comportarse satisfactoriamente frente a las acciones físicas y químicas agresivas a lo largo de la vida útil de la estructura protegiendo también las armaduras y elementos metálicos embebidos en su interior.

**Especímenes de concreto:** Son las probetas de concreto elaboradas con el fin de investigación.

**Fraguado:** El término se usa para describir el cambio del estado plástico al estado endurecido de una pasta de cemento.

**Hipótesis:** Es una suposición, es una idea que puede no ser verdadera, basada en información previa.

**Influencia:** La influencia es la calidad que otorga capacidad para ejercer determinado control sobre el poder por alguien o algo.

**Laboratorio de ensayos de materiales:** lugar físico que se encuentra especialmente equipado con diversos instrumentos y elementos de medida o equipo, para satisfacer las demandas y necesidades de experimentos o investigaciones diversas.

**Material más fino que el tamiz N°200:** Son elementos perjudiciales que cuando se hallan presentes en los agregados, disminuyen las propiedades fundamentales del concreto.

**Módulo de finura:** Se define como el indicador del grosor predominante en el conjunto de partículas en un agregado.

**Módulo de Finura de la Combinación de Agregados:** Método de diseño de mezcla empleado para determinar las proporciones de los componentes del concreto.

**Peso específico:** Se define como la relación entre la masa de un volumen unitario del material y la masa de igual volumen de agua destilada, libre de gas, a una temperatura especificada.

**Peso unitario:** Se lo define como el peso del material seco que se necesita para llenar cierto recipiente de volumen unitario.

**Resistencia a la abrasión:** Se define como la resistencia que ofrece el material bajo condiciones de desgaste.

**Resistencia a compresión:** Resistencia máxima que una probeta de concreto o mortero puede resistir cuando es cargada axialmente en compresión en una máquina de ensayo a una velocidad especificada.

**Tamaño máximo nominal.** Se define como el tamiz más pequeño que produce el primer retenido.

**Variables:** Es una propiedad que puede variar y cuya variación es susceptible de adoptar diferentes valores, los cuales pueden medirse u observarse. Las variables adquieren valor para la investigación cuando se relacionan con otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o de una teoría.

# III

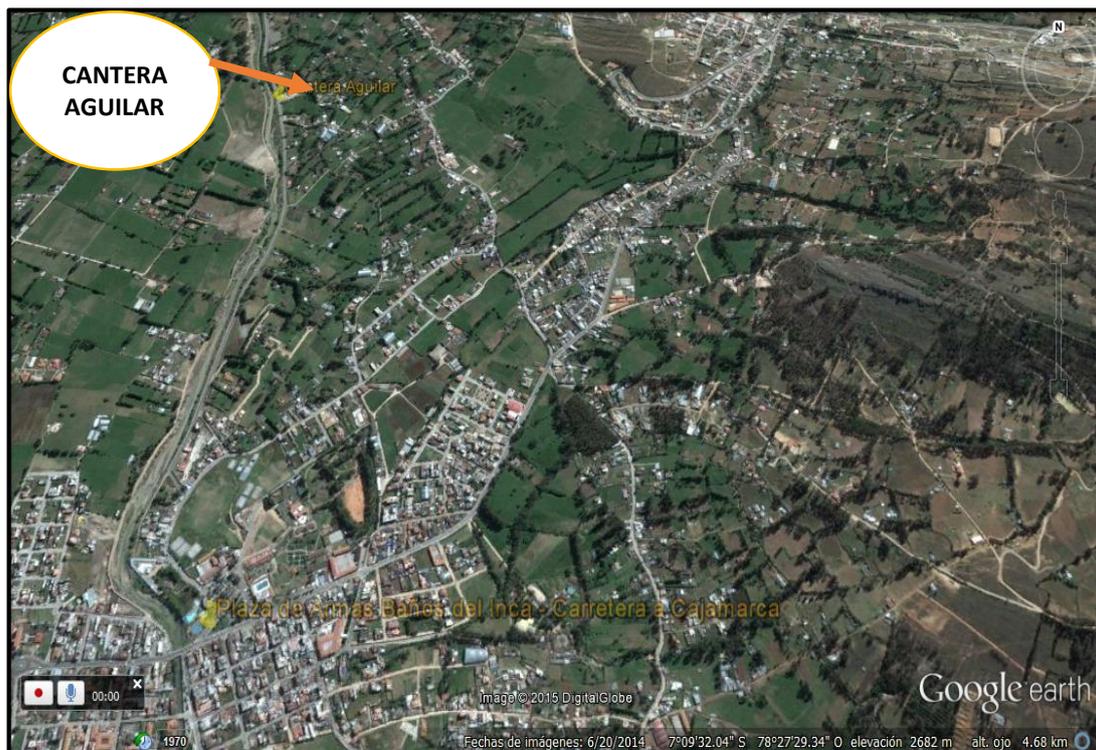
## CAPÍTULO

### MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1 CANTERA DE AGREGADOS.

##### 3.1.1 UBICACIÓN.

Agregados: fino (arena) y grueso (piedra chancada), procedentes de la cantera “AGUILAR”, rio Chonta, Baños del Inca. La cantera se encuentra situada en las riveras del rio Chonta (margen izquierda) aproximadamente a 1.5 km de la Plaza de Armas del distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca, región Cajamarca, Altitud 2720 m.s.n.m, perímetro 340 m, área 7000 m<sup>2</sup>, potencia 9800 m<sup>3</sup>. Esta cantera se encuentra constituida de diversos tipos de rocas, en su mayoría de calizas, areniscas, traquitas, etc. El acceso a la cantera está en plena vía que se va carretera a Otuzco (opción por Baños el Inca).



**Figura N°12:** Fotografía satelital de la ubicación de la planta de chancado – cantera “AGUILAR”.

### 3.1.2 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS.

Se realizaron los ensayos correspondientes a las propiedades y características de los agregados especificadas en las siguientes normas:

#### 3.1.2.1. Normas.

- **Granulometría.** -NTP 400.037 ó ASTM C33: 2014.
- **Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.** -NTP 400.021 -ASTM C127.
- **Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.** -NTP 400.022 - ASTM C128.
- **Contenido de Humedad.** -NTP 339.185 ó ASTM C566 -2013.
- **Agregados. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.** -NTP 400.017- ASTM C29.
- **Material más fino que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu$ m (No. 200) por lavado en agregados.** -NTP 400.018 - ASTM C117.
- **Resistencia a la Abrasión.** -NTP 400.019-2014 ó ASTM C131.

### 3.2 DISEÑO DE MEZCLAS.

#### 3.2.1 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS.

En esta investigación se trabajó con el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, ya que este método proporciona cantidades similares de agregados fino y grueso, dando una dosificación apropiada en estado fresco y mejorando la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía.



*Figura N°13:* Ensayo de consistencia y resistencia a compresión.

### **3.2.1.1. Trabajabilidad.**

Es importante que el concreto se diseñe con la trabajabilidad adecuada para la colocación, esta depende principalmente de las propiedades y características de los agregados y la calidad del cemento. Para presentar una óptima trabajabilidad se evitó tener perfil sobre gravoso o sobre arenoso.

### **3.2.1.2. Resistencia.**

El concreto se diseñó para una resistencia de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  a compresión. Para llegar a esta resistencia se llevó a cabo todos los procedimientos apropiados de colocación, compactación acabado, protección y curado.

### **3.2.1.3. Consistencia.**

Para el diseño de mezcla del concretos de  $f'c=280\text{ Kg/cm}^2$ , se consideró que el concreto no endurecido, cumpla con una consistencia plástica (asentamiento de 3"-4").

## **3.2.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA.( Anexo 1)**

### **3.2.2.1. Propiedades del agregado fino.**

Las propiedades del agregado fino cumplen con la norma NTP 400.037.

- Peso Unitario Suelto Seco 1.607 gr/cm<sup>3</sup>
- Peso Unitario Compactado Seco 1.737 gr/cm<sup>3</sup>
- Peso específico de masa 2.610 gr/cm<sup>3</sup>
- Peso específico de masa S.S.S. 2.632 gr/cm<sup>3</sup>
- Peso específico Aparente 2.681 gr/cm<sup>3</sup>
- Absorción 1.302 %
- Contenido de Humedad 4.07 %
- Módulo de Finura 3.11

### **3.2.2.2. Propiedades del agregado grueso.**

Las propiedades del agregado grueso cumplen con la norma NTP 400.037.

- Peso Unitario Suelto Seco 1.367 gr/cm<sup>3</sup>
- Peso Unitario Compactado Seco 1.485 gr/cm<sup>3</sup>

- Peso específico de masa 2.622 gr/cm<sup>3</sup>
- Peso específico de masa S.S.S. 2.644 gr/cm<sup>3</sup>
- Peso específico Aparente 2.706 gr/cm<sup>3</sup>
- Absorción 1.101 %
- Contenido de Humedad 0.42 %
- Módulo de Finura 7.04

### 3.2.2.3. Propiedades del cemento.

Las propiedades del cemento cumplen con la norma ASTM C150, NTP334.009.

- Cemento Pacasmayo Tipo I, norma ASTM C-150, NTP334.009, con peso específico 3.08 g/cm<sup>3</sup>.
- Cemento Pacasmayo Tipo V, norma ASTM C-150, NTP334.009, con peso específico 3.11 g/cm<sup>3</sup>.

**NOTA:** Se utilizó para estructuras expuestas a moderadas resistencia a los sulfatos, este cemento solo se puede adquirir a pedido.

### 3.2.2.4. Propiedades del Aditivos usado.

- Tipo: Chemaplast impermeabilizante.
- Marca: Chema.
- Peso específico: 1.05 gr/cm<sup>3</sup>.



**Figura N°14:** Aditivo Chemaplast Impermeabilizante, Cemento Pacasmayo Tipo I y V.

### 3.2.3 PROCEDIMIENTO – METODO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

Los métodos de diseño de mezclas de concreto van desde los analíticos experimentales y empíricos, todos estos métodos han evolucionado y ha llevado a procedimientos acordes con las necesidades de los proyectos y se han desarrollado algunas guías ya normalizadas para darle cumplimiento a la calidad del concreto.

#### 3.2.3.1. Proceso para el diseño de mezclas de concreto

1. Estudio de las especificaciones requeridas.
2. Definición de la resistencia promedio a Compresión.
3. Elección del asentamiento.
4. Determinación tamaño máximo nominal del agregado (TMN).
5. Estimación cantidad de aire.
6. Estimación contenida de agua.
7. Estimación de la relación agua/cemento.
8. Determinación de material cementante.
9. Determinación del módulo de fineza de la combinación de agregados.
10. Determinación de agregado grueso.
11. Determinación de agregado fino.
12. Determinación de los pesos secos de los agregados.
13. Determinación de los valores de diseño.

*Tabla N° 11: Dosificación de los valores de diseño para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . usando cemento tipo I y V.*

<b>Materiales</b>	<b>Cemento tipo I</b>	<b>Cemento tipo V</b>	<b>Unidades</b>
<b>Cemento</b>	408.00	408.00	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Agua de diseño</b>	204.00	204.00	lt/m <sup>3</sup>
<b>Agregado Fino</b>	840.00	841.70	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso</b>	842.80	844.50	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Aire atrapado</b>	2.0	2.0	%

14. Corrección por humedad de los agregados.

*Tabla N° 12: Dosificación de los valores de diseño corregidos por humedad para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . usando cemento tipo I y V.*

<b>Materiales</b>	<b>Cemento tipo I</b>	<b>Cemento tipo V</b>	<b>Unidades</b>
<b>Cemento</b>	408.00	408.00	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Agua Efectiva</b>	186.40	211.60	lt/m <sup>3</sup>
<b>Agreg. Fino Húm</b>	874.20	851.80	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Agreg. Grueso Húm</b>	846.30	847.00	Kg/m <sup>3</sup>

15. Ajuste del diseño de mezcla.

El diseño de mezcla que mencionamos sirve para calcular las proporciones de los diferentes materiales que componen el concreto, permiten conocer unas cantidades que teóricamente producen un concreto con las propiedades deseadas. Sin embargo, existen algunos factores de los materiales que no se detectan en los ensayos y que traen como consecuencia un concreto con propiedades algo diferentes a las esperadas.

Por esto es necesario comprobar las cantidades teóricas por medio de mezclas de prueba. A dicha mezcla se le verifica el peso unitario, cantidad de agua añadida, Slump o asentamiento, el rendimiento volumétrico del concreto, así como el contenido de aire y la resistencia a compresión de los especímenes de concreto a los 28 días. También se debe observar que el concreto tenga la trabajabilidad y el acabado adecuado y que no se presente exudación ni segregación. De acuerdo a ello, se puede llevar a cabo los ajustes pertinentes con las proporciones de las mezclas subsecuentes siguiendo el procedimiento sugerido que se indica a continuación:

**1° Volumen absoluto de la pasta:** Se tomó del cálculo del diseño de mezcla original.

**2° Volúmenes absolutos de los agregados:** Se tomó del cálculo del diseño de mezcla original.

**3° Peso específico de la mezcla:** Se calculó con los volúmenes absolutos de los materiales con sus respectivos pesos específicos de masa saturados superficialmente secos.

**4° Tanda de mezclado:** Se calculó el peso de la colada como la sumatoria de los materiales húmedos necesarios para una tanda de 0.02m<sup>3</sup>.

**5° Datos obtenidos en laboratorio:** Aquí se anotaron las características de la mezcla, obtenidas luego de su elaboración, estas fueron:

- ✓ **Apariencia:** gravosa o arenosa
- ✓ **Slump:** Asentamiento de la mezcla respecto de su altura inicial.
- ✓ **Agua adicional:** Agua que le faltó a la mezcla.
- ✓ **Peso específico de la mezcla:** Se calculó en el procedimiento anterior.
- ✓ **Peso Unitario del Concreto Fresco:** Se obtuvo de la división entre el peso de la mezcla y el volumen que ocupaba ésta.
- ✓ **% de vacíos teórico:** Se obtuvo como la diferencia entre las dos últimas características respecto al peso específico de la mezcla.
- ✓ **% de vacíos práctico (olla de Washington):** Se obtuvo en base a la normativa NTP 339.083, el cual determina el contenido de aire de mezcla del concreto por el método de presión, haciendo uso para ello la olla de Washington.

**6° Rendimiento:** Se calculó dividiendo el peso de la colada y el peso unitario del concreto fresco.

**7° Agua de mezclado por tanda:** Se calculó como la sumatoria de los aportes de humedad de los agregados correspondientes a una tanda, el agua adicional y el agua efectiva.

**8° Agua de mezclado por m<sup>3</sup>, corrección por agua adicional:** Se calculó dividiendo el agua de mezclado por tanda entre el rendimiento de la tanda.

**9° Corrección por el asentamiento del concreto:** En la mezcla de prueba realizada se disminuyó el asentamiento por lo que se tuvo que disminuir el agua 2 lt por cm.

**10° Agua de mezclado por m3, corrección por asentamiento:** Se calculó como la sumatoria de la corrección por agua adicional y el agua disminuida por el asentamiento de la mezcla del concreto.

**11° Agua de mezclado por m3, corrección por contenido de aire:** Por cada 1 % en el contenido de aire que se necesitó disminuir se incrementó 3 Lt de agua. Esta agua obtenida se sumó con la obtenida en el ítem anterior.

**12° Corrección por apariencia de la mezcla:** La mezcla fue gravosa entonces se disminuyó 10% del agregado grueso.

**13° Nuevos Materiales de Diseño:** Aquí se resumió cantidad de materiales en estado seco por metro cúbico.

**14° Materiales secos, por tanda:** Aquí se calcularon materiales para la elaboración de tres especímenes de concreto, por lo que a los materiales de diseño calculados en el ítem anterior se los afectó por 0.02m3.

Los materiales de diseño luego de realizar todas las correcciones (Ajuste de Mezcla) del concreto normal o patrón (sin adición del aditivo) por metro cúbico, fueron los siguientes:

*Tabla N° 13: Dosificación de los materiales de diseño por ajuste de mezcla para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Usando cemento tipo I y V.*

<b>Materiales</b>	<b>Cemento tipo I</b>	<b>Cemento tipo V</b>	<b>Unidades</b>
<b>Cemento</b>	359.49	358.33	Kg/m3
<b>Agua</b>	212.10	212.90	lt/m3
<b>Agreg. Fino</b>	831.91	823.81	Kg/m3
<b>Agreg. Grueso</b>	871.00	875.46	Kg/m3

**16. Determinación de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto.**

Se realizaron las 3 dosificaciones del aditivo en función al peso del cemento para la elaboración de las probetas a compresión.

- Primero se realizó el diseño de mezcla de prueba utilizando las tablas empleadas con el comité 211 del ACI para la selección de los materiales que intervienen en la pasta, sin embargo, para la selección de las proporciones de los agregados se emplea un módulo denominado de combinación de los agregados.
- A dicha mezcla se le verifica el peso unitario, cantidad de agua añadida, Slump o asentamiento, el rendimiento volumétrico del concreto, así como el contenido de aire y la resistencia a compresión de los especímenes ya que este parámetro es el definido por la resistencia especificada. También se debe observar que el concreto tenga la trabajabilidad y el acabado adecuado y que no se presente exudación ni segregación.
- Una vez corregida esta la mezcla con los ajustes, se le adiciono los diferentes porcentajes de aditivo en función al peso del cemento.
- En la siguiente tabla se muestra las cantidades de materiales por metro cúbico de concreto, donde se observa que las cantidades en pesos de los agregados es la misma para todas las mezclas, ya que el porcentaje del aditivo en función del cemento es muy pequeño para hacer variar dichos pesos.

*Tabla N° 14: Dosificación de materiales de diseño para patrón, 200ml, 300ml y 400ml de aditivo con un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Usando cemento tipo I.*

<b>CEMENTO TIPO I</b>				
<b>Mezcla</b>	<b>Concreto Patrón</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>
		<b>(200 ml por bolsa de cemento)</b>	<b>(300 ml por bolsa de cemento)</b>	<b>(400 ml por bolsa de cemento)</b>
<b>Cemento</b>	359.49	341.52	341.52	341.52
<b>A. Fino</b>	831.91	852.91	852.91	852.91
<b>A. Grueso</b>	871.00	892.99	892.99	892.99
<b>Agua</b>	212.10	200.26	199.19	198.43
<b>Aditivo chemaplast impermeabilizante</b>	-----	1.61	2.42	3.22

*Tabla N° 15: Dosificación de materiales de diseño para patrón, 200ml, 300ml y 400ml de aditivo con un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Usando cemento tipo V.*

<b>CEMENTO TIPO V</b>				
<b>Mezcla</b>	<b>Concreto Patrón</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>
		<b>(200 ml por bolsa de cemento)</b>	<b>(300 ml por bolsa de cemento)</b>	<b>(400 ml por bolsa de cemento)</b>
<b>Cemento</b>	358.33	340.42	340.42	340.42
<b>A. Fino</b>	823.81	841.65	841.65	844.74
<b>A. Grueso</b>	875.46	894.42	894.42	897.70
<b>Agua</b>	212.90	202.72	201.95	201.19
<b>Aditivo chemaplast impermeabilizante</b>	-----	1.60	2.41	3.21

### 3.2.3.2. Unidades de estudio.

Con las cantidades de materiales del cuadro anterior se elaboraron los especímenes de concreto, el cual se utilizará el cemento Pacasmayo tipo I y cemento Pacasmayo tipo V, donde se le agregará a cada uno ciertas dosificaciones del aditivo Chemaplast Impermeabilizante; 144 especímenes para ensayo a resistencia a la compresión y 48 especímenes para ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión. En total se elaboraron 192 especímenes de concreto.

*Tabla N° 16: Cantidad de especímenes realizados en la investigación.*

<b>Cantidad de Especímenes para ensayos de resistencia a la compresión.</b>				
<b><math>f'c=280\text{ kg/cm}^2</math></b>				
<b>Cemento TIPO I</b>	<b>7días</b>	<b>14días</b>	<b>28días</b>	<b>Total</b>
Sin aditivo				<b>72</b>
Patrón	6	6	6	
Con aditivo				
200ml	6	6	6	
300ml	6	6	6	
400ml	6	6	6	
<b>Cemento TIPO V</b>	<b>7días</b>	<b>14días</b>	<b>28días</b>	<b>Total</b>
Sin aditivo				<b>72</b>
Patrón	6	6	6	
Con aditivo				
200ml	6	6	6	
300ml	6	6	6	
400ml	6	6	6	

*Tabla N° 17: Cantidad de especímenes realizados para ensayo a penetración-permeabilidad.*

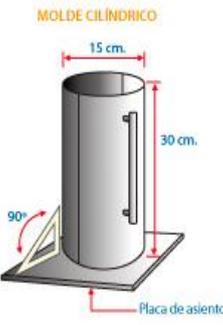
<b>Concreto a los 28 días</b>	<b>0.0 ml/bolsa</b>	<b>200 ml/bolsa</b>	<b>300 ml/bolsa</b>	<b>400 ml/bolsa</b>
TIPO I	6	6	6	6
TIPO V	6	6	6	6
TOTAL	48 especímenes para ensayo de penetración de agua bajo presión -aditivo chemaplast impermeabilizante.			

### **3.3 ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO.**

El concreto utilizado para la elaboración de especímenes moldeados debe ser muestreado después de que hayan sido hechos todos los ajustes de la dosificación de la mezcla, incluyendo la incorporación de agua de mezclado y aditivos. La elaboración de los especímenes de concreto se hizo siguiendo los pasos de la norma NTP 339.033.

#### **3.3.1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS USADOS.**

- Balanza con capacidad apropiada 30 Kg.
- Recipientes para pesar los materiales.
- Probeta cilíndrica, graduada y de 1000 cm<sup>3</sup>.
- Herramientas: palanas, badilejo, baldes, cucharón, enrasador.
- Cono de Abrams, para medir el asentamiento.
- Varilla de Acero semiredondeada, para la compactación de la mezcla en cada una de los especímenes, lizo de 60 cm de largo y de 5/8" de diámetro.
- Aceite para generar una fina lámina en las paredes interiores de los especímenes y así evitar la adherencia del concreto al momento del desmoldado.
- Mezcladora de concreto, denominado comúnmente “trompo” por su forma.
- Comba de goma.
- Recipiente para determinar el Peso Unitario del Concreto Fresco.

 <p><b>Especímenes</b></p>	 <p><b>Cono de Abrams</b></p>	 <p><b>Juego de tamices</b></p>	 <p><b>Balanza</b></p>
 <p><b>Estufa</b></p>	 <p><b>Cemento Pacasmayo TIPO I</b></p>	 <p><b>Cemento Pacasmayo tipo V</b></p>	 <p><b>Trompo de mezclado Agregados</b></p>
 <p><b>Aditivo Chema Plast Impermeabilizante</b></p>	 <p><b>Agregados</b></p>	 <p><b>Equipo para determinación de peso especifico</b></p>	

*Figura N°15: Equipo y materiales usados en los distintos ensayos.*

### 3.3.2 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO.

Se midió el asentamiento de cada tanda de concreto de la cual se elaboraron los especímenes con el cono de Abrams, inmediatamente después de extraer de la mezcladora hacia el recipiente (carretilla) conforme establece en la NTP 339.035.

### 3.3.3 CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO.

Inmediatamente después de terminado el vaciado, se llevó a un lugar donde se realizó el curado inicial para su almacenamiento. Los especímenes se almacenaron en un lugar plano y así evitar la inclinación.

#### 3.3.3.1. Curado inicial.

Luego de moldeados y acabados, estos especímenes fueron almacenados por un periodo de 24h en un ambiente que evite la pérdida de humedad, protegiendo a estos de la luz directa del sol como indica la norma ASTM C192. Se usó bolsa plástica en la parte superior del espécimen de modo que no pierda la humedad.



*Figura N°16: concreto en estado fresco.*

#### 3.3.3.2. Curado final.

Después de desmoldar las probetas y antes de que transcurran 30 minutos después de haber removido los moldes, se almacenó las probetas en condiciones adecuadas de humedad, siempre cubiertas por agua en los pozos del laboratorio de ingeniería de la UNC. Se mantuvo las probetas en las mismas condiciones de la estructura origen (protección, humedad, temperatura, etc).



*Figura N°17: Concreto en estado endurecido, luego de ser desmoldados son colocados en la poza.*

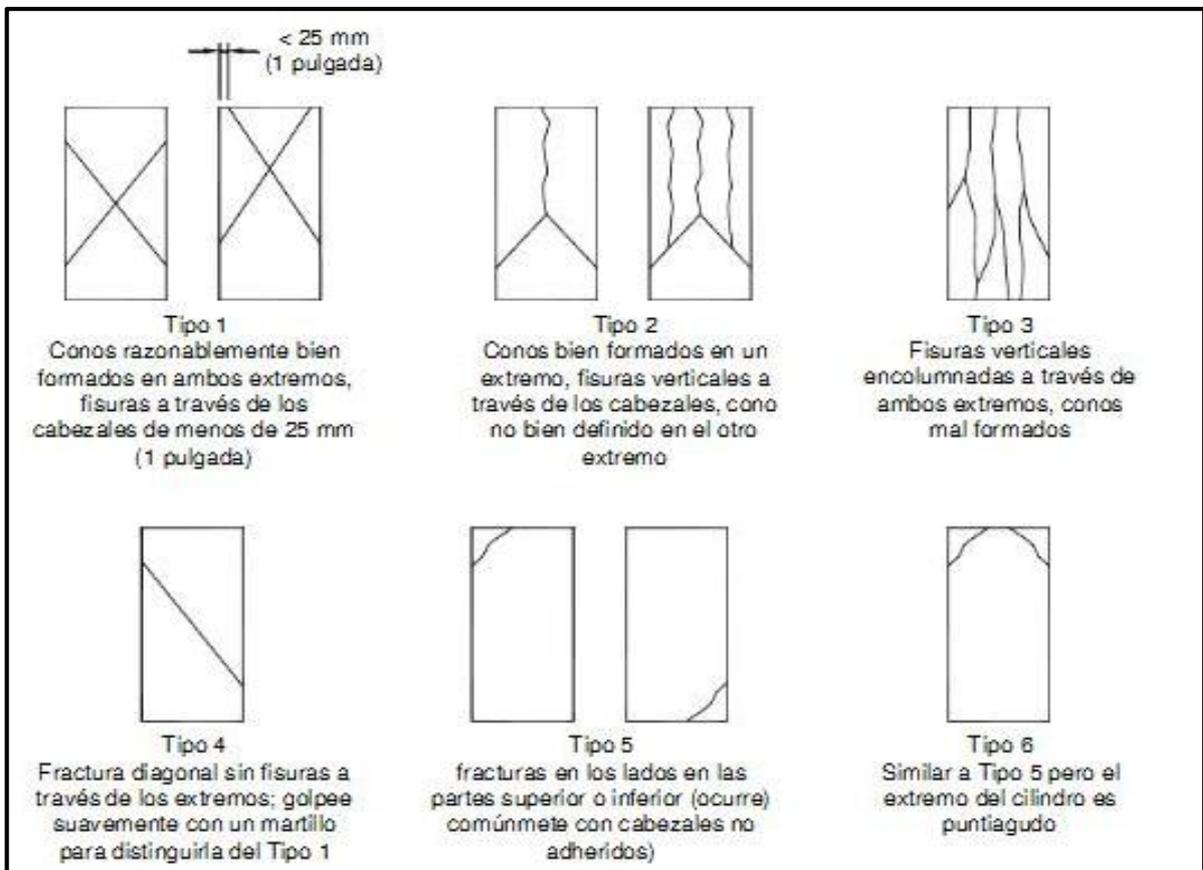
### **3.4 ENSAYO A COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES A EDADES DE 7, 14 Y 28 DIAS, CON CANTIDADES DE ADITIVO DE 0 ml, 200ml, 300 ml y 400 ml.**

La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar estructuras. Se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión. La resistencia a la compresión se calculó a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.4.1 PROCEDIMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.**

- a. Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, se colocó almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior del espécimen (ASTM C1231).
- b. El diámetro del cilindro se debe midió en dos sitios en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta para luego promediarse para calcular el área de la sección.
- c. Los cilindros se centraron en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. También se anotó el tipo de ruptura.

- d. La resistencia del concreto se calculó dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección (ASTM C 39).
- e. Se anotó la fecha del ensayo de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura y todos los defectos que presentaron los cilindros.



**Figura N°18:** Tipos de fractura que se dan en la rotura de probetas cilíndricas ensayadas a la compresión.

### 3.4.2 Fórmula para la resistencia a compresión.

$$f'c = \frac{1000 * P}{A} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

$f'c$  = Esfuerzo a la compresión del espécimen de concreto, en Kg/cm<sup>2</sup>.

P = Carga aplicada hasta la rotura, en Tn

A = Sección del espécimen cilíndrico, en cm<sup>2</sup>.

### 3.4.3 PESO UNITARIO DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO.

Se calculó el peso del espécimen dividiendo entre el volumen determinado de cada espécimen. El peso unitario del concreto varía entre 2200 y 2400 kg/cm<sup>2</sup> dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado (ocluido) o intencionalmente incluido y las cantidades de agua y cemento.

### 3.5 MÓDULO DE ELASTICIDAD Y DEFORMACIÓN UNITARIA DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO.

El módulo de elasticidad del hormigón representa la rigidez de este material ante una carga impuesta sobre el mismo. El ensayo para la determinación del módulo de elasticidad estático del concreto se hace por medio de la Norma técnica ASTM C 469 y tiene como principio la aplicación de carga estática y de la correspondiente deformación unitaria producida. En esta investigación se usó una ecuación de amplio uso para calcular el módulo de elasticidad, dado en el ACI 318M-02, relaciona el módulo de elasticidad con la resistencia a la compresión,  $f'_c$  (kg/cm<sup>2</sup>), y el peso unitario del hormigón (kg/m<sup>3</sup>). Esta ecuación es satisfactoria para valores de peso unitario entre 1500 y 2500 kg/m<sup>3</sup>.

- **Según el Instituto Americano del Concreto: ACI-318M-02:**

$$E = PU^{1.5} 0.043 * \sqrt{f'_c} \text{ ( en MPa).....(4)}$$

Donde:

**PU**, es el peso unitario del concreto (Kg/cm<sup>2</sup>).

**F'c**, es la resistencia a la compresión del concreto (MPa).

- **Según la norma peruana E-060:**

$$E = 15000 * \sqrt{f'_c} \text{ ( en Kg/cm2).....(5)}$$

Donde:

**f'c** es la resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm<sup>2</sup>).

- **Método Gráfico:** El módulo de elasticidad se midió por la recta tangente que se traza en la curva esfuerzo deformación desde el 45% de esfuerzo a compresión hacia el origen de coordenadas.

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon\mu} \text{ ( en Kg/cm}^2\text{).....(6)}$$

Donde:

$\Delta\sigma$  ó  $f'c$  es el esfuerzo o resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm<sup>2</sup>).

$\Delta\epsilon\mu$  es la deformación unitaria del concreto (Adimensional).

### **3.6 ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN EN CONCRETO. NORMA EN 12390-8.**

#### **3.6.1 MANEJO DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN.**

El equipo consistirá en cualquier equipo en el que la probeta de ensayo, de dimensiones dadas, se puede situar de tal manera que la presión del agua pueda actuar sobre la zona de ensayo y se visualice la presión aplicada de forma continua.

- Es preferible que el aparato permita observar las otras caras de la probeta de ensayo.
- La presión de agua se puede aplicar a la superficie de la probeta de ensayo ya sea por el fondo o por la parte superior.

El equipo se fabricó de acuerdo al ensayo EN 12390-8. el cual funciona con un compresor de aire de forma anexa, este compresor de aire se activa y comienza a aplicar presión en cuanto las válvulas de ingreso de presión estén abiertas. El compresor le da presión de aire a la cámara de agua que se encuentra conectada por una manguera, y el agua que se encuentra en su interior es desplazada hacia el espécimen de muestra. De esta manera el espécimen es sometido a presión que se gradúa en el manómetro del compresor, la presión a la que se someten las probetas es de 50 m.c.a según la EN 12390- 8.

#### **3.6.2 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN.**

##### **3.6.2.1. Preparación de las probetas.**

- Las probetas ensayadas fueron de 6"x12".
- Después de desencofradas las probetas se curaron durante 28 días.

- Luego de los 28 días se limpió con un trapo seco y se pesó.
- Se dejó secar en el horno durante 24 horas a 110°C y se pesó, con estos 2 pesos se halló la porosidad y absorción del espécimen mediante las siguiente formulas:

$$\text{Porosidad} = \frac{V_v}{V_t} * 100 \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{Absorción} = \frac{Ph-PS}{Ps} * 100 \dots\dots\dots (8)$$

Dónde:

Vv: volumen de vacíos.

Vt: volumen total.

Ph: peso húmedo.

Ps: peso seco.

- Es necesario que el espécimen este completamente seco para que se note la penetración del agua en el concreto.

### 3.6.2.2. Ejecución de ensayo.

Después de aplicar la presión durante el tiempo especificado, se retira la probeta del dispositivo de ensayo. Se limpia la cara a la que se aplicó la presión de agua para retirar el exceso de agua. Se rompe la probeta en dos mitades perpendicularmente a la cara en la que se aplica la presión del agua cuando se rompa la probeta y durante el examen la cara de la probeta, y durante el ensayo, la cara de la probeta expuesta a la presión de agua se situara en el fondo. Tan pronto como la cara partida se ha secado de forma tal que se puede ver claramente la extensión del frente de penetración de agua, se marca en la probeta dicho frente de penetración. Se mide la profundidad máxima de penetración bajo la superficie de ensayo y se redondea al mm más próximo.

### 3.6.2.3. Coeficiente de Permeabilidad (Ecuación de Valenta).

La fórmula de Valenta es la siguiente:

$$K = \frac{P^2V}{2TH} \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

k: coeficiente de permeabilidad

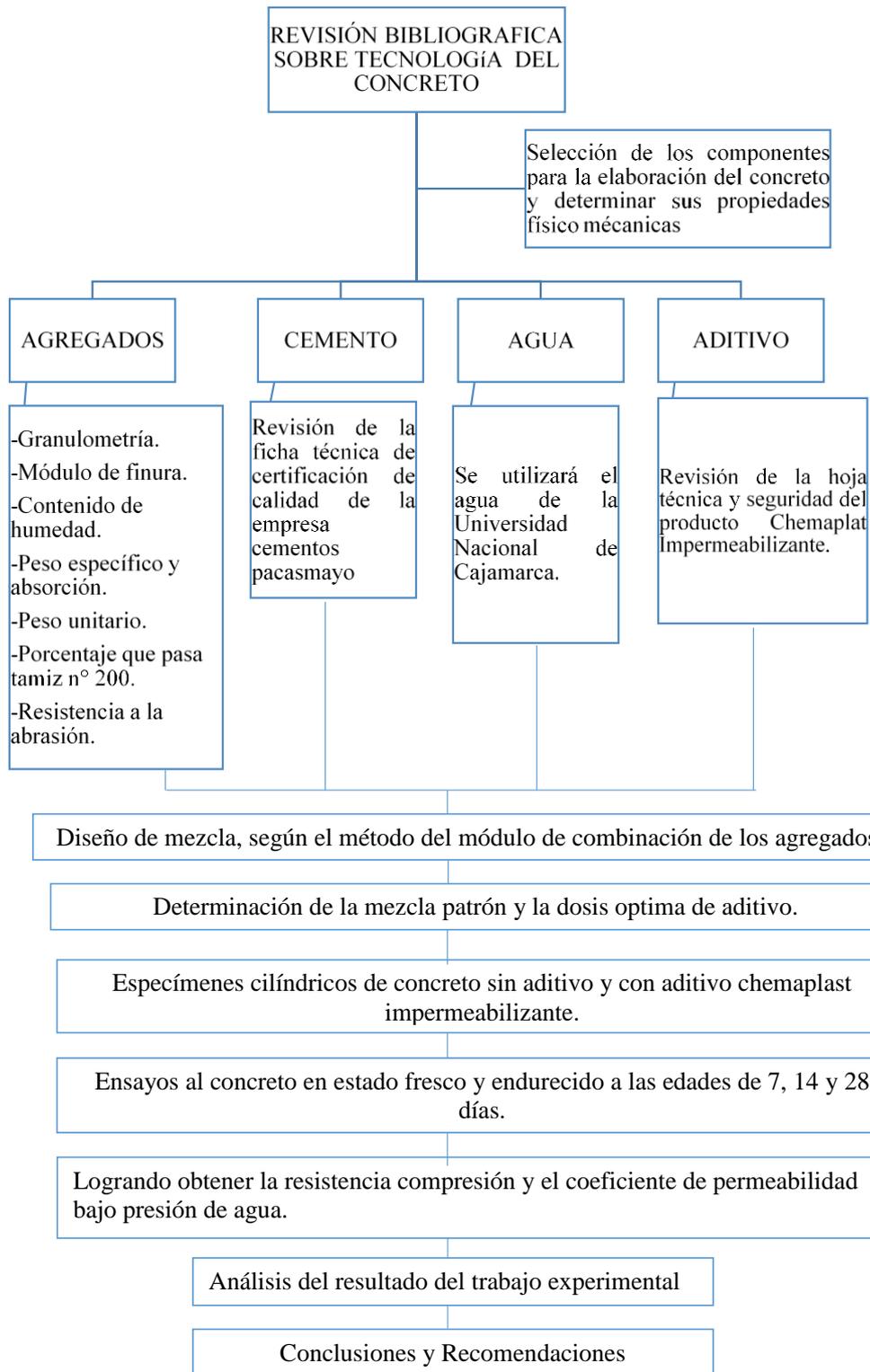
P: profundidad de penetración (m)

V: porosidad del concreto. (%)

T: tiempo de ensayo (seg)

H: presión (m.c.a)

### 3.7 SECUENCIA DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN.



**Figura N°19:** Secuencia del proceso de investigación del trabajo de graduación.  
**Fuente:** elaboración propia (2018)

# IV

## CAPÍTULO

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

#### 4.1 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS.

Tabla N° 18: Cuadro de resumen de las propiedades de los materiales.

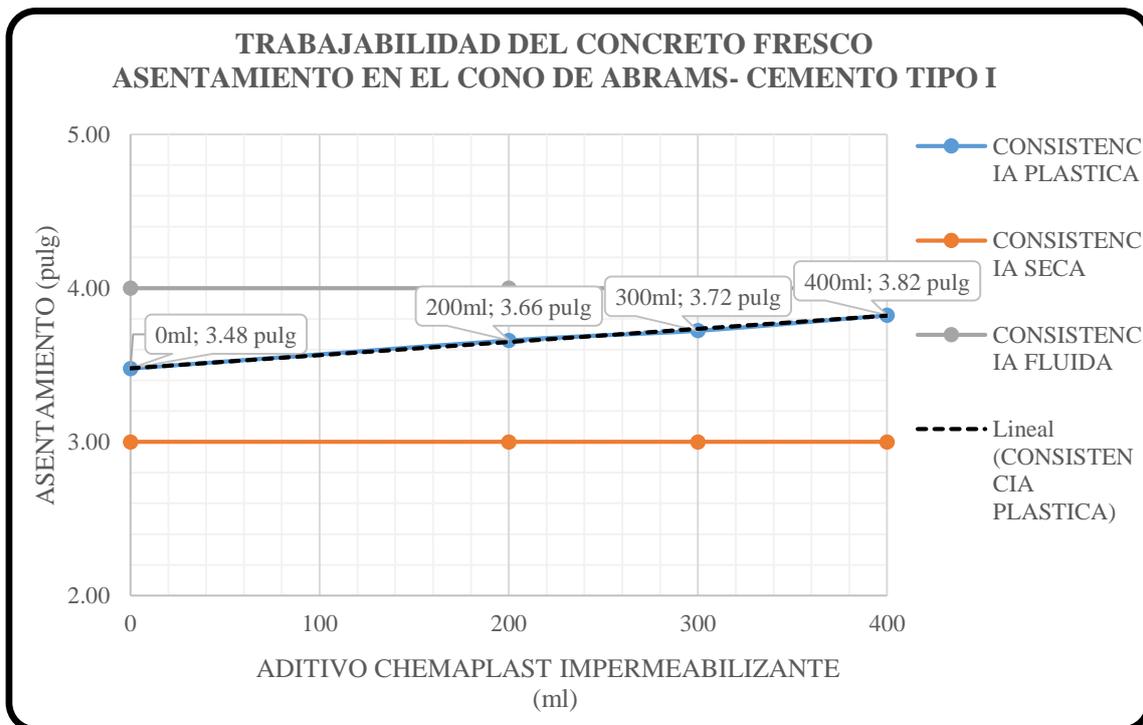
CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS	A. FINO	A. GRUESO	UNIDADES
Peso Unitario Suelto Seco	1.607	1.367	kg/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado Seco	1.737	1.485	kg/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa	2.61	2.62	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa S.S.S.	2.630	2.640	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico Aparente	2.681	2.706	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	1.30	1.1	%
Contenido de Humedad	1.20%	0.30%	%
Módulo de Finura	3.11	7.041	
Tamaño Máximo Nominal(Pulgadas)	3/4"		
Partículas < Tamiz N° 200	3.77%	0.64%	%
Abrasión %	....	29.54%	%

## 4.2 ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA DE LA MEZCLA DE CONCRETO.

**Tabla N° 19:** Asentamiento del C° patrón y las diferentes proporciones del aditivo Chemaplast impermeabilizante. Cemento tipo I.

TANDA- CEMENTO TIPO I	CONCRETO PATRON	CONCRETO MÁS CHEMA PLAST IMPERMEABILIZANTE		
		200 ml	300 ml	400 ml
<b>ASENTAMIENTO DEL CONCRETO - MÉTODO DEL CONO DE ABRAMS "pulg"</b>				
N° 01	3.54	3.98	3.55	4.05
N° 02	3.50	3.66	3.9	3.78
N° 03	3.58	3.58	3.75	3.8
N° 04	3.74	3.54	3.54	3.82
N° 05	3.35	3.62	4.1	3.98
N° 06	3.15	3.58	3.5	3.51
<b>PROMEDIO</b>	3.48	3.66	3.72	3.82

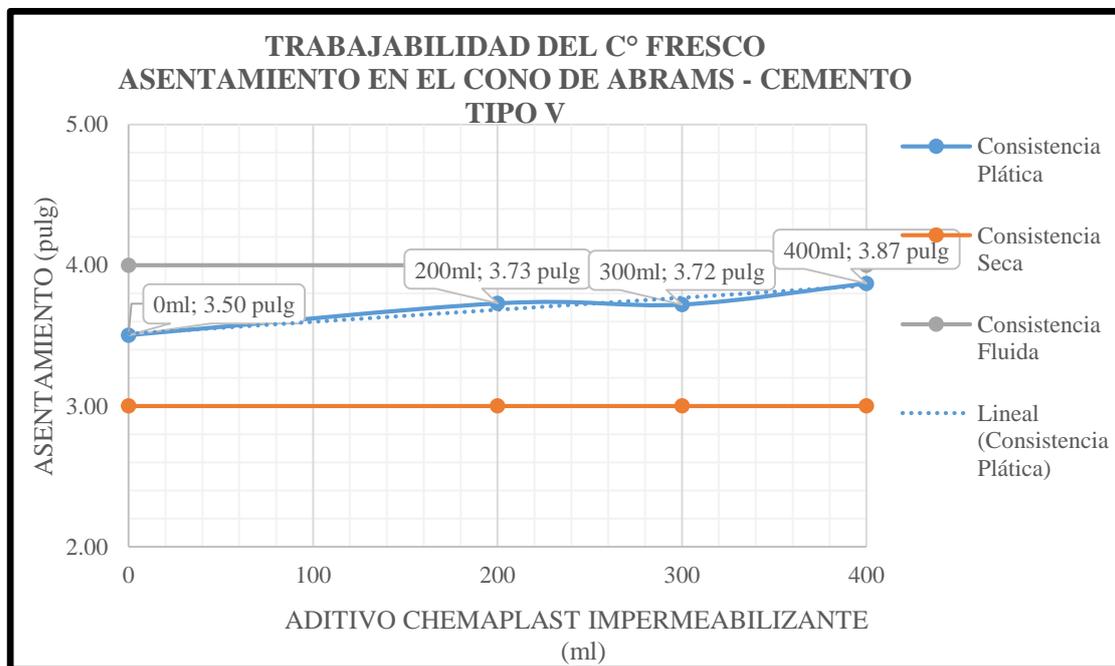
**Gráfico N° 1 :** Trabajabilidad de las diferentes tandas de concreto fresco-cemento tipo I.



**Tabla N° 20:** Asentamiento del C° patrón y las diferentes proporciones del aditivo Chemaplast impermeabilizante. Cemento tipo V.

TANDA- CEMENTO TIPO V	CONCRETO PATRON	CONCRETO MÁS CHEMA PLAST IMPERMEABILIZANTE		
		200 ml	300 ml	400 ml
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO - MÉTODO DEL CONO DE ABRAMS "pulg"				
N° 01	3.62	3.94	3.50	4.02
N° 02	3.50	3.74	3.61	3.86
N° 03	3.58	3.70	3.70	4.13
N° 04	3.74	3.55	3.86	3.74
N° 05	3.47	3.66	4.10	3.97
N° 06	3.11	3.78	3.55	3.50
<b>PROMEDIO</b>	3.50	3.73	3.72	3.87

**Gráfico N° 2:** Trabajabilidad de las diferentes tandas de concreto fresco-cemento tipo V.



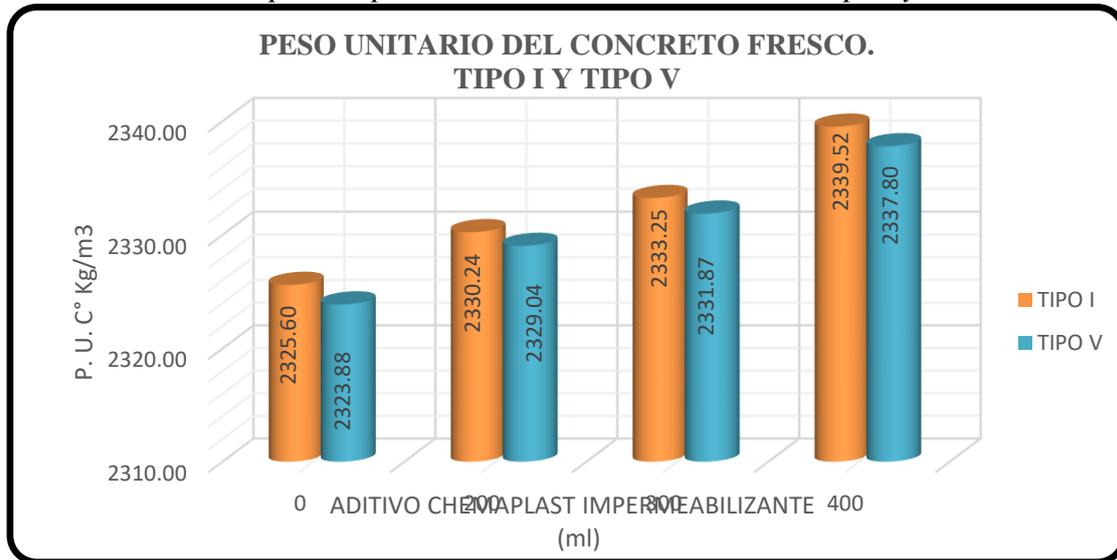
En el resultado del ensayo se aprecia que a medida que se incrementa las cantidades del aditivo Chemaplast impermeabilizante en la mezcla de concreto, el asentamiento mediante el método del cono de Abrams es mayor. Lo cual refleja que esto se debe a que el aditivo contiene plastificante y ayuda a mejorar la trabajabilidad de la mezcla. Como se puede observar con 400ml/ bolsa de aditivo tenemos la variación de 3.82 pulg con el cemento tipo I y 3.87 pulg con el cemento tipo V.

### 4.3 ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO.

**Tabla N° 21:** *Peso unitario del C° fresco para las diferentes proporciones de adición de Chemaplast impermeabilizante. Cemento tipo I y V.*

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO EN "Kg/m3 "								
TANDA	CEMENTO TIPO I				CEMENTO TIPO V			
	PATRÓN	CONC. MÁS CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE			PATRÓN	CONC. MÁS CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE		
		200 ml	300 ml	400 ml		200 ml	300 ml	400 ml
N° 01	2296.91	2318.56	2294.85	2336.08	2324.74	2290.72	2293.81	2325.77
N° 02	2304.12	2312.37	2324.74	2344.33	2318.56	2380.93	2339.18	2338.14
N° 03	2314.43	2307.22	2329.90	2340.21	2336.08	2327.32	2317.53	2337.11
N° 04	2350.52	2324.74	2318.56	2339.18	2317.53	2328.87	2418.04	2346.39
N° 05	2359.79	2315.46	2359.28	2338.14	2317.53	2320.62	2308.25	2330.93
N° 06	2327.84	2403.09	2372.16	2339.18	2328.87	2325.77	2314.43	2348.45
<b>PROMEDIO</b>	<b>2325.60</b>	<b>2330.24</b>	<b>2333.25</b>	<b>2339.52</b>	<b>2323.88</b>	<b>2329.04</b>	<b>2331.87</b>	<b>2337.80</b>

**Gráfico N° 3:** *Peso Unitario del C° fresco vs las diferentes proporciones de .adición de Chemaplast impermeabilizante. Usando Cemento tipo I y V.*



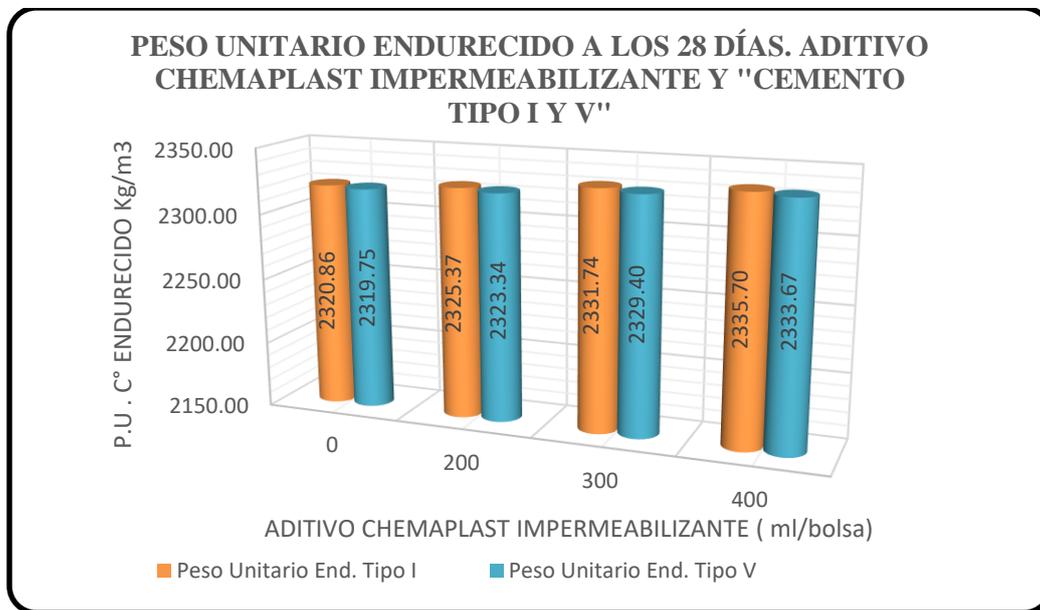
El resultado del ensayo se aprecia que a mayor cantidad de aditivo el Peso Unitario en estado fresco se incrementa, usando cemento tipo I se tiene de 2325.60 kg/m<sup>3</sup> a 2339.52 kg/m<sup>3</sup> y con el cemento tipo V se obtiene estos resultados de 2323.88 kg/m<sup>3</sup> a 2337.80 kg/m<sup>3</sup>. Los valores obtenidos están en el rango recomendable de 2400 kg/m<sup>3</sup> y 2200 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.4 ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO ENDURECIDO.

**Tabla N° 22:** *Peso Unitario del C° endurecido a los 28 días. con las dosificaciones de 200, 300 y 400ml/bolsa de aditivo. Usando cemento tipo I y V.*

<b>Peso unitario del concreto endurecido a los 28 días. Con las proporciones de aditivo chemaplast impermeabilizante y el uso del cemento tipo I y V.</b>		
<b>% DE ADITIVO</b>	<b>TIPO I</b>	<b>TIPO V</b>
	<b>(Kg/m3)</b>	
<b>PATRÓN</b>	2320.86	2319.75
<b>200 ml/bolsa</b>	2325.37	2323.34
<b>300 ml/bolsa</b>	2331.74	2329.40
<b>400 ml/bolsa</b>	2335.70	2333.67

**Gráfico N° 4:** *Peso Unitario del concreto endurecido a los 28 días- aditivo chemaplast impermeabilizante y cemento "tipo I y V".*



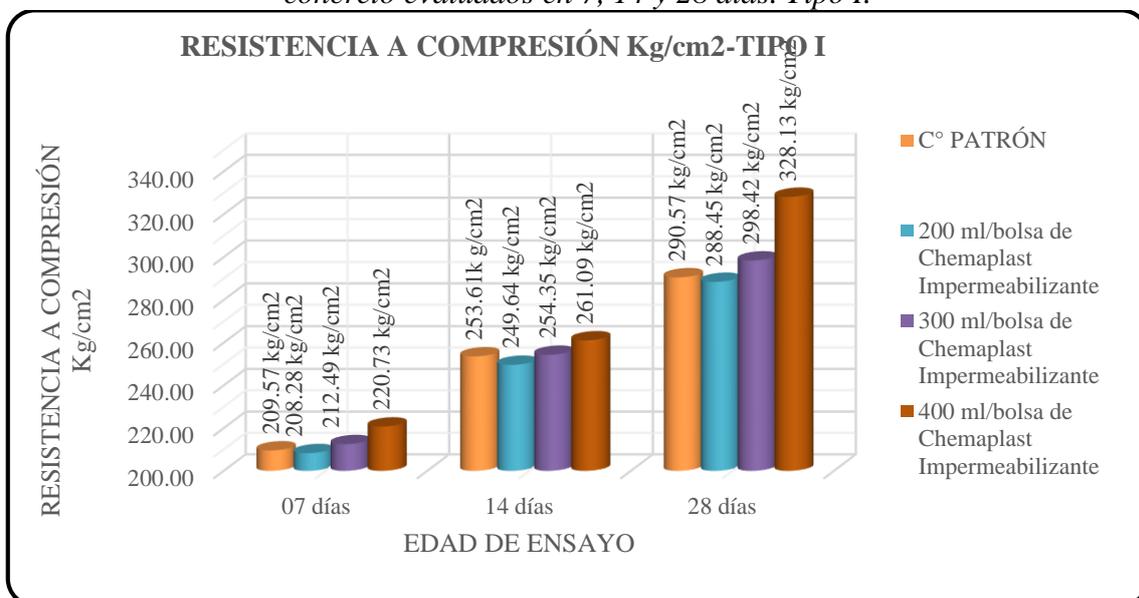
El resultado del ensayo se aprecia que a mayor cantidad de aditivo Chemaplast impermeabilizante, el peso unitario endurecido va aumentando usando ambos tipos de cemento tanto como el tipo I y el V. Este Peso Unitario del concreto varía dependiendo de la cantidad y la densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado y las cantidades de agua y cemento, al reducirse la cantidad de pasta (aumentándose la cantidad de agregado), se aumenta el peso unitario. Los valores obtenidos están en el rango recomendable de 2400kg/m<sup>3</sup> y 2200 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.5 ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN.

**Tabla N° 23:** Resistencia promedio a la compresión de los diferentes especímenes evaluados en 7, 14 y 28 días. Tipo I.

Promedio de ensayo a compresión kg/cm <sup>2</sup> . usando tipo I			
% de aditivo chemaplast impermeabilizante	EDAD DE ENSAYO		
	07 días	14 días	28 días
	Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>C° Patrón</b>	209.57	253.61	290.57
<b>200 ml/bolsa</b>	208.28	249.64	288.45
<b>300 ml/bolsa</b>	212.49	254.35	298.42
<b>400 ml/bolsa</b>	220.73	261.09	328.13

**Gráfico N° 5:** Resistencia promedio a la compresión de los diferentes especímenes de concreto evaluados en 7, 14 y 28 días. Tipo I.

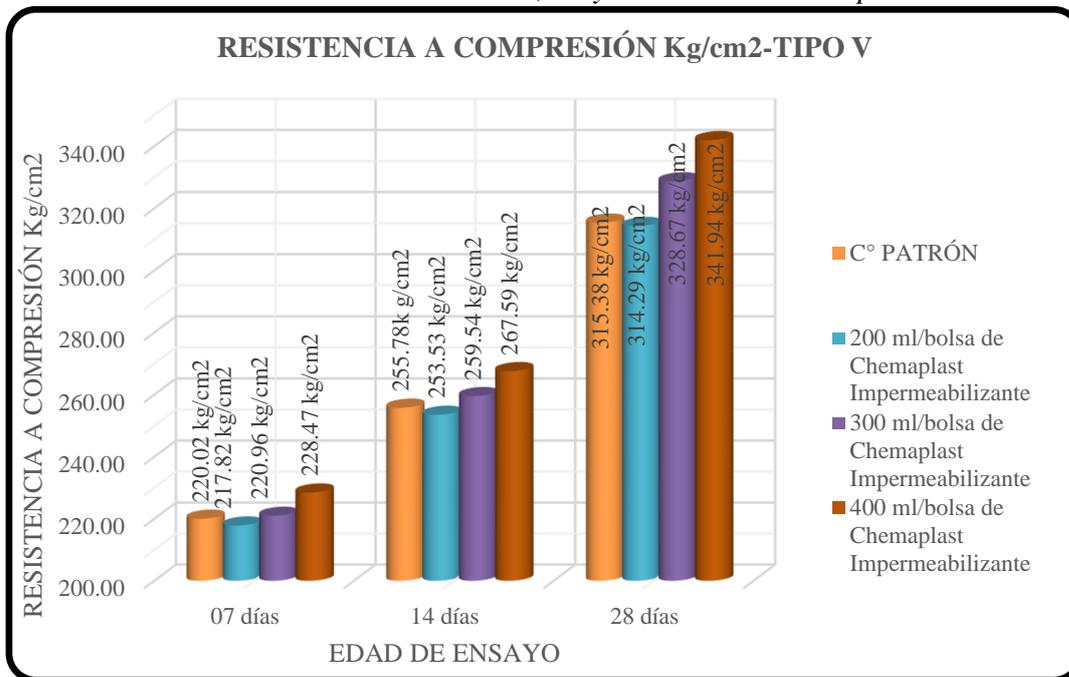


En los resultados del ensayo se muestran tal como se observa, la resistencia a compresión aumenta significativamente con el aditivo Chemaplast impermeabilizante a los 7, 14 y 28 días, sin embargo, en cuanto a la proporción de aditivo en este caso de 200 ml/ bolsa se observa que baja su resistencia en cuanto al patrón en diferentes edades. A su vez se tiene una resistencia de 208 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días con una proporción de aditivo de 200 ml/ bolsa y llegando a una resistencia de 328.13 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con una cantidad de aditivo Chemaplast impermeabilizante de 400 ml/ bolsa.

**Tabla N° 24:** Resistencia promedio a la compresión de los diferentes especímenes evaluados en 7, 14 y 28 días. Tipo V.

<b>Promedio de ensayo a compresión kg/cm2-tipo v</b>			
<b>% de aditivo chemaplast impermeabilizante</b>	<b>EDAD DE ENSAYO</b>		
	<b>07 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
	<b>Kg/cm2</b>		
<b>C° PATRÓN</b>	220.02	255.78	315.38
<b>200 ml/bolsa</b>	217.82	253.53	314.29
<b>300 ml/bolsa</b>	220.96	259.54	328.67
<b>400 ml/bolsa</b>	228.47	267.59	341.94

**Gráfico N° 6:** Resistencia promedio a la compresión de los diferentes especímenes de concreto evaluados en 7, 14 y 28 días. Cemento tipo V.

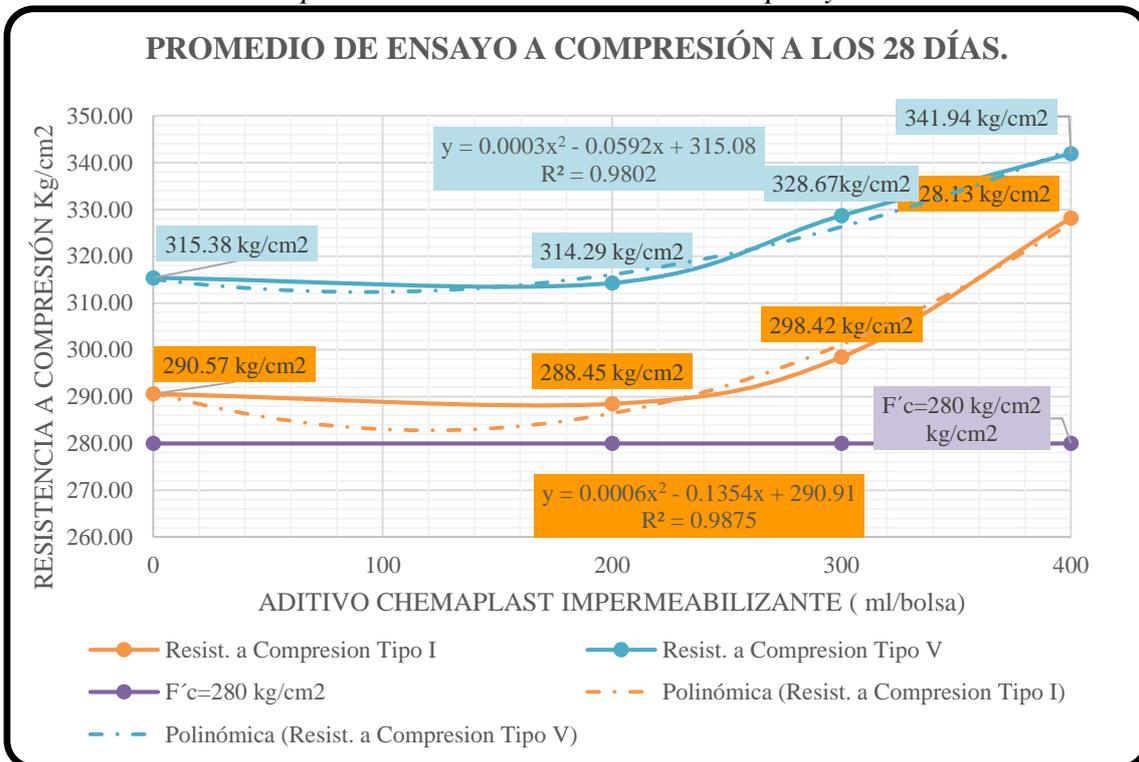


En los resultados del ensayo se observa el aumento de la resistencia agregándole el aditivo Chemaplast impermeabilizante a los 7, 14 y 28 días. Sin embargo, respecto al patrón su incremento de la resistencia es mayor con 300 ml/ bolsa y 400 ml/ bolsa de aditivo en las diferentes edades de los ensayos, en cambio adicionándole 200 ml/ bolsa de aditivo su resistencia disminuye o se mantiene igual al patrón. A partir de estos datos del gráfico se tiene una resistencia de 217.82 kg/cm2 a los 7 días con una proporción de aditivo de 200 ml/ bolsa y llegando a una resistencia de 341.94 kg/cm2 a los 28 días con una cantidad de aditivo Chemaplast impermeabilizante de 400 ml/ bolsa.

**Tabla N° 25:** Resistencia promedio a la compresión a los 28 días con cemento tipo I y V.

Promedio de ensayo a compresión a los 28 días.			
DE ADITIVO	%	TIPO I	TIPO V
		(Kg/cm <sup>2</sup> )	
PATRON		290.57	315.38
200 ml/bolsa		288.45	314.29
300 ml/bolsa		298.42	328.67
400 ml/bolsa		328.13	341.94

**Gráfico N° 7:** Resistencia promedio a compresión a los 28 días vs Aditivo Chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I y V.



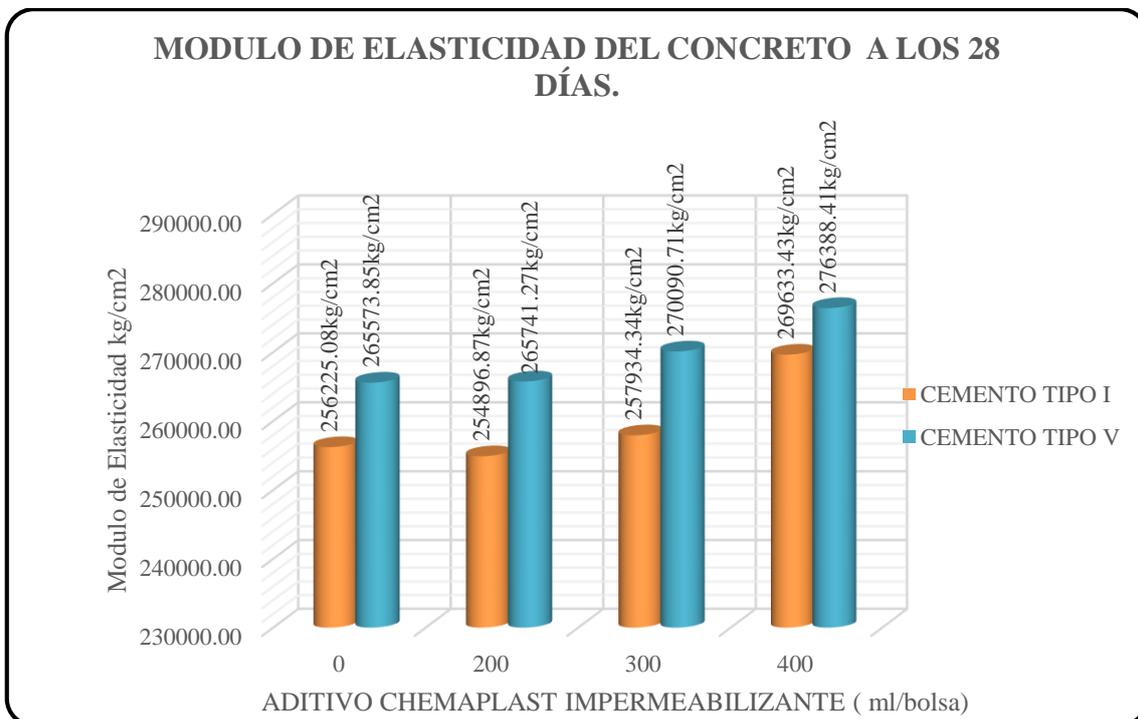
Los resultados del ensayo se aprecia que a los 28 días, a mayor cantidad de aditivo Chemaplast impermeabilizante (de acuerdo a la hoja técnica) se tiene una resistencia de 341.94 kg/cm<sup>2</sup> usando el cemento tipo V y una cantidad de aditivo de 400ml/ bolsa. Por otro lado usando el cemento tipo I, se logró llegar a una resistencia de 328.13 kg/cm<sup>2</sup> con una cantidad de aditivo 400ml/ bolsa.

#### 4.6 ANÁLISIS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD.

**Tabla N° 26:** Módulo de elasticidad del concreto con cantidades 200,300,y 400 ml/ bolsa de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días.

MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS.		
% DE ADITIVO	TIPO I	TIPO V
	(Kg/cm2)	
PATRON	256225.08	265573.85
200 ml/bolsa	254896.87	265741.27
300 ml/bolsa	257934.34	270090.71
400 ml/bolsa	269633.43	276388.41

**Gráfico N° 8:** Módulo de elasticidad vs Porcentajes del aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I y V.



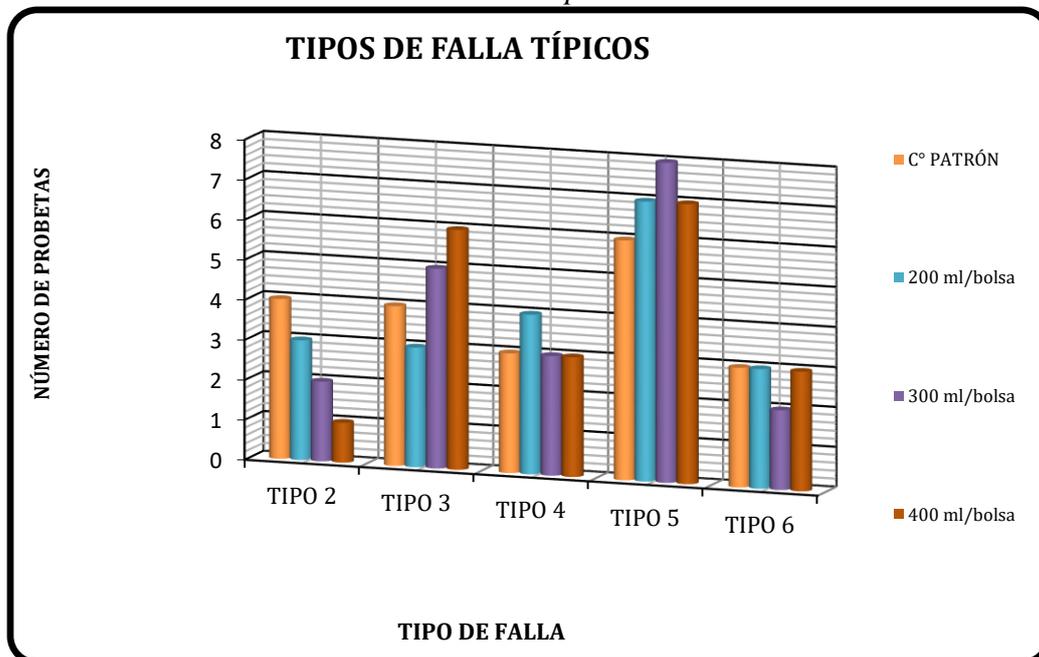
Los resultados del ensayo se determina que: En el caso del cemento tipo I, el módulo de elasticidad llega a su máximo valor 269633 kg/cm<sup>2</sup> con 400ml/bolsa de aditivo chemaplast impermeabilizante. En el caso del cemento tipo V, el módulo de elasticidad llega a su máximo valor 276388 kg/cm<sup>2</sup> con 400 ml/ bolsa de aditivo. Comparando ambos tipos de cemento, el cemento tipo V aumenta en 2.5% el módulo de elasticidad que el cemento tipo I, pero ambos están entre 140000 kg/cm<sup>2</sup> y 420000 kg/cm<sup>2</sup>, valores que usualmente son normales.

#### 4.7 ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA DE ESPECIMENES A COMPRESIÓN.

*Tabla N° 27: Tipos de falla obtenidos en los diferentes tipos de concreto. Usando cemento tipo I.*

TIPO DE CONCRETO	TIPO DE FALLA					TOTAL PROBETAS
	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	
C° PATRÓN	4	4	3	6	3	20
200 ml/bolsa	3	3	4	7	3	20
300 ml/bolsa	2	5	3	8	2	20
400 ml/bolsa	1	6	3	7	3	20
<b>TOTAL PROBETAS</b>						<b>80</b>

*Gráfico N° 9: Tipo de falla comunes registrados en los ensayos a compresión. Usando cemento tipo I.*

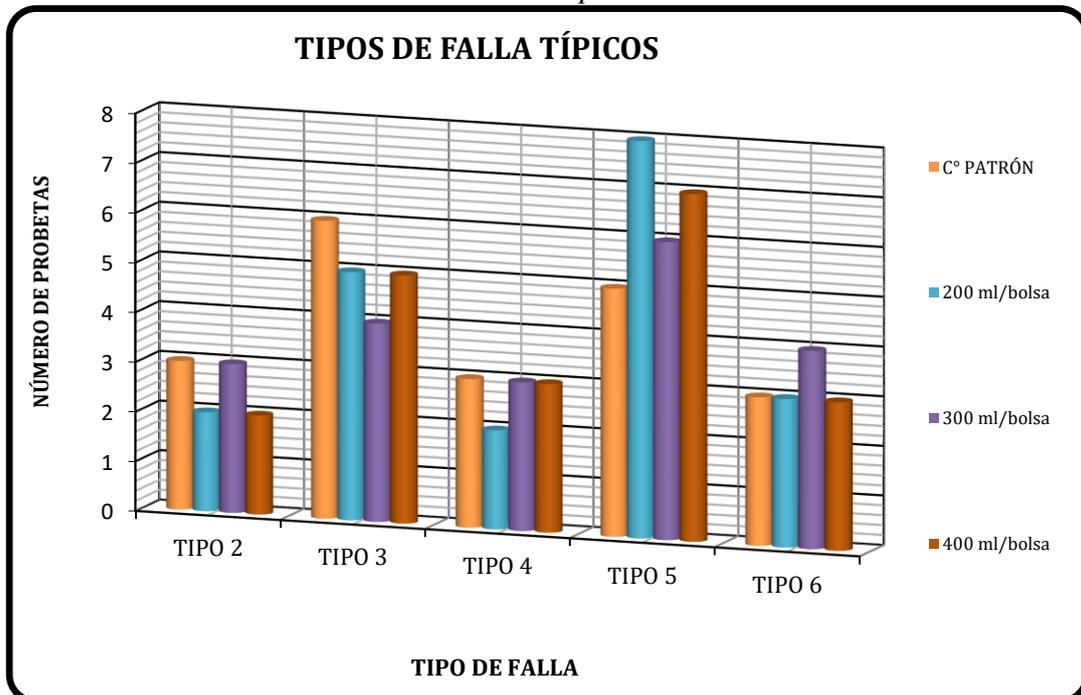


Los resultados del ensayo se muestran que: El tipo de falla más común es el de tipo 5 que particularmente es el que más se ha presentado tanto en concreto patrón como en concreto con aditivo Chemaplast impermeabilizante, luego le sigue la falla de tipo 3. son los resultados que se han obtenido al momento que se ha ensayado.

**Tabla N° 28:** Tipos de falla obtenidos en los diferentes tipos de concreto. Usando cemento tipo V.

TIPO DE CONCRETO	TIPO DE FALLA					TOTAL PROBETAS
	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	
C° PATRÓN	3	6	3	5	3	20
200 ml/bolsa	2	5	2	8	3	20
300 ml/bolsa	3	4	3	6	4	20
400 ml/bolsa	2	5	3	7	3	20
<b>TOTAL PROBETAS</b>						<b>80</b>

**Gráfico N° 10:** Tipo de falla comunes registrados en los ensayos a compresión. Usando cemento tipo V.

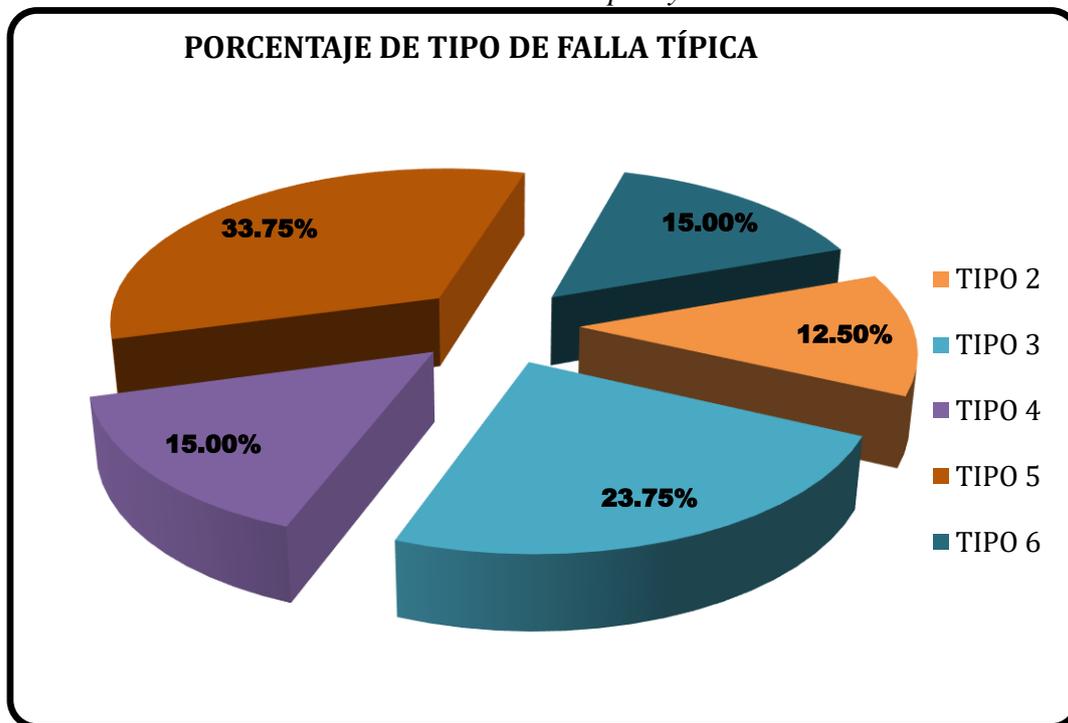


Los resultados del ensayo se muestran en la **Tabla N°31**, y su **Gráfico N°12**. Usando el cemento tipo V, se tiene una gran similitud con los resultados anteriores usando cemento tipo I, El tipo de falla más común es el de tipo 5 el que más se ha presentado tanto en concreto patrón como en concreto con aditivo Chemaplast impermeabilizante, luego le sigue la falla de tipo 3. Son los resultados que se han obtenido al momento que se ha ensayado.

**Tabla N° 29:** Porcentajes de falla registradas en los ensayos a compresión. Usando cemento tipo V.

TIPO DE FALLA	CANTIDAD		PORCENTAJE
	CEMENTO TIPO I	CEMENTO TIPO V	
TIPO 2	10	10	12.50 %
TIPO 3	18	20	23.75 %
TIPO 4	13	11	15.00 %
TIPO 5	28	26	33.75 %
TIPO 6	11	13	15.00 %
TOTAL	80	80	100.00 %

**Gráfico N° 11:** Porcentajes de falla típicas registradas en los ensayos a compresión. Usando cemento tipo I y V.



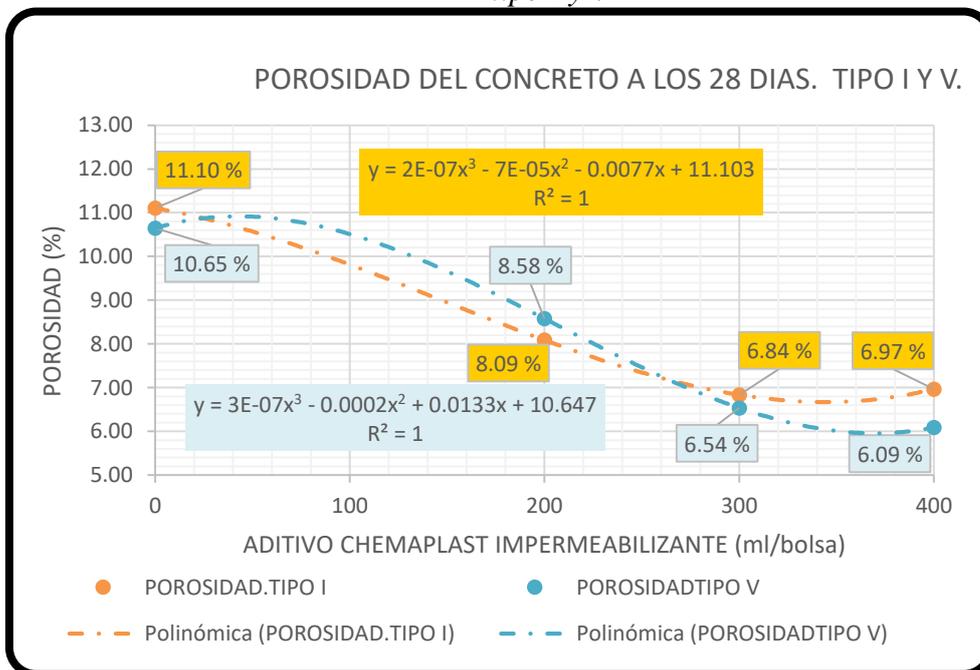
La tabla y gráfica, muestran porcentualmente los tipos de falla obtenidos en los diferentes ensayos realizados. Dando como resultado a la falla de tipo 5 con mayor incidencia con 33.75%, seguido de la falla de tipo 3 con 23.75%, falla de tipo 4 con 15.00%, falla de tipo 6 con 15.00% y por último la falla de tipo 2 con 12.50%. Usando cemento tipo I y V.

#### 4.8 ANÁLISIS DE LA POROSIDAD DEL CONCRETO CON ADITIVO. USANDO CEMENTO TIPO I Y V.

*Tabla N° 30. Porosidad del concreto con cantidades 0, 200, 300 y 400 ml/bolsa de aditivo a los 28 días. Usando cemento tipo I y V*

POROSIDAD DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS: PATRON Y CON LAS PROPORCIONES DE ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE.		
% de Aditivo	Cemento-TIPO I	Cemento-TIPO V
	%	
Patrón	11.10	10.65
200 ml/bolsa	8.09	8.58
300 ml/bolsa	6.84	6.54
400 ml/bolsa	6.97	6.09

*Gráfico N° 12: Porosidad del concreto vs Porcentajes de aditivo. Usando cemento tipo I y V*



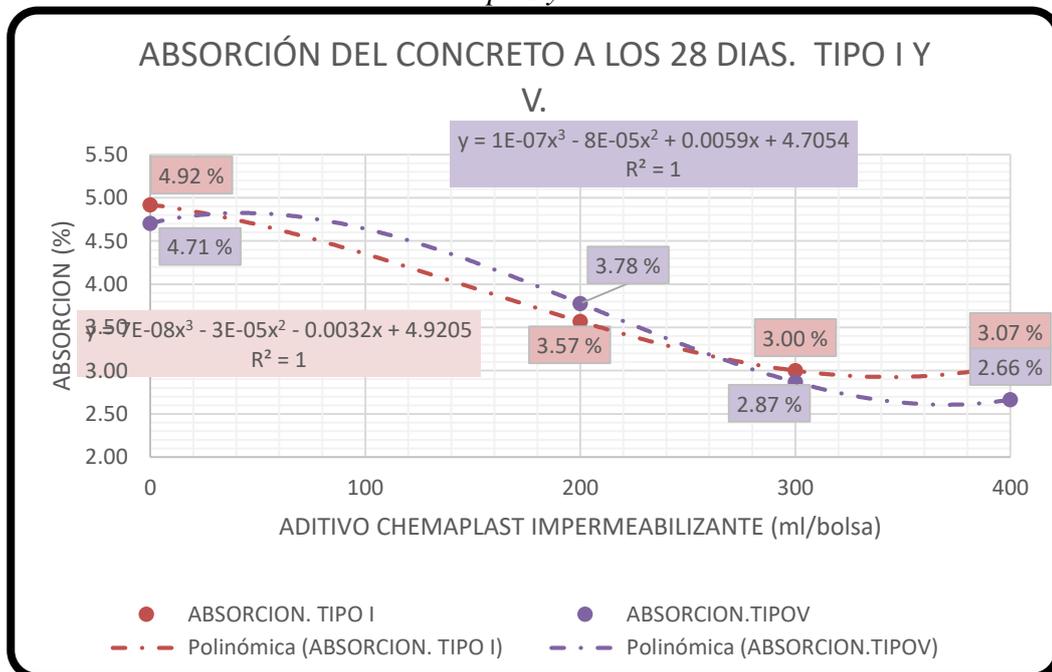
Observando el gráfico se puede determinar que a mayor cantidad de aditivo la porosidad baja considerablemente. En el caso del cemento tipo I la porosidad mínima se da con el 400 ml de aditivo, bajando de 11.10% a 6.97%. Mientras que usando el cemento tipo V la porosidad mínima se da con 400ml de aditivo, bajando de 10.65% a 6.09%. Analizando los datos obtenidos resulta que el cemento tipo V genera una mínima porosidad, requerida para una mejor impermeabilidad en el concreto.

#### 4.9 ANÁLISIS DE LA ABSORCIÓN DEL CONCRETO CON ADITIVO. USANDO CEMENTO TIPO I Y V.

**Tabla N° 31.** Absorción del concreto con cantidades 0, 200, 300 y 400 ml/bolsa de aditivo a los 28 días. Usando cemento tipo I y V.

ABSORCION DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS. PATRON Y CON LAS PROPORCIONES DE ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE.		
% de Aditivo	Cemento-TIPO I	Cemento-TIPO V
	%	
Patrón	4.92	4.71
200 ml/bolsa	3.57	3.78
300 ml/bolsa	3.00	2.87
400 ml/bolsa	3.07	2.66

**Gráfico N° 13:** Absorción del concreto vs Porcentajes de aditivo. Usando cemento tipo I y V



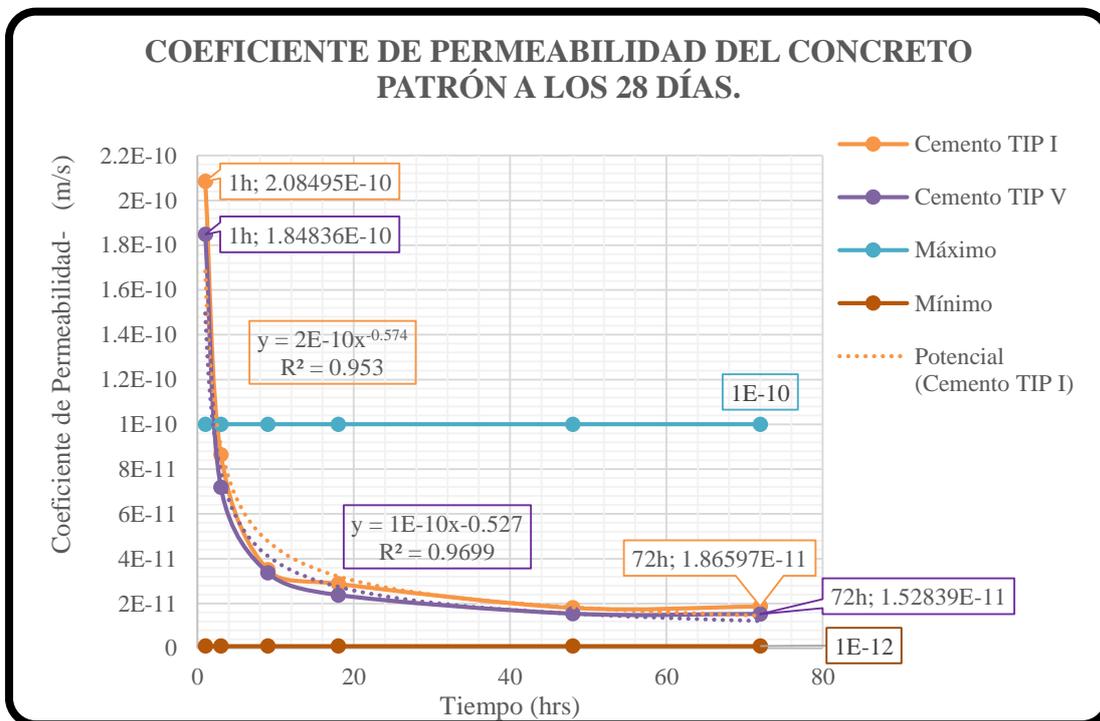
Observando el gráfico se puede determinar que a mayor cantidad de aditivo la Absorción baja considerablemente. En el caso del cemento tipo I la absorción mínima se da con el 400 ml de aditivo, bajando de 4.92% a 3.07%. Mientras que usando el cemento tipo V la absorción mínima se da con 400ml de aditivo, bajando de 4.71% a 2.66%. Analizando los datos obtenidos resulta que el cemento tipo V genera una mínima absorción, requerida para una mejor impermeabilidad en el concreto.

#### 4.10 ANÁLISIS DE LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO.

**Tabla N° 32:** Coeficiente de Permeabilidad del concreto de los especímenes patrones a los 28 días. Usando cemento tipo I y V.

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PATRÓN A LOS 28 DÍAS.		
Tiempo (horas)	Cemento TIPO I.	Cemento TIPO V.
	(m/s)	
1	2.08495E-10	1.84836E-10
3	8.64616E-11	7.18644E-11
9	3.50918E-11	3.36484E-11
18	2.88034E-11	2.37248E-11
48	1.80492E-11	1.5403E-11
72	1.86597E-11	1.52839E-11

**Gráfico N° 14:** Coeficiente de permeabilidad vs Tiempo de especímenes patrones. Usando cemento tipo I y V.

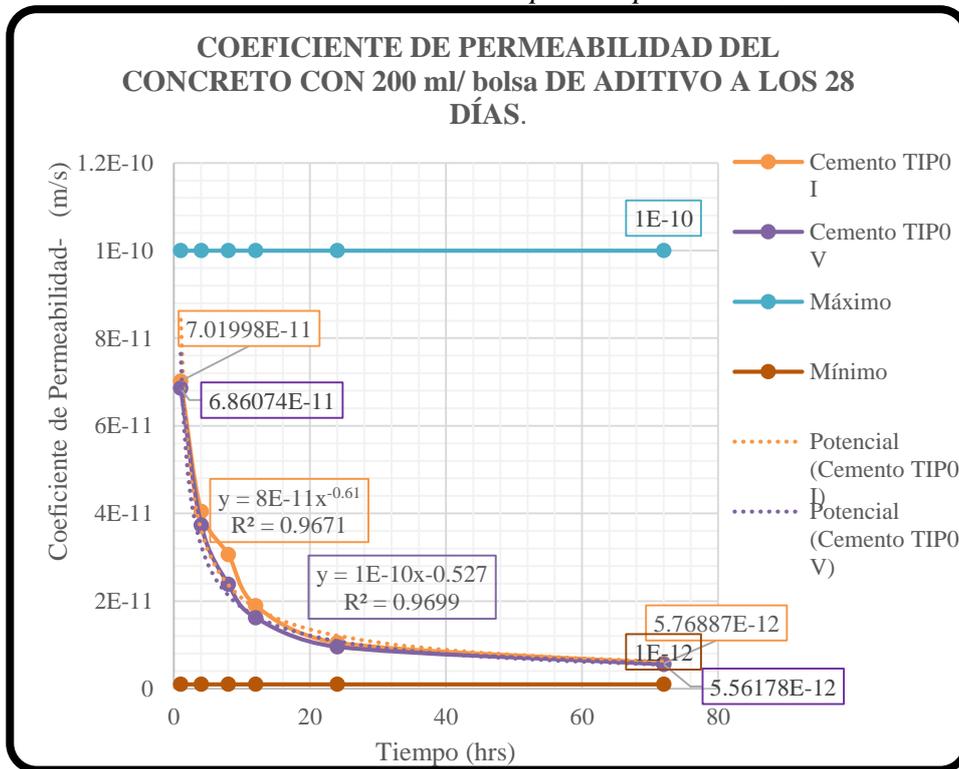


Del gráfico se puede determinar que el coeficiente de permeabilidad a mayor tiempo que se somete el concreto al ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión; baja de  $2.08495 \times 10^{-10}$  m/s (en 1 hora) a  $1.8659 \times 10^{-11}$  m/s (en 3 días) con cemento tipo I y  $1.84836 \times 10^{-10}$  m/s (en 1 hora) a  $1.52839 \times 10^{-11}$  m/s (en 3 días) con cemento tipo V, datos obtenidos los cuales entran al rango de concreto de media impermeabilidad.

**Tabla N° 33:** Coeficiente de Permeabilidad del C° de especímenes con 200 ml de los aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I y V.

Coeficiente de permeabilidad del concreto con 200ml/bolsa de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días.		
Tiempo (horas)	Cemento TIPO I.	Cemento TIPO V.
	(m/s)	
1	7.01998E-11	6.86074E-11
4	4.04351E-11	3.73529E-11
8	3.05759E-11	2.3822E-11
12	1.8982E-11	1.62122E-11
24	1.04894E-11	9.55528E-12
72	5.76887E-12	5.56178E-12

**Gráfico N° 15:** Coeficiente de permeabilidad vs Tiempo. Usando la cantidad de 200 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante

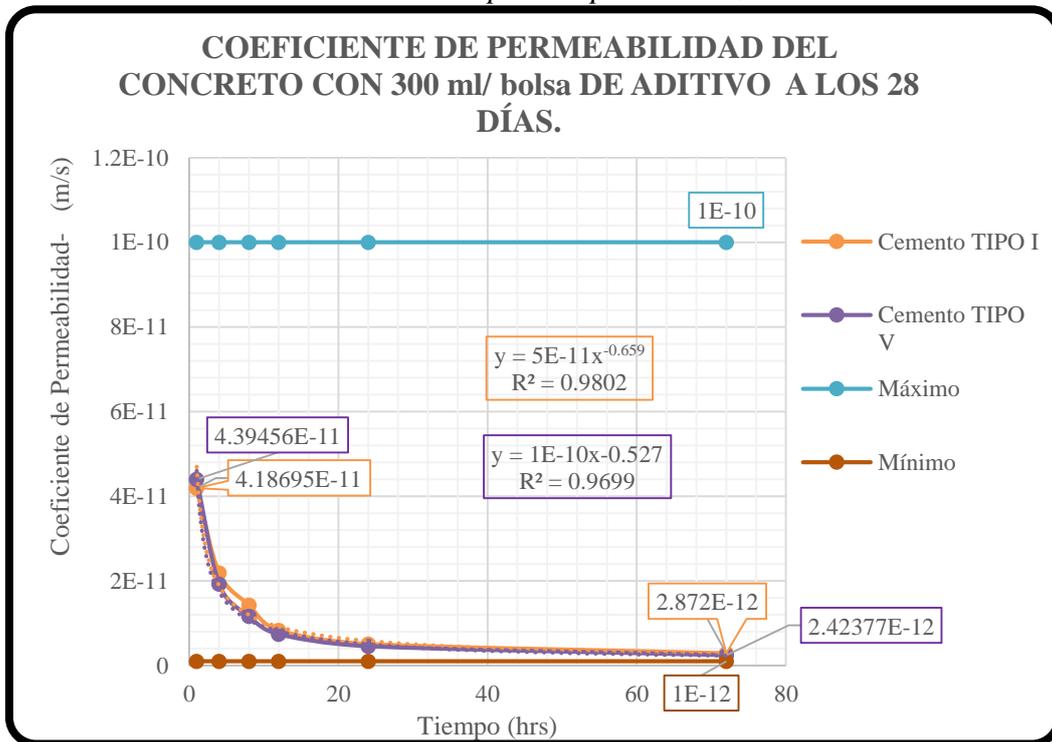


Del gráfico se observa que a los 3 días se da el mínimo valor del coeficiente de Permeabilidad, llegando a  $5.76887 \cdot 10^{-12}$  m/s con cemento tipo I y  $5.56178 \cdot 10^{-12}$  m/s con cemento tipo V, siendo este último el mejor en cuanto a impermeabilidad por tener menor valor. También se puede observar que ambos tipos de cemento se encuentran en el rango de ( $10^{-10}$ - $10^{-12}$ ) m/s, obteniendo un concreto de media impermeabilidad.

**Tabla N° 34:** Coeficiente de Permeabilidad del C° de especímenes con 300 ml de los aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I y V.

Coeficiente de permeabilidad del concreto con 300ml/bolsa aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días.		
Tiempo (horas)	Cemento TIPO I.	Cemento TIPO V.
	(m/s)	
1	4.18695E-11	4.39456E-11
4	2.18747E-11	1.92126E-11
8	1.42624E-11	1.1622E-11
12	8.27051E-12	7.35453E-12
24	5.06885E-12	4.53983E-12
72	2.872E-12	2.42377E-12

**Gráfico N° 16:** Coeficiente de permeabilidad vs Tiempo. Usando la cantidad de 300 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante

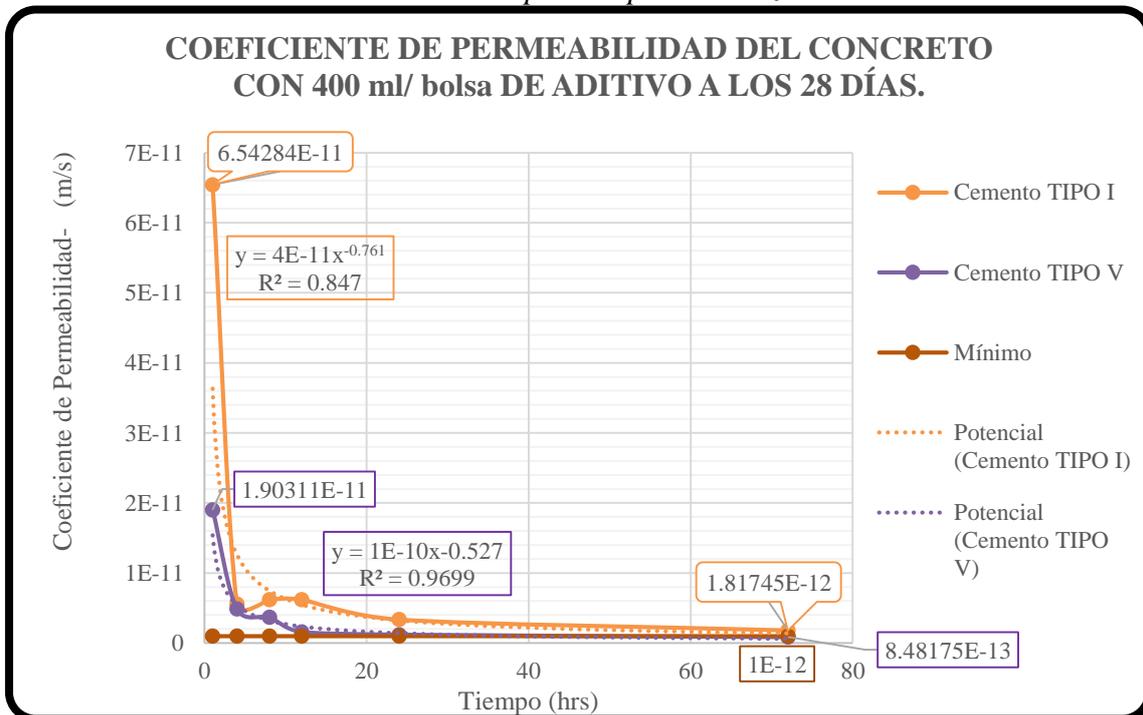


Del gráfico se observa que a los 3 días se da el mínimo valor del coeficiente de Permeabilidad, llegando a  $2.872 \cdot 10^{-12}$  m/s con cemento tipo I y  $2.42377 \cdot 10^{-12}$  m/s con cemento tipo V, siendo este último el mejor resultado obtenido en cuanto a impermeabilidad por tener menor valor. También se puede observar que ambos tipos de cementos se encuentran en el rango de  $(10^{-10} - 10^{-12})$  m/s, obteniendo un concreto de media impermeabilidad.

**Tabla N° 35:** Coeficiente de Permeabilidad del concreto de especímenes con 400 ml de los aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I y V.

Coeficiente de permeabilidad del concreto con 400ml/bolsa aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días.		
Tiempo (horas)	Cemento TIPO I.	Cemento TIPO V.
	(m/s)	
1	6.54284E-11	1.90311E-11
4	5.57496E-12	4.87195E-12
8	6.21591E-12	3.68404E-12
12	6.1944E-12	1.58827E-12
24	3.36068E-12	1.20295E-12
72	1.81745E-12	8.48175E-13

**Gráfico N° 17:** Coeficiente de permeabilidad vs Tiempo. Usando la cantidad de 400 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante.

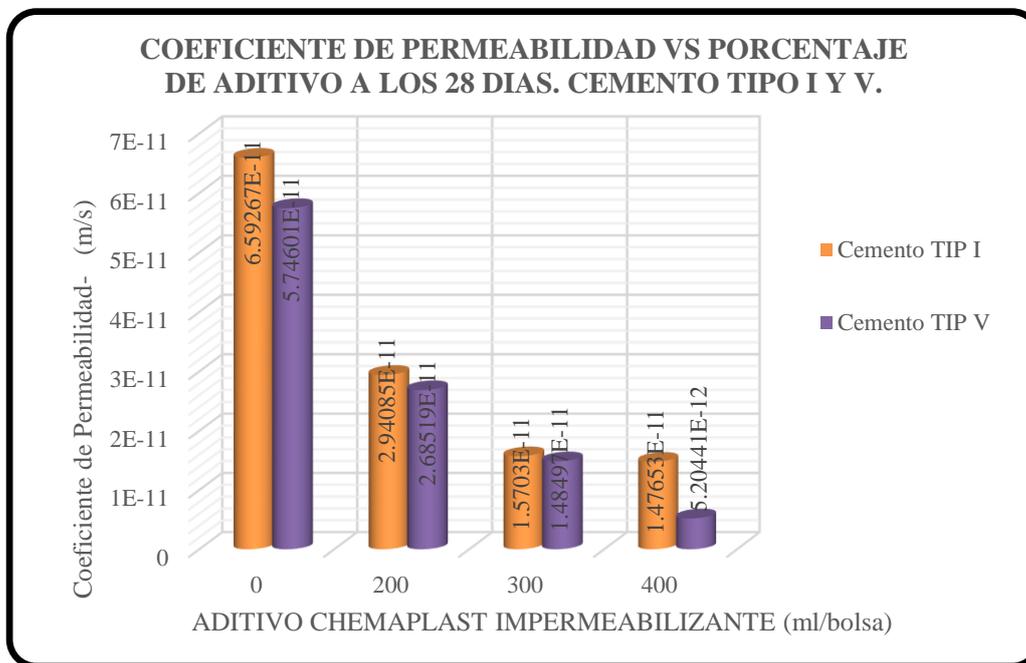


Del gráfico se observa que a los 3 días se da el mínimo valor del coeficiente de Permeabilidad, llegando a  $1.81745 \cdot 10^{-12}$  m/s usando cemento tipo I, cuyo valor se encuentra entre  $(10^{-10}-10^{-12})$  m/s en un concreto de media permeabilidad y  $8.48175 \cdot 10^{-13}$  m/s, usando cemento tipo V, considerándose a este último valor un concreto de baja permeabilidad porque se encuentra en el rango de  $(< 10^{-12})$  m/s.

**Tabla N° 36:** Coeficiente de Permeabilidad Promedio del concreto a los 28 días. Usando cemento tipo I y tipo V.

Coeficiente de permeabilidad promedio del concreto con 200, 300 y 400 ml/bolsa de aditivo chemaplast impermeabilizante. usando cemento tipo I y V-a los 28 días.		
% de Aditivo	Cemento TIPO I.	Cemento TIPO V.
	(m/s)	
Patrón	6.59267E-11	5.74601E-11
200 ml/bolsa	2.94085E-11	2.68519E-11
300 ml/bolsa	1.5703E-11	1.48497E-11
400 ml/bolsa	1.47653E-11	5.20441E-12

**Gráfico N° 18:** Coeficiente de Permeabilidad Promedio vs Porcentajes de aditivo Chemaplast Impermeabilizante. Usando cemento tipo I y V.

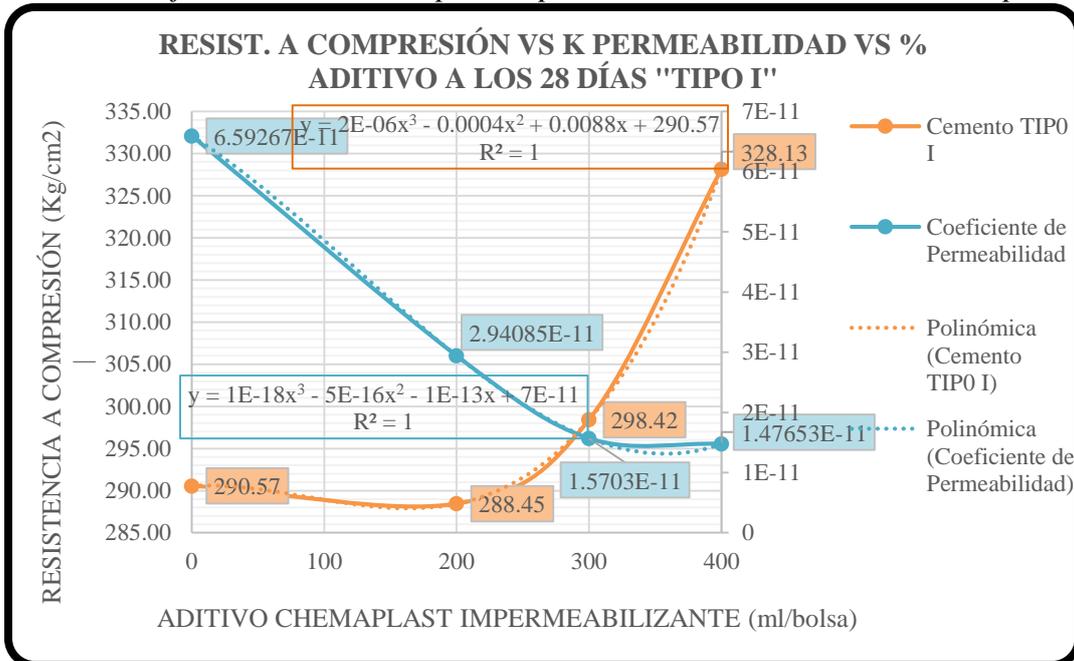


Del gráfico se observa que con 400 ml/bolsa de aditivo para ambos tipos de cemento, el cual usando el cemento tipo I el coeficiente de permeabilidad promedio mínimo llega a  $1.47653 \times 10^{-11}$  m/s y con el cemento tipo V se tiene un coeficiente de permeabilidad de  $5.20441 \times 10^{-12}$  m/s, se observa también que los coeficientes de permeabilidad de ambos cementos se encuentran en el rango ( $10^{-10}$ - $10^{-12}$ ) m/s, está dentro del concreto de media permeabilidad.

**Tabla N° 37: Relación entre coeficiente de Permeabilidad Promedio y Resistencia a la Compresión a los 28 días. Usando cemento tipo I.**

<b>Coeficiente de permeabilidad vs resistencia a la compresión del concreto. patrón y con aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. cemento tipo I.</b>		
% de Aditivo	Coeficiente de permeabilidad	Resistencia a compresión
	(m/s)	
Patrón	6.59267E-11	290.57
200 ml/bolsa	2.94085E-11	288.45
300 ml/bolsa	1.5703E-11	298.42
400 ml/bolsa	1.47653E-11	328.13

**Gráfico N° 19: Resistencia a la Compresión vs Coeficiente de Permeabilidad Promedio vs Porcentajes de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.**

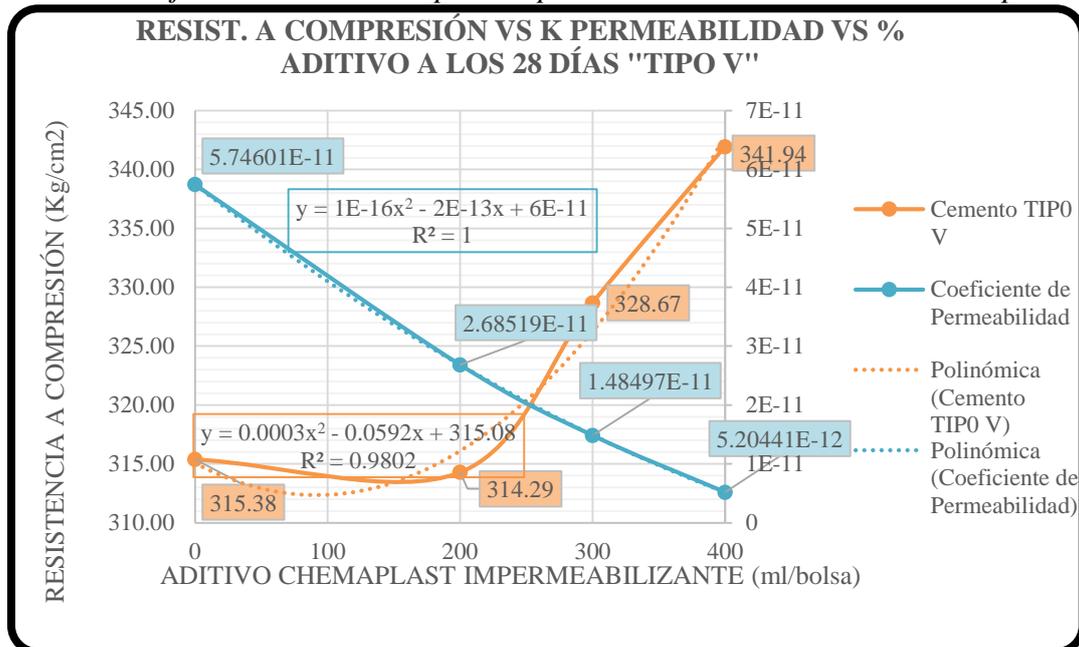


Del gráfico se determina que usando el cemento tipo I tenemos los siguientes datos que para la patrón su resistencia a compresión es de 290.57 kg/cm<sup>2</sup> y su coeficiente de permeabilidad es de  $6.59267 \cdot 10^{-11}$  m/s, con aditivo de 200 ml/ bolsa se tiene una resistencia a compresión de 288.45 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de permeabilidad de  $2.94085 \cdot 10^{-11}$  m/s, así como también con 300 ml/ bolsa se tiene una resistencia de 298.42 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de permeabilidad de  $1.5703 \cdot 10^{-11}$  m/s, y por ultimo con 400ml/ bolsa se tiene una resistencia 328.13 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de permeabilidad de  $1.47653 \cdot 10^{-11}$  m/s. con estos valores se observa que a mayor resistencia a compresión tenemos más baja la permeabilidad.

**Tabla N° 38:** Relación entre coeficiente de Permeabilidad Promedio y Resistencia a la Compresión a los 28 días. Usando cemento tipo V.

Coeficiente de permeabilidad vs resistencia a la compresión del concreto. patrón y con aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Cemento tipo V		
% de Aditivo	Coeficiente de permeabilidad	Resistencia a compresión
	(m/s)	
Patrón	5.74601E-11	315.38
200 ml/bolsa	2.68519E-11	314.29
300 ml/bolsa	1.48497E-11	328.67
400 ml/bolsa	5.20441E-12	341.94

**Gráfico N° 20:** Resistencia a la Compresión vs Coeficiente de Permeabilidad Promedio vs Porcentajes de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.



Del gráfico se determina que usando el cemento tipo V tenemos los siguientes datos que para la patrón su resistencia a compresión es de 315.38 kg/cm<sup>2</sup> y su coeficiente de permeabilidad es de  $5.74601 \cdot 10^{-11}$  m/s, con aditivo de 200 ml/ bolsa se tiene una resistencia a compresión de 314.29 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de permeabilidad de  $2.68519 \cdot 10^{-11}$  m/s, así como también con 300 ml/ bolsa se tiene una resistencia de 328.67 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de permeabilidad de  $1.48497 \cdot 10^{-11}$  m/s, y por último con 400ml/ bolsa se tiene una resistencia 341.94 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de permeabilidad de  $5.20441 \cdot 10^{-12}$  m/s. con estos últimos valores se observa que a mayor resistencia a compresión tenemos más baja la permeabilidad.

#### 4.11 ANÁLISIS DE COSTOS.

El análisis de los costos de la mezcla de diseño elaborado, se realizó para 1 m<sup>3</sup> de concreto, teniendo en cuenta el costo de los insumos, los materiales empleados para cada caso son:

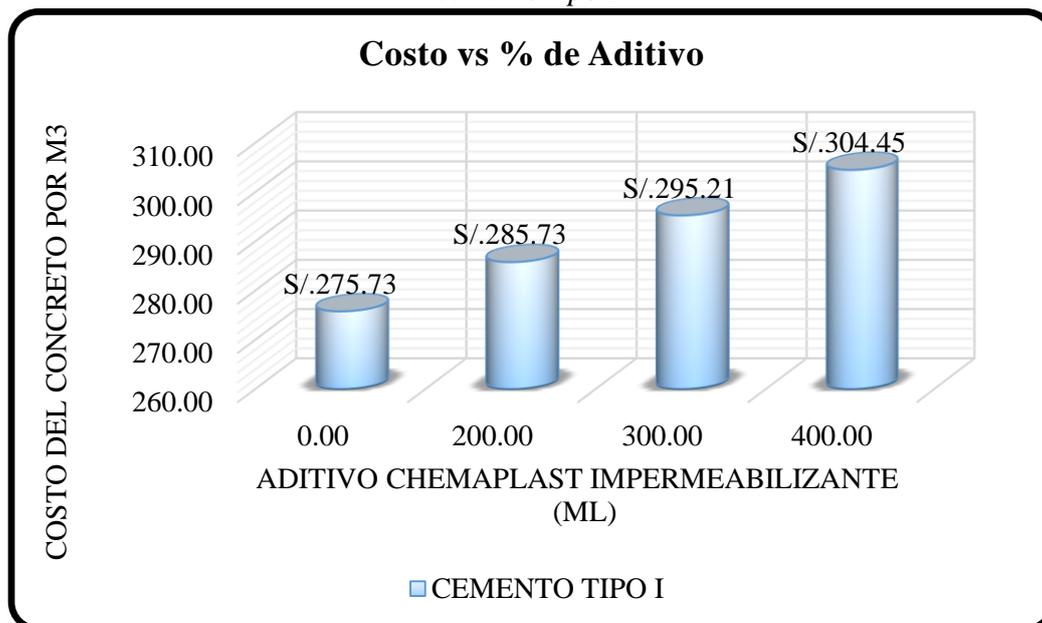
- Agregado Fino: Cantera “Aguilar”.
- Agregado Grueso: Cantera “Aguilar”.
- Cemento: Pacasmayo Tipo I y tipo V.
- Agua: agenciada de la casa de la tesista.
- Aditivo : Chemaplast Impermeabilizante.

Los costos obtenidos por el tesista para la fabricación de una unidad cubica de concreto son los siguientes:

*Tabla N° 39: Costos por metro cúbico de concreto. Usando cemento tipo I.*

<b>CEMENTO TIPO I</b>						
<b>CONCRETO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U. (S/.)</b>	<b>PARCIAL (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
<b>PATRÓN</b>	CEMENTO	Bls	8.21	24.50	201.08	<b>275.73</b>
	AGUA	m3	0.176	2.00	0.35	
	AGREGADO FINO	m3	0.644	60.00	38.63	
	AGREGADO GRUESO	m3	0.595	60.00	35.67	
<b>C°+ Aditivo (200ml / bolsa)</b>	CEMENTO	Bls	7.80	24.50	191.03	<b>285.73</b>
	AGUA	m3	0.174	2.00	0.35	
	AGREGADO FINO	m3	0.654	60.00	39.25	
	AGREGADO GRUESO	m3	0.607	60.00	36.39	
	CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE	Lts	1.560	12.00	18.72	
<b>C°+ Aditivo (300ml / bolsa)</b>	CEMENTO	Bls	7.80	24.50	191.03	<b>295.21</b>
	AGUA	m3	0.173	2.00	0.35	
	AGREGADO FINO	m3	0.654	60.00	39.25	
	AGREGADO GRUESO	m3	0.607	60.00	36.39	
	CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE	Lts	2.350	12.00	28.20	
<b>C°+ Aditivo (400ml / bolsa)</b>	CEMENTO	Bls	7.80	24.50	191.03	<b>304.45</b>
	AGUA	m3	0.173	2.00	0.35	
	AGREGADO FINO	m3	0.654	60.00	39.25	
	AGREGADO GRUESO	m3	0.607	60.00	36.39	
	CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE	Lts	3.120	12.00	37.44	

**Gráfico N° 21:** Comparación costos de acuerdo a los porcentajes de aditivo. Usando cemento tipo I.



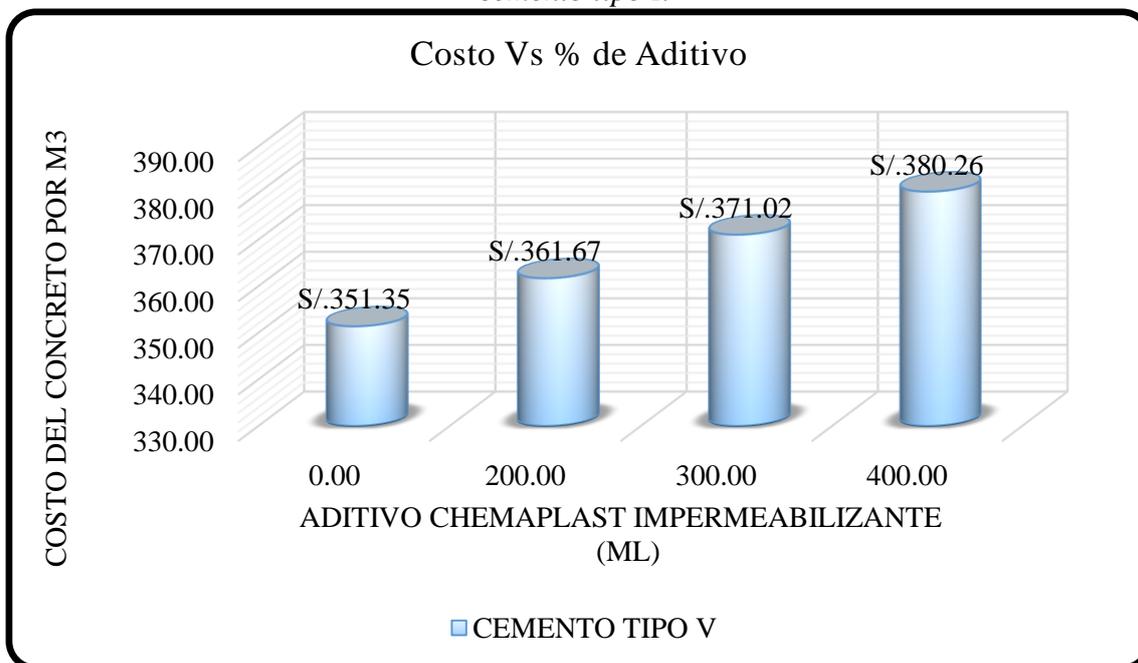
Del gráfico se tiene que, muestra los costos por metro cubico del concreto usando cemento tipo I, con los costos obtenido se puede decir que el aditivo chemaplast impermeabilizante es recomendable para las construcciones que están expuestas a las humedades y por ende economizar a largo tiempo, se tiene una diferencia mínima entre el patrón que cuesta S/. 275.73 y el aditivo en su mayor porcentaje que es 400 ml/ bolsa. con un costo de S/. 304.45 por metro cubico.

**Tabla N° 40:** Costos por metro cúbico de concreto. Usando cemento tipo V.

CEMENTO TIPO V						
CONCRETO	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>PATRÓN</b>	<b>CEMENTO</b>	Bls	8.00	34.50	276.00	<b>351.35</b>
	<b>AGUA</b>	m3	0.173	2.00	0.35	
	<b>AGREGADO FINO</b>	m3	0.653	60.00	39.15	
	<b>AGREGADO GRUESO</b>	m3	0.598	60.00	35.86	
<b>C°+ Aditivo (200ml / bolsa)</b>	<b>CEMENTO</b>	Bls	7.73	34.50	266.64	<b>361.67</b>
	<b>AGUA</b>	m3	0.172	2.00	0.34	
	<b>AGREGADO FINO</b>	m3	0.661	60.00	39.64	
	<b>AGREGADO GRUESO</b>	m3	0.607	60.00	36.45	
	<b>CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE</b>	Lts	1.550	12.00	18.60	

<b>C°+ Aditivo (300ml / bolsa)</b>	<b>CEMENTO</b>	Bls	7.73	34.50	266.64	<b>371.02</b>
	<b>AGUA</b>	m3	0.171	2.00	0.34	
	<b>AGREGADO FINO</b>	m3	0.661	60.00	39.64	
	<b>AGREGADO GRUESO</b>	m3	0.607	60.00	36.45	
	<b>CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE</b>	Lts	2.330	12.00	27.96	
<b>C°+ Aditivo (400ml / bolsa)</b>	<b>CEMENTO</b>	Bls	7.73	34.50	266.64	<b>380.26</b>
	<b>AGUA</b>	m3	0.171	2.00	0.34	
	<b>AGREGADO FINO</b>	m3	0.661	60.00	39.64	
	<b>AGREGADO GRUESO</b>	m3	0.607	60.00	36.45	
	<b>CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE</b>	Lts	3.100	12.00	37.20	

*Gráfico N° 22: Comparación costos de acuerdo a los porcentajes de aditivo. Usando cemento tipo I.*



Del gráfico se tiene que, muestra los costos por metro cubico del concreto usando cemento tipo V, sus costos de este cemento son más altos que con el cemento tipo I, pero para construcciones expuestas al agua este cemento es más recomendable y es más trabajable agregándole el aditivo chemaplast impermeabilizante. Se tiene una diferencia mínima entre el patrón que cuesta S/. 351.35 y el aditivo en su mayor porcentaje que es 400 ml/ bolsa. con un costo de S/. 380.26 por metro cubico.

#### 4.12 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

- ❖ La trabajabilidad de la mezcla, se incrementa al usar el aditivo plastificante.

<b>% DE ADITIVO</b>	<b>CEMENTO TIPO I</b>	<b>CEMENTO TIPO V</b>
<b>C° patrón</b>	3,48 pulg	3.50 pulg
<b>400 ml/bolsa de cemento</b>	3.82 pulg	3.87 pulg

- ❖ El peso unitario del concreto endurecido a los 28 días.

<b>% DE ADITIVO</b>	<b>CEMENTO TIPO I</b>	<b>CEMENTO TIPO V</b>
C° patrón	2320.86 kg/m <sup>3</sup>	2319.75 kg/m <sup>3</sup>
400 ml/bolsa de cemento	2335.70 kg/m <sup>3</sup>	2333.67 kg/m <sup>3</sup>
% de variación	0.45 %	0.40%.

- ❖ El módulo de elasticidad a los 28 días. Cumpliéndose que usando ambos tipos de cemento se encuentran entre los valores del módulo de elasticidad de 140000 kg/cm<sup>2</sup> y 420000 kg/cm<sup>2</sup>, valores que usualmente son normales.

<b>% DE ADITIVO</b>	<b>CEMENTO TIPO I</b>	<b>CEMENTO TIPO V</b>
C° patrón	256225.08 kg/cm <sup>2</sup>	265573.85 kg/cm <sup>2</sup>
400 ml/bolsa de cemento	269633.43 kg/cm <sup>2</sup>	276388.41 kg/cm <sup>2</sup>
% de variación	5.23%.	4.07%.

- ❖ Se determinó que a mayor cantidad de aditivo la porosidad baja considerablemente. Analizando los datos obtenidos resulta que el cemento tipo V ayuda a una mejor impermeabilidad en el concreto.

<b>% DE ADITIVO</b>	<b>CEMENTO TIPO I</b>	<b>CEMENTO TIPO V</b>
<b>C° patrón</b>	11.10%	10.65%.
<b>400 ml/bolsa de cemento</b>	6.97%	6.09%

- ❖ La resistencia a compresión vs coeficiente de permeabilidad (K) a los 28 días. Con estos valores se observa que a mayor resistencia a compresión tenemos más baja la permeabilidad.

% DE ADITIVO	CEMENTO TIPO I		CEMENTO TIPO V	
	Resistencia a compresión	K permeabilidad	Resistencia a compresión	K permeabilidad
<b>C° Patrón</b>	290.57 kg/cm <sup>2</sup>	6.59267*10 <sup>-11</sup> m/s	315.38 kg/cm <sup>2</sup>	5.74601*10 <sup>-11</sup> m/s
<b>400 ml/bolsa de Cemento</b>	328.13 kg/cm <sup>2</sup>	1.47653*10 <sup>-11</sup> m/s	341.94 kg/cm <sup>2</sup>	5.20441*10 <sup>-12</sup>
<b>% de Variación</b>	12.93%		8.42 %	

Los costos por metro cubico del concreto.

% DE ADITIVO	CEMENTO TIPO I	CEMENTO TIPO V
<b>C° patrón</b>	S/. 275.73	S/. 351.35
<b>400 ml/bolsa de cemento</b>	S/.304.45	S/.380.26

#### 4.13 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.

Después del análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la presente investigación, la hipótesis: “El aditivo CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE influye en el incremento de la resistencia y la impermeabilidad del concreto, con un  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.”: Se afirma la hipótesis planteada debido a que la resistencia a compresión en el concreto a incrementado usando el aditivo chemaplast impermeabilizante en un 12.93 %. Y a su vez la impermeabilidad del concreto, con un coeficiente de permeabilidad  $5.74601*10^{-11}$  m/s respecto al concreto patrón, y con aditivo Chemaplast Impermeabilizante su coeficiente de permeabilidad disminuye a  $5.20441*10^{-12}$  m/s. el cual se verifico que el aditivo si influye en la baja permeabilidad.

# V

## CAPÍTULO

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1 CONCLUSIONES.

- El aditivo Chemaplast Impermeabilizante con las cantidades de 200 ml, 300ml, y 400 ml de aditivo Chemaplast Impermeabilizante por bolsa de cemento, influye en las propiedades físicas del concreto, porque reduce su porosidad y absorción respecto a los valores obtenidos en el concreto patrón.
- Se determinó el incremento de la Resistencia a compresión del concreto a los 28 días. Usando el **Cemento Tipo I**, se tiene que con la cantidad de 400ml de aditivo Chemaplast Impermeabilizante respecto al concreto patrón aumenta su resistencia en un 12.93%. Y con el uso del **Cemento Tipo V**, tenemos que con la cantidad de 400 ml de aditivo Chemaplast Impermeabilizante y con concreto patrón su incremento en su resistencia es de 8.42%.
- El coeficiente de permeabilidad (K) del concreto a los 28 días. Usando el **Cemento Tipo I**, el patrón su (K) es de  $6.59267 \cdot 10^{-11}$  m/s y con 400 ml de aditivo Chemaplast Impermeabilizante el (K) de  $1.47653 \cdot 10^{-11}$  m/s. Y con el **Cemento Tipo V**, el concreto patrón su (K) es de  $5.74601 \cdot 10^{-11}$  m/s, y con 400 ml Chemaplast Impermeabilizante su (K) de  $5.20441 \cdot 10^{-12}$  m/s. Con estos últimos valores del cemento tipo V, se obtiene más baja la permeabilidad.
- El coeficiente de permeabilidad es el resultado de diversos factores, entre los cuales están la profundidad de penetración del agua bajo presión y la porosidad (%). El cual se ha comprobado que influye el porcentaje de aire, la temperatura del concreto y el asentamiento (slump); características del concreto en estado fresco, por lo que se recomienda controlar dichas propiedades.

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

- Realizar investigaciones con otros tipos de cementos y otros tipos de aditivos existentes en el mercado de Cajamarca para poder analizar las propiedades y características de este, tanto en concreto fresco como endurecido.
- Se recomienda tener equipos calibrados como: balanzas, sombrero para peso unitario, horno etc. para que no altere nuestros resultados al momento de hacer nuestros ensayos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Rivva, Enrique. (2010). “CONCRETO, TOMO II: Diseño de Mezclas”, Instituto de la Construcción y Gerencia, Lima – Perú.
- Abanto Castillo. Flavio. Tecnología del concreto (Teoría y problemas). 2ª Ed Lima-Perú.
- Lezama, J. (1996) Tecnología del Concreto. UNC, Facultad de Ingeniería. Cajamarca – Perú.
- Oliva, C. (2008). influencia de los Superplastificante en la trabajabilidad y resistencia de hormigones grado H-25 y H-30. Valdivia - Chile.
- Chaso, Agustina. La Permeabilidad Al Agua Como Parámetro Para Evaluar La Durabilidad Del Hormigón –parte III.. 2014.
- Iskra Bustamante Romero. Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú. **Lima-2017.**
- Norma NTP 339.034 (2008) HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas de concreto. 3a. ed.
- Norma ASTM C 128 (2004) Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Finos.
- Norma Europea EN 12390-8 (2000) Profundidad de penetración de agua bajo presión.
- FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA 2006. Durabilidad del concreto. Perú. (Disponible en:[fic.uni.edu.pe/construccion/concreto/Concreto%202/DURABILIDAD%20DEL%20CONCRETO.doc](http://fic.uni.edu.pe/construccion/concreto/Concreto%202/DURABILIDAD%20DEL%20CONCRETO.doc). Consultado el: 25 de octubre de 2006).
- <http://www.slideshare.net/FranciscoVazallo/concreto-impermeable-62128682>.

## ANEXOS

### ANEXO I: TABLAS PARA PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE AGREGADOS

*Tabla N° 41: Husos granulométricos del agregado fino*

<b>TAMIZ</b>	<b>PORCENTAJE QUE PASA (%) LÍMITES TOTALES</b>
9.50 mm (3/8")	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 micrones (N° 30)	25 a 60
300 micrones (N° 50)	05 a 30
150 micrones (N° 100)	0 a 10

\* Incrementar a 5% para agregado fino triturado, excepto cuando se use para pavimentos

*Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037- ASTM C 33*

*Tabla N° 42: Husos granulométricos del agregado grueso.*

N° A.S.T.M	TAMAÑO NOMINAL	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100mm 4"	90mm 3.5"	75mm 3"	63mm 2.5"	50mm 2"	37,5mm 1.5"	25mm 1"	19mm ¾"	12,5mm ½"	9,5mm 3/8"	4,75mm N°4	2,36mm N°8	1,18mm N°16
1	3½" a 1 ½"	100	90		25		0		0					
			100		60		15		5					
2	2½" a 1 ½"			100	90	35	0		0					
					100	70	15		5					
3	2" a 1"				100	90	35	0		0				
						100	70	15		5				
357	2" a N°4				100	95		35		10		0		
						100		70		30		5		
4	1½" a ¾"				100		90	20	0		0			
							100	55	15		5			
467	1½" a N°4				100		95		35		10	0		
							100		70		30	5		
5	1" a ½"						100	90	20	0	0			
								100	55	10	5			
56	1" a 3/8"						100	90	40	10	0	0		
								100	85	40	15	5		
57	1" a N°4						100	95		25		0	0	
								100		60		10	5	
<b>6</b>	<b>¾" a 3/8"</b>						<b>100</b>		<b>90</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
									<b>100</b>	<b>55</b>	<b>15</b>	<b>5</b>		
67	¾" a N°4							100	90	45	20	0	0	
									100	70	55	10	5	
7	½" a N°4								100	90	40	0	0	
										100	70	15	5	
9	3/8" a N°8								100		85	10	0	0
											100	30	10	5

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037- ASTM C 3

**Tabla N° 43:** Tipo de gradación según peso retenido de la muestra de ensayo.

TAMAÑO DE LOS TAMICES		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (gr)			
PASA	RETENIDO	A	B	C	D
37.50 mm (1 1/2")	25.40 mm (1")	1250 ± 25	-----	-----	-----
25.40 mm (1")	19.00 mm (3/4")	1250 ± 25	-----	-----	-----
19.00 mm (3/4")	12.70 mm (1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10	-----	-----
12.70 mm (1/2")	9.51 mm (3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10	-----	-----
9.51 mm (3/8")	6.35 mm (1/4")	-----	-----	2500 ± 10	-----
6.35 mm (1/4")	4.76 mm (N° 4)	-----	-----	2500 ± 10	-----
4.76 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	-----	-----	-----	5000 ± 10

**Fuente:** Norma Técnica Peruana 400.019

**Tabla N° 44:** Carga abrasiva según tipo de gradación del material

GRADACIÓN	NÚMEROS DE ESFERAS	MASA DE LAS ESFERAS (grs)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 15

**Fuente:** Norma Técnica Peruana NTP 400.019

**Tabla N° 45:** Número de capas de compactación requeridas por espécimen.

TIPO Y TAMAÑO DE ESPECÍMENES mm (pulg.)	MODO DE CONSOLIDACIÓN	N° DE CAPAS DE APROX. IGUAL PROFUNDIDAD
<b>CILINDROS DIÁMETROS EN mm (pulg.)</b>		
75 a 100 (3 a 4)	Varillado	2
150 (6)	Varillado	3
225 (9)	Varillado	4
Hasta de 225 (9)	vibración	2
<b>PRISMAS Y CILINDROS HORIZONTALES PARA ESCURRIMIENTOS PLÁSTICOS Profundidad en mm (pulg.)</b>		
Hasta 200 (8)	Varillado	2
Más de 200 (8)	Varillado	3 o más
Hasta 200 (8)	vibración	1
Más de 200 (8)	vibración	2 o más

**Fuente:** Norma NTP 339.183 - 2013.

**Tabla N° 46:** Diámetro de varilla y número de varillados a ser usados al moldearse especímenes de prueba.

<b>CILINDRO</b>		
<b>DIÁMETRO DEL CILINDRO mm (pulg.)</b>	<b>DIÁMETRO DE LA VARILLA mm (pulg.)</b>	<b>NÚMERO DE GOLPES POR CAPA</b>
75 (3) a < 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200 (8)	16 (5/8)	50
250 (10)	16 (5/8)	75
<b>VIGAS Y PRISMAS</b>		
<b>ÁREA SUPERFICIAL SUPERIOR DEL ESPÉCIMEN Cm<sup>2</sup> (pulg<sup>2</sup>.)</b>	<b>DIÁMETRO DE LA VARILLA mm (pulg.)</b>	<b>NÚMERO DE GOLPES POR CAPA</b>
160 (25) o menos	10 (3/8)	25
165 a 310 (26 a 49)	10 (3/8)	1 por cada 7 cm <sup>2</sup> (1 pulg <sup>2</sup> ) de Superficie.
320 (50) a más	16 (5/8)	1 por cada 14 cm <sup>2</sup> (2 pulg <sup>2</sup> ) de Superficie.
<b>CILINDROS HORIZONTALES PARA ESCURRIMIENTO PLÁSTICO</b>		
<b>DIÁMETRO DEL CILINDRO mm (pulg.)</b>	<b>DIÁMETRO DE LA VARILLA mm (pulg.)</b>	<b>NÚMERO DE GOLPES POR CAPA</b>
150 (6)	16 (5/8)	50 total, 25 a lo largo de ambos lados del eje

**Fuente:** Normas NTP 339.183 - 2013.

**Tabla N° 47: Capacidad de los recipientes de medición.**

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO		CAPACIDAD DEL RECIPIENTE DE MEDICIÓN	
Pulg.	mm.	Pie <sup>3</sup>	L
1	25.0	0.2	6
1 1/2	37.5	0.4	11
2	50	0.5	14
3	75	1.0	28
4 ½	112	2.5	70
6	150	3.5	100

Tamaños indicados de recipientes de medición que se usarán para ensayar el concreto que contiene agregados de tamaño máximo nominal igual o más pequeños que los listados. El volumen real del recipiente será por lo menos 95 % del volumen nominal listado.

**Fuente:** Normas NTP 339.046 - 2013.

**Tabla N° 48: Tolerancias en los tiempos de prueba de los especímenes de concreto.**

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE
24 horas	± 0.5 h ó 2.1 %
03 días	± 2.0 h ó 2.8 %
07 días	± 6.0 h ó 3.6 %
28 días	± 20 h ó 3.0 %
90 días	± 48 h ó 2.2 %

**Fuente:** Normas NTP 339.034 - 2013.

**ANEXOS II: PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS.**

*Tabla N° 49: Granulometría de agregado fino – Ensayo N° 01*

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Ret. Acum	% Que Pasa	Huso Granulométrico		
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>	100	100	
4	4.75	250	13.28	13.28	<b>86.72</b>	95	100	
8	2.36	300	15.93	29.21	<b>70.79</b>	80	100	
16	1.18	280	14.87	44.08	<b>55.92</b>	50	85	
30	0.60	300	15.93	60.01	<b>39.99</b>	25	60	
50	0.30	250	13.28	73.29	<b>26.71</b>	10	30	
100	0.15	320	16.99	90.28	<b>9.72</b>	2	10	
200	0.08	100	5.31	95.59	<b>4.41</b>	MF=	<b>3.10</b>	
Cazoleta		83.00	4.41	100.00	<b>0.00</b>			
Muestra:		1883.00g						

*Gráfico N° 23: Curva granulométrica del agregado fino- Ensayo N° 01*

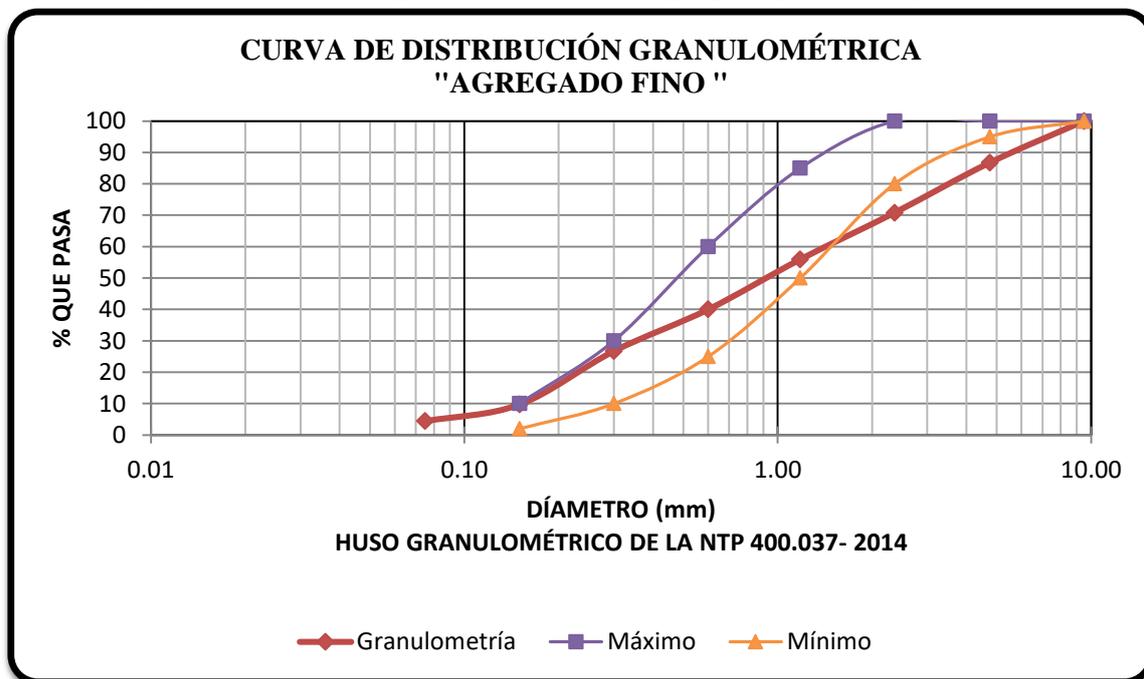
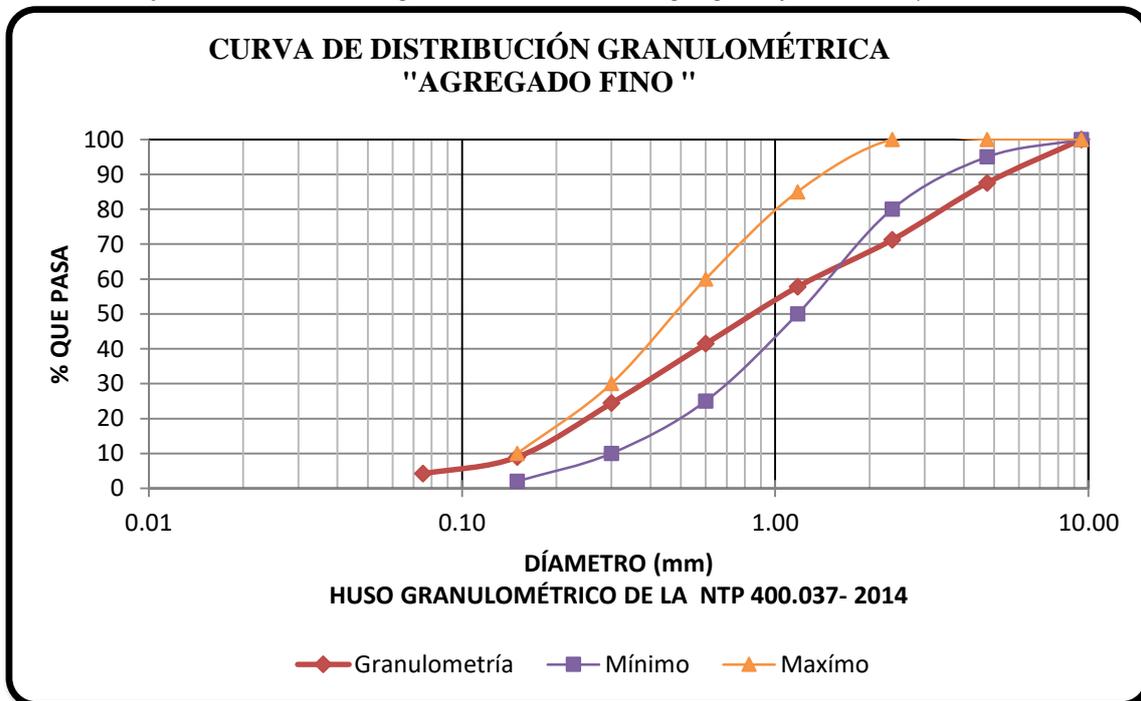


Tabla N° 50: Granulometría de agregado fino – Ensayo N° 02

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Ret. Acum	% Que Pasa	Huso Granulométrico		
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	<b>100.00</b>	100	100	
4	4.75	260	12.46	12.46	<b>87.54</b>	95	100	
8	2.36	341	16.34	28.80	<b>71.20</b>	80	100	
16	1.18	280	13.42	42.21	<b>57.79</b>	50	85	
30	0.60	341	16.34	58.55	<b>41.45</b>	25	60	
50	0.30	355	17.01	75.56	<b>24.44</b>	10	30	
100	0.15	322	15.43	90.99	<b>9.01</b>	2	10	
200	0.08	100	4.79	95.78	<b>4.22</b>	MF	3.09	
Cazoleta		88.00	4.22	100.00	<b>0.00</b>			
Muestra:	2087.00g							

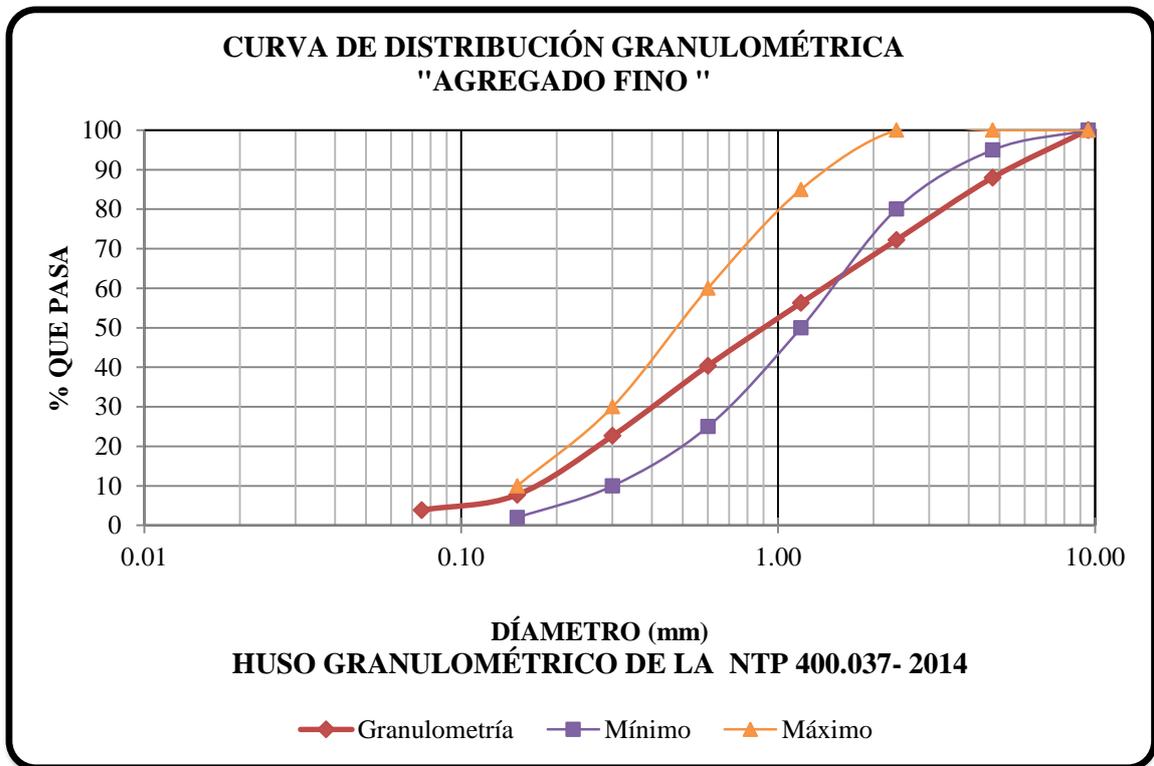
Gráfico N° 24: Curva granulométrica del agregado fino- Ensayo N° 02



**Tabla N° 51: Granulometría de agregado fino – Ensayo N° 03**

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Ret. Acum	% Que Pasa	Huso Granulométrico	
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00	100	100
4	4.75	275	12.06	12.06	87.94	95	100
8	2.36	360	15.78	27.84	72.16	80	100
16	1.18	363	15.91	43.75	56.25	50	85
30	0.60	362	15.87	59.62	40.38	25	60
50	0.30	405	17.76	77.38	22.62	10	30
100	0.15	340	14.91	92.28	7.72	2	10
200	0.08	88	3.86	96.14	3.86		
Cazoleta		88.00	3.86	100.00	0.00	MF	3.13
Muestra:		2281.00g					

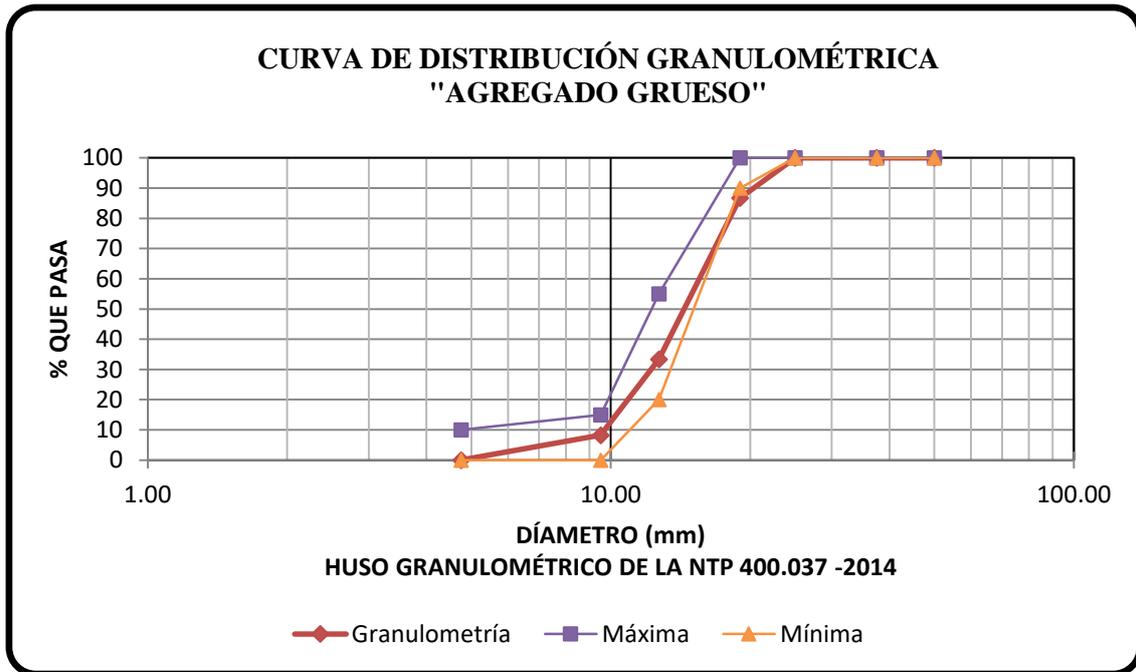
**Gráfico N° 25: Curva granulométrica del agregado fino- Ensayo N° 03**



**Tabla N° 52: Granulometría de agregado grueso – Ensayo N° 01.**

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	1050.00	13.30	13.30	86.70
1/2"	12.70	4210.00	53.35	66.65	33.35
3/8"	9.51	1982.00	25.11	91.76	8.24
4	4.75	650.00	8.24	100.00	0.00
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	0.00
<b>MUESTRA:</b>		<b>7892.00 Kg</b>			
<b>Mf=</b>		<b>7.05</b>			

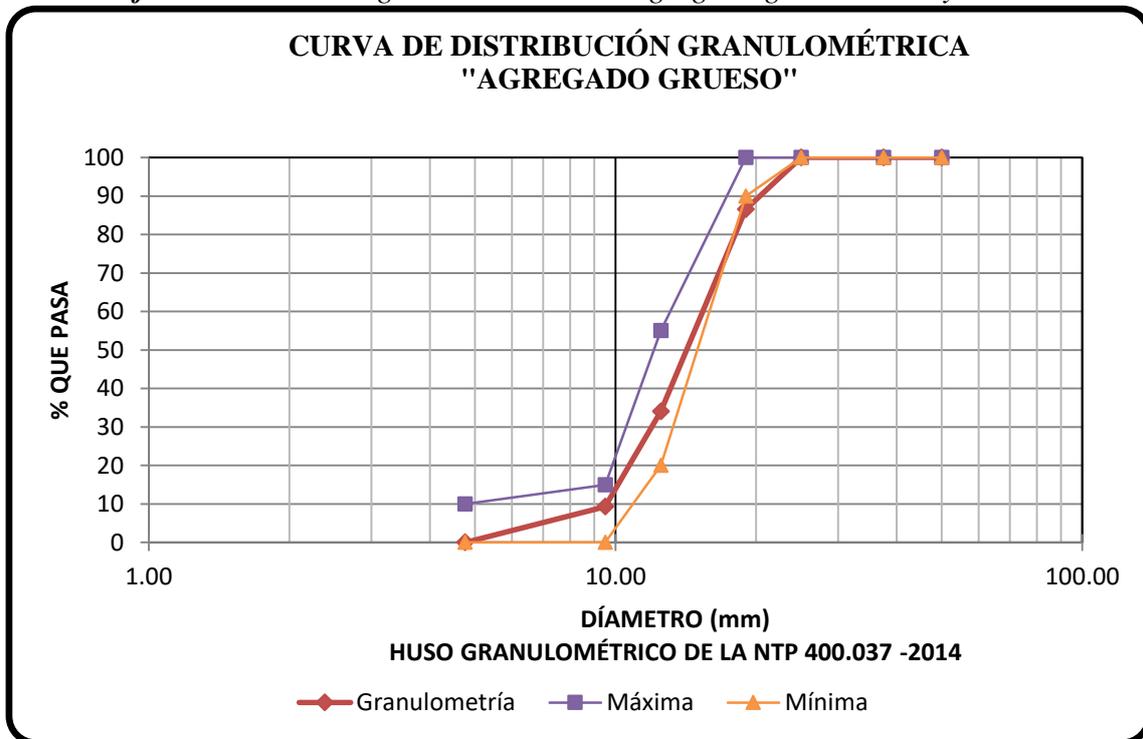
**Gráfico N° 26: Curva granulométrica del agregado grueso - Ensayo N° 01.**



*Tabla N° 53: Granulometría de agregado grueso – Ensayo N° 02.*

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	1080.00	13.48	13.48	86.52
1/2"	12.50	4207.00	52.50	65.97	34.03
3/8"	9.50	1982.00	24.73	90.70	9.30
4	4.76	745.00	9.30	100.00	0.00
Cazoleta		0.00	0.00	100.00	0.00
<b>Muestra:</b>		<b>8014.00 Kg</b>			
<b>Mf=</b>		<b>7.04</b>			

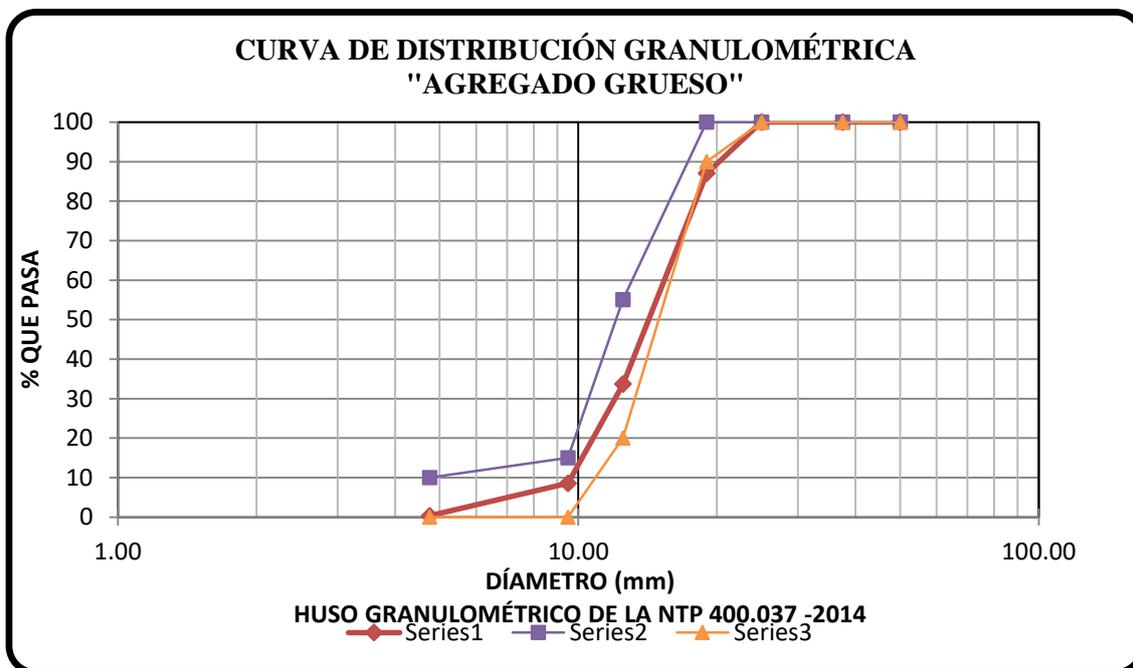
*Gráfico N° 27: Curva granulométrica del agregado grueso - Ensayo N° 02.*



**Tabla N° 54: Granulometría de agregado grueso – Ensayo N° 03.**

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Retenido parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	1022.00	12.96	12.96	87.04
1/2"	12.50	4210.00	53.39	66.35	33.65
3/8"	9.50	1978.00	25.09	91.44	8.56
4	4.75	650.00	8.24	99.68	0.32
Cazoleta		25.00	0.32	100.00	0.00
<b>Muestra:</b>		<b>7885.00 Kg</b>			
<b>Mf=</b>		<b>7.04</b>			

**Gráfico N° 28: Curva granulométrica del agregado grueso - Ensayo N° 03.**



**Tabla N° 55:** Resultado de densidad relativa y absorción de agregado fino.

ENSAYO	E-01	E-02	E-03	PROMEDIO
W.=Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)	494.51	494.50	494.45	
V=Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)	500.00	500.00	500.00	
Va=Peso en el agua de la muestra saturada (gr)	311.10	310.00	309.00	
a. Peso específico de masa $P_{e=W}/(V-Va)$ (gr/cm3)	2.62	2.60	2.61	<b>2.610</b>
b. Peso específico de masa saturada con superficie seca $P_{ess=500}/(V-Va)$ (gr/cm3)	2.65	2.63	2.62	<b>2.632</b>
c. Peso específico aparente $P_{ea=W}/((V-Va)-(500-w.))$ (gr/cm3)	2.70	2.68	2.67	<b>2.681</b>
d. Absorción $Abs=((500-W.) * 100)/W.$ (%)	1.29	1.31	1.30	<b>1.302</b>

**Tabla N° 56:** Resultado de densidad relativa y absorción de agregado grueso.

ENSAYO	FÓRMULA	E-01	E-02	E-03	PROMEDIO
A=Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)	-----	5223.00	5225.50	5225.00	
B=Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)	-----	5295.00	5298.00	5297.00	
C=Peso en el agua de la muestra saturada (gr)	-----	3292.00	3299.00	3290.00	
a. Peso específico de masa (gr/cm3)	$\frac{A}{(B - C)}$	2.61	2.62	2.63	<b>2.622</b>
b. Peso específico de masa saturada con superficie seca (gr/cm3)	$\frac{B}{(B - C)}$	2.64	2.65	2.64	<b>2.644</b>
c. Peso específico aparente (gr/cm3)	$\frac{A}{(A - C)}$	2.70	2.71	2.70	<b>2.706</b>
d. Absorción (%)	$\frac{(B - A)}{A}$	1.10	1.09	1.12	<b>1.101</b>

*Tabla N° 57: Resultados de contenido de humedad del agregado fino*

DESCRIPCION	Formula	E - 01	E - 02	E - 03	PROMEDIO
Peso Tara	Pt	30	32	32	
Peso Tara + muestra Húmeda	Pt+mh	537.9	514.8	513.9	
Peso de la Muestra Húmeda	mh	507.9	482.8	481.9	
Peso de Tara + Muestra Seca	Pt+ms	518	496	495	
Peso de la Muestra secada al horno (gr)	ms	488	464	463	
Peso del agua perdida (gr)	CA=(mh-ms)	19.9	18.8	18.9	
Contenido de Humedad (%)	CA/ms*100	4.08%	4.05%	4.08%	<b>4.07%</b>

*Tabla N° 58: Resultados de contenido de humedad del agregado grueso.*

Descripción	Formula	E - 01	E - 02	E - 03	PROMEDIO
Peso Tara	Pt	170	175	172	
Peso Tara + muestra Húmeda	Pt+mh	1646	1648	1649	
Peso de la Muestra Húmeda	mh	1476	1473	1477	
Peso de Tara + Muestra Seca	Pt+ms	1640	1642	1642.5	
Peso de la Muestra secada al horno (gr)	ms	1470	1467	1470.5	
Peso del agua perdida (gr)	CA=(mh-ms)	6	6	6.5	
Contenido de Humedad (%)	CA/ms*100	0.41%	0.41%	0.44%	<b>0.42%</b>

*Tabla N° 59: Peso específico del agua para determinar el Factor Agua "f".*

Calculo del peso específico del agua	E-01	E-02	E-03	Promedio
Peso de fiola+agua (gr)	711.05	710.90	710.92	
Peso de fiola (gr)	212.73	212.70	212.75	
Peso de agua (gr)	498.32	498.20	498.17	
Volumen fiola (cm3)	500.00	500.00	500.00	
Peso específico=W/V (gr/cm3)	0.9966	0.9964	0.9963	
<b>P.e en (gr/m3)</b>	<b>996.64</b>	<b>996.40</b>	<b>996.34</b>	<b>996.46</b>

*Tabla N° 60: Factor Agua “f” para determinar los Pesos Unitarios.*

Calculo del factor f	E-01	E-.02	E-03	Promedio
Peso del molde (gr)	4190.00	4190.00	4190.00	
Peso del molde más agua (gr)	13928.00	13928.00	13928.00	
Peso del Agua (kg)	9.7380	9.7380	9.7380	
>>> f (1/m3) =	<b>102.326967</b>	<b>102.326967</b>	<b>102.326967</b>	<b>102.326967</b>
		<b>7</b>	<b>7</b>	

*Tabla N° 61: Peso Unitario Suelto Seco del agregado fino.*

Ensayo	E-01	E-02	E-03	Promedio
Peso del recipiente (gr)	4190.000	4190.000	4190.000	
Peso del recipiente+muestra (gr)	19862.000	19891.000	19910.000	
Peso de muestra (gr)	15672.000	15701.000	15720.000	
f	102.326967	102.326967	102.326967	
			<b>7</b>	
PUS gr/m3	1.605	1.607	1.609	<b>1.607 gr/m3</b>

*Tabla N° 62: Peso Unitario Suelto Seco del agregado grueso.*

Ensayo	E-01	E-02	E-03	Promedio
Peso del recipiente (gr)	4190.000	4190.000	4190.000	
Peso del recipiente+muestra (gr)	18002.000	17592.000	17050.000	
Peso de muestra (gr)	13812.000	13402.000	12860.000	
f	102.326967	102.326967	102.32697	
PUS gr/m3	1.413	1.371	1.316	<b>1.367 gr/m3</b>

*Tabla N° 63: Peso Unitario Seco Compactado del agregado fino.*

Descripcion	E - 01	E - 02	E - 03	Promedio
Peso del Molde (gr)	4190.000	4190.000	4190.000	
Peso del Molde + Material (gr)	21175.000	21099.000	21210.000	
Peso del Material (gr)	16985.000	16909.000	17020.000	
Factor (F)	102.326967	102.32697	102.326967	
Peso Unitario Compactado (gr/m3)	1.738	1.730	1.742	<b>1.737 gr/m3</b>

**Tabla N° 64:** Peso Unitario Seco Compactado del agregado grueso.

Descripción	E - 01	E - 02	E - 03	Promedio
Peso del Molde (gr)	4190.000	4190.000	4190.000	
Peso del Molde + Material (gr)	18402.000	18690.000	19010.000	
Peso del Material (gr)	14212.000	14500.000	14820.000	
Factor (F)	102.34545	102.345451	102.345451	
Peso Unitario Compactado (gr/m <sup>3</sup> )	1.455	1.484	1.517	<b>1.485 gr/m<sup>3</sup></b>

**Tabla N° 65:** Resultado del porcentaje de desgaste del agregado grueso.

Ensayo	E-01	E-02	E-03	Promedio
Peso de muestra Seca (gr)	5000.00	5000.00	5000.00	
Wo=Peso de muestra Seca + recipiente (gr)	3820.00	3830.00	3835.00	
Recipiente (gr)	305.50	305.50	305.50	
Wf=Peso de muestra seca final (gr)	3514.50	3524.50	3529.50	
Abrasión (%) =(Wo-Wf)/Wo*100	29.71%	29.51%	29.41%	<b>29.54%</b>

**Tabla N° 66:** Ensayo de partículas menores al tamiz N° 200 del agregado fino.

DESCRIPCION	E - 01	E - 02	E - 03	PROMEDIO
Peso del Mterial seco antes del ensayo (gr)	2296.50	2291.50	2295.00	
Peso del Mterial seco despues del ensayo (gr)	2210.50	2205.30	2208.00	
Peso de la muestra lavada	86	86.2	87	
Peso de material que pasa tamiz N° 200(gr)	3.74%	3.76%	3.79%	<b>3.77%</b>

**Tabla N° 67:** Ensayo de partículas menores al tamiz N° 200 del agregado grueso.

Descripción	E - 01	E - 02	E - 03	Promedio
Peso del Material seco antes del ensayo (gr)	5284.0	5130.0	5035.0	
	0	0	0	
Peso del Material seco después del ensayo (gr)	5250.4	5098.0	5002.1	
	0	0	0	
Peso de la muestra lavada	33.6	32	32.9	
Peso de material que pasa tamiz N° 200(gr)	0.64%	0.62%	0.65%	0.64%

## ANEXOS III: HOJA TÉCNICA DEL ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE.



Hoja Técnica

# CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE

Aditivo plastificante e impermeabilizante para concreto

IMP.L1.5  
RMP - V.2

**DESCRIPCIÓN** CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE es un aditivo plastificante e impermeabilizante libre de cloruros que reduce la permeabilidad y aumenta la trabajabilidad del concreto obteniendo una reducción en la relación agua/cemento. Es apropiado para reservorios y tanques de agua potable. (Ver cuadro de Impermeabilizantes Integrales CHEMA).

- VENTAJAS** El concreto tratado con CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE tiene las siguientes ventajas:
- Mejor acabado: La plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.
  - Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos esbeltos con alta densidad de armadura con una ligera vibración, sin necesidad de aumentar la relación agua / cemento.
  - Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
  - Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.
  - Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.
  - No contiene cloruros.
  - Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.
  - No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina. Cuenta con certificado CEPIS<sup>1</sup>.

- USOS**
- En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos.
  - En concreto caravista.
  - En concretos pretensados y post-tensados.
  - En obras hidráulicas.
  - En concretos para elementos pre-fabricados: postes, buzones, cajas, tuberías, etc.
  - En concretos para pavimentos y puentes.
  - En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.
  - En concretos de reparación en general.
  - En construcciones frente al mar se recomienda utilizarlo desde los cimientos, en el concreto de techos, vigas, columnas, pisos, en el mortero de asentado y en el tarrajeo.
  - En esculturas de concreto.

**DATOS TÉCNICOS**

Densidad: 3.78 – 4.16 kg/gal  
Color: Marrón  
Aspecto: Líquido  
Ph: 8.2 – 9.2

<sup>1</sup> CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.



Calidad que Construye

# CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE

Aditivo plastificante e impermeabilizante para concreto

IMP.L1.1  
IMP - V.0

## PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

1. Agregar 400 ml de CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE por bolsa de cemento al agua de amasado de acuerdo al efecto deseado, sin combinarlo con otros aditivos. Se sugiere realizar pruebas previas con los materiales, tipo de cemento y condiciones de obra.
2. Para un mejor resultado en tarrajeos, aplique 2 capas de 1 cm. de espesor. Después de realizar el tarrajeo, curar con agua o utilizar Curadores CHEMA. Use CHEMA FIBRA ULTRA FINA para evitar rajaduras.

## RENDIMIENTO

La dosis sugerida es 400 ml de CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE por bolsa de cemento.  
La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales, tipo de cemento y en las condiciones de obra.

## PRESENTACIÓN

Envase de 1 gal. (Código: 05003700) / Master Pack de 4 unidades.  
Envase de 5 gal. (Código: 05003701)  
Envase de 55 gal. (Código: 05003702)

## ALMACENAMIENTO

De almacenarse en lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo su tiempo de vida útil será de 1 año.

## PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES

En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).  
Producto tóxico. NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.  
No coma ni beba mientras manipula el producto.  
Lávese las manos luego de manipular el producto.  
Utilice guantes de seguridad, gafas y ropa protectoras de trabajo.  
Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.  
En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.  
Si es ingerido, no provocar vómitos; procure buscar ayuda médica inmediata.

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

## ANEXO IV: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PACASMAYO TIPO I.



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
Calle La Colonia Nro 190 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 898 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 8200



G-007-04  
Versión 03

### Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150  
Pacasmayo, 15 de Agosto del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.66	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECÍFICA

#### Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	26.5 (271)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	34.3 (350)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	39.8 (406)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

#### Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	261	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-07-2017 al 31-07-2017.  
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2017.  
(\*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas  
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

# ANEXO V: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PACASMAYO TIPO V.



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
 Calle La Colonia No. 150 Urb. El Vivero de Moribenco Santiago de Surco - Lima  
 Carretera Panamericana Norte Km. 466 Pacasmayo - La Libertad  
 Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
 Versión 03

## Cemento Portland Tipo V

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150  
 Pacasmayo, 15 de Agosto del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.1	Máximo 6.0
SO3	%	1.9	Máximo 2.3
C3A	%	3.1	Máximo 5
C4AF + 2(C3A)	%	19.9	Máximo 25
Pérdida por Ignición	%	1.8	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.38	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	16	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.05	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.11	NO ESPECIFICA

**Resistencia Compresión :**

Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	19.6 (200)	Mínimo 8.0 (Mínimo 82)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	27.3 (278)	Mínimo 15.0 (Mínimo 153)
Resistencia Compresión a 28 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	34.0 (347)	Mínimo 21.0 (Mínimo 214)

**Tiempo de Fraguado Vicat :**

Fraguado Inicial	min	173	Mínimo 45
Fraguado Final	min	300	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-07-2017 al 31-07-2017.  
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2017.  
 (\*) Requisito opcional.

**Ing. Gabriel G. Mansilla Piestas**  
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : **Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.**

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

## ANEXO VI: CERTIFICADO DEL LABORATORIO.



Universidad Nacional de Cajamarca  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*Departamento Académico de Ciencias de la Ingeniería*



EL DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, DEJA :

### CONSTANCIA:

Que la señorita VERÓNICA DEL PILAR CARAHUATAY GOICOCHEA, Bachiller de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, ha realizado sus ensayos en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNC, para la Tesis Titulada "INFLUENCIA DEL ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO, USANDO CEMENTO PACASMAYO TIPO I Y TIPOV (ASTM C-150)". Dichos ensayos se realizaron del 06 de marzo del 2018 al 15 de junio de 2018.

Se expide la presente, para los fines que estime conveniente.

Cajamarca, 31 de julio de 2018.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Departamento Académico de Ciencias de la Ingeniería  
*[Firma]*  
M.Cs. Ing. ANTONIO CANTUJÓN VARGAS  
DIRECTOR

## ANEXO VII: TABLAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

**Tabla N° 68:** Resistencia a la compresión promedio

$f'c$ ( kg / cm <sup>2</sup> )	$f'cr$ ( kg / cm <sup>2</sup> )
Menor de 214.20	$f'c + 71.4$
214.20 a 357.00	$f'c + 86.7$
Mayor de 357.00	$1.1f'c + 51$

*Fuente:* Diseño de mezclas – Riva López.

**Tabla N° 69:** Consistencia, Asentamiento y Trabajabilidad del concreto.

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD
Seca	0" a 2"	Poco Trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Húmeda	≥ 5"	Muy Trabajable

*Fuente:* Diseño de mezclas – Riva López.

**Tabla N° 70:** Requerimientos de agua en L/m<sup>3</sup> y contenido de aire del concreto para los tamaños nominales máximos del agregado grueso y consistencia indicada

Tipo de concreto	Asentamiento	TMN del agregado grueso							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Sin aire incorporado	0" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
	3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
	> 5"	243	228	216	202	190	178	160	-
	Contenido de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Con aire incorporado	0" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
	3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
	> 5"	216	205	197	184	174	166	154	-
	Contenido de aire total	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

*Fuente:* Diseño de mezclas – Riva López.

**Tabla N° 71: Relación agua/cemento por resistencia**

f cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

*Fuente: Diseño de mezclas – Riva López.*

**Tabla N° 72: Módulo de finura de la combinación de agregados**

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de finura de la combinación de los agregados para los contenidos de cemento en saco / m3 indicados.			
	6.00	7.00	8.00	9.00
3 / 8 "	3.96	4.04	4.11	4.19
1 / 2 "	4.46	4.54	4.61	4.89
3 / 4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
1 "	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
2 "	5.86	5.94	6.01	6.09
3 "	6.16	6.24	6.31	6.38

*Fuente: Universidad de Maryland (Diseño de mezclas. Riva López)*

Estos valores están referidos al agregado grueso, adecuadamente graduado con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores deben incrementarse o disminuirse en porcentaje de vacíos. 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

Los valores de esta tabla pueden dar mezclas ligeramente sobrearenosa para pavimento o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables deben ser incrementados en 0.2.

**Tabla N° 73:** Límites de sustancia permisibles en el agua de mezcla o curado.

Descripción	Límites permisibles
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1000 ppm máximo
Sulfatos (ión SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	600 ppm máximo
Cloruros (ión Cl <sup>-1</sup> )	1000 ppm máximo
pH	entre 5.0 y 8.0
De preferencia el agua a emplear debe ser potable.	

*Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088*

## ANEXO VIII: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

### A. Diseño de mezclas usando el Cemento PACASMAYO TIPO I.

*Tabla N° 74: Datos para el diseño de mezcla del concreto para ajuste de mezclas de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo I.*

TESIS	"INFLUENCIA DEL ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO, USANDO CEMENTO PACASMAYO TIPO I Y TIPO V (ASTM C-150)"		
TESISTA	Bach. Ing. Verónica Del Pilar Carahuatay Goicochea		
<b>DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS</b>			
Fecha de Diseño	17 de marzo de 2018		
Revisado por	Mg. Ing. HECTOR A. PEREZ LOAYZA		
<b>UBICACIÓN DEL LUGAR DE EXTRACCIÓN DE LOS AGREGADOS</b>			
Cantera donde se extraen el material	RIO CHONTA		
DATUM	USO	FRANJA	
WGS-84	17	M	
COORDENADAS	ESTE	0779643	
UTM	NORTE	9207567	
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto ( $f'c$ )	=	280	kg / cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del Concreto ( $f'cr$ )	=	336	kg / cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso unitario suelto seco (kg/m <sup>3</sup> )	: 1607.00	Peso unitario suelto seco (kg/m <sup>3</sup> )	: 1367.00
Peso unitario seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	: 1737.00	Peso unitario seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	: 1485.00
Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	: 2.61	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	: 2.62
Peso específico de masa S.S.S. (gr/cm <sup>3</sup> )	: 2.63	Peso específico de masa S.S.S. (gr/cm <sup>3</sup> )	: 2.64
Peso específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	: 2.68	Peso específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	: 2.71
Absorción (%)	: 1.30	Absorción (%)	: 1.10
Contenido de Humedad (%)	: 4.07	Contenido de Humedad (%)	: 0.42
Módulo de Finura	: 3.11	Módulo de Finura	: 7.04
Partículas Menores del Tamiz N° 200	: 3.77	Tamaño máximo Nominal (Pulg.)	: 3/4"
<b>CEMENTO</b>		<b>Perfil del Agregado</b>	
Norma	: NTP 334.009-2013	Abrasion (%)	: 29.54
Tipo de Cemento		<b>Pacasmayo Tipo I</b>	
Peso Específico (gr/cn)		3.08	
<b>CHEMA PLAST IMPERMEABILIZANTE</b>		<b>AGUA</b>	
Peso Específico (gr/cn)	: 1.05		
aplicacion del aditivo	: 0 ml por bolsa de Cemento	Norma	: NTP 334.009-2013
		Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	: 1.00



**Tabla N° 75: Diseño de mezcla del concreto para ajuste de mezclas de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo I.**

<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
<b>Selección del Asentamiento</b>	Tipo de consistencia	:	Plástica
	Asentamiento	:	3" - 4"
<b>Tipo de Concreto a diseñar</b>	Concreto Sin Aire Incorporado		
<b>Volumen unitario de Agua</b>			204.00 lt/m <sup>3</sup>
<b>Reducción del 5 % Agua de mezcla por el uso de chema plast impermeabilizante</b>	Agua de diseño	:	204.00 lt/m <sup>3</sup>
<b>Contenido de aire total</b>			2.00 %
<b>Relación Agua / Cemento</b>			<b>0.50</b>
<b>Factor cemento</b>	Peso del Cemento	:	408.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Factor Cemento	:	9.6 Bolsas/m <sup>3</sup>
<b>Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta :</b>	Cemento	:	0.132 m <sup>3</sup>
	Agua	:	0.204 m <sup>3</sup>
	Aire	:	0.020 m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.000 m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes	:	0.356 m <sup>3</sup>
	<b>Volumen absolutos de los Agregados.</b>	Volumen absoluto	:
<b>Módulo de finura de la Combinación de Agregados</b>	Contenido de Cemento	:	9.6 Bolsas/m <sup>3</sup>
	TMN	:	3/4"
	MFCA	:	5.08
<b>Agregado Fino en relación al volumen absoluto total de Agregado.</b>	Porcentaje de Agregado Fino	:	50.01 %
<b>Volúmenes absolutos de los Agregados.</b>	Agregado Fino	:	0.322 m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	0.322 m <sup>3</sup>
<b>Peso Seco de los Agregados.</b>	Agregado Fino	:	840.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	842.80 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales calculados por el Método del Módulo de Finura de la Combinación de Agregados a ser empleados como valores de Diseño.</b>	Cemento	:	408.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño	:	204.00 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco	:	840.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco	:	842.80 Kg/m <sup>3</sup>
	<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	:
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por humedad del agregado</b>	Agua de diseño	:	21.25 lt/bls
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/bls
	Agregado Fino seco	:	87.50 Kg/bls
	Agregado Grueso seco	:	87.79 Kg/bls
	Cemento	:	1.00
	Chema plast impermeabilizante	:	0.000
	Agregado fino seco	:	2.06
	Agregado grueso seco	:	2.07
	Agua de Diseño	:	21.3 lt/bls

**Tabla N° 76:** Corrección por contenido de humedad de los agregados para la preparación de especímenes de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo I.

<b>CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>Materiales de Diseño</b>	Cemento	:	408.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño	:	204.00 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco	:	840.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco	:	842.80 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Humedad de los Componentes</b>	Agregado Fino	:	4.07 %
	Agregado Grueso	:	0.42 %
<b>Absorción de los Componentes</b>	Agregado Fino	:	1.30 %
	Agregado Grueso	:	1.10 %
<b>Peso Húmedo de los Componentes</b>	Agregado Fino	:	874.20 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	846.30 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial de los Componentes</b>	Agregado Fino	:	2.77 %
	Agregado Grueso	:	-0.68 %
<b>Aporte de Humedad de los Componentes</b>	Agregado Fino	:	23.30 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	-5.70 lt/m <sup>3</sup>
	Aporte Total	:	17.60 lt/m <sup>3</sup>
<b>Agua Efectiva</b>	Agua Efectiva	:	186.40 lt/m <sup>3</sup>
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m<sup>3</sup></b>	Cemento	:	408.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua Efectiva	:	186.40 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino Húmedo	:	874.20 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso Húmedo	:	846.30 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva</b>		:	0.46
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	:	42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva	:	19.4 lt/bls
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/bls
	Agregado fino húmedo	:	91.1 Kg/bls
	Agregado grueso húmedo	:	88.2 Kg/bls
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.</b>	Cemento	:	1
	Chema plast impermeabilizante		0.00 lt / saco
	Agregado fino húmedo	:	2.14
	Agregado grueso húmedo	:	2.07
	Agua Efectiva	:	19.4 lt / saco

*Tabla N° 77: Corrección por agua adicional, apariencia, asentamiento y contenido de aire de los agregados, usando cemento Pacasmayo tipo I.*

<b>CORRECCIÓN POR APARIENCIA, ASENTAMIENTO, AGUA ADICIONAL Y CONTENIDO DE AIRE</b>			
<b>Contenido de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	4.07 %
	Agregado Grueso	:	0.42 %
<b>Absorción de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.30 %
	Agregado Grueso	:	1.10 %
<b>Humedad Superficial de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	2.77 %
	Agregado Grueso	:	-0.68 %
<b>Materiales de diseño por tanda (0.02 m3)</b>	Cemento	:	8.16 Kg/tanda
	Agua de diseño	:	4.08 lt/tanda
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/tanda
	Agregado Fino seco	:	16.80 Kg/tanda
	Agregado Grueso seco	:	16.86 Kg/tanda
<b>Materiales corregidos por humedad por tanda (0.02 m3)</b>	Cemento	:	8.16 Kg/tanda
	Agua Efectiva	:	3.73 lt/tanda
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/tanda
	Agregado fino húmedo	:	17.48 Kg/tanda
	Agregado grueso húmedo	:	16.93 Kg/tanda
<b>Datos obtenidos en laboratorio</b>	Apariencia	:	homogenea
	Asentamiento	:	10.00 cm
	Agua adicional	:	250.00 cm3
	Contenido de Aire	:	0.46 %
	Peso Unitario del Concreto	:	2331.00 Kg/m3
<b>Tanda de mezclado</b>	Cemento	:	8.16 Kg/tanda
	Agua Añadida	:	3.98 lt/tanda
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/tanda
	Agregado fino húmedo	:	17.48 Kg/tanda
	Agregado grueso húmedo	:	16.93 Kg/tanda
	<b>Peso de la Colada</b>	<b>:</b>	<b>46.55 Kg/tanda</b>
<b>Rendimiento</b>	Rendimiento de la tanda	:	0.01997 m3/tanda
<b>Agua de mezclado por tanda</b>	Aporte del Agregado Fino	:	0.47 lt/tanda
	Aporte del Agregado Grueso	:	-0.11 lt/tanda
	Agua Añadida	:	3.98 lt/tanda
	<b>Agua de mezclado por tanda</b>	<b>:</b>	<b>4.34 lt/tanda</b>
<b>Agua de mezclado por m3, corrección por agua adicional</b>	<b>Agua de mezclado por m3</b>	<b>:</b>	<b>217.23 lt/m3</b>
<b>Corrección por asentamiento (Incremento de 2 lt por cada incremento de 1 cm en asentamiento)</b>	Asentamiento deseado	:	9.00 cm
	Asentamiento obtenido	:	10.00 cm
	Disminuir asentamiento en	:	-1.00 cm
	Disminuir el agua de mezcla en	:	-2.00 lt/m3
<b>Agua de mezclado por m3, corrección por asentamiento</b>	<b>Agua de mezclado por m3</b>	<b>:</b>	<b>215.23 lt/m3</b>
<b>Corrección por contenido de aire (Incremento de 2 lt por cada disminución de 1 % en el contenido de aire)</b>	Contenido de aire deseado	:	2.00 %
	Contenido de aire obtenido	:	0.46 %
	Incrementar el contenido de aire en	:	1.54 %
	Disminuir el agua de mezcla en	:	-3.09 lt/m3
<b>Agua de mezclado por m3, corrección por contenido de aire</b>	<b>Agua de mezclado por m3</b>	<b>:</b>	<b>212.14 lt/m3</b>
<b>Corrección por apariencia de la mezcla (Mezcla Sobregravosa)</b>	Agua de diseño	:	0.2121 m3
	Cemento	:	0.1378 m3
	Chema plast impermeabilizante	:	0.0000 m3
	Aire atrapado	:	0.0200 m3
	Agregado grueso	:	0.3217 m3
	Agregado fino	:	0.3084 m3
<b>Nuevos Materiales de Diseño</b>	Agua de diseño	:	212.10 lt/m3
	Cemento	:	424.42 Kg/m3
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/m3
	Agregado grueso	:	842.80 Kg/m3
	Agregado fino	:	804.98 Kg/m3
	Aire atrapado	:	2.00 %

**Tabla N° 78 : Corrección por variación de la resistencia debido al grado de hidratación del concreto. usando cemento Pacasmayo tipo I.**

<b>CORRECCIÓN POR RESISTENCIA</b>			
<b>Resistencia promedio de los especímenes de ensayo a los 7 días</b>	Resistencia del espécimen 01	:	301.14 kg/cm <sup>2</sup>
	Resistencia del espécimen 02	:	295.18 kg/cm <sup>2</sup>
	Resistencia del espécimen 03	:	306.71 kg/cm <sup>2</sup>
	Resistencia prom. de 03 especímen:	:	301.01 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Probable resistencia a los 28 días (1.37 de la resistencia a los 7 días)</b>	Resistencia probable a los 28 días	:	412.38 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia deseada a los 28 días</b>	Resistencia deseada a los 28 días f:	:	280.00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Relación a/c empleada en el diseño original</b>	Relación a/c diseño original	:	0.50
<b>Grado de hidratación del concreto bajo las condiciones de curado</b>	Grado de hidratación ( $\alpha$ )	:	0.59
<b>Relación a/c empleada en el diseño original</b>	Relación a/c corregida por hidrat.	:	0.59
<b>Nuevos Materiales de Diseño</b>	Agua de diseño	:	212.10 lt/m <sup>3</sup>
	Cemento	:	359.49 Kg/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco	:	871.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco	:	831.91 Kg/m <sup>3</sup>
	Aire atrapado	:	2.00 %

**Tabla N° 79: Diseño del concreto patrón de mezcla. usando cemento Pacasmayo tipo I.**

<b>CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>Materiales de Diseño</b>	Cemento	:	359.49 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño	:	212.10 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco	:	831.91 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco	:	871.00 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.20 %
	Agregado Grueso	:	0.30 %
<b>Absorción de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.30 %
	Agregado Grueso	:	1.10 %
<b>Peso Húmedo de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	841.90 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	873.60 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	-0.10 %
	Agregado Grueso	:	-0.80 %
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	-0.80 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	-7.00 lt/m <sup>3</sup>
	Aporte Total	:	-7.80 lt/m <sup>3</sup>
<b>Agua Efectiva</b>	Agua Efectiva	:	219.90 lt/m <sup>3</sup>
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m<sup>3</sup></b>	Cemento	:	359.49 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua Efectiva	:	219.90 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino Húmedo	:	841.90 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso Húmedo	:	873.60 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva</b>		:	0.61
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	:	42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva	:	26.0 lt/bls
	Chema plast impermeabilizante	:	0.0 lt/bls
	Agregado fino húmedo	:	99.5 Kg/bls
	Agregado grueso húmedo	:	103.3 Kg/bls
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.</b>	Cemento	:	1
	Agua Efectiva	:	26.0 lt / saco
	Chema plast impermeabilizante	:	0.0 lt / saco
	Agregado fino húmedo	:	2.34
	Agregado grueso húmedo	:	2.43

**Tabla N° 80: Diseño de mezcla del concreto con adición de 200 ml/bolsa del aditivo de Chemaplast impermeabilizante. usando cemento Pacasmayo tipo I.**

<b>Tipo de Cemento</b>	: Pacasmayo Tipo I	<b>AGUA</b>	
<b>Peso Específico (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	: 3.08	<b>Norma</b>	NTP 334.009-2013
<b>CHEMA PLAST IMPERMEABILIZANTE</b>		<b>Peso específico (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.00
<b>Peso Específico (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	:	1.05	
<b>Aplicación del aditivo</b>	:	200 ml por bolsa de Cemento	
<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			
<b>Materiales de diseño con 0.00 ml de adición de chemaplast impermeabilizante</b>	Agua de diseño	:	212.10 lt/m <sup>3</sup>
	Cemento	:	359.49 Kg/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco	:	871.00 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco	:	831.91 Kg/m <sup>3</sup>
	Aire atrapado	:	2.00 %
<b>Volumenes absolutos de materiales de diseño con 0.00 ml de adición de chemaplast impermeabilizante</b>	Agua de diseño	:	0.212 m <sup>3</sup>
	Cemento	:	0.117 m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.000 m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco	:	0.332 m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco	:	0.319 m <sup>3</sup>
	Aire atrapado	:	0.020 m <sup>3</sup>
<b>Reduccion del 5 % del Agua de mezcla por el uso de chemaplast impermeabilizante</b>	Agua de diseño	:	212.10 lt/m <sup>3</sup>
	Nueva agua de diseño	:	201.50 lt/m <sup>3</sup>
	Relacion A/C de ajuste	:	0.59 lt/m <sup>3</sup>
	Nuevo Peso del cemento	:	341.52 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Volumenes absolutos de materiales de diseño con 200 ml del aditivo chemaplast impermeabilizante</b>	Nueva agua de diseño	:	0.200 m <sup>3</sup>
	Nuevo Cemento	:	0.111 m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.0015 m <sup>3</sup>
	Aire atrapado	:	0.020 m <sup>3</sup>
<b>Porcentaje de Agregados de diseño</b>	Agregado grueso seco	:	51.052 %
	Agregado fino seco	:	48.948 %
<b>Volumenes absolutos de materiales de diseño con 200ml por bolsa de cemento</b>	Nueva agua de diseño	:	0.200 m <sup>3</sup>
	Nuevo Cemento	:	0.111 m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	0.002 m <sup>3</sup>
	Aire atrapado	:	0.020 m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco	:	0.341 m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco	:	0.327 m <sup>3</sup>
<b>Proporción en peso de los materiales de diseño</b>	Agua de diseño	:	199.96 lt/m <sup>3</sup>
	Cemento	:	341.52 Kg/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	1.61 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco	:	892.99 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco	:	852.91 Kg/m <sup>3</sup>
	Aire atrapado	:	2.00 %

**Tabla N° 81: Corrección por humedad de los agregados del diseño de mezcla del concreto más Chemaplast impermeabilizante 200 ml/ bolsa. usando cemento Pacasmayo tipo I.**

<b>CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>Cantera de donde se extraen los materiales :</b>	<b>RIO CHONTA</b>		
<b>Materiales de Diseño</b>	Cemento	:	341.52 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño	:	199.96 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	1.61 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco	:	852.91 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco	:	892.99 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.80 %
	Agregado Grueso	:	0.30 %
<b>Absorción de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.16 %
	Agregado Grueso	:	1.10 %
<b>Peso Húmedo de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	868.30 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	895.70 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	0.64 %
	Agregado Grueso	:	-0.80 %
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	5.50 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	-7.10 lt/m <sup>3</sup>
	Aporte Total	:	-1.60 lt/m <sup>3</sup>
<b>Agua Efectiva</b>	Agua Efectiva	:	201.56 lt/m <sup>3</sup>
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m<sup>3</sup></b>	Cemento	:	341.52 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua Efectiva	:	201.56 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	1.61 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino Húmedo	:	868.30 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso Húmedo	:	895.70 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva</b>		:	0.59
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	:	42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva	:	25.1 lt/bls
	Chema plast impermeabilizante	:	0.20 lt/bls
	Agregado fino húmedo	:	108.1 Kg/bls
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.</b>	Cemento	:	1
	Chema plast impermeabilizante	:	0.200 lt / saco
	Agregado fino húmedo	:	2.54
	Agregado grueso húmedo	:	2.62
	Agua Efectiva	:	25.1 lt / saco

**Tabla N° 82: Corrección por humedad de los agregados del diseño de mezcla del concreto más Chemaplast impermeabilizante 300 ml/ bolsa. usando cemento Pacasmayo tipo I.**

<b>CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>Cantera de donde se extraen los materiales :</b>	<b>RIO CHONTA</b>		
<b>Materiales de Diseño</b>	Cemento	:	341.52 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño	:	199.19 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	2.42 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco	:	852.91 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco	:	892.99 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.80 %
	Agregado Grueso	:	0.30 %
<b>Absorción de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.30 %
	Agregado Grueso	:	1.10 %
<b>Peso Húmedo de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	868.30 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	895.70 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	0.50 %
	Agregado Grueso	:	-0.80 %
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	4.30 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	-7.10 lt/m <sup>3</sup>
	Aporte Total	:	-2.80 lt/m <sup>3</sup>
<b>Agua Efectiva</b>	Agua Efectiva	:	201.99 lt/m <sup>3</sup>
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m<sup>3</sup></b>	Cemento	:	341.52 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua Efectiva	:	201.99 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	2.42 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino Húmedo	:	868.30 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso Húmedo	:	895.70 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva</b>		:	0.59
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	:	42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva	:	25.1 lt/bls
	Chema plast impermeabilizante	:	0.30 lt/bls
	Agregado fino húmedo	:	108.1 Kg/bls
	Agregado grueso húmedo	:	111.5 Kg/bls
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.</b>	Cemento	:	1
	Chema plast impermeabilizante	:	0.301 lt / saco
	Agregado fino húmedo	:	2.54
	Agregado grueso húmedo	:	2.62
	Agua Efectiva	:	25.1 lt / saco

**Tabla N° 83: Corrección por humedad de los agregados del diseño de mezcla del concreto más Chemaplast impermeabilizante 400 ml/ bolsa. usando cemento Pacasmayo tipo I.**

<b>CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>Fecha de Corrección</b>	:	17de marzo de 2018	
<b>Revisado por</b>	:	Mg. Ing. HECTOR A. PEREZ LOAYZA	
<b>Cantera de donde se extraen los materiales :</b>		<b>RIO CHONTA</b>	
<b>Materiales de Diseño</b>	Cemento	:	341.52 Kg/m3
	Agua de diseño	:	198.43 lt/m3
	Chema plast impermeabilizante	:	3.22 lt/m3
	Agregado Fino seco	:	852.91 Kg/m3
	Agregado Grueso seco	:	892.99 Kg/m3
<b>Contenido de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.80 %
	Agregado Grueso	:	0.30 %
<b>Absorción de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.30 %
	Agregado Grueso	:	1.10 %
<b>Peso Húmedo de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	868.30 Kg/m3
	Agregado Grueso	:	895.70 Kg/m3
<b>Humedad Superficial de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	0.50 %
	Agregado Grueso	:	-0.80 %
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	4.30 lt/m3
	Agregado Grueso	:	-7.10 lt/m3
	Aporte Total	:	-2.80 lt/m3
<b>Agua Efectiva</b>	Agua Efectiva	:	201.23 lt/m3
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3</b>	Cemento	:	341.52 Kg/m3
	Agua Efectiva	:	201.23 lt/m3
	Chema plast impermeabilizante	:	3.22 lt/m3
	Agregado Fino Húmedo	:	868.30 Kg/m3
	Agregado Grueso Húmedo	:	895.70 Kg/m3
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva</b>		:	0.59
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	:	42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva	:	25.0 lt/bls
	Chema plast impermeabilizante	:	0.40 lt/bls
	Agregado fino húmedo	:	108.1 Kg/bls
	Agregado grueso húmedo	:	111.5 Kg/bls
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.</b>	Cemento	:	1
	Chema plast impermeabilizante	:	0.401 lt / saco
	Agregado fino húmedo	:	2.54
	Agregado grueso húmedo	:	2.62
	Agua Efectiva	:	25.0 lt / saco

## B. Diseño de mezclas usando el Cemento PACASMAYO TIPO V.

*Tabla N° 84: Comprobación del diseño de mezclas del concreto. Datos para el diseño de mezcla del concreto para ajuste de mezclas de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo V.*

TESIS	:	“INFLUENCIA DEL ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO, USANDO CEMENTO PACASMAYO TIPO I Y TIPO V (ASTM C-150)”	
TESISTA	:	Bach. Ing. Verónica Del Pilar Carahuatay Goicochea	
<b>DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS</b>			
Fecha de Diseño	:	03 de setiembre del 2018	
Revisado por	:	Mg. Ing. JOSÉ LEZAMA LEIVA	
Ubicación del lugar de extracción de los agregados			
Cantera de donde se extraen el material	:	RIO CHONTA	
DATUM	USO	FRANJA	
WGS-84	17	M	
COORDENADAS UTM	ESTE	:	0779643
	NORTE	:	9207567
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto ( $f'c$ )	=	280	kg / cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del Concreto ( $f'cr$ )	=	336	kg / cm <sup>2</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso unitario suelto seco (kg/m <sup>3</sup> )	:	1607.00	Peso unitario suelto seco (kg/m <sup>3</sup> ) : 1367.00
Peso unitario seco compactado (kg/m <sup>3</sup> )	:	1737.00	Peso unitario seco compactado (kg/m <sup>3</sup> ) : 1485.00
Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> )	:	2.61	Peso específico de masa (gr/cm <sup>3</sup> ) : 2.62
Peso específico de masa S.S.S. (gr/cm <sup>3</sup> )	:	2.63	Peso específico de masa S.S.S. (gr/cm <sup>3</sup> ) : 2.64
Peso específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	:	2.68	Peso específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> ) : 2.71
Absorción (%)	:	1.30	Absorción (%) : 1.10
Contenido de Humedad (%)	:	1.20	Contenido de Humedad (%) : 0.30
Módulo de Finura	:	3.11	Módulo de Finura : 7.04
Partículas Menores del Tamiz N° 200	:	3.77	Tamaño máximo Nominal (Pulg.) : 3/4"
<b>CEMENTO</b>		Perfil del Agregado : Angular	
Norma	:	NTP 334.009-2013	Abrasion (%) : 29.54
Tipo de Cemento	:	Pacasmayo Tipo V	
Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )	:	3.11	
<b>CHEMA PLAST IMPERMEABILIZANTE</b>		<b>AGUA</b>	
Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )	:	1.05	
aplicacion del aditivo	:	400 ml por bolsa de Cemento	Norma : NTP 334.009-2013
			Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.00



**Tabla N° 85: Diseño de mezcla del concreto para ajuste de mezclas de prueba, usando cemento Pacasmayo tipo V.**

<b>DISEÑO DE MEZCLAS</b>			
<i>(Método: Módulo de finura de la Combinación de agregados)-CEMENTO TIPO V</i>			
<b>1. Resistencia a la compresión requerida del Concreto ( f'c )</b>			
- Resistencia a la compresión especificada del Concreto ( f'c )	=	280	kg / cm2
- Resistencia a la compresión requerida del Concreto ( f'cr ) [Tabla N° 14]	=	336	kg / cm2
<b>2. Selección del TMN del agregado grueso :</b>			
	<b>TMN</b>	=	3/4"
<b>3. Selección del asentamiento :</b>			
	<b>Slump</b> [Tabla N° 15]	=	3" - 4"
<b>4. Volumen de agua :</b>			
	<b>Vol.</b> [Tabla N° 16]	=	204 Lt
<b>5. Seleccionar el contenido de aire atrapado :</b>			
	<b>% Aire A.</b> [Tabla N° 17]	=	2 %
<b>6. Selección de la relación agua/cemento :</b>			
- Por durabilidad (C° de baja permeabilidad):	<b>A/C</b> [Tabla 18]	=	0.50
- Por resistencia:	<b>A/C</b> [Tabla 19]	=	0.50
<b>7. Cálculo del contenido de cemento (4)/(6):</b>			
	<b>Peso del cemento</b>	=	408.00 Kg/m3
	<b>Factor Cemento</b>	=	9.60 Bolsas/m3
<b>8. Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta :</b>			
	<b>Cemento</b>	=	0.1312 m3
	<b>Agua</b>	=	0.2040 m3
	<b>Aire</b>	=	0.02 m3
<b>9. Volumen absolutos de los Agregados.</b>			
	<b>Agregados grueso y fino</b>	=	0.6448 m3
<b>10. Módulo de finura de la combinación de agregados :</b>			
	<b>Mca</b> [Tabla N°]	=	5.075
<b>11. Porcentaje de Agregado Fino :</b>			
	<b>rf</b>	=	50.01 %
<b>12. Cálculo de los volúmenes absolutos de los Agregados :</b>			
	<b>Agregado Fino</b>	=	0.3225 m3
	<b>Agregado Grueso</b>	=	0.3223 m3
<b>13. Peso de los materiales de diseño por m3:</b>			
	<b>Cemento</b>	=	408.00 kg/m3
	<b>Agua de diseño</b>	=	204 Lt/m3
	<b>Agregado Fino seco</b>	=	841.69 kg/m3
	<b>Agregado Grueso seco</b>	=	844.49 kg/m3
<b>14. Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados</b>			
<b>Humedad Superficial de los Agregados</b>	<b>Agregado Fino</b>	=	-0.10 %
	<b>Agregado Grueso</b>	=	-0.80 %
<b>Aporte de humedad de los agregados</b>	<b>Agregado Fino</b>	=	-0.84 Lt/m3
	<b>Agregado Grueso</b>	=	-6.76 Lt/m3
	<b>Aporte Total</b>	=	-7.60 Lt/m3
<b>15. Presentación del diseño de mezcla en estado húmedo.</b>			
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3</b>	<b>Cemento</b>	=	408.00 Kg/m3
	<b>Agua efectiva</b>	=	211.60 lt/m3
	<b>Agregado Fino húmedo</b>	=	851.79 Kg/m3
	<b>Agregado Grueso húmedo</b>	=	847.02 Kg/m3
<b>Materiales corregidos por humedad por tanda (0.02 m3 &lt; &gt; 3prob.)</b>	<b>Cemento</b>	=	8.16 Kg/tanda
	<b>Agua efectiva</b>	=	4.23 lt/tanda
	<b>Agregado Fino húmedo</b>	=	17.04 Kg/tanda
	<b>Agregado Grueso húmedo</b>	=	16.94 Kg/tanda
<b>16. Proporción en peso de obra.</b>			
	<b>Cemento</b>	=	1
	<b>Agregado Fino húmedo</b>	=	2.09
	<b>Agregado Grueso húmedo</b>	=	2.08
	<b>Agua efectiva</b>	=	0.52 Lt/Kg
<b>18. Conversión del peso de obra a volumen equivalente.</b>			
<b>Peso unitario del ...</b>	<b>Agregado Fino húmedo</b>	=	1626.28 Kg_/m3
	<b>Agregado Grueso húmedo</b>	=	1371.1 Kg_/m3
<b>Peso por pie cúbico del ...</b>	<b>Cemento</b>	=	42.50 Kg/pie3
	<b>Agregado Fino húmedo</b>	=	46.05 Kg/pie3
	<b>Agregado Grueso húmedo</b>	=	38.83 Kg/pie3
<b>Dosificación en volumen equivalente</b>	<b>Cemento</b>	=	1
	<b>Agregado Fino húmedo</b>	=	1.93
	<b>Agregado Grueso húmedo</b>	=	2.27
	<b>Agua efectiva</b>	=	22.04 Lt/bls

**Tabla N° 86: Corrección por agua adicional, apariencia, asentamiento y contenido de aire de los agregados, usando cemento Pacasmayo tipo V.**

CORRECCIÓN POR APARIENCIA, ASENTAMIENTO, AGUA ADICIONAL Y CONTENIDO DE AIRE			
Cantera de donde se extraen los materiales :	<b>RIO CHONTA</b>		
Contenido de Humedad de los Agregados	Agregado Fino	:	1.20 %
	Agregado Grueso	:	0.30 %
Absorción de los Agregados	Agregado Fino	:	1.30 %
	Agregado Grueso	:	1.10 %
Humedad Superficial de los Agregados	Agregado Fino	:	-0.10 %
	Agregado Grueso	:	-0.80 %
Materiales de diseño por tanda (0.02 m3)	Cemento	:	8.16 Kg/tanda
	Agua de diseño	:	4.08 lt/tanda
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/tanda
	Agregado Fino seco	:	16.83 Kg/tanda
	Agregado Grueso seco	:	16.89 Kg/tanda
Materiales corregidos por humedad por tanda (0.02 m3)	Cemento	:	8.16 Kg/tanda
	Agua Efectiva	:	4.23 lt/tanda
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/tanda
	Agregado fino húmedo	:	17.04 Kg/tanda
	Agregado grueso húmedo	:	16.94 Kg/tanda
Datos obtenidos en laboratorio	Apariencia	:	homogenea
	Asentamiento	:	9.50 cm
	Agua adicional	:	330.00 cm3
	Contenido de Aire	:	0.43 %
	Peso Unitario del Concreto	:	2335.00 Kg/m3
Tanda de mezclado	Cemento	:	8.16 Kg/tanda
	Agua Añadida	:	4.56 lt/tanda
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/tanda
	Agregado fino húmedo	:	17.04 Kg/tanda
	Agregado grueso húmedo	:	16.94 Kg/tanda
	<b>Peso de la Colada</b>	:	<b>46.70 Kg/tanda</b>
Rendimiento	Rendimiento de la tanda	:	0.02000 m3/tanda
Agua de mezclado por tanda	Aporte del Agregado Fino	:	-0.02 lt/tanda
	Aporte del Agregado Grueso	:	-0.14 lt/tanda
	Agua Añadida	:	4.56 lt/tanda
	<b>Agua de mezclado por tanda</b>	:	<b>4.40 lt/tanda</b>
Agua de mezclado por m3, corrección por agua adicional	<b>Agua de mezclado por m3</b>	:	<b>220.10 lt/m3</b>
Corrección por asentamiento (Incremento de 2 lt por cada incremento de 1 cm en asentamiento)	Asentamiento deseado	:	9.00 cm
	Asentamiento obtenido	:	10.00 cm
	Disminuir asentamiento en	:	-1.00 cm
	Disminuir el agua de mezcla en	:	-2.00 lt/m3
Agua de mezclado por m3, corrección por asentamiento	<b>Agua de mezclado por m3</b>	:	<b>218.10 lt/m3</b>
Corrección por contenido de aire (Incremento de 2 lt por cada disminución de 1 % en el contenido de aire)	Contenido de aire deseado	:	2.00 %
	Contenido de aire obtenido	:	0.43 %
	Incrementar el contenido de aire en	:	1.57 %
	Disminuir el agua de mezcla en	:	-3.14 lt/m3
Agua de mezclado por m3, corrección por contenido de aire	<b>Agua de mezclado por m3</b>	:	<b>214.96 lt/m3</b>
Corrección por apariencia de la mezcla	Agua de diseño	:	0.2150 m3
	Cemento	:	0.1382 m3
	Chema plast impermeabilizante	:	0.0000 m3
	Aire atrapado	:	0.0200 m3
	Agregado grueso	:	0.3223 m3
	Agregado fino	:	0.3045 m3
Nuevos Materiales de Diseño	Agua de diseño	:	215.00 lt/m3
	Cemento	:	429.80 Kg/m3
	Chema plast impermeabilizante	:	0.00 lt/m3
	Agregado grueso	:	844.50 Kg/m3
	Agregado fino	:	794.67 Kg/m3
	Aire atrapado	:	2.00 %

**Tabla N° 87: Materiales de diseño de mezclas ajustados por el método ACI y la ecuación matemática de POWERS. Utilizando 400ml de aditivo chemplast impermeabilizante. Usando cemento Pacasmayo tipo V.**

<b>CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
<b>Materiales de Diseño</b>	Cemento	:	340.42 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño	:	201.19 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	3.21 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco	:	844.74 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco	:	897.70 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Contenido de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.20 %
	Agregado Grueso	:	0.30 %
<b>Absorción de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	1.30 %
	Agregado Grueso	:	1.10 %
<b>Peso Húmedo de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	854.90 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	900.40 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	-0.10 %
	Agregado Grueso	:	-0.80 %
<b>Aporte de Humedad de los Agregados</b>	Agregado Fino	:	-0.80 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	:	-7.20 lt/m <sup>3</sup>
	Aporte Total	:	-8.00 lt/m <sup>3</sup>
<b>Agua Efectiva</b>	Agua Efectiva	:	209.19 lt/m <sup>3</sup>
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m<sup>3</sup></b>	Cemento	:	340.42 Kg/m <sup>3</sup>
	Agua Efectiva	:	209.19 lt/m <sup>3</sup>
	Chema plast impermeabilizante	:	3.21 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado Fino Húmedo	:	854.90 Kg/m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso Húmedo	:	900.40 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva</b>		:	0.61
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	:	42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva	:	26.1 lt/bls
	Chema plast impermeabilizante	:	0.40 lt/bls
	Agregado fino húmedo	:	106.7 Kg/bls
	Agregado grueso húmedo	:	112.4 Kg/bls
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.</b>	Cemento	:	1
	Chema plast impermeabilizante	:	0.400 lt / saco
	Agregado fino húmedo	:	2.51
	Agregado grueso húmedo	:	2.64
	Agua Efectiva	:	26.1 lt / saco

**ANEXO IX: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO- RESISTENCIA A COMPRESIÓN.**

**A. Usando cemento tipo I.**

*Tabla N° 88: Resistencia a la compresión del concreto patrón. Usando cemento tipo I.*

N° PROB	ENSAYO A COMPRESIÓN C° PATRÓN TIPO I											
	DIÁMETRO				LONG. TRANSV.		ÁREA	VOLUMEN	PESO	CARGA ÚLTIMA	P.U.C.END.	RESIST. Kg/cm2
	DIÁM. ARRIBA	DIÁM. ABAJO	LONG. 1	LONG. 2								
<b>ENSAYO A LOS 7 DÍAS</b>												
1	15.02	15.05	15.06	15.08	30.15	30.05	177.95	0.00536	12.500	37.00	2333.65	<b>207.92</b>
2	15.03	15.02	15.06	15.05	30.08	30.08	177.66	0.00534	12.420	39.00	2324.12	<b>219.52</b>
3	15.08	15.07	15.04	15.07	30.10	30.10	178.25	0.00537	12.480	36.50	2326.05	<b>204.77</b>
4	15.06	15.06	15.09	15.08	30.09	30.10	178.43	0.00537	12.430	38.00	2314.82	<b>212.97</b>
5	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.450	35.60	2311.63	<b>199.46</b>
6	15.07	15.11	15.05	15.09	30.15	30.18	178.60	0.00539	12.410	38.00	2303.43	<b>212.76</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2318.95</b>	<b>209.57</b>
<b>ENSAYO A LOS 14 DÍAS</b>												
1	15.06	15.07	15.04	15.05	30.09	30.08	178.01	0.00536	12.500	45.00	2334.04	<b>252.79</b>
2	15.09	15.10	15.06	15.07	30.20	30.18	178.60	0.00539	12.510	44.80	2320.07	<b>250.83</b>
3	15.06	15.07	15.07	15.06	30.16	30.20	178.25	0.00538	12.480	46.50	2319.89	<b>260.87</b>
4	15.07	15.10	15.03	15.05	30.16	30.12	178.19	0.00537	12.510	43.00	2329.32	<b>241.32</b>
5	15.04	15.08	15.10	15.04	30.16	30.14	178.25	0.00537	12.450	45.40	2316.62	<b>254.70</b>
6	15.09	15.10	15.09	15.08	30.20	30.15	178.84	0.00540	12.410	46.70	2299.62	<b>261.13</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2319.93</b>	<b>253.61</b>
<b>ENSAYO A LOS 28 DÍAS</b>												
1	15.05	15.06	15.04	15.05	30.16	30.11	177.89	0.00536	12.490	52.00	2329.85	<b>292.31</b>
2	15.08	15.09	15.09	15.04	30.18	30.13	178.49	0.00538	12.460	53.00	2315.02	<b>296.94</b>
3	15.05	15.10	15.12	15.03	30.19	30.12	178.49	0.00538	12.470	52.00	2316.87	<b>291.34</b>
4	15.09	15.06	15.10	15.06	30.16	30.10	178.55	0.00538	12.480	53.20	2319.89	<b>297.96</b>
5	15.05	15.06	15.04	15.07	30.20	30.12	178.01	0.00537	12.490	49.00	2326.37	<b>275.26</b>
6	15.10	15.08	15.05	15.08	30.12	30.12	178.53	0.00538	12.460	51.70	2317.17	<b>289.59</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2320.86</b>	<b>290.57</b>

*Tabla N° 89: Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días. Usando cemento tipo I.*

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN N°					PROMEDIO	
TIPO DE CONCRETO		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	-----
TIPO DE ESPECIMEN		CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	-----
ESPECIMEN N°		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05	N° 06	-----
EDAD DE ENSAYO		28 días	-----					
MODO DE FALLA		FRÁGIL	DUCTIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	-----
FALLA DE ROTURA		TIPO - 5	TIPO - 5	TIPO - 4	TIPO - 6	TIPO - 3	TIPO - 2	-----
ALTURA PROMEDIO		301.40 mm	301.60 mm	301.50 mm	301.30 mm	301.60 mm	301.20 mm	-----
DIAMETRO PROMEDIO		15.05 mm	15.08 mm	15.07 mm	15.08 mm	15.06 mm	15.08 mm	-----
PESO		12.51 Kg	12.53 Kg	12.54 Kg	12.55 Kg	12.56 Kg	12.52 Kg	-----
F'c DE DISEÑO		280 Kg/cm <sup>2</sup>	-----					
PESO UNIATRIO C° END.		2329.9 Kg/m <sup>3</sup>	2315.0 Kg/m <sup>3</sup>	2316.9 Kg/m <sup>3</sup>	2319.9 Kg/m <sup>3</sup>	2326.4 Kg/m <sup>3</sup>	2317.2 Kg/m <sup>3</sup>	2320.9 Kg/m <sup>3</sup>
CARGA MAX. DE ROTURA		52.00 Tn	53.00 Tn	52.00 Tn	53.20 Tn	49.00 Tn	51.70 Tn	51.82 Tn
ESFUERZO DE ROTURA		304.8 Kg/cm <sup>2</sup>	302.7 Kg/cm <sup>2</sup>	288.8 Kg/cm <sup>2</sup>	295.1 Kg/cm <sup>2</sup>	270.2 Kg/cm <sup>2</sup>	289.8 Kg/cm <sup>2</sup>	291.9 Kg/cm <sup>2</sup>
MODULO DE ELASTICIDAD "Ec" (Kg/cm <sup>2</sup> )	GRÁFICA	55019.82	57042.75	73441.83	62961.44	73563.78	66568.70	64766.39
	NORMA E.060	261874.04	260957.30	254906.88	257689.41	246557.80	255365.07	256225.08

**Tabla N° 90:** Resistencia a la compresión del concreto con 200 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.

<b>ENSAYO A COMPRESIÓN C° TIPO I + CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE-200 ml</b>												
N° PROB	DIÁMETRO				LONG. TRANSV.		ÁREA	VOLUMEN	PESO	CARGA ÚLTIMA	P.U.C.END.	RESIST. Kg/cm2
	DIÁM. ARRIBA	DIÁM ABAJO	LONG. 1	LONG. 2								
<b>ENSAYO A LOS 7 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.02	15.05	15.06	15.08	30.15	30.05	177.95	0.00536	12.430	37.00	2320.58	<b>207.92</b>
<b>2</b>	15.03	15.02	15.06	15.05	30.08	30.08	177.66	0.00534	12.510	38.20	2340.96	<b>215.02</b>
<b>3</b>	15.08	15.07	15.04	15.07	30.10	30.10	178.25	0.00537	12.480	36.80	2326.05	<b>206.45</b>
<b>4</b>	15.06	15.06	15.09	15.08	30.09	30.10	178.43	0.00537	12.460	37.00	2320.40	<b>207.37</b>
<b>5</b>	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.480	36.80	2317.20	<b>206.18</b>
<b>6</b>	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.440	36.90	2309.77	<b>206.74</b>
<b>PROMEDIO</b>										<b>2322.49</b>	<b>208.279</b>	
<b>ENSAYO A LOS 14 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.06	15.07	15.04	15.05	30.09	30.08	178.01	0.00536	12.450	44.60	2324.71	<b>250.54</b>
<b>2</b>	15.09	15.10	15.06	15.07	30.20	30.18	178.60	0.00539	12.510	44.10	2320.07	<b>246.91</b>
<b>3</b>	15.06	15.07	15.07	15.06	30.09	30.20	178.25	0.00537	12.480	45.30	2322.58	<b>254.14</b>
<b>4</b>	15.07	15.10	15.03	15.05	30.16	30.12	178.19	0.00537	12.460	43.60	2320.02	<b>244.68</b>
<b>5</b>	15.04	15.08	15.10	15.04	30.07	30.14	178.25	0.00537	12.510	43.80	2331.26	<b>245.72</b>
<b>6</b>	15.04	15.08	15.10	15.04	30.16	30.11	178.25	0.00537	12.490	45.60	2325.21	<b>255.82</b>
<b>PROMEDIO</b>										<b>2323.97</b>	<b>249.637</b>	
<b>ENSAYO A LOS 28 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.05	15.06	15.07	15.05	30.09	30.09	178.07	0.00536	12.450	52.00	2323.55	<b>292.02</b>
<b>2</b>	15.06	15.06	15.04	15.04	30.08	30.20	177.89	0.00536	12.470	48.90	2325.74	<b>274.88</b>
<b>3</b>	15.05	15.04	15.02	15.03	30.10	30.16	177.54	0.00535	12.480	52.00	2333.02	<b>292.89</b>
<b>4</b>	15.08	15.06	15.04	15.06	30.09	30.08	178.13	0.00536	12.460	51.20	2325.03	<b>287.43</b>
<b>5</b>	15.05	15.08	15.03	15.08	30.20	30.16	178.13	0.00538	12.480	51.60	2321.43	<b>289.67</b>
<b>6</b>	15.03	15.06	15.05	15.08	30.20	30.05	178.01	0.00536	12.460	52.30	2323.48	<b>293.80</b>
<b>PROMEDIO</b>										<b>2325.37</b>	<b>288.449</b>	

**Tabla N° 91:** Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 200 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días.

Usando cemento tipo I.

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN N°					PROMEDIO	
TIPO DE CONCRETO		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	-----
TIPO DE ESPECIMEN		CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	-----
ESPECIMEN N°		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05	N° 06	-----
EDAD DE ENSAYO		28 días	-----					
MODO DE FALLA		FRÁGIL	FRÁGIL	DUCTIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FALSO	-----
FALLA DE ROTURA		TIPO - 5	TIPO - 3	TIPO - 3	TIPO - 4	TIPO - 6	TIPO - 5	-----
ALTURA PROMEDIO		300.90 mm	301.10 mm	301.20 mm	300.80 mm	301.80 mm	301.50 mm	-----
DIAMETRO PROMEDIO		15.06 mm	15.06 mm	15.04 mm	15.06 mm	15.05 mm	15.05 mm	-----
PESO		12.52 Kg	12.53 Kg	12.51 Kg	12.49 Kg	12.46 Kg	12.58 Kg	-----
F'c DE DISEÑO		280 Kg/cm2	-----					
PESO UNIATRIO C° END.		2323.5 Kg/m3	2325.7 Kg/m3	2333.0 Kg/m3	2325.0 Kg/m3	2321.4 Kg/m3	2323.5 Kg/m3	2325.4 Kg/m3
CARGA MAX. DE ROTURA		52.00 Tn	48.90 Tn	52.00 Tn	51.20 Tn	51.60 Tn	52.30 Tn	51.33 Tn
ESFUERZO DE ROTURA		298.3 Kg/cm2	275.7 Kg/cm2	288.5 Kg/cm2	284.5 Kg/cm2	289.6 Kg/cm2	296.4 Kg/cm2	288.8 Kg/cm2
MODULO DE ELASTICIDAD "Ec" (Kg/cm2)	GRÁFICA	57680.17	67828.44	73661.74	63024.02	83110.51	66900.92	68700.97
	NORMA E.060	259053.68	249054.29	254767.58	253003.44	255244.55	258257.67	254896.87

**Tabla N° 92:** Resistencia a la compresión del concreto con 300 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.

<b>ENSAYO A COMPRESIÓN C° TIPO I + CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE-300 ml</b>												
N° PROB	DIÁMETRO				LONG. TRANSV.		ÁREA	VOLUMEN	PESO	CARGA ÚLTIMA	P.U.C.END.	RESIST. Kg/cm2
	DIÁM. ARRIBA	DIÁM ABAJO	LONG. 1	LONG. 2								
<b>ENSAYO A LOS 7 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.02	15.05	15.06	15.08	30.15	30.05	177.95	0.00536	12.530	39.00	2339.25	<b>219.16</b>
<b>2</b>	15.03	15.02	15.06	15.05	30.08	30.08	177.66	0.00534	12.540	38.50	2346.57	<b>216.71</b>
<b>3</b>	15.08	15.07	15.04	15.07	30.10	30.10	178.25	0.00537	12.490	38.80	2327.92	<b>217.67</b>
<b>4</b>	15.06	15.06	15.09	15.08	30.09	30.10	178.43	0.00537	12.480	37.00	2324.13	<b>207.37</b>
<b>5</b>	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.510	37.10	2322.77	<b>207.86</b>
<b>6</b>	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.450	36.80	2311.63	<b>206.18</b>
<b>PROMEDIO</b>										<b>2328.71</b>	<b>212.491</b>	
<b>ENSAYO A LOS 14 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.06	15.07	15.04	15.05	30.09	30.08	178.01	0.00536	12.530	44.60	2339.64	<b>250.54</b>
<b>2</b>	15.09	15.10	15.06	15.07	30.20	30.18	178.60	0.00539	12.520	44.10	2321.93	<b>246.91</b>
<b>3</b>	15.06	15.07	15.07	15.06	30.16	30.20	178.25	0.00538	12.490	46.00	2321.75	<b>258.07</b>
<b>4</b>	15.07	15.10	15.03	15.05	30.15	30.12	178.19	0.00537	12.510	45.70	2329.71	<b>256.47</b>
<b>5</b>	15.04	15.08	15.10	15.04	30.16	30.14	178.25	0.00537	12.540	45.60	2333.36	<b>255.82</b>
<b>6</b>	15.05	15.09	15.11	15.05	30.09	30.10	178.49	0.00537	12.520	46.10	2330.80	<b>258.28</b>
<b>PROMEDIO</b>										<b>2329.53</b>	<b>254.349</b>	
<b>ENSAYO A LOS 28 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.05	15.06	15.04	15.05	30.11	30.11	177.89	0.00536	12.530	52.80	2339.25	<b>296.80</b>
<b>2</b>	15.08	15.09	15.05	15.04	30.16	30.13	178.25	0.00537	12.510	53.80	2328.17	<b>301.82</b>
<b>3</b>	15.05	15.06	15.04	15.03	30.15	30.12	177.78	0.00536	12.490	53.10	2331.40	<b>298.69</b>
<b>4</b>	15.07	15.08	15.03	15.06	30.16	30.10	178.13	0.00537	12.510	53.60	2330.87	<b>300.90</b>
<b>5</b>	15.06	15.04	15.02	15.08	30.18	30.12	177.89	0.00536	12.480	52.30	2326.83	<b>293.99</b>
<b>6</b>	15.05	15.06	15.04	15.07	30.16	30.11	178.01	0.00536	12.520	53.10	2333.90	<b>298.29</b>
<b>PROMEDIO</b>										<b>2331.74</b>	<b>298.418</b>	

*Tabla N° 93: Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 300 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo I.*

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN N°					PROMEDIO	
TIPO DE CONCRETO		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	-----
TIPO DE ESPECIMEN		CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	-----
ESPECIMEN N°		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05	N° 06	-----
EDAD DE ENSAYO		28 días	-----					
MODO DE FALLA		DUCTIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	-----
FALLA DE ROTURA		TIPO - 5	TIPO - 4	TIPO - 3	TIPO - 5	TIPO - 5	TIPO - 4	-----
ALTURA PROMEDIO		301.10 mm	301.40 mm	301.40 mm	301.20 mm	301.40 mm	301.20 mm	-----
DIAMETRO PROMEDIO		15.05 mm	15.07 mm	15.05 mm	15.06 mm	15.04 mm	15.05 mm	-----
PESO		12.53 Kg	12.54 Kg	12.47 Kg	12.48 Kg	12.51 Kg	12.45 Kg	-----
F´c DE DISEÑO		280 Kg/cm2	-----					
PESO UNIATRIO C° END.		2339.3 Kg/m3	2328.2 Kg/m3	2331.4 Kg/m3	2330.9 Kg/m3	2326.8 Kg/m3	2333.9 Kg/m3	2331.7 Kg/m3
CARGA MAX. DE ROTURA		52.80 Tn	53.80 Tn	53.10 Tn	53.60 Tn	52.30 Tn	53.10 Tn	53.12 Tn
ESFUERZO DE ROTURA		295.9 Kg/cm2	300.9 Kg/cm2	293.0 Kg/cm2	291.1 Kg/cm2	293.8 Kg/cm2	299.5 Kg/cm2	295.7 Kg/cm2
MODULO DE ELASTICIDAD "Ec" (Kg/cm2)	GRÁFICA	58589.13	69352.01	73612.73	63107.83	83110.76	65120.65	68815.52
	NORMA E.060	258028.65	260212.31	256751.24	255938.30	257089.79	259585.74	257934.34

**Tabla N° 94: Resistencia a la compresión del concreto con 400 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.**

<b>ENSAYO A COMPRESIÓN C° TIPO I + CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE-400 ml</b>												
<b>N° PROB</b>	<b>DIÁMETRO</b>				<b>LONG. TRANSV.</b>		<b>ÁREA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>PESO</b>	<b>CARGA ÚLTIMA</b>	<b>P.U.C.END.</b>	<b>RESIST. Kg/cm2</b>
	<b>DIÁM. ARRIBA</b>	<b>DIÁM ABAJO</b>	<b>LONG. 1</b>	<b>LONG. 2</b>	<b>LONG. 1</b>	<b>LONG. 2</b>						
<b>ENSAYO A LOS 7 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.02	15.05	15.06	15.08	30.15	30.05	177.95	0.00536	12.530	39.00	2339.25	<b>219.16</b>
<b>2</b>	15.03	15.02	15.06	15.05	30.08	30.08	177.66	0.00534	12.490	38.90	2337.22	<b>218.96</b>
<b>3</b>	15.08	15.07	15.04	15.07	30.10	30.10	178.25	0.00537	12.510	38.10	2331.65	<b>213.75</b>
<b>4</b>	15.06	15.06	15.09	15.08	30.09	30.11	178.43	0.00537	12.500	40.90	2327.46	<b>229.23</b>
<b>5</b>	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.570	38.90	2333.91	<b>217.94</b>
<b>6</b>	15.07	15.06	15.09	15.06	30.15	30.12	178.37	0.00538	12.520	40.20	2329.25	<b>225.38</b>
<b>PROMEDIO</b>										<b>2333.12</b>	<b>220.735</b>	
<b>ENSAYO A LOS 14 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.06	15.07	15.04	15.05	30.09	30.08	178.01	0.00536	12.530	46.20	2339.64	<b>259.53</b>
<b>2</b>	15.09	15.10	15.06	15.07	30.20	30.18	178.60	0.00539	12.550	44.90	2327.49	<b>251.39</b>
<b>3</b>	15.06	15.07	15.07	15.06	30.16	30.20	178.25	0.00538	12.580	47.80	2338.48	<b>268.16</b>
<b>4</b>	15.07	15.10	15.03	15.05	30.12	30.12	178.19	0.00537	12.540	45.70	2336.46	<b>256.47</b>
<b>5</b>	15.04	15.08	15.10	15.04	30.16	30.14	178.25	0.00537	12.510	45.60	2327.78	<b>255.82</b>
<b>6</b>	15.05	15.07	15.09	15.02	30.14	30.16	178.07	0.00537	12.540	49.00	2335.69	<b>275.17</b>
<b>PROMEDIO</b>										<b>2334.26</b>	<b>261.091</b>	
<b>ENSAYO A LOS 28 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.07	15.05	15.08	15.05	30.05	30.11	178.19	0.00536	12.530	55.80	2337.70	<b>313.15</b>
<b>2</b>	15.10	15.02	15.05	15.04	30.08	30.13	177.95	0.00536	12.540	60.50	2340.73	<b>339.98</b>
<b>3</b>	15.07	15.07	15.07	15.03	30.10	30.12	178.13	0.00536	12.510	62.40	2332.42	<b>350.30</b>
<b>4</b>	15.10	15.06	15.08	15.06	30.11	30.10	178.49	0.00537	12.500	58.90	2326.31	<b>330.00</b>
<b>5</b>	15.08	15.09	15.08	15.08	30.15	30.12	178.66	0.00538	12.570	56.80	2334.68	<b>317.92</b>
<b>6</b>	15.07	15.06	15.06	15.08	30.12	30.12	178.31	0.00537	12.580	56.60	2342.36	<b>317.43</b>
<b>PROMEDIO</b>										<b>2335.70</b>	<b>328.128</b>	

*Tabla N° 95: Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 400 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días.  
Usando cemento tipo I.*

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN N°						PROMEDIO
<b>TIPO DE CONCRETO</b>		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	-----
<b>TIPO DE ESPECIMEN</b>		CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	-----
<b>ESPECIMEN N°</b>		<b>N° 01</b>	<b>N° 02</b>	<b>N° 03</b>	<b>N° 04</b>	<b>N° 05</b>	<b>N° 06</b>	-----
<b>EDAD DE ENSAYO</b>		28 días	-----					
<b>MODO DE FALLA</b>		FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	-----
<b>FALLA DE ROTURA</b>		TIPO - 3	TIPO - 3	TIPO - 6	TIPO - 5	TIPO - 5	TIPO - 5	-----
<b>ALTURA PROMEDIO</b>		301.30 mm	301.30 mm	301.80 mm	301.80 mm	301.50 mm	301.30 mm	-----
<b>DIAMETRO PROMEDIO</b>		15.08 mm	15.08 mm	15.08 mm	15.06 mm	15.07 mm	15.08 mm	-----
<b>PESO</b>		12.50 Kg	12.52 Kg	12.45 Kg	12.49 Kg	12.41 Kg	12.45 Kg	-----
<b>F'c DE DISEÑO</b>		280 Kg/cm2	-----					
<b>PESO UNIATRIO C° END.</b>		2343.4 Kg/m3	2325.6 Kg/m3	2327.3 Kg/m3	2327.8 Kg/m3	2338.9 Kg/m3	2338.9 Kg/m3	2333.7 Kg/m3
<b>CARGA MAX. DE ROTURA</b>		64.10 Tn	63.90 Tn	63.60 Tn	60.20 Tn	55.80 Tn	58.20 Tn	60.97 Tn
<b>ESFUERZO DE ROTURA</b>		348.6 Kg/cm2	355.0 Kg/cm2	352.8 Kg/cm2	349.2 Kg/cm2	311.7 Kg/cm2	321.0 Kg/cm2	339.7 Kg/cm2
<b>MODULO DE ELASTICIDAD "Ec" (Kg/cm2)</b>	<b>GRÁFICA</b>	71568.29	67590.66	60676.70	59676.45	63486.48	63486.48	64414.18
	<b>NORMA E.060</b>	280073.72	282623.74	281759.31	280322.08	264812.21	268739.39	276388.41

**B. Usando cemento tipo V.**

*Tabla N° 96: Resistencia a la compresión del concreto patrón. Usando cemento tipo V.*

ENSAYO A COMPRESIÓN C° PATRÓN TIPO V												
N° PROB	DIÁMETRO				LONG. TRANSV.		ÁREA	VOLUMEN	PESO	CARGA ÚLTIMA	P.U.C.END.	RESIST. Kg/cm2
	DIÁM. ARRIBA	DIÁM. ABAJO	LONG. 1	LONG. 2								
<b>ENSAYO A LOS 7 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.07	15.09	15.04	15.05	30.13	30.11	178.19	0.00537	12.450	37.80	2319.69	<b>212.13</b>
<b>2</b>	15.05	15.06	15.09	15.04	30.16	30.13	178.13	0.00537	12.410	38.50	2311.09	<b>216.13</b>
<b>3</b>	15.08	15.06	15.04	15.03	30.15	30.12	177.95	0.00536	12.480	37.00	2327.21	<b>207.92</b>
<b>4</b>	15.05	15.07	15.07	15.06	30.14	30.10	178.19	0.00537	12.470	40.50	2323.42	<b>227.29</b>
<b>5</b>	15.07	15.06	15.04	15.08	30.16	30.12	178.19	0.00537	12.430	41.00	2314.43	<b>230.09</b>
<b>6</b>	15.05	15.09	15.07	15.06	30.19	30.12	178.31	0.00538	12.420	40.40	2309.88	<b>226.57</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2317.62</b>	<b>220.02</b>
<b>ENSAYO A LOS 14 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.02	15.05	15.06	15.08	30.15	30.05	177.95	0.00536	12.490	46.50	2331.79	<b>261.30</b>
<b>2</b>	15.03	15.02	15.06	15.05	30.08	30.08	177.66	0.00534	12.420	48.00	2324.12	<b>270.18</b>
<b>3</b>	15.08	15.07	15.04	15.07	30.10	30.10	178.25	0.00537	12.480	44.00	2326.05	<b>246.85</b>
<b>4</b>	15.06	15.06	15.09	15.08	30.09	30.11	178.43	0.00537	12.430	45.30	2314.43	<b>253.89</b>
<b>5</b>	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.450	44.50	2311.63	<b>249.32</b>
<b>6</b>	15.08	15.10	15.09	15.04	30.15	30.16	178.55	0.00538	12.410	45.20	2304.96	<b>253.16</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2318.83</b>	<b>255.78</b>
<b>ENSAYO A LOS 28 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.06	15.07	15.04	15.05	30.09	30.12	178.01	0.00536	12.480	54.00	2328.76	<b>303.35</b>
<b>2</b>	15.09	15.10	15.06	15.07	30.20	30.18	178.60	0.00539	12.460	56.30	2310.80	<b>315.22</b>
<b>3</b>	15.06	15.07	15.07	15.06	30.16	30.20	178.25	0.00538	12.470	58.00	2318.03	<b>325.39</b>
<b>4</b>	15.07	15.10	15.03	15.05	30.16	30.12	178.19	0.00537	12.480	57.80	2323.74	<b>324.37</b>
<b>5</b>	15.04	15.08	15.10	15.04	30.16	30.14	178.25	0.00537	12.450	55.00	2316.62	<b>308.56</b>
<b>6</b>	15.03	15.07	15.10	15.05	30.15	30.12	178.18	0.00537	12.460	55.90	2320.55	<b>313.73</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2319.75</b>	<b>315.38</b>

*Tabla N° 97: Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días. Usando cemento tipo V.*

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN N°						PROMEDIO
TIPO DE CONCRETO		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	-----
TIPO DE ESPECIMEN		CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	-----
ESPECIMEN N°		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05	N° 06	-----
EDAD DE ENSAYO		28 días	-----					
MODO DE FALLA		DUCTIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	DUCTIL	FRÁGIL	-----
FALLA DE ROTURA		TIPO - 4	TIPO - 3	TIPO - 5	TIPO - 2	TIPO - 2	TIPO - 5	-----
ALTURA PROMEDIO		301.10 mm	301.80 mm	301.70 mm	301.30 mm	301.50 mm	301.80 mm	-----
DIAMETRO PROMEDIO		15.05 mm	15.08 mm	15.07 mm	15.07 mm	15.08 mm	15.08 mm	-----
PESO		12.56 Kg	12.49 Kg	12.51 Kg	12.53 Kg	12.48 Kg	12.54 Kg	-----
F'c DE DISEÑO		280 Kg/cm <sup>2</sup>	-----					
PESO UNIATRIO C° END.		2328.8 Kg/m <sup>3</sup>	2310.8 Kg/m <sup>3</sup>	2318.0 Kg/m <sup>3</sup>	2323.7 Kg/m <sup>3</sup>	2316.6 Kg/m <sup>3</sup>	2320.6 Kg/m <sup>3</sup>	2319.7 Kg/m <sup>3</sup>
CARGA MAX. DE ROTURA		54.00 Tn	56.30 Tn	58.00 Tn	57.80 Tn	55.00 Tn	56.30 Tn	56.23 Tn
ESFUERZO DE ROTURA		297.7 Kg/cm <sup>2</sup>	311.4 Kg/cm <sup>2</sup>	316.8 Kg/cm <sup>2</sup>	332.7 Kg/cm <sup>2</sup>	311.3 Kg/cm <sup>2</sup>	311.5 Kg/cm <sup>2</sup>	313.5 Kg/cm <sup>2</sup>
MODULO DE ELASTICIDAD "Ec" (Kg/cm <sup>2</sup> )	GRÁFICA	73539.46	64839.87	60576.12	59265.38	57023.84	64839.87	63347.42
	NORMA E.060	258823.96	264683.25	266966.46	273586.25	264658.05	264725.10	265573.85

**Tabla N° 98:** Resistencia a la compresión del concreto con 200 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.

<b>ENSAYO A COMPRESIÓN C° TIPO V + CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE-200 ml</b>												
N° PROB	DIÁMETRO				LONG. TRANSV.		ÁREA	VOLUMEN	PESO	CARGA ÚLTIMA	P.U.C.END.	RESIST. Kg/cm2
	DIÁM. ARRIBA	DIÁM ABAJO	LONG. 1	LONG. 2								
<b>ENSAYO A LOS 7 DÍAS</b>												
1	15.02	15.07	15.04	15.05	30.13	30.11	177.78	0.00535	12.450	37.80	2325.09	<b>212.63</b>
2	15.03	15.04	15.04	15.04	30.16	30.13	177.60	0.00535	12.410	36.60	2318.01	<b>206.08</b>
3	15.08	15.02	15.04	15.03	30.14	30.12	177.72	0.00535	12.420	37.00	2319.49	<b>208.20</b>
4	15.06	15.04	15.04	15.06	30.16	30.10	177.89	0.00536	12.430	40.50	2319.04	<b>227.66</b>
5	15.05	15.03	15.04	15.08	30.10	30.12	177.89	0.00536	12.420	41.00	2318.72	<b>230.47</b>
6	15.05	15.05	15.04	15.08	30.16	30.10	178.01	0.00536	12.460	39.50	2323.10	<b>221.89</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2320.58</b>	<b>217.822</b>
<b>ENSAYO A LOS 14 DÍAS</b>												
1	15.02	15.05	15.02	15.08	30.15	30.05	177.72	0.00535	12.430	46.50	2323.67	<b>261.65</b>
2	15.03	15.02	15.03	15.05	30.08	30.08	177.48	0.00534	12.420	45.30	2326.44	<b>255.24</b>
3	15.08	15.07	15.08	15.07	30.10	30.10	178.49	0.00537	12.480	44.00	2322.97	<b>246.52</b>
4	15.06	15.06	15.06	15.08	30.09	30.10	178.25	0.00536	12.460	45.30	2322.71	<b>254.14</b>
5	15.05	15.09	15.05	15.08	30.20	30.15	178.31	0.00538	12.450	44.50	2313.93	<b>249.57</b>
6	15.05	15.09	15.05	15.08	30.12	30.11	178.31	0.00537	12.440	45.30	2316.68	<b>254.05</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2321.07</b>	<b>253.528</b>
<b>ENSAYO A LOS 28 DÍAS</b>												
1	15.06	15.07	15.04	15.02	30.09	30.08	177.84	0.00535	12.510	54.00	2338.24	<b>303.65</b>
2	15.09	15.10	15.06	15.03	30.20	30.18	178.37	0.00538	12.470	58.00	2315.72	<b>325.17</b>
3	15.06	15.07	15.07	15.08	30.16	30.20	178.37	0.00538	12.480	57.50	2318.35	<b>322.37</b>
4	15.07	15.10	15.03	15.06	30.16	30.12	178.25	0.00537	12.500	57.80	2326.69	<b>324.26</b>
5	15.04	15.08	15.10	15.05	30.16	30.14	178.31	0.00538	12.480	54.50	2321.43	<b>305.65</b>
6	15.03	15.08	15.10	15.05	30.16	30.11	178.25	0.00537	12.460	54.30	2319.63	<b>304.63</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2323.34</b>	<b>314.289</b>

*Tabla N° 99: Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 200 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días. Usando cemento tipo V.*

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN N°						PROMEDIO
TIPO DE CONCRETO		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	-----
TIPO DE ESPECIMEN		CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	-----
ESPECIMEN N°		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04	N° 05	N° 06	-----
EDAD DE ENSAYO		28 días	-----					
MODO DE FALLA		DUCTIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	DUCTIL	FALSO	-----
FALLA DE ROTURA		TIPO - 4	TIPO - 6	TIPO - 5	TIPO - 2	TIPO - 3	TIPO - 5	-----
ALTURA PROMEDIO		301.20 mm	301.70 mm	301.80 mm	301.40 mm	301.50 mm	301.30 mm	-----
DIAMETRO PROMEDIO		15.07 mm	15.06 mm	15.07 mm	15.06 mm	15.06 mm	15.06 mm	-----
PESO		12.54 Kg	12.52 Kg	12.55 Kg	12.59 Kg	12.53 Kg	12.51 Kg	-----
F'c DE DISEÑO		280 Kg/cm <sup>2</sup>	-----					
PESO UNIATRIO C° END.		2338.2 Kg/m <sup>3</sup>	2315.7 Kg/m <sup>3</sup>	2318.3 Kg/m <sup>3</sup>	2326.7 Kg/m <sup>3</sup>	2321.4 Kg/m <sup>3</sup>	2319.6 Kg/m <sup>3</sup>	2323.3 Kg/m <sup>3</sup>
CARGA MAX. DE ROTURA		54.00 Tn	58.00 Tn	57.50 Tn	57.80 Tn	54.50 Tn	54.30 Tn	56.02 Tn
ESFUERZO DE ROTURA		297.5 Kg/cm <sup>2</sup>	327.3 Kg/cm <sup>2</sup>	315.7 Kg/cm <sup>2</sup>	333.1 Kg/cm <sup>2</sup>	306.3 Kg/cm <sup>2</sup>	304.0 Kg/cm <sup>2</sup>	314.0 Kg/cm <sup>2</sup>
MODULO DE ELASTICIDAD "Ec" (Kg/cm <sup>2</sup> )	GRÁFICA	73368.75	64990.66	60596.20	59363.81	57175.40	63634.12	63188.16
	NORMA E.060	258705.91	271391.00	266533.81	273769.35	262517.03	261530.50	265741.27

**Tabla N° 100:** Resistencia a la compresión del concreto con 300 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.

<b>ENSAYO A COMPRESIÓN C° TIPO V + CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE-300 ml</b>												
<b>N° PROB</b>	<b>DIÁMETRO</b>				<b>LONG. TRANSV.</b>		<b>ÁREA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>PESO</b>	<b>CARGA ÚLTIMA</b>	<b>P.U.C.END.</b>	<b>RESIST. Kg/cm2</b>
	<b>DIÁM. ARRIBA</b>	<b>DIÁM ABAJO</b>	<b>LONG. 1</b>	<b>LONG. 2</b>								
<b>ENSAYO A LOS 7 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.05	15.06	15.04	15.05	30.16	30.11	177.89	0.00536	12.530	39.80	2337.31	<b>223.73</b>
<b>2</b>	15.05	15.06	15.04	15.04	30.16	30.13	177.84	0.00536	12.540	36.60	2339.18	<b>205.81</b>
<b>3</b>	15.05	15.06	15.04	15.03	30.16	30.12	177.78	0.00536	12.490	38.50	2331.01	<b>216.56</b>
<b>4</b>	15.05	15.06	15.04	15.06	30.16	30.10	177.95	0.00536	12.480	40.50	2327.60	<b>227.59</b>
<b>5</b>	15.05	15.06	15.04	15.08	30.16	30.12	178.07	0.00537	12.410	41.00	2312.24	<b>230.24</b>
<b>6</b>	15.05	15.06	15.04	15.08	30.16	30.12	178.07	0.00537	12.450	39.50	2319.69	<b>221.82</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2327.84</b>	<b>220.959</b>
<b>ENSAYO A LOS 14 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.02	15.05	15.06	15.08	30.15	30.05	177.95	0.00536	12.490	45.70	2331.79	<b>256.81</b>
<b>2</b>	15.03	15.02	15.06	15.05	30.08	30.08	177.66	0.00534	12.490	48.50	2337.22	<b>273.00</b>
<b>3</b>	15.08	15.07	15.04	15.07	30.10	30.10	178.25	0.00537	12.490	48.70	2327.92	<b>273.21</b>
<b>4</b>	15.06	15.06	15.09	15.08	30.09	30.10	178.43	0.00537	12.510	43.70	2329.71	<b>244.92</b>
<b>5</b>	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.480	43.00	2317.20	<b>240.92</b>
<b>6</b>	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.520	47.90	2324.62	<b>268.37</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2328.08</b>	<b>259.536</b>
<b>ENSAYO A LOS 28 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.06	15.07	15.04	15.05	30.09	30.08	178.01	0.00536	12.500	59.70	2334.04	<b>335.37</b>
<b>2</b>	15.09	15.10	15.06	15.07	30.20	30.18	178.60	0.00539	12.520	62.50	2321.93	<b>349.94</b>
<b>3</b>	15.06	15.07	15.07	15.06	30.16	30.20	178.25	0.00538	12.510	58.30	2325.47	<b>327.07</b>
<b>4</b>	15.07	15.10	15.03	15.05	30.15	30.12	178.19	0.00537	12.570	56.70	2340.89	<b>318.20</b>
<b>5</b>	15.04	15.08	15.10	15.04	30.16	30.14	178.25	0.00537	12.530	57.50	2331.50	<b>322.58</b>
<b>6</b>	15.06	15.07	15.08	15.07	30.15	30.10	178.37	0.00537	12.480	56.88	2322.58	<b>318.89</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2329.40</b>	<b>328.674</b>

**Tabla N° 101:** Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 300 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días.

Usando cemento tipo V.

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN N°					PROMEDIO	
<b>TIPO DE CONCRETO</b>		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	-----
<b>TIPO DE ESPECIMEN</b>		CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	-----
<b>ESPECIMEN N°</b>		<b>N° 01</b>	<b>N° 02</b>	<b>N° 03</b>	<b>N° 04</b>	<b>N° 05</b>	<b>N° 06</b>	-----
<b>EDAD DE ENSAYO</b>		28 días	-----					
<b>MODO DE FALLA</b>		FRÁGIL	DUCTIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	-----
<b>FALLA DE ROTURA</b>		TIPO - 6	TIPO - 5	TIPO - 5	TIPO - 3	TIPO - 3	TIPO - 6	-----
<b>ALTURA PROMEDIO</b>		300.80 mm	301.80 mm	301.70 mm	301.30 mm	301.50 mm	301.30 mm	-----
<b>DIAMETRO PROMEDIO</b>		15.06 mm	15.07 mm	15.06 mm	15.07 mm	15.07 mm	15.07 mm	-----
<b>PESO</b>		12.50 Kg	12.52 Kg	12.51 Kg	12.49 Kg	12.53 Kg	12.48 Kg	-----
<b>F'c DE DISEÑO</b>		280 Kg/cm2	-----					
<b>PESO UNIATRIO C° END.</b>		2334.0 Kg/m3	2321.9 Kg/m3	2325.5 Kg/m3	2340.9 Kg/m3	2331.5 Kg/m3	2322.6 Kg/m3	2329.4 Kg/m3
<b>CARGA MAX. DE ROTURA</b>		59.70 Tn	62.50 Tn	58.30 Tn	56.70 Tn	57.50 Tn	56.88 Tn	58.60 Tn
<b>ESFUERZO DE ROTURA</b>		320.1 Kg/cm2	344.3 Kg/cm2	321.8 Kg/cm2	327.2 Kg/cm2	320.0 Kg/cm2	312.3 Kg/cm2	324.3 Kg/cm2
<b>MODULO DE ELASTICIDAD "Ec" (Kg/cm2)</b>	<b>GRÁFICA</b>	71639.43	67680.39	60656.59	59265.38	59658.63	63570.76	63745.20
	<b>NORMA E.060</b>	268385.72	278333.47	269095.43	271320.70	268326.82	265082.09	270090.71

**Tabla N° 102:** Resistencia a la compresión del concreto con 400 ml/de aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.

<b>ENSAYO A COMPRESIÓN C° TIPO V + CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE-400 ml</b>												
N° PROB	DIÁMETRO				LONG. TRANSV.		ÁREA	VOLUMEN	PESO	CARGA ÚLTIMA	P.U.C.END.	RESIST. Kg/cm2
	DIÁM. ARRIBA	DIÁM ABAJO	LONG. 1	LONG. 2								
<b>ENSAYO A LOS 7 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.07	15.05	15.05	15.05	30.15	30.11	178.01	0.00536	12.530	44.10	2336.15	<b>247.73</b>
<b>2</b>	15.10	15.07	15.02	15.04	30.08	30.13	178.07	0.00536	12.490	38.80	2329.85	<b>217.89</b>
<b>3</b>	15.07	15.06	15.07	15.03	30.10	30.12	178.07	0.00536	12.510	39.40	2333.19	<b>221.26</b>
<b>4</b>	15.10	15.05	15.06	15.06	30.09	30.10	178.31	0.00537	12.500	41.70	2329.40	<b>233.86</b>
<b>5</b>	15.08	15.04	15.09	15.08	30.20	30.12	178.43	0.00538	12.550	40.80	2332.13	<b>228.67</b>
<b>6</b>	15.07	15.05	15.09	15.08	30.17	30.12	178.43	0.00538	12.520	39.50	2327.71	<b>221.38</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2331.40</b>	<b>228.465</b>
<b>ENSAYO A LOS 14 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.02	15.05	15.06	15.07	30.15	30.05	177.89	0.00535	12.480	45.70	2330.69	<b>256.89</b>
<b>2</b>	15.03	15.02	15.06	15.10	30.08	30.08	177.95	0.00535	12.560	48.50	2346.41	<b>272.54</b>
<b>3</b>	15.08	15.07	15.04	15.07	30.10	30.10	178.25	0.00537	12.530	48.70	2335.37	<b>273.21</b>
<b>4</b>	15.06	15.06	15.09	15.10	30.09	30.10	178.55	0.00537	12.590	46.10	2343.06	<b>258.20</b>
<b>5</b>	15.05	15.09	15.08	15.08	30.20	30.15	178.49	0.00539	12.510	49.30	2322.77	<b>276.21</b>
<b>6</b>	15.05	15.09	15.08	15.07	30.16	30.15	178.43	0.00538	12.450	47.90	2313.93	<b>268.46</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2332.04</b>	<b>267.586</b>
<b>ENSAYO A LOS 28 DÍAS</b>												
<b>1</b>	15.06	15.07	15.04	15.05	30.09	30.08	178.01	0.00536	12.550	64.10	2343.38	<b>360.09</b>
<b>2</b>	15.09	15.10	15.06	15.07	30.20	30.18	178.60	0.00539	12.540	63.90	2325.64	<b>357.77</b>
<b>3</b>	15.06	15.07	15.07	15.06	30.16	30.20	178.25	0.00538	12.520	63.60	2327.32	<b>356.80</b>
<b>4</b>	15.07	15.10	15.03	15.05	30.15	30.12	178.19	0.00537	12.500	60.20	2327.85	<b>337.84</b>
<b>5</b>	15.04	15.08	15.10	15.04	30.16	30.14	178.25	0.00537	12.570	55.80	2338.94	<b>313.04</b>
<b>6</b>	15.07	15.07	15.11	15.05	30.15	30.12	178.49	0.00538	12.580	58.20	2338.86	<b>326.08</b>
<b>PROMEDIO</b>											<b>2333.67</b>	<b>341.937</b>

**Tabla N° 103: Resumen de Resistencia a la compresión del concreto patrón+ 400 ml de aditivo chemaplast impermeabilizante a los 28 días.**

*Usando cemento tipo V.*

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN N°						PROMEDIO
<b>TIPO DE CONCRETO</b>		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	-----
<b>TIPO DE ESPECIMEN</b>		CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	CILÍNDRICO	-----
<b>ESPECIMEN N°</b>		<b>N° 01</b>	<b>N° 02</b>	<b>N° 03</b>	<b>N° 04</b>	<b>N° 05</b>	<b>N° 06</b>	-----
<b>EDAD DE ENSAYO</b>		28 días	-----					
<b>MODO DE FALLA</b>		FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	FRÁGIL	-----
<b>FALLA DE ROTURA</b>		TIPO - 3	TIPO - 3	TIPO - 6	TIPO - 5	TIPO - 5	TIPO - 5	-----
<b>ALTURA PROMEDIO</b>		301.30 mm	301.30 mm	301.80 mm	301.80 mm	301.50 mm	301.30 mm	-----
<b>DIAMETRO PROMEDIO</b>		15.08 mm	15.08 mm	15.08 mm	15.06 mm	15.07 mm	15.08 mm	-----
<b>PESO</b>		12.50 Kg	12.52 Kg	12.45 Kg	12.49 Kg	12.41 Kg	12.45 Kg	-----
<b>F'c DE DISEÑO</b>		280 Kg/cm <sup>2</sup>	-----					
<b>PESO UNIATRIO C° END.</b>		2343.4 Kg/m <sup>3</sup>	2325.6 Kg/m <sup>3</sup>	2327.3 Kg/m <sup>3</sup>	2327.8 Kg/m <sup>3</sup>	2338.9 Kg/m <sup>3</sup>	2338.9 Kg/m <sup>3</sup>	2333.7 Kg/m <sup>3</sup>
<b>CARGA MAX. DE ROTURA</b>		64.10 Tn	63.90 Tn	63.60 Tn	60.20 Tn	55.80 Tn	58.20 Tn	60.97 Tn
<b>ESFUERZO DE ROTURA</b>		348.6 Kg/cm <sup>2</sup>	355.0 Kg/cm <sup>2</sup>	352.8 Kg/cm <sup>2</sup>	349.2 Kg/cm <sup>2</sup>	311.7 Kg/cm <sup>2</sup>	321.0 Kg/cm <sup>2</sup>	339.7 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>MODULO DE ELASTICIDAD "Ec" (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>GRÁFICA</b>	71568.29	67590.66	60676.70	59676.45	63486.48	63486.48	64414.18
	<b>NORMA E.060</b>	280073.72	282623.74	281759.31	280322.08	264812.21	268739.39	276388.41

**ANEXO X: RESULTADOS DE LA POROSIDAD Y ABSORCIÓN DEL CONCRETO.**

*Tabla N° 104: Porosidad y absorción del concreto patrón – aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo I.*

<b>POROSIDAD Y ABSORCIÓN DEL CONCRETO: PATRON Y CON ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE-CEMENTO TIPO I.</b>								
<b>Aditivo (ml/bolsa)</b>	<b>N° Probetas</b>	<b>Diám (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura(cm)</b>	<b>Peso saturado (kg)</b>	<b>Peso seco (kg)</b>	<b>Porosidad ( %)</b>	<b>Absorción (%)</b>
Patrón	P1	15.04	177.57	30.09	12.750	12.110	11.978	5.285
	P2	15.06	178.04	30.20	12.720	12.120	11.159	4.950
	P3	15.07	178.28	30.16	12.740	12.170	10.601	4.684
	P4	15.03	177.33	30.18	12.710	12.130	10.837	4.782
	P5	15.10	178.99	30.16	12.690	12.100	10.929	4.876
	P6	15.09	178.75	30.20	12.730	12.130	11.115	4.946
					<b>Promedio (%)</b>		<b>11.103</b>	<b>4.921</b>
					<b>Coef de variación %</b>		<b>4.266</b>	<b>4.182</b>
200 ml/ bolsa	P1	15.08	178.51	30.13	12.670	12.150	9.668	4.280
	P2	15.05	177.80	30.16	12.620	12.120	9.324	4.125
	P3	15.07	178.28	30.15	12.610	12.210	7.442	3.276
	P4	15.08	178.51	30.14	12.590	12.260	6.133	2.692
	P5	15.08	178.51	30.16	12.630	12.190	8.172	3.610
	P6	15.09	178.75	30.19	12.660	12.240	7.783	3.431
					<b>Promedio (%)</b>		<b>8.087</b>	<b>3.569</b>
					<b>Coef de variación %</b>		<b>15.991</b>	<b>16.295</b>
300 ml/ bolsa	P1	15.05	177.80	30.09	12.540	12.180	6.729	2.956
	P2	15.04	177.57	30.20	12.650	12.290	6.713	2.929
	P3	15.03	177.33	30.14	12.610	12.230	7.110	3.107
	P4	15.06	178.04	30.12	12.530	12.250	5.221	2.286
	P5	15.07	178.28	30.16	12.620	12.270	6.509	2.852
	P6	15.08	178.51	30.15	12.610	12.140	8.732	3.871
					<b>Promedio (%)</b>		<b>6.836</b>	<b>3.000</b>
					<b>Coef de variación %</b>		<b>16.566</b>	<b>17.060</b>
400 ml/ bolsa	P1	15.07	178.28	30.08	12.670	12.310	6.713	2.924
	P2	15.06	178.04	30.18	12.520	12.260	4.839	2.121
	P3	15.07	178.28	30.20	12.650	12.210	8.172	3.604
	P4	15.09	178.75	30.12	12.530	12.150	7.058	3.128
	P5	15.10	178.99	30.14	12.590	12.190	7.415	3.281
	P6	15.09	178.75	30.12	12.630	12.220	7.615	3.355
					<b>Promedio (%)</b>		<b>6.969</b>	<b>3.069</b>
					<b>Coef de variación %</b>		<b>16.581</b>	<b>16.846</b>

*Tabla N° 105: Porosidad y absorción del concreto patrón – aditivo chemaplast impermeabilizante. Usando cemento tipo V.*

<b>POROSIDAD Y ABSORCION DEL CONCRETO: PATRON Y CON ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE-CEMENTO TIPO V.</b>								
<b>Aditivo (ml/bolsa)</b>	<b>N° Probetas</b>	<b>Diám. (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Peso saturado (kg)</b>	<b>Peso seco (kg)</b>	<b>Porosidad (%)</b>	<b>Absorción (%)</b>
Patrón	P1	15.07	178.28	30.13	12.770	12.170	11.170	4.930
	P2	15.05	177.80	30.16	12.740	12.120	11.562	5.116
	P3	15.08	178.51	30.15	12.690	12.180	9.476	4.187
	P4	15.05	177.80	30.14	12.710	12.140	10.636	4.695
	P5	15.07	178.28	30.16	12.680	12.190	9.113	4.020
	P6	15.05	177.80	30.19	12.750	12.110	11.923	5.285
					<b>Promedio (%)</b>		<b>10.647</b>	<b>4.705</b>
					<b>Coef de variación %</b>		<b>10.678</b>	<b>10.809</b>
200 ml/ bolsa	P1	15.05	177.80	30.05	12.680	12.16	9.732	4.276
	P2	15.02	177.10	30.08	12.620	12.17	8.447	3.698
	P3	15.07	178.28	30.10	12.600	12.18	7.827	3.448
	P4	15.06	178.04	30.11	12.630	12.19	8.208	3.610
	P5	15.09	178.75	30.15	12.610	12.17	8.164	3.615
	P6	15.10	178.99	30.16	12.690	12.2	9.077	4.016
					<b>Promedio (%)</b>		<b>8.576</b>	<b>3.777</b>
					<b>Coef de variación %</b>		<b>8.197</b>	<b>8.161</b>
300 ml/ bolsa	P1	15.07	178.28	30.15	12.640	12.29	6.512	2.848
	P2	15.10	178.99	30.08	12.630	12.28	6.501	2.850
	P3	15.07	178.28	30.10	12.590	12.23	6.709	2.944
	P4	15.10	178.99	30.09	12.600	12.3	5.570	2.439
	P5	15.08	178.51	30.20	12.620	12.25	6.863	3.020
	P6	15.07	178.28	30.15	12.640	12.26	7.070	3.100
					<b>Promedio (%)</b>		<b>6.537</b>	<b>2.867</b>
					<b>Coef de variación %</b>		<b>7.966</b>	<b>8.065</b>
400 ml/ bolsa	P1	15.06	178.04	30.08	12.540	12.25	5.415	2.367
	P2	15.09	178.75	30.18	12.650	12.36	5.376	2.346
	P3	15.06	178.04	30.20	12.610	12.21	7.439	3.276
	P4	15.07	178.28	30.12	12.530	12.27	4.842	2.119
	P5	15.04	177.57	30.14	12.620	12.29	6.166	2.685
	P6	15.03	177.33	30.12	12.610	12.22	7.302	3.191
					<b>Promedio (%)</b>		<b>6.090</b>	<b>2.664</b>
					<b>Coef de variación %</b>		<b>17.713</b>	<b>17.916</b>

## ANEXO XI: RESULTADOS COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD EL CONCRETO

*Tabla N° 106: Coeficiente de permeabilidad del concreto patrón. Usando cemento tipo I.*

<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO: PATRON Y CON ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE A LOS 28 DÍAS - CEMENTO TIPO I.</b>						
<b>Aditivo (ml/bolsa)</b>	<b>N° Probetas</b>	<b>Penetración (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Porosidad (%)</b>	<b>Presión (m)</b>	<b>Coefficiente de Permeabilidad (m/s)</b>
Patrón	P-01	0.026	3600	11.103	50	2.08495E-10
	P-02	0.029	10800	11.103	50	8.64616E-11
	P-03	0.032	32400	11.103	50	3.50918E-11
	P-04	0.041	64800	11.103	50	2.88034E-11
	P-05	0.053	172800	11.103	50	1.80492E-11
	P-06	0.066	259200	11.103	50	1.86597E-11
				<b>Promedio (m/s)</b>		<b>6.59267E-11</b>
200 ml/ bolsa	P-01	0.025	7200	8.087	50	7.01998E-11
	P-02	0.03	18000	8.087	50	4.04351E-11
	P-03	0.035	32400	8.087	50	3.05759E-11
	P-04	0.039	64800	8.087	50	1.8982E-11
	P-05	0.041	129600	8.087	50	1.04894E-11
	P-06	0.043	259200	8.087	50	5.76887E-12
				<b>Promedio (m/s)</b>		<b>2.94085E-11</b>
300 ml/ bolsa	P-01	0.021	7200	6.836	50	4.18695E-11
	P-02	0.024	18000	6.836	50	2.18747E-11
	P-03	0.026	32400	6.836	50	1.42624E-11
	P-04	0.028	64800	6.836	50	8.27051E-12
	P-05	0.031	129600	6.836	50	5.06885E-12
	P-06	0.033	259200	6.836	50	2.872E-12
				<b>Promedio (m/s)</b>		<b>1.5703E-11</b>
400 ml/ bolsa	P-01	0.026	7200	6.969	50	6.54284E-11
	P-02	0.012	18000	6.969	50	5.57496E-12
	P-03	0.017	32400	6.969	50	6.21591E-12
	P-04	0.024	64800	6.969	50	6.1944E-12
	P-05	0.025	129600	6.969	50	3.36068E-12
	P-06	0.026	259200	6.969	50	1.81745E-12
				<b>Promedio (m/s)</b>		<b>1.47653E-11</b>

*Tabla N° 107: Coeficiente de permeabilidad del concreto patrón y con diferentes cantidades de aditivo. Usando cemento tipo V.*

<b>COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO: PATRON Y CON ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE A LOS 28 DÍAS - CEMENTO TIPO V.</b>						
<b>Aditivo (ml/bols)</b>	<b>N° Probetas</b>	<b>Penetración (m)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Porosidad (%)</b>	<b>Presión (m)</b>	<b>Coefficiente de Permeabilidad (m/s)</b>
Patrón	P-01	0.025	3600	10.647	50	1.84836E-10
	P-02	0.027	10800	10.647	50	7.18644E-11
	P-03	0.032	32400	10.647	50	3.36484E-11
	P-04	0.038	64800	10.647	50	2.37248E-11
	P-05	0.05	172800	10.647	50	1.5403E-11
	P-06	0.061	259200	10.647	50	1.52839E-11
				<b>Promedio (m/s)</b>		<b>5.74601E-11</b>
200 ml/ bolsa	P-01	0.024	7200	8.576	50	6.86074E-11
	P-02	0.028	18000	8.576	50	3.73529E-11
	P-03	0.03	32400	8.576	50	2.3822E-11
	P-04	0.035	64800	8.576	50	1.62122E-11
	P-05	0.038	129600	8.576	50	9.55528E-12
	P-06	0.041	259200	8.576	50	5.56178E-12
				<b>Promedio (m/s)</b>		<b>2.68519E-11</b>
300 ml/ bolsa	P-01	0.022	7200	6.537	50	4.39456E-11
	P-02	0.023	18000	6.537	50	1.92126E-11
	P-03	0.024	32400	6.537	50	1.1622E-11
	P-04	0.027	64800	6.537	50	7.35453E-12
	P-05	0.03	129600	6.537	50	4.53983E-12
	P-06	0.031	259200	6.537	50	2.42377E-12
				<b>Promedio (m/s)</b>		<b>1.48497E-11</b>
400 ml/ bolsa	P-01	0.015	7200	6.090	50	1.90311E-11
	P-02	0.012	18000	6.090	50	4.87195E-12
	P-03	0.014	32400	6.090	50	3.68404E-12
	P-04	0.013	64800	6.090	50	1.58827E-12
	P-05	0.016	129600	6.090	50	1.20295E-12
	P-06	0.019	259200	6.090	50	8.48175E-13
				<b>Promedio (m/s)</b>		<b>5.20441E-12</b>

## ANEXO XII: GRÁFICOS DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO ENSAYADOS. CEMENTO TIPO I.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN		Modo de Falla	
		Falla de Rotura	FRÁGIL
Tipo de Concreto	PATRÓN	Altura Prom. Probeta	TIPO - 3
Probeta N°	05	Diametro Prom. Probeta	301.60 mm
Tipo de Cemento	PACASMAYO TIPO I (ASTM C150)	Área Prom. Probeta	15.06 cm
Fecha de Elaboración	17.MARZO.2018	Peso de la Probeta	178.13 cm <sup>2</sup>
Fecha de Ensayo	14.ABRIL.2018	F' c de Diseño	12.56 Kg
Edad	28 días	Peso Unitario del C° Endurecido	280 Kg/cm <sup>2</sup>
		Carga Última de Rotura	2339.41 Kg/m <sup>3</sup>
			49.00 Tn

PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN				
Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo. Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.020	0.066	5.614	4.546
2000	0.070	0.232	11.228	15.878
3000	0.110	0.365	16.842	24.912
4000	0.130	0.431	22.455	29.418
5000	0.150	0.497	28.069	33.916
6000	0.170	0.564	33.683	38.408
7000	0.190	0.630	39.297	42.892
8000	0.210	0.696	44.911	47.369
9000	0.230	0.763	50.525	51.838
10000	0.250	0.829	56.138	56.301
11000	0.270	0.895	61.752	60.756
12000	0.290	0.962	67.366	65.204
13000	0.320	1.061	72.980	71.862
14000	0.340	1.127	78.594	76.292
15000	0.370	1.227	84.208	82.923
16000	0.400	1.326	89.821	89.538
17000	0.430	1.426	95.435	96.136
18000	0.460	1.525	101.049	102.718
19000	0.480	1.592	106.663	107.097
20000	0.500	1.658	112.277	111.469
21000	0.520	1.724	117.891	115.834
22000	0.540	1.790	123.505	120.191
23000	0.570	1.890	129.118	126.713
24000	0.590	1.956	134.732	131.052
25000	0.610	2.023	140.346	135.384
26000	0.640	2.122	145.960	141.869
27000	0.680	2.255	151.574	150.489
28000	0.710	2.354	157.188	156.936
29000	0.740	2.454	162.801	163.366
30000	0.770	2.553	168.415	169.779
31000	0.800	2.653	174.029	176.177
32000	0.820	2.719	179.643	180.432
33000	0.850	2.818	185.257	186.803
34000	0.870	2.885	190.871	191.040
35000	0.900	2.984	196.484	197.384
36000	0.920	3.050	202.098	201.603
37000	0.940	3.117	207.712	205.816
38000	0.970	3.216	213.326	212.121
39000	1.010	3.349	218.940	220.502
40000	1.040	3.448	224.554	226.769
41000	1.070	3.548	230.168	233.020
42000	1.100	3.647	235.781	239.254
43000	1.130	3.747	241.395	245.472
44000	1.150	3.813	247.009	249.608
45000	1.170	3.879	252.623	253.737
46000	1.190	3.946	258.237	257.859
47000	1.210	4.012	263.851	261.974
48000	1.230	4.078	269.464	266.081
49000	1.250	4.145	275.078	270.181

**ESFUERZO VS DEFORMACIÓN DEL CONCRETO**

$y = -0.8239x^2 + 68.604x$   
 $R^2 = 1$

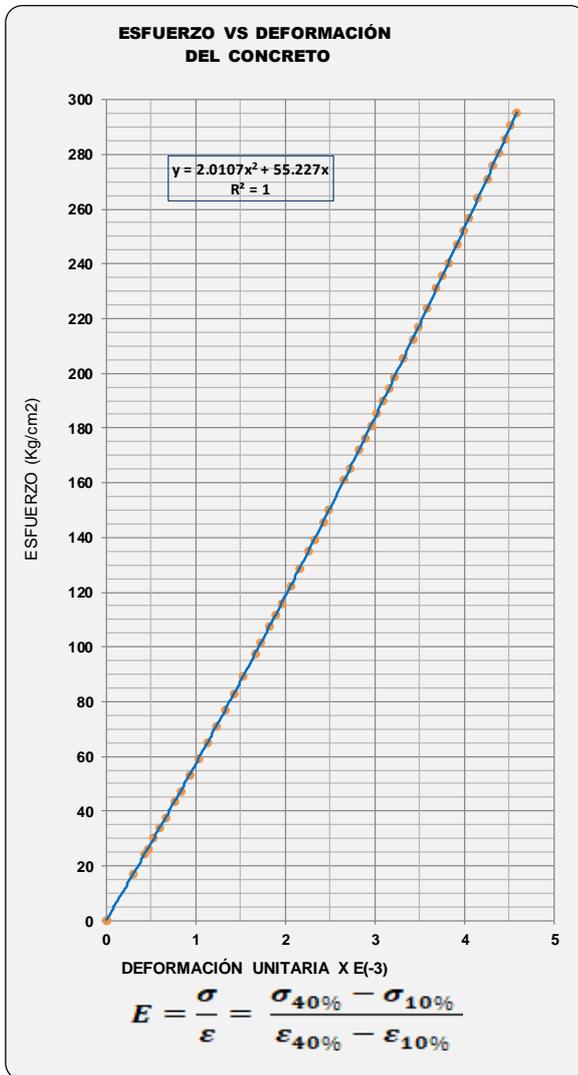
$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{\sigma_{40\%} - \sigma_{10\%}}{\epsilon_{40\%} - \epsilon_{10\%}}$

CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD			
Ecuación	esf= -0.8239x <sup>2</sup> + 68.604x		
coeficiente de correlación	R <sup>2</sup> = 1		
Esfuerzo de Rotura	270.18 Kg/cm <sup>2</sup>		
Módulo de Elasticidad "Ec"		x	y
	10%	0.479	27.018
	40%	1.581	108.072
	Gráfico	73563.78 Kg/cm <sup>2</sup>	
Norma E.060	246557.80 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	FRAGIL
		Falla de Rotura	TIPO - 6
<b>Tipo de Concreto</b>	PATRÓN	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.30 mm
<b>Probeta N°</b>	04	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.08 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO I (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.60 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.55 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	17.MARZO.2018	<b>F' c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	14.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2332.90 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Ultima de Rotura</b>	53.20 Tn

<b>PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN</b>				
Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo. Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.000	0.000	5.599	0.000
2000	0.090	0.299	11.198	16.676
3000	0.130	0.431	16.797	24.203
4000	0.140	0.465	22.396	26.096
5000	0.160	0.531	27.995	29.894
6000	0.180	0.597	33.594	33.711
7000	0.200	0.664	39.193	37.545
8000	0.230	0.763	44.792	43.330
9000	0.250	0.830	50.391	47.208
10000	0.280	0.929	55.990	53.059
11000	0.310	1.029	61.589	58.950
12000	0.340	1.128	67.188	64.881
13000	0.370	1.228	72.786	70.852
14000	0.400	1.328	78.385	76.862
15000	0.430	1.427	83.984	82.912
16000	0.460	1.527	89.583	89.003
17000	0.500	1.659	95.182	97.185
18000	0.520	1.726	100.781	101.303
19000	0.550	1.825	106.380	107.513
20000	0.570	1.892	111.979	111.675
21000	0.590	1.958	117.578	115.854
22000	0.620	2.058	123.177	122.157
23000	0.650	2.157	128.776	128.500
24000	0.680	2.257	134.375	134.883
25000	0.700	2.323	139.974	139.160
26000	0.730	2.423	145.573	145.609
27000	0.750	2.489	151.172	149.930
28000	0.800	2.655	156.771	160.812
29000	0.820	2.722	162.370	165.195
30000	0.850	2.821	167.969	171.804
31000	0.870	2.887	173.568	176.232
32000	0.890	2.954	179.167	180.677
33000	0.910	3.020	184.766	185.140
34000	0.930	3.087	190.365	189.621
35000	0.950	3.153	195.964	194.120
36000	0.970	3.219	201.563	198.637
37000	1.000	3.319	207.162	205.444
38000	1.030	3.419	212.761	212.292
39000	1.050	3.485	218.359	216.879
40000	1.080	3.584	223.958	223.794
41000	1.110	3.684	229.557	230.748
42000	1.130	3.750	235.156	235.406
43000	1.150	3.817	240.755	240.082
44000	1.180	3.916	246.354	247.129
45000	1.200	3.983	251.953	251.849
46000	1.220	4.049	257.552	256.587
47000	1.250	4.149	263.151	263.727
48000	1.280	4.248	268.750	270.907
49000	1.300	4.315	274.349	275.716
50000	1.320	4.381	279.948	280.542
51000	1.340	4.447	285.547	285.387
52000	1.360	4.514	291.146	290.248
53200	1.380	4.580	297.865	295.128



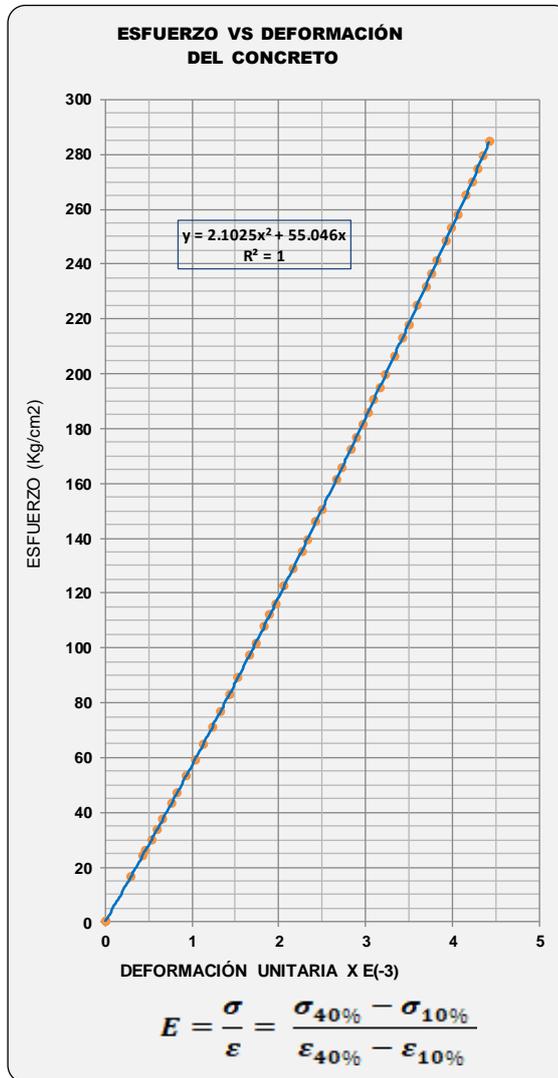
**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf= 2.0107x <sup>2</sup> + 55.227x	
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1	
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	295.13 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		
	x	y
	10%	0.560 29.513
	40%	1.966 118.051
<b>Gráfico</b>	62961.44 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E.060</b>	257689.41 Kg/cm <sup>2</sup>	

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	FRÁGIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 4
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemplast Imperm. - 200ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	300.80 mm
<b>Probeta N°</b>	04	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.06 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO I (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.13 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.49 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	21.MARZO.2018	<b>F' c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	18.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2330.63 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Ultima de Rotura</b>	51.20 Tn

**PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN**

Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.000	0.000	5.614	0.000
2000	0.090	0.299	11.228	16.658
3000	0.130	0.432	16.842	24.183
4000	0.140	0.465	22.455	26.075
5000	0.160	0.532	28.069	29.875
6000	0.180	0.598	33.683	33.693
7000	0.200	0.665	39.297	37.529
8000	0.230	0.765	44.911	43.319
9000	0.250	0.831	50.525	47.202
10000	0.280	0.931	56.138	53.061
11000	0.310	1.031	61.752	58.963
12000	0.340	1.130	67.366	64.906
13000	0.370	1.230	72.980	70.891
14000	0.400	1.330	78.594	76.917
15000	0.430	1.430	84.208	82.986
16000	0.460	1.529	89.821	89.096
17000	0.500	1.662	95.435	97.309
18000	0.520	1.729	101.049	101.443
19000	0.550	1.828	106.663	107.678
20000	0.570	1.895	112.277	111.859
21000	0.590	1.961	117.891	116.058
22000	0.620	2.061	123.505	122.391
23000	0.650	2.161	129.118	128.767
24000	0.680	2.261	134.732	135.184
25000	0.700	2.327	140.346	139.485
26000	0.730	2.427	145.960	145.972
27000	0.750	2.493	151.574	150.320
28000	0.800	2.660	157.188	161.271
29000	0.820	2.726	162.801	165.683
30000	0.850	2.826	168.415	172.338
31000	0.870	2.892	174.029	176.797
32000	0.890	2.959	179.643	181.275
33000	0.910	3.025	185.257	185.771
34000	0.930	3.092	190.871	190.286
35000	0.950	3.158	196.484	194.820
36000	0.970	3.225	202.098	199.372
37000	1.000	3.324	207.712	206.236
38000	1.030	3.424	213.326	213.141
39000	1.050	3.491	218.940	217.767
40000	1.080	3.590	224.554	224.742
41000	1.110	3.690	230.168	231.759
42000	1.130	3.757	235.781	236.460
43000	1.150	3.823	241.395	241.179
44000	1.180	3.923	247.009	248.294
45000	1.200	3.989	252.623	253.060
46000	1.220	4.056	258.237	257.844
47000	1.250	4.156	263.851	265.056
48000	1.270	4.222	269.464	269.887
49000	1.290	4.289	275.078	274.737
50000	1.310	4.355	280.692	279.605
51200	1.330	4.422	287.429	284.492



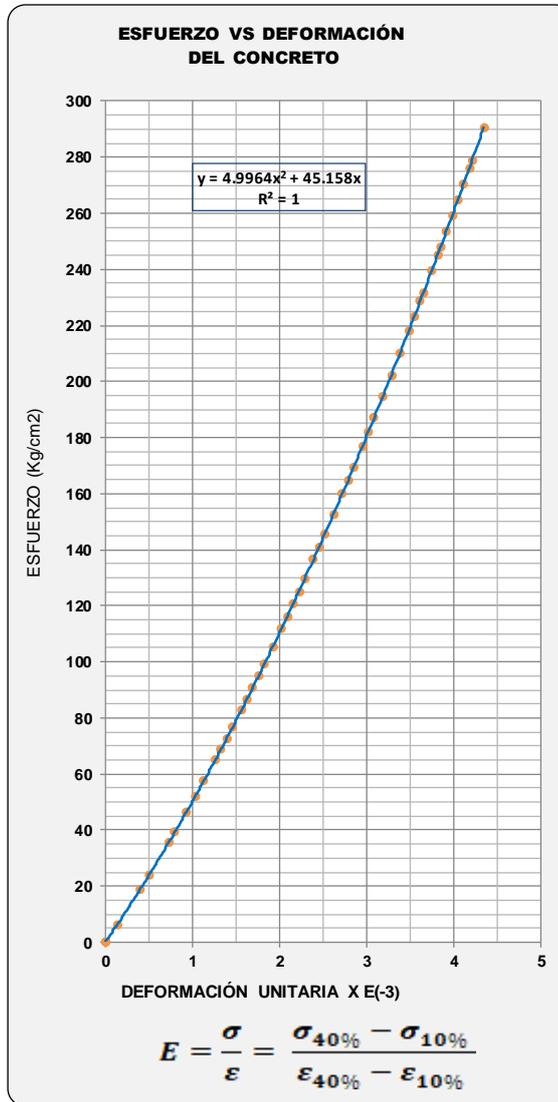
**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf= 2.1025x <sup>2</sup> + 55.046x		
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1		
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	284.49 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		x	y
	10%	0.539	28.449
	40%	1.893	113.797
	<b>Gráfico</b>	63024.02 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E.060</b>	253003.44 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	DUCTIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 5
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemaplast Imperm. - 200ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.50 mm
<b>Probeta N°</b>	06	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.05 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO I (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	177.89 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.58 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	21.MARZO.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	18.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2345.86 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Ultima de Rotura</b>	52.30 Tn

**PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN**

Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo. Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.000	0.000	5.621	0.000
2000	0.040	0.133	11.243	6.079
3000	0.120	0.398	16.864	18.765
4000	0.150	0.498	22.485	23.703
5000	0.220	0.730	28.107	35.611
6000	0.240	0.796	33.728	39.113
7000	0.280	0.929	39.349	46.247
8000	0.310	1.028	44.970	51.713
9000	0.340	1.128	50.592	57.278
10000	0.380	1.260	56.213	64.852
11000	0.400	1.327	61.834	68.705
12000	0.420	1.393	67.456	72.602
13000	0.440	1.459	73.077	76.543
14000	0.470	1.559	78.698	82.537
15000	0.490	1.625	84.320	86.588
16000	0.510	1.692	89.941	90.683
17000	0.530	1.758	95.562	94.822
18000	0.550	1.824	101.183	99.005
19000	0.580	1.924	106.805	105.361
20000	0.610	2.023	112.426	111.817
21000	0.630	2.090	118.047	116.175
22000	0.650	2.156	123.669	120.578
23000	0.670	2.222	129.290	125.025
24000	0.690	2.289	134.911	129.515
25000	0.720	2.388	140.533	136.334
26000	0.740	2.454	146.154	140.934
27000	0.760	2.521	151.775	145.579
28000	0.790	2.620	157.397	152.628
29000	0.820	2.720	163.018	159.776
30000	0.840	2.786	168.639	164.596
31000	0.860	2.852	174.260	169.461
32000	0.890	2.952	179.882	176.840
33000	0.910	3.018	185.503	181.814
34000	0.930	3.085	191.124	186.832
35000	0.960	3.184	196.746	194.442
36000	0.990	3.284	202.367	202.151
37000	1.020	3.383	207.988	209.958
38000	1.050	3.483	213.610	217.865
39000	1.070	3.549	219.231	223.191
40000	1.090	3.615	224.852	228.561
41000	1.100	3.648	230.473	231.263
42000	1.130	3.748	236.095	239.433
43000	1.150	3.814	241.716	244.935
44000	1.160	3.847	247.337	247.703
45000	1.180	3.914	252.959	253.270
46000	1.200	3.980	258.580	258.882
47000	1.220	4.046	264.201	264.538
48000	1.240	4.113	269.823	270.238
49000	1.260	4.179	275.444	275.982
50000	1.270	4.212	281.065	278.870
51000	1.310	4.345	286.687	290.534
52300	1.330	4.411	293.994	296.431



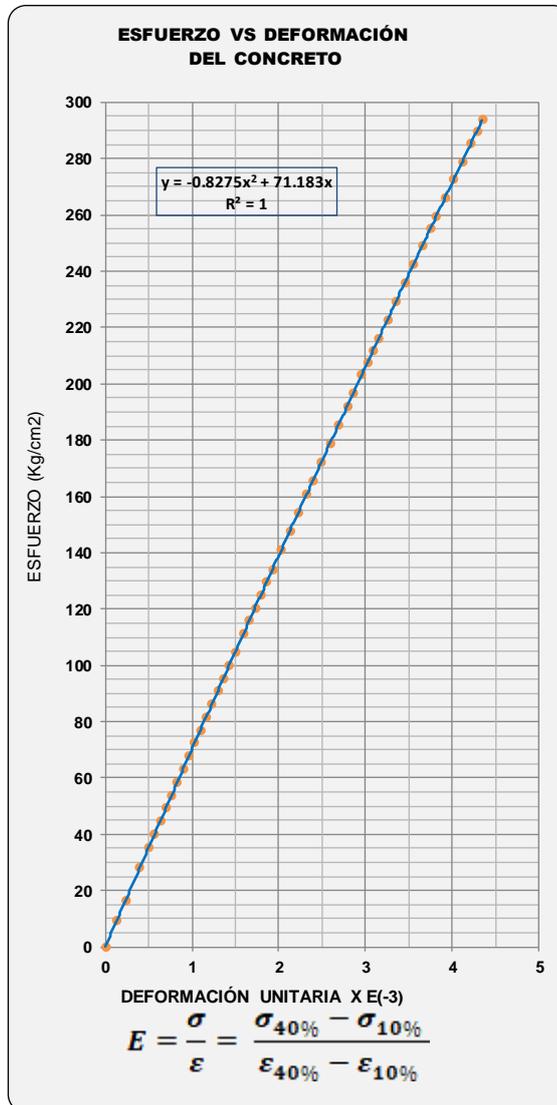
**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf= 4.9964x <sup>2</sup> + 45.158x		
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1		
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	296.43 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		x	y
	10%	0.770	29.643
	40%	2.099	118.572
	<b>Gráfico</b>	66900.92 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E.060</b>	258257.67 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	FRÁGIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 5
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemplast Imperm. - 300ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.40 mm
<b>Probeta N°</b>	05	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.04 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO I (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	177.66 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.51 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	23.MARZO.2018	<b>F° c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	20.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2332.42 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Ultima de Rotura</b>	52.30 Tn

**PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN**

Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo. Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.040	0.133	5.629	9.432
2000	0.070	0.232	11.258	16.488
3000	0.120	0.398	16.886	28.210
4000	0.150	0.498	22.515	35.221
5000	0.170	0.564	28.144	39.886
6000	0.190	0.630	33.773	44.544
7000	0.210	0.697	39.401	49.195
8000	0.230	0.763	45.030	53.838
9000	0.250	0.829	50.659	58.474
10000	0.270	0.896	56.288	63.103
11000	0.290	0.962	61.917	67.725
12000	0.310	1.029	67.545	72.339
13000	0.330	1.095	73.174	76.946
14000	0.350	1.161	78.803	81.545
15000	0.370	1.228	84.432	86.138
16000	0.390	1.294	90.061	90.723
17000	0.410	1.360	95.689	95.300
18000	0.430	1.427	101.318	99.871
19000	0.450	1.493	106.947	104.434
20000	0.480	1.593	112.576	111.265
21000	0.500	1.659	118.204	115.810
22000	0.520	1.725	123.833	120.348
23000	0.540	1.792	129.462	124.878
24000	0.560	1.858	135.091	129.401
25000	0.580	1.924	140.720	133.917
26000	0.610	2.024	146.348	140.677
27000	0.640	2.123	151.977	147.421
28000	0.670	2.223	157.606	154.148
29000	0.700	2.322	163.235	160.859
30000	0.720	2.389	168.863	165.323
31000	0.750	2.488	174.492	172.007
32000	0.780	2.588	180.121	178.674
33000	0.810	2.687	185.750	185.325
34000	0.840	2.787	191.379	191.959
35000	0.860	2.853	197.007	196.373
36000	0.890	2.953	202.636	202.980
37000	0.910	3.019	208.265	207.375
38000	0.930	3.086	213.894	211.764
39000	0.950	3.152	219.523	216.145
40000	0.980	3.251	225.151	222.703
41000	1.010	3.351	230.780	229.244
42000	1.040	3.451	236.409	235.769
43000	1.070	3.550	242.038	242.278
44000	1.100	3.650	247.666	248.770
45000	1.130	3.749	253.295	255.246
46000	1.150	3.816	258.924	259.554
47000	1.180	3.915	264.553	266.002
48000	1.210	4.015	270.182	272.434
49000	1.240	4.114	275.810	278.850
50000	1.270	4.214	281.439	285.249
51000	1.290	4.280	287.068	289.506
52300	1.310	4.346	294.385	293.756



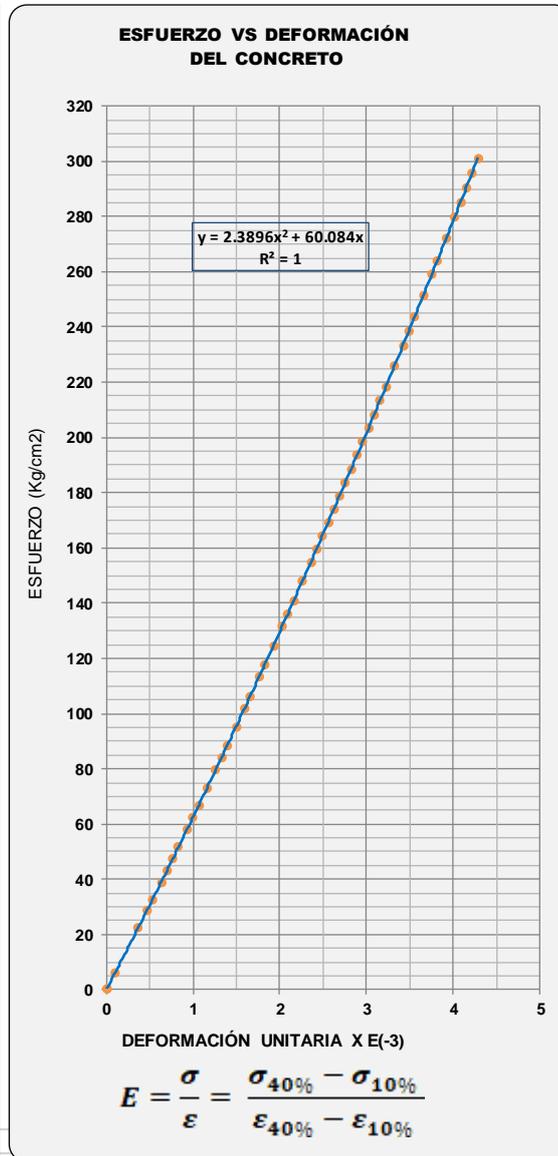
**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf=-0.8275x2 + 71.183x		
<b>coeficiente de correlación</b>	R² = 1		
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	293.76 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		x	y
	10%	0.589	29.376
	40%	1.649	117.503
	<b>Gráfico</b>	83110.76 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E.060</b>	257089.79 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	FRÁGIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 4
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemplast Imperm. - 300ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.40 mm
<b>Probeta N°</b>	02	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.07 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO I (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.37 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.54 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	23.MARZO.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	20.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2333.75 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Ultima de Rotura</b>	53.80 Tn

**PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN**

Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Corregido (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.000	0.000	5.606	0.000
2000	0.030	0.100	11.213	6.004
3000	0.110	0.365	16.819	22.247
4000	0.140	0.464	22.426	28.425
5000	0.160	0.531	28.032	32.569
6000	0.190	0.630	33.638	38.826
7000	0.210	0.697	39.245	43.023
8000	0.230	0.763	44.851	47.242
9000	0.250	0.829	50.458	51.481
10000	0.280	0.929	56.064	57.880
11000	0.300	0.995	61.670	62.172
12000	0.320	1.062	67.277	66.486
13000	0.350	1.161	72.883	72.995
14000	0.380	1.261	78.490	79.551
15000	0.400	1.327	84.096	83.949
16000	0.420	1.393	89.702	88.367
17000	0.450	1.493	95.309	95.034
18000	0.480	1.593	100.915	101.749
19000	0.500	1.659	106.521	106.251
20000	0.530	1.758	112.128	113.044
21000	0.550	1.825	117.734	117.600
22000	0.580	1.924	123.341	124.472
23000	0.610	2.024	128.947	131.391
24000	0.630	2.090	134.553	136.031
25000	0.650	2.157	140.160	140.691
26000	0.680	2.256	145.766	147.721
27000	0.710	2.356	151.373	154.799
28000	0.730	2.422	156.979	159.543
29000	0.750	2.488	162.585	164.309
30000	0.770	2.555	168.192	169.096
31000	0.790	2.621	173.798	173.903
32000	0.810	2.687	179.405	178.732
33000	0.830	2.754	185.011	183.582
34000	0.850	2.820	190.617	188.453
35000	0.870	2.887	196.224	193.345
36000	0.890	2.953	201.830	198.257
37000	0.910	3.019	207.437	203.191
38000	0.930	3.086	213.043	208.146
39000	0.950	3.152	218.649	213.123
40000	0.970	3.218	224.256	218.120
41000	1.000	3.318	229.862	225.655
42000	1.030	3.417	235.469	233.237
43000	1.050	3.484	241.075	238.318
44000	1.070	3.550	246.681	243.421
45000	1.100	3.650	252.288	251.114
46000	1.130	3.749	257.894	258.854
47000	1.150	3.816	263.501	264.041
48000	1.180	3.915	269.107	271.860
49000	1.210	4.015	274.713	279.726
50000	1.230	4.081	280.320	284.997
51000	1.250	4.147	285.926	290.289
52000	1.270	4.214	291.532	295.601
53800	1.290	4.280	301.624	300.935



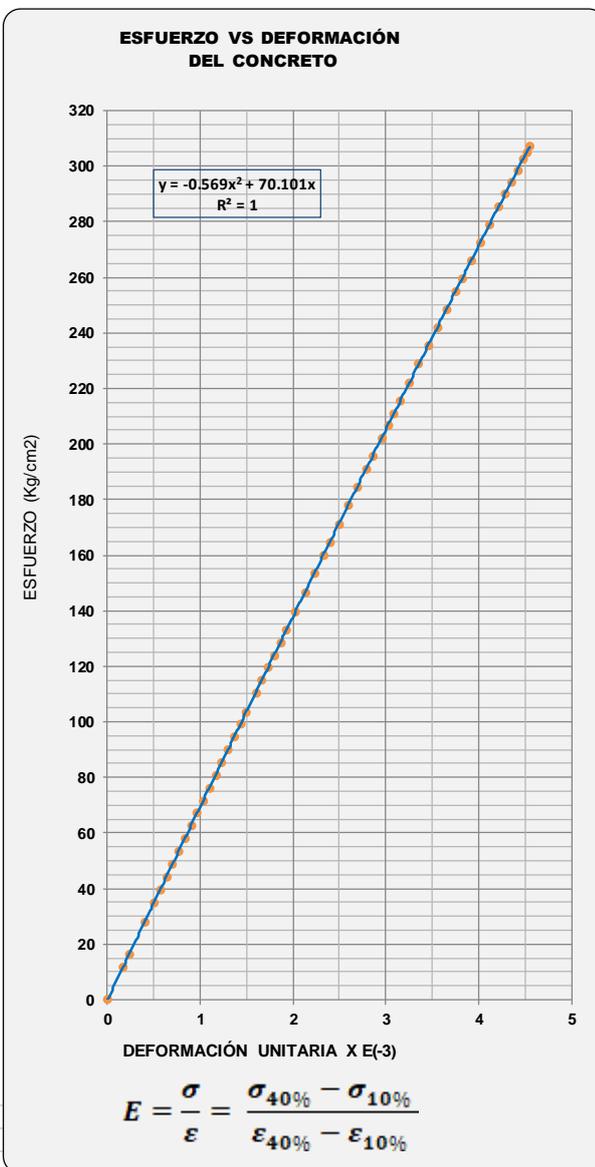
**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf=2.3896x <sup>2</sup> + 60.084x		
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1		
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	300.94 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		x	y
	10%	0.564	30.094
	40%	1.866	120.374
	<b>Gráfico</b>	69352.01 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E.060</b>	260212.31 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	FRÁGIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 5
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemplast Imperm. - 400ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.30 mm
<b>Probeta N°</b>	05	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.08 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO I (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.60 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.43 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	24.MARZO.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	21.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2308.68 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Última de Rotura</b>	56.80 Tn

**PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN**

Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.050	0.166	5.599	11.617
2000	0.070	0.232	11.198	16.256
3000	0.120	0.398	16.797	27.829
4000	0.150	0.498	22.396	34.758
5000	0.170	0.564	27.995	39.371
6000	0.190	0.631	33.594	43.979
7000	0.210	0.697	39.193	48.583
8000	0.230	0.763	44.792	53.181
9000	0.250	0.830	50.391	57.774
10000	0.270	0.896	55.990	62.362
11000	0.290	0.962	61.589	66.945
12000	0.310	1.029	67.188	71.523
13000	0.330	1.095	72.786	76.096
14000	0.350	1.162	78.385	80.664
15000	0.370	1.228	83.984	85.227
16000	0.390	1.294	89.583	89.785
17000	0.410	1.361	95.182	94.338
18000	0.430	1.427	100.781	98.886
19000	0.450	1.494	106.380	103.429
20000	0.480	1.593	111.979	110.234
21000	0.500	1.659	117.578	114.764
22000	0.520	1.726	123.177	119.289
23000	0.540	1.792	128.776	123.810
24000	0.560	1.859	134.375	128.325
25000	0.580	1.925	139.974	132.835
26000	0.610	2.025	145.573	139.591
27000	0.640	2.124	151.172	146.336
28000	0.670	2.224	156.771	153.070
29000	0.700	2.323	162.370	159.792
30000	0.720	2.390	167.969	164.267
31000	0.750	2.489	173.568	170.971
32000	0.780	2.589	179.167	177.663
33000	0.810	2.688	184.766	184.344
34000	0.840	2.788	190.365	191.013
35000	0.860	2.854	195.964	195.453
36000	0.890	2.954	201.563	202.104
37000	0.910	3.020	207.162	206.532
38000	0.930	3.087	212.761	210.954
39000	0.950	3.153	218.359	215.372
40000	0.980	3.253	223.958	221.989
41000	1.010	3.352	229.557	228.595
42000	1.040	3.452	235.156	235.189
43000	1.070	3.551	240.755	241.772
44000	1.100	3.651	246.354	248.344
45000	1.130	3.750	251.953	254.904
46000	1.150	3.817	257.552	259.272
47000	1.180	3.916	263.151	265.814
48000	1.210	4.016	268.750	272.344
49000	1.240	4.115	274.349	278.863
50000	1.270	4.215	279.948	285.371
51000	1.290	4.281	285.547	289.704
52000	1.310	4.348	291.146	294.031
53000	1.330	4.414	296.745	298.353
54000	1.350	4.481	302.344	302.670
55000	1.360	4.514	307.943	304.827
56800	1.370	4.547	318.021	306.983



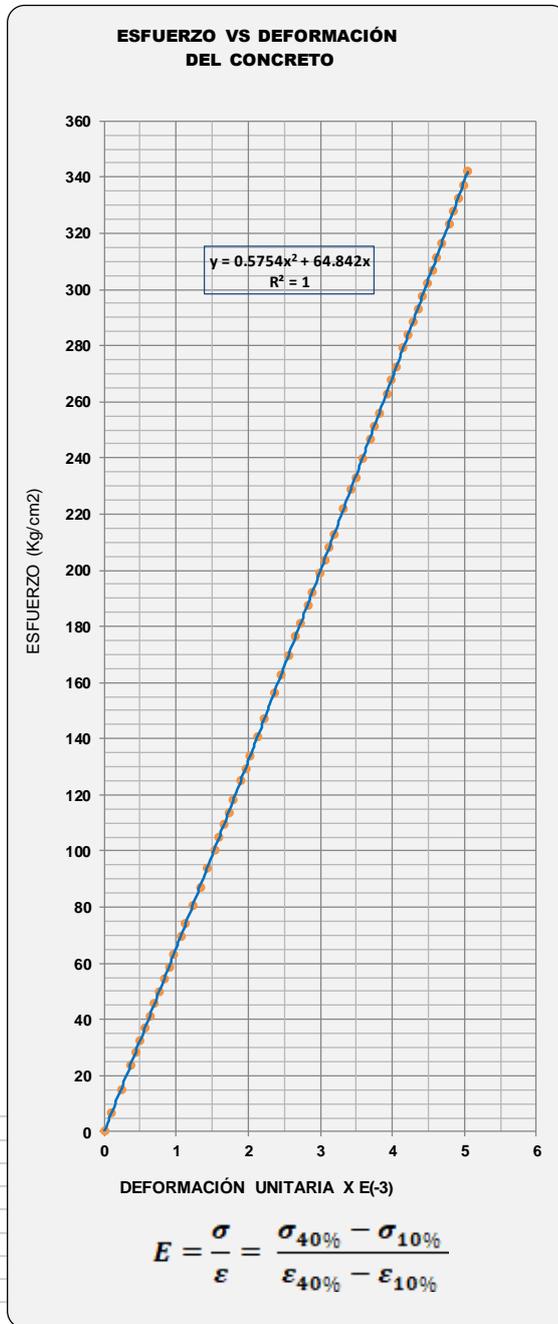
**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf=-0.569x <sup>2</sup> + 70.101x		
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1		
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	306.98 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		x	y
	10%	0.576	30.698
	40%	1.733	122.793
	<b>Gráfico</b>	79609.68 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E060</b>	262813.81 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	DUCTIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 3
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemplast Imperm.- 400ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.20 mm
<b>Probeta N°</b>	03	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.07 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO I (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.37 cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Elaboración</b>	24.MARZO.2018	<b>Peso de la Probeta</b>	12.47 Kg
<b>Fecha de Ensayo</b>	21.ABRIL.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2324.96 Kg/m <sup>3</sup>
		<b>Carga Última de Rotura</b>	62.40 Tn

**PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN**

Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.030	0.100	5.606	6.464
2000	0.070	0.232	11.213	15.101
3000	0.110	0.365	16.819	23.757
4000	0.130	0.432	22.426	28.093
5000	0.150	0.498	28.032	32.435
6000	0.170	0.564	33.638	36.781
7000	0.190	0.631	39.245	41.132
8000	0.210	0.697	44.851	45.488
9000	0.230	0.764	50.458	49.850
10000	0.250	0.830	56.064	54.216
11000	0.270	0.896	61.670	58.588
12000	0.290	0.963	67.277	62.964
13000	0.320	1.062	72.883	69.539
14000	0.340	1.129	78.490	73.928
15000	0.370	1.228	84.096	80.521
16000	0.400	1.328	89.702	87.126
17000	0.430	1.428	95.309	93.743
18000	0.460	1.527	100.915	100.370
19000	0.480	1.594	106.521	104.795
20000	0.500	1.660	112.128	109.225
21000	0.520	1.726	117.734	113.660
22000	0.540	1.793	123.341	118.100
23000	0.570	1.892	128.947	124.770
24000	0.590	1.959	134.553	129.222
25000	0.610	2.025	140.160	133.680
26000	0.640	2.125	145.766	140.376
27000	0.670	2.224	151.373	147.084
28000	0.710	2.357	156.979	156.045
29000	0.740	2.457	162.585	162.780
30000	0.770	2.556	168.192	169.525
31000	0.800	2.656	173.798	176.282
32000	0.820	2.722	179.405	180.793
33000	0.850	2.822	185.011	187.570
34000	0.870	2.888	190.617	192.093
35000	0.900	2.988	196.224	198.888
36000	0.920	3.054	201.830	203.425
37000	0.940	3.121	207.437	207.966
38000	0.960	3.187	213.043	212.513
39000	1.000	3.320	218.649	221.621
40000	1.030	3.420	224.256	228.466
41000	1.050	3.486	229.862	233.035
42000	1.080	3.586	235.469	239.899
43000	1.110	3.685	241.075	246.774
44000	1.130	3.752	246.681	251.364
45000	1.150	3.818	252.288	255.959
46000	1.180	3.918	257.894	262.860
47000	1.200	3.984	263.501	267.468
48000	1.220	4.050	269.107	272.080
49000	1.250	4.150	274.713	279.009
50000	1.270	4.216	280.320	283.634
51000	1.290	4.283	285.926	288.264
52000	1.310	4.349	291.532	292.900
53000	1.330	4.416	297.139	297.540
54000	1.350	4.482	302.745	302.186
55000	1.370	4.548	308.352	306.836
56000	1.390	4.615	313.958	311.492
57000	1.410	4.681	319.564	316.153
58000	1.440	4.781	325.171	323.153
59000	1.460	4.847	330.777	327.827
60000	1.480	4.914	336.384	332.505
61000	1.500	4.980	341.990	337.189
62400	1.520	5.046	349.839	341.878



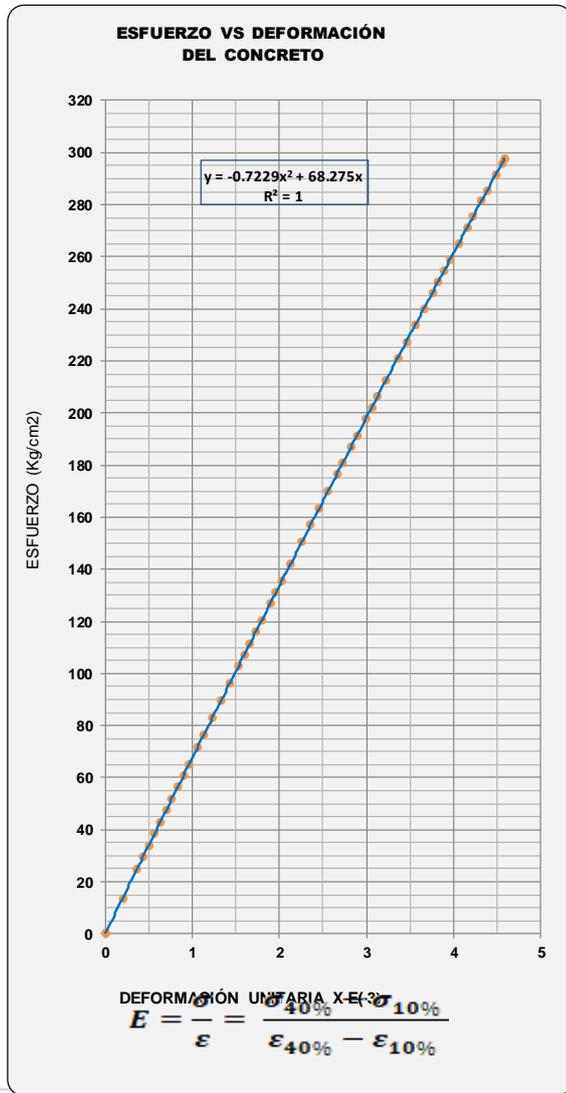
**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf=0.5754x <sup>2</sup> + 64.842x	
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1	
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	341.88 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		x
	10%	0.607
	40%	2.005
<b>Gráfico</b>	73368.75 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E.060</b>	277348.99 Kg/cm <sup>2</sup>	

### ANEXO XIII: GRÁFICOS DE ESFUERZO VS DEFORMACIÓN DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO ENSAYADOS. CEMENTO TIPO V.

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		Modo de Falla	DUCTIL
		Falla de Rotura	TIPO - 4
Tipo de Concreto	PATRÓN	Altura Prom. Probeta	301.10 mm
Probeta N°	01	Diametro Prom. Probeta	15.05 cm
Tipo de Cemento	PACASMAYO TIPO V (ASTM C150)	Area Prom. Probeta	177.89 cm <sup>2</sup>
Fecha de Elaboración	20.MARZO.2018	Peso de la Probeta	12.56 Kg
Fecha de Ensayo	17.ABRIL.2018	F'c de Diseño	280 Kg/cm <sup>2</sup>
Edad	28 días	Peso Unitario del C° Endurecido	2343.69 Kg/m <sup>3</sup>
		Carga Ultima de Rotura	54.00 Tn

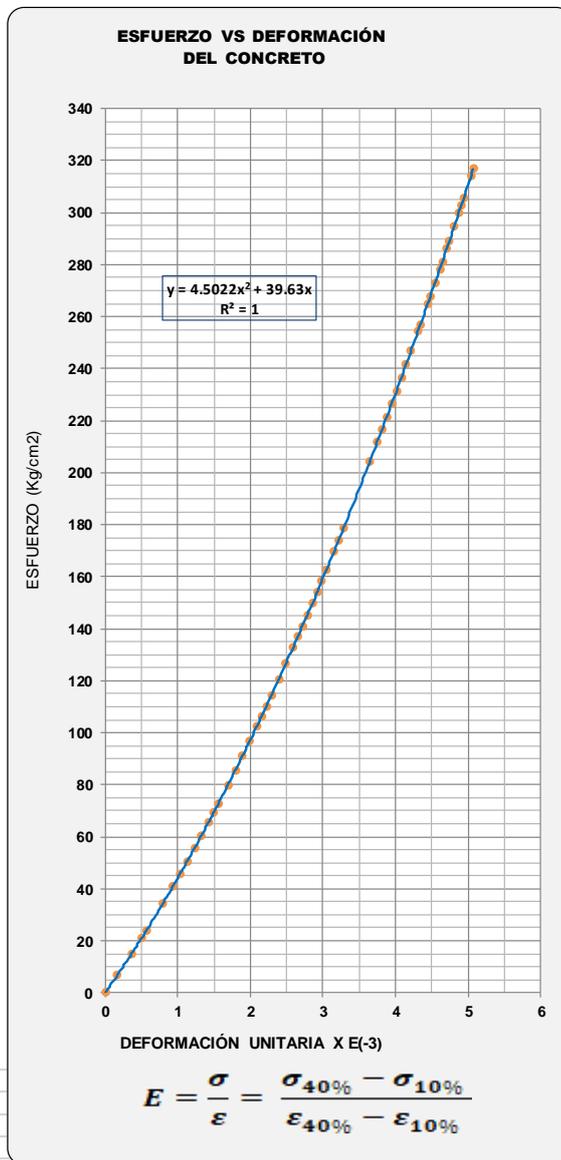
PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN				
Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo. Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.000	0.000	5.621	0.000
2000	0.060	0.199	11.243	13.576
3000	0.110	0.365	16.864	24.846
4000	0.130	0.432	22.485	29.343
5000	0.150	0.498	28.107	33.833
6000	0.170	0.565	33.728	38.317
7000	0.190	0.631	39.349	42.795
8000	0.210	0.697	44.970	47.266
9000	0.230	0.764	50.592	51.731
10000	0.250	0.830	56.213	56.190
11000	0.270	0.897	61.834	60.642
12000	0.290	0.963	67.456	65.087
13000	0.320	1.063	73.077	71.744
14000	0.340	1.129	78.698	76.174
15000	0.370	1.229	84.320	82.807
16000	0.400	1.328	89.941	89.425
17000	0.430	1.428	95.562	96.029
18000	0.460	1.528	101.183	102.619
19000	0.480	1.594	106.805	107.004
20000	0.500	1.661	112.426	111.383
21000	0.520	1.727	118.047	115.755
22000	0.540	1.793	123.669	120.121
23000	0.570	1.893	129.290	126.658
24000	0.590	1.959	134.911	131.008
25000	0.610	2.026	140.533	135.352
26000	0.640	2.126	146.154	141.855
27000	0.680	2.258	151.775	150.504
28000	0.710	2.358	157.397	156.974
29000	0.740	2.458	163.018	163.430
30000	0.770	2.557	168.639	169.871
31000	0.800	2.657	174.260	176.298
32000	0.820	2.723	179.882	180.575
33000	0.850	2.823	185.503	186.978
34000	0.870	2.889	191.124	191.239
35000	0.900	2.989	196.746	197.618
36000	0.920	3.055	202.367	201.863
37000	0.940	3.122	207.988	206.101
38000	0.970	3.222	213.610	212.447
39000	1.010	3.354	219.231	220.886
40000	1.040	3.454	224.852	227.198
41000	1.070	3.554	230.473	233.496
42000	1.100	3.653	236.095	239.779
43000	1.130	3.753	241.716	246.048
44000	1.150	3.819	247.337	250.220
45000	1.170	3.886	252.959	254.385
46000	1.190	3.952	258.580	258.543
47000	1.220	4.052	264.201	264.769
48000	1.250	4.151	269.823	270.981
49000	1.270	4.218	275.444	275.114
50000	1.300	4.318	281.065	281.302
51000	1.320	4.384	286.687	285.419
52000	1.350	4.484	292.308	291.583
53000	1.370	4.550	297.929	295.684
54000	1.380	4.583	303.550	297.733



CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD			
Ecuación	esf= -0.7229x <sup>2</sup> + 68.275x		
coeficiente de correlación	R <sup>2</sup> = 1		
Esfuerzo de Rotura	297.73 Kg/cm <sup>2</sup>		
Módulo de Elasticidad "Ec"		x	y
	10%	0.528	29.773
	40%	1.742	119.093
	Gráfico	73539.46 Kg/cm <sup>2</sup>	
Norma E.060	258823.96 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	FRÁGIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 5
<b>Tipo de Concreto</b>	PATRÓN	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.70 mm
<b>Probeta N°</b>	03	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.07 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO V (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.37 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.51 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	20.MARZO.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	17.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2325.47 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Ultima de Rotura</b>	58.00 Tn

<b>PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN</b>				
Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.050	0.166	5.606	6.691
2000	0.110	0.365	11.213	15.048
3000	0.150	0.497	16.819	20.816
4000	0.170	0.563	22.426	23.760
5000	0.240	0.795	28.032	34.374
6000	0.280	0.928	33.638	40.657
7000	0.310	1.028	39.245	45.474
8000	0.340	1.127	44.851	50.379
9000	0.370	1.226	50.458	55.373
10000	0.400	1.326	56.064	60.456
11000	0.430	1.425	61.670	65.629
12000	0.450	1.492	67.277	69.126
13000	0.470	1.558	72.883	72.663
14000	0.510	1.690	78.490	79.857
15000	0.540	1.790	84.096	85.355
16000	0.570	1.889	89.702	90.943
17000	0.600	1.989	95.309	96.620
18000	0.630	2.088	100.915	102.386
19000	0.650	2.154	106.521	106.279
20000	0.670	2.221	112.128	110.212
21000	0.690	2.287	117.734	114.184
22000	0.720	2.386	123.341	120.217
23000	0.750	2.486	128.947	126.339
24000	0.780	2.585	134.553	132.550
25000	0.800	2.652	140.160	136.740
26000	0.820	2.718	145.766	140.970
27000	0.840	2.784	151.373	145.239
28000	0.860	2.851	156.979	149.548
29000	0.880	2.917	162.585	153.897
30000	0.900	2.983	168.192	158.285
31000	0.920	3.049	173.798	162.712
32000	0.950	3.149	179.405	169.428
33000	0.970	3.215	185.011	173.954
34000	0.990	3.281	190.617	178.520
35000	1.100	3.646	196.224	204.341
36000	1.130	3.745	201.830	211.590
37000	1.150	3.812	207.437	216.473
38000	1.170	3.878	213.043	221.395
39000	1.190	3.944	218.649	226.357
40000	1.210	4.011	224.256	231.358
41000	1.230	4.077	229.862	236.399
42000	1.250	4.143	235.469	241.479
43000	1.270	4.209	241.075	246.599
44000	1.300	4.309	246.681	254.354
45000	1.310	4.342	252.288	256.958
46000	1.340	4.441	257.894	264.831
47000	1.350	4.475	263.501	267.475
48000	1.370	4.541	269.107	272.793
49000	1.390	4.607	274.713	278.150
50000	1.400	4.640	280.320	280.844
51000	1.420	4.707	285.926	286.261
52000	1.430	4.740	291.532	288.984
53000	1.450	4.806	297.139	294.460
54000	1.470	4.872	302.745	299.976
55000	1.480	4.906	308.352	302.749
56000	1.490	4.939	313.958	305.531
57000	1.520	5.038	319.564	313.938
58000	1.530	5.071	325.171	316.760

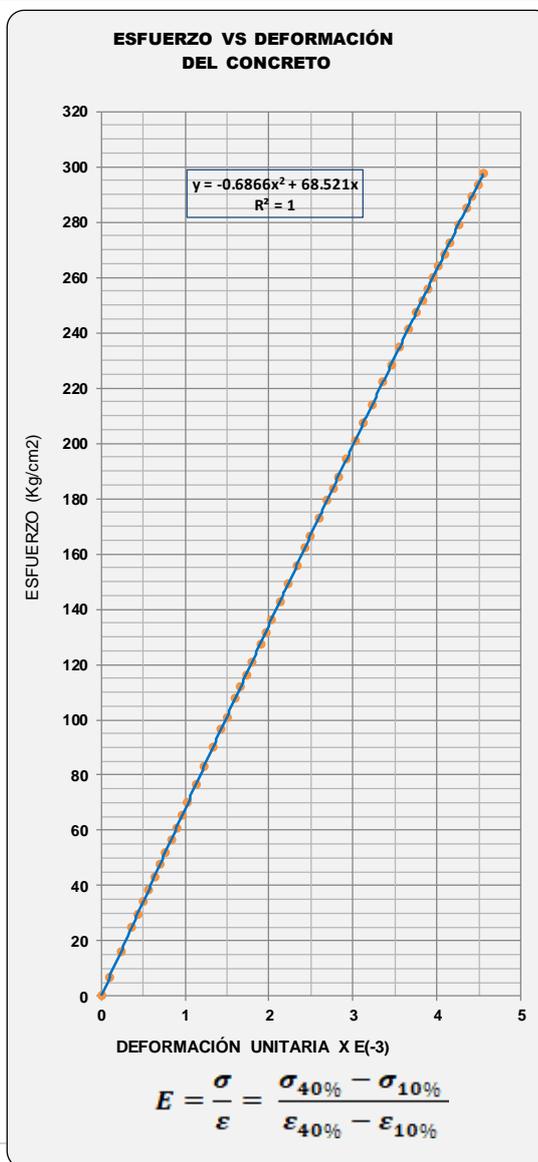


**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf= 4.5022x <sup>2</sup> + 39.63x	
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1	
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	316.76 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		
	10%	0.874
	40%	2.443
<b>Gráfico</b>	60576.12 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E.060</b>	266966.46 Kg/cm <sup>2</sup>	

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	DUCTIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 4
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemaplast Imperm - 200ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.20 mm
<b>Probeta N°</b>	01	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.07 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO V (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.37 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.54 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	22.MARZO.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	19.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2343.85 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Ultima de Rotura</b>	54.00 Tn

<b>PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN</b>				
Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo. Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.030	0.100	5.606	6.818
2000	0.070	0.232	11.213	15.887
3000	0.110	0.365	16.819	24.933
4000	0.130	0.432	22.426	29.446
5000	0.150	0.498	28.032	33.954
6000	0.170	0.564	33.638	38.455
7000	0.190	0.631	39.245	42.951
8000	0.210	0.697	44.851	47.440
9000	0.230	0.764	50.458	51.923
10000	0.250	0.830	56.064	56.400
11000	0.270	0.896	61.670	60.871
12000	0.290	0.963	67.277	65.337
13000	0.310	1.029	72.883	69.796
14000	0.340	1.129	78.490	76.473
15000	0.370	1.228	84.096	83.136
16000	0.400	1.328	89.702	89.786
17000	0.430	1.428	95.309	96.423
18000	0.450	1.494	100.915	100.839
19000	0.480	1.594	106.521	107.453
20000	0.500	1.660	112.128	111.855
21000	0.520	1.726	117.734	116.250
22000	0.540	1.793	123.341	120.640
23000	0.570	1.892	128.947	127.212
24000	0.590	1.959	134.553	131.587
25000	0.610	2.025	140.160	135.955
26000	0.640	2.125	145.766	142.496
27000	0.670	2.224	151.373	149.023
28000	0.700	2.324	156.979	155.537
29000	0.730	2.424	162.585	162.037
30000	0.750	2.490	168.192	166.363
31000	0.780	2.590	173.798	172.840
32000	0.810	2.689	179.405	179.304
33000	0.830	2.756	185.011	183.606
34000	0.850	2.822	190.617	187.901
35000	0.880	2.922	196.224	194.333
36000	0.910	3.021	201.830	200.752
37000	0.940	3.121	207.437	207.156
38000	0.970	3.220	213.043	213.548
39000	1.010	3.353	218.649	222.048
40000	1.040	3.453	224.256	228.407
41000	1.070	3.552	229.862	234.753
42000	1.100	3.652	235.469	241.085
43000	1.130	3.752	241.075	247.404
44000	1.150	3.818	246.681	251.608
45000	1.170	3.884	252.288	255.807
46000	1.190	3.951	257.894	260.000
47000	1.210	4.017	263.501	264.186
48000	1.230	4.084	269.107	268.367
49000	1.250	4.150	274.713	272.541
50000	1.280	4.250	280.320	278.792
51000	1.310	4.349	285.926	285.028
52000	1.330	4.416	291.532	289.179
53000	1.350	4.482	297.139	293.323
54000	1.370	4.548	302.745	297.461

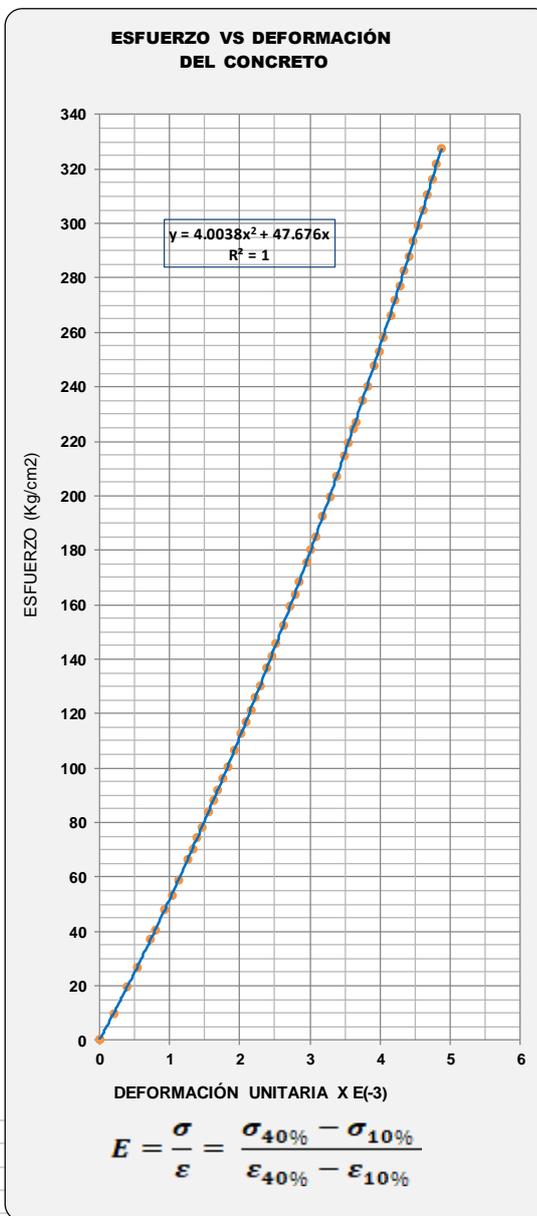


**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf= -0.6866x <sup>2</sup> + 68.521x		
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1		
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	297.46 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		x	y
	10%	0.528	29.746
	40%	1.745	118.984
<b>Gráfico</b>	73368.75 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Norma E.060</b>	258705.91 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	FRÁGIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 6
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemaplast Imperm - 200ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.70 mm
<b>Probeta N°</b>	02	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.06 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO V (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.13 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.52 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	22.MARZO.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	19.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2325.01 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Última de Rotura</b>	58.00 Tn

<b>PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN</b>				
Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.000	0.000	5.614	0.000
2000	0.060	0.199	11.228	9.640
3000	0.120	0.398	16.842	19.596
4000	0.160	0.530	22.455	26.410
5000	0.220	0.729	28.069	36.894
6000	0.240	0.795	33.683	40.460
7000	0.280	0.928	39.297	47.695
8000	0.310	1.028	44.911	53.215
9000	0.340	1.127	50.525	58.813
10000	0.380	1.260	56.138	66.401
11000	0.400	1.326	61.752	70.248
12000	0.420	1.392	67.366	74.130
13000	0.440	1.458	72.980	78.047
14000	0.470	1.558	78.594	83.988
15000	0.490	1.624	84.208	87.993
16000	0.510	1.690	89.821	92.033
17000	0.530	1.757	95.435	96.109
18000	0.550	1.823	101.049	100.219
19000	0.580	1.922	106.663	106.451
20000	0.610	2.022	112.277	112.762
21000	0.630	2.088	117.891	117.014
22000	0.650	2.154	123.505	121.300
23000	0.670	2.221	129.118	125.622
24000	0.690	2.287	134.732	129.979
25000	0.720	2.386	140.346	136.580
26000	0.740	2.453	145.960	141.025
27000	0.760	2.519	151.574	145.505
28000	0.790	2.618	157.188	152.291
29000	0.820	2.718	162.801	159.157
30000	0.840	2.784	168.415	163.778
31000	0.860	2.851	174.029	168.434
32000	0.890	2.950	179.643	175.484
33000	0.910	3.016	185.257	180.228
34000	0.930	3.083	190.871	185.007
35000	0.960	3.182	196.484	192.242
36000	0.990	3.281	202.098	199.556
37000	1.020	3.381	207.712	206.949
38000	1.050	3.480	213.326	214.421
39000	1.070	3.547	218.940	219.447
40000	1.090	3.613	224.554	224.507
41000	1.100	3.646	230.168	227.051
42000	1.130	3.745	235.781	234.734
43000	1.150	3.812	241.395	239.901
44000	1.180	3.911	247.009	247.716
45000	1.200	3.977	252.623	252.970
46000	1.220	4.044	258.237	258.260
47000	1.250	4.143	263.851	266.260
48000	1.270	4.209	269.464	271.637
49000	1.290	4.276	275.078	277.050
50000	1.310	4.342	280.692	282.498
51000	1.330	4.408	286.306	287.981
52000	1.350	4.475	291.920	293.499
53000	1.370	4.541	297.534	299.052
54000	1.390	4.607	303.147	304.641
55000	1.410	4.674	308.761	310.265
56000	1.430	4.740	314.375	315.924
57000	1.450	4.806	319.989	321.618
58000	1.470	4.872	325.603	327.347

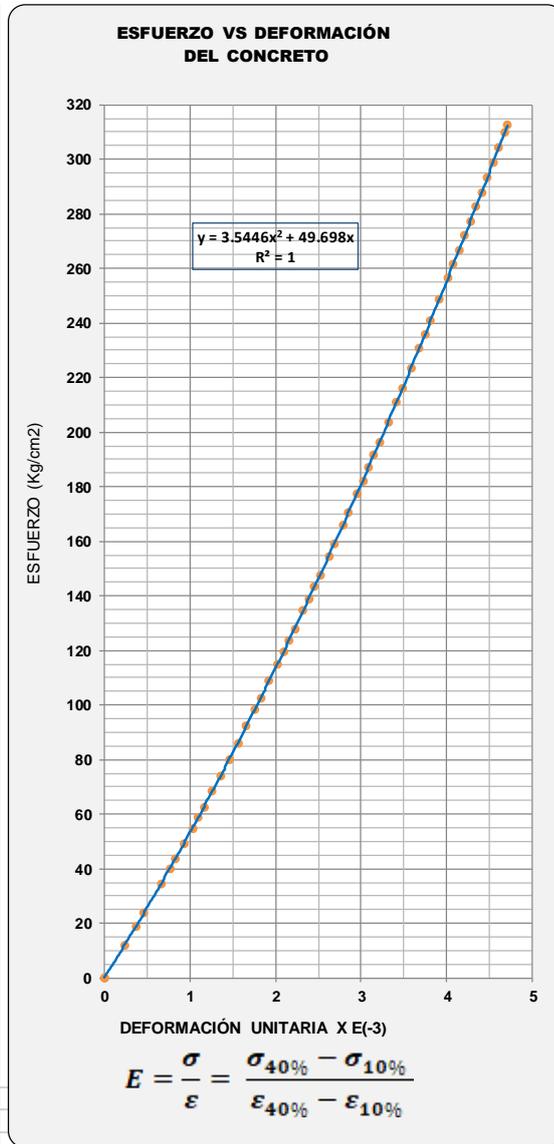


<b>CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD</b>		
<b>Ecuación</b>	esf=4.0038x <sup>2</sup> + 47.676x	
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1	
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	327.35 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		
	10%	32.735
	40%	130.939
	<b>Gráfico</b>	64990.66 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Norma E.060</b>	271391.00 Kg/cm <sup>2</sup>	

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN		Modo de Falla	FRÁGIL
		Falla de Rotura	TIPO - 6
Tipo de Concreto	C°+Chemplast Imperm - 300ml/bolsa	Altura Prom. Probeta	301.30 mm
Probeta N°	06	Diametro Prom. Probeta	15.07 cm
Tipo de Cemento	PACASMAYO TIPO V (ASTM C150)	Área Prom. Probeta	178.37 cm <sup>2</sup>
		Peso de la Probeta	12.48 Kg
Fecha de Elaboración	24.MARZO.2018	F'c de Diseño	280 Kg/cm <sup>2</sup>
Fecha de Ensayo	21.ABRIL.2018	Peso Unitario del C° Endurecido	2322.58 Kg/m <sup>3</sup>
Edad	28 días	Carga Última de Rotura	56.88 Tn

**PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN**

Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo. Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.000	0.000	5.606	0.000
2000	0.070	0.232	11.213	11.718
3000	0.110	0.364	16.819	18.585
4000	0.140	0.464	22.426	23.817
5000	0.200	0.663	28.032	34.491
6000	0.230	0.762	33.638	39.933
7000	0.250	0.828	39.245	43.600
8000	0.280	0.928	44.851	49.159
9000	0.310	1.027	50.458	54.788
10000	0.330	1.093	56.064	58.580
11000	0.350	1.160	61.670	62.402
12000	0.380	1.259	67.277	68.195
13000	0.410	1.359	72.883	74.057
14000	0.440	1.458	78.490	79.990
15000	0.470	1.557	84.096	85.992
16000	0.500	1.657	89.702	92.065
17000	0.530	1.756	95.309	98.208
18000	0.550	1.822	100.915	102.342
19000	0.580	1.922	106.521	108.601
20000	0.610	2.021	112.128	114.931
21000	0.630	2.087	117.734	119.189
22000	0.650	2.154	123.341	123.479
23000	0.670	2.220	128.947	127.800
24000	0.700	2.319	134.553	134.339
25000	0.720	2.386	140.160	138.738
26000	0.740	2.452	145.766	143.168
27000	0.760	2.518	151.373	147.629
28000	0.790	2.618	156.979	154.378
29000	0.810	2.684	162.585	158.917
30000	0.840	2.783	168.192	165.784
31000	0.860	2.850	173.798	170.400
32000	0.890	2.949	179.405	177.383
33000	0.910	3.015	185.011	182.078
34000	0.930	3.082	190.617	186.803
35000	0.950	3.148	196.224	191.560
36000	0.970	3.214	201.830	196.348
37000	1.000	3.313	207.437	203.588
38000	1.030	3.413	213.043	210.898
39000	1.050	3.479	218.649	215.811
40000	1.080	3.579	224.256	223.237
41000	1.110	3.678	229.862	230.734
42000	1.130	3.744	235.469	235.771
43000	1.150	3.810	241.075	240.839
44000	1.180	3.910	246.681	248.500
45000	1.210	4.009	252.288	256.230
46000	1.230	4.076	257.894	261.423
47000	1.250	4.142	263.501	266.646
48000	1.270	4.208	269.107	271.901
49000	1.290	4.274	274.713	277.187
50000	1.310	4.341	280.320	282.504
51000	1.330	4.407	285.926	287.852
52000	1.350	4.473	291.532	293.232
53000	1.370	4.539	297.139	298.642
54000	1.390	4.606	302.745	304.084
55000	1.410	4.672	308.352	309.556
56880	1.420	4.705	318.892	312.305

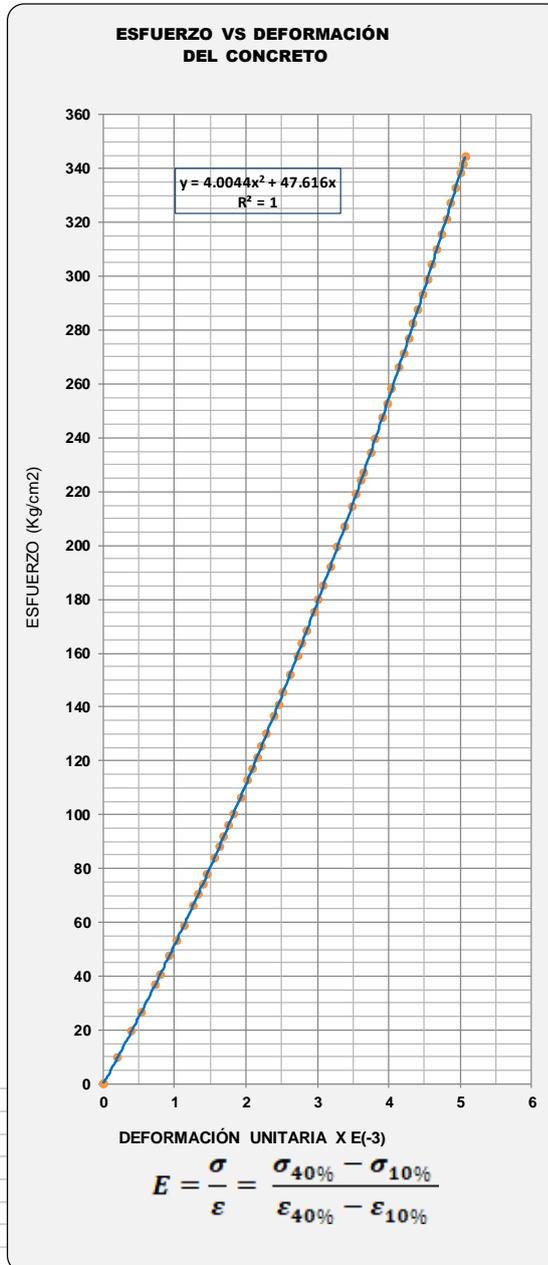


**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

Ecuación	es f=3.5446x <sup>2</sup> + 49.698x		
coeficiente de correlación	R <sup>2</sup> = 1		
Esfuerzo de Rotura	312.30 Kg/cm <sup>2</sup>		
Módulo de Elasticidad "Ec"		x	y
	10%	0.708	31.230
	40%	2.181	124.922
	Gráfico	63570.76 Kg/cm <sup>2</sup>	
Norma E.060	265082.09 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	DUCTIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 5
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemplast Imperm - 300ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.80 mm
<b>Probeta N°</b>	02	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.07 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO V (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.37 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.52 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	24.MARZO.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	21.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2321.93 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Ultima de Rotura</b>	62.50 Tn

<b>PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN</b>				
Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo. Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.000	0.000	5.606	0.000
2000	0.060	0.199	11.213	9.625
3000	0.120	0.398	16.819	19.566
4000	0.160	0.530	22.426	26.369
5000	0.220	0.729	28.032	36.838
6000	0.240	0.795	33.638	40.398
7000	0.280	0.928	39.245	47.623
8000	0.310	1.027	44.851	53.135
9000	0.340	1.127	50.458	58.725
10000	0.380	1.259	56.064	66.302
11000	0.400	1.325	61.670	70.144
12000	0.420	1.392	67.277	74.020
13000	0.440	1.458	72.883	77.932
14000	0.470	1.557	78.490	83.865
15000	0.490	1.624	84.096	87.865
16000	0.510	1.690	89.702	91.899
17000	0.530	1.756	95.309	95.969
18000	0.550	1.822	100.915	100.075
19000	0.580	1.922	106.521	106.298
20000	0.610	2.021	112.128	112.601
21000	0.630	2.087	117.734	116.847
22000	0.650	2.154	123.341	121.128
23000	0.670	2.220	128.947	125.444
24000	0.690	2.286	134.553	129.795
25000	0.720	2.386	140.160	136.388
26000	0.740	2.452	145.766	140.827
27000	0.760	2.518	151.373	145.301
28000	0.790	2.618	156.979	152.079
29000	0.820	2.717	162.585	158.936
30000	0.840	2.783	168.192	163.551
31000	0.860	2.850	173.798	168.201
32000	0.890	2.949	179.405	175.242
33000	0.910	3.015	185.011	179.980
34000	0.930	3.082	190.617	184.754
35000	0.960	3.181	196.224	191.980
36000	0.990	3.280	201.830	199.285
37000	1.020	3.380	207.437	206.669
38000	1.050	3.479	213.043	214.133
39000	1.070	3.545	218.649	219.152
40000	1.090	3.612	224.256	224.207
41000	1.100	3.645	229.862	226.747
42000	1.130	3.744	235.469	234.422
43000	1.150	3.810	241.075	239.582
44000	1.180	3.910	246.681	247.388
45000	1.200	3.976	252.288	252.636
46000	1.220	4.042	257.894	257.920
47000	1.250	4.142	263.501	265.911
48000	1.270	4.208	269.107	271.282
49000	1.290	4.274	274.713	276.688
50000	1.310	4.341	280.320	282.130
51000	1.330	4.407	285.926	287.607
52000	1.350	4.473	291.532	293.119
53000	1.370	4.539	297.139	298.666
54000	1.390	4.606	302.745	304.248
55000	1.410	4.672	308.352	309.866
56000	1.430	4.738	313.958	315.518
57000	1.450	4.805	319.564	321.206
58000	1.470	4.871	325.171	326.929
59000	1.490	4.937	330.777	332.687
60000	1.510	5.003	336.384	338.481
61000	1.520	5.036	341.990	341.390
62000	1.530	5.070	347.596	344.309

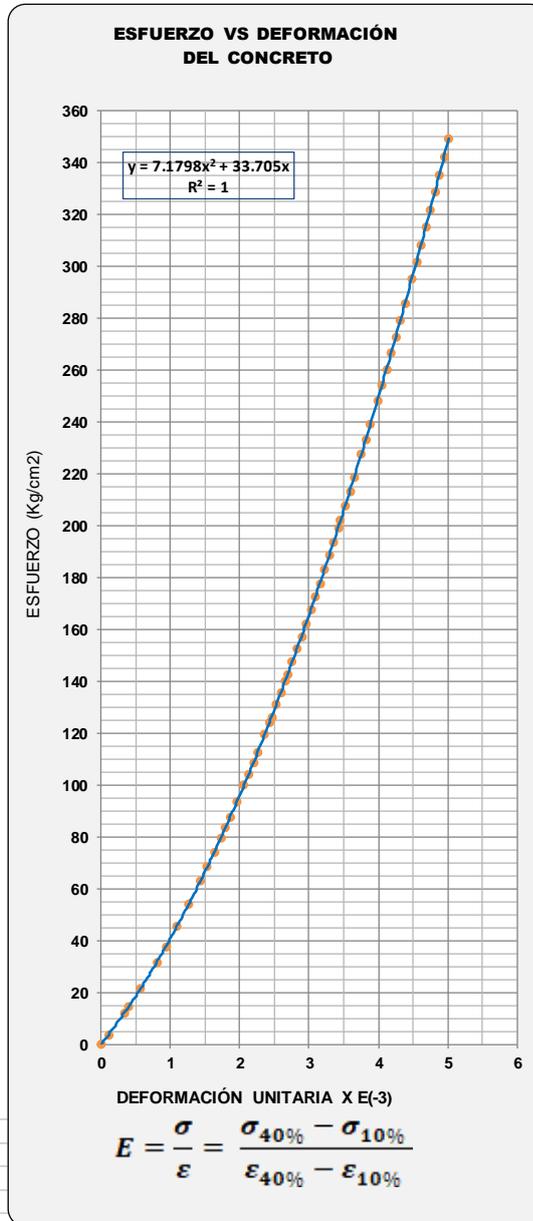


<b>CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD</b>			
<b>Ecuación</b>	esf=4.0044x <sup>2</sup> + 47.616x		
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1		
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	344.31 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		x	y
	10%	0.814	34.431
	40%	2.340	137.724
	<b>Gráfico</b>	67680.39 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E.060</b>	278333.47 Kg/cm <sup>2</sup>		

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	DUCTIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 3
<b>Tipo de Concreto</b>	C°+Chemplast Imperm - 400ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.30 mm
<b>Probeta N°</b>	04	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.06 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO V (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.13 cm2
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.49 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	25.MARZO.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm2
<b>Fecha de Ensayo</b>	22.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C° Endurecido</b>	2325.99 Kg/m3
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Última de Rotura</b>	60.20 Tn

**PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN**

Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Esfuerzo Corregido. (Kg/cm2)
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.030	0.100	5.614	3.427
2000	0.100	0.332	11.228	11.977
3000	0.120	0.398	16.842	14.563
4000	0.170	0.564	22.455	21.303
5000	0.240	0.797	28.069	31.403
6000	0.280	0.929	33.683	37.523
7000	0.330	1.095	39.297	45.528
8000	0.380	1.261	44.911	53.929
9000	0.430	1.427	50.525	62.726
10000	0.460	1.527	56.138	68.193
11000	0.490	1.626	61.752	73.803
12000	0.520	1.726	67.366	79.555
13000	0.540	1.792	72.980	83.469
14000	0.560	1.859	78.594	87.447
15000	0.590	1.958	84.208	93.531
16000	0.620	2.058	89.821	99.758
17000	0.640	2.124	95.435	103.988
18000	0.660	2.191	101.049	108.282
19000	0.680	2.257	106.663	112.639
20000	0.710	2.356	112.277	119.293
21000	0.730	2.423	117.891	123.808
22000	0.740	2.456	123.505	126.089
23000	0.760	2.522	129.118	130.699
24000	0.780	2.589	134.732	135.372
25000	0.800	2.655	140.346	140.109
26000	0.810	2.688	145.960	142.501
27000	0.830	2.755	151.574	147.332
28000	0.850	2.821	157.188	152.227
29000	0.870	2.887	162.801	157.185
30000	0.890	2.954	168.415	162.206
31000	0.910	3.020	174.029	167.291
32000	0.930	3.087	179.643	172.438
33000	0.950	3.153	185.257	177.649
34000	0.970	3.219	190.871	182.924
35000	0.990	3.286	196.484	188.261
36000	1.010	3.352	202.098	193.662
37000	1.030	3.419	207.712	199.126
38000	1.040	3.452	213.326	201.882
39000	1.060	3.518	218.940	207.441
40000	1.080	3.584	224.554	213.063
41000	1.100	3.651	230.168	218.749
42000	1.130	3.750	235.781	227.396
43000	1.150	3.817	241.395	233.240
44000	1.170	3.883	247.009	239.147
45000	1.200	3.983	252.623	248.126
46000	1.220	4.049	258.237	254.191
47000	1.240	4.115	263.851	260.320
48000	1.260	4.182	269.464	266.511
49000	1.280	4.248	275.078	272.766
50000	1.300	4.315	280.692	279.085
51000	1.320	4.381	286.306	285.466
52000	1.350	4.481	291.920	295.157
53000	1.370	4.547	297.534	301.697
54000	1.390	4.613	303.147	308.300
55000	1.410	4.680	308.761	314.966
56000	1.430	4.746	314.375	321.696
57000	1.450	4.812	319.989	328.488
58000	1.470	4.879	325.603	335.345
59000	1.490	4.945	331.217	342.264
60200	1.510	5.012	337.953	349.247

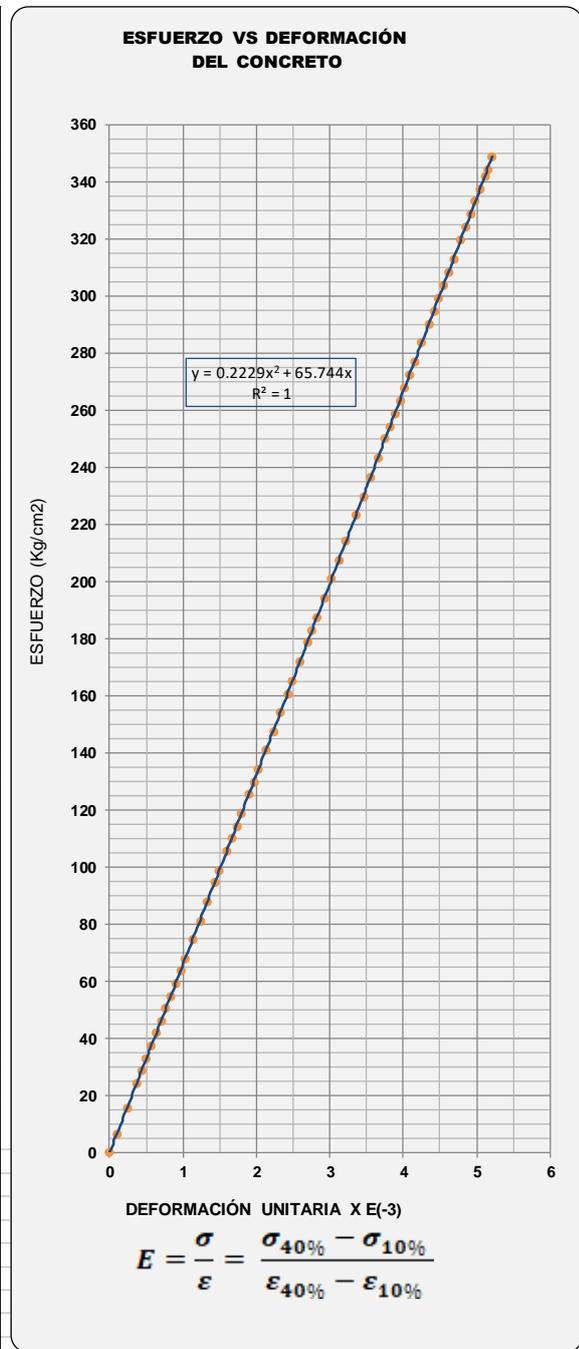


**CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD**

<b>Ecuación</b>	esf=7.1798x2 + 33.705x	
<b>coeficiente de correlación</b>	R² = 1	
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	349.25 Kg/cm2	
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>		
	x	y
	10%	0.973 34.925
40%	2.729 139.699	
<b>Gráfico</b>	59676.45 Kg/cm2	
<b>Norma E060</b>	280322.08 Kg/cm2	

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN</b>		<b>Modo de Falla</b>	FRÁGIL
		<b>Falla de Rotura</b>	TIPO - 3
<b>Tipo de Concreto</b>	C <sup>o</sup> +Chemplast Imperm-400ml/bolsa	<b>Altura Prom. Probeta</b>	301.30 mm
<b>Probeta N°</b>	01	<b>Diametro Prom. Probeta</b>	15.08 cm
<b>Tipo de Cemento</b>	PACASMAYO TIPO V (ASTM C150)	<b>Area Prom. Probeta</b>	178.60 cm <sup>2</sup>
		<b>Peso de la Probeta</b>	12.50 Kg
<b>Fecha de Elaboración</b>	25.MARZO.2018	<b>F'c de Diseño</b>	280 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fecha de Ensayo</b>	22.ABRIL.2018	<b>Peso Unitario del C<sup>o</sup> Endurecido</b>	2334.04 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Edad</b>	28 días	<b>Carga Última de Rotura</b>	64.10 Tn

PRUEBA DEL ESPECIMEN A LA COMPRESIÓN				
Carga (Kg)	Deform. (mm)	Deform. UNIT. x E(-3)	Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Corregido. (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1000	0.030	0.100	5.599	6.548
2000	0.070	0.232	11.198	15.286
3000	0.110	0.365	16.797	24.032
4000	0.130	0.431	22.396	28.408
5000	0.150	0.498	27.995	32.785
6000	0.170	0.564	33.594	37.165
7000	0.190	0.631	39.193	41.547
8000	0.210	0.697	44.792	45.931
9000	0.230	0.763	50.391	50.316
10000	0.250	0.830	55.990	54.704
11000	0.270	0.896	61.589	59.093
12000	0.290	0.962	67.188	63.485
13000	0.310	1.029	72.786	67.878
14000	0.340	1.128	78.385	74.472
15000	0.370	1.228	83.984	81.071
16000	0.400	1.328	89.583	87.673
17000	0.430	1.427	95.182	94.280
18000	0.450	1.494	100.781	98.688
19000	0.480	1.593	106.380	105.302
20000	0.500	1.659	111.979	109.714
21000	0.520	1.726	117.578	114.129
22000	0.540	1.792	123.177	118.545
23000	0.570	1.892	128.776	125.172
24000	0.590	1.958	134.375	129.593
25000	0.610	2.025	139.974	134.016
26000	0.640	2.124	145.573	140.654
27000	0.670	2.224	151.172	147.297
28000	0.700	2.323	156.771	153.944
29000	0.730	2.423	162.370	160.595
30000	0.750	2.489	167.969	165.032
31000	0.780	2.589	173.568	171.691
32000	0.810	2.688	179.167	178.354
33000	0.830	2.755	184.766	182.798
34000	0.850	2.821	190.365	187.245
35000	0.880	2.921	195.964	193.918
36000	0.910	3.020	201.563	200.596
37000	0.940	3.120	207.162	207.279
38000	0.970	3.219	212.761	213.965
39000	1.010	3.352	218.359	222.888
40000	1.040	3.452	223.958	229.585
41000	1.070	3.551	229.557	236.286
42000	1.100	3.651	235.156	242.992
43000	1.130	3.750	240.755	249.702
44000	1.150	3.817	246.354	254.178
45000	1.170	3.883	251.953	258.656
46000	1.190	3.950	257.552	263.136
47000	1.210	4.016	263.151	267.618
48000	1.230	4.082	268.750	272.102
49000	1.250	4.149	274.349	276.588
50000	1.280	4.248	279.948	283.320
51000	1.310	4.348	285.547	290.057
52000	1.330	4.414	291.146	294.551
53000	1.350	4.481	296.745	299.046
54000	1.370	4.547	302.344	303.544
55000	1.390	4.613	307.943	308.044
56000	1.410	4.680	313.542	312.545
57000	1.440	4.779	319.141	319.301
58000	1.460	4.846	324.740	323.807
59000	1.480	4.912	330.339	328.316
60000	1.500	4.978	335.938	332.826
61000	1.520	5.045	341.537	337.339
62000	1.540	5.111	347.136	341.853
63000	1.550	5.144	352.735	344.111
64100	1.570	5.211	358.893	348.628



CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD			
<b>Ecuación</b>	esf=0.2229x <sup>2</sup> + 65.744x		
<b>coeficiente de correlación</b>	R <sup>2</sup> = 1		
<b>Esfuerzo de Rotura</b>	348.63 Kg/cm <sup>2</sup>		
<b>Módulo de Elasticidad "Ec"</b>	x	y	
	10%	0.586	34.863
	40%	2.047	139.451
	<b>Gráfico</b>	71568.29 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Norma E060</b>	280073.72 Kg/cm <sup>2</sup>		

**ANEXO XIV: PANEL FOTOGRÁFICO.**



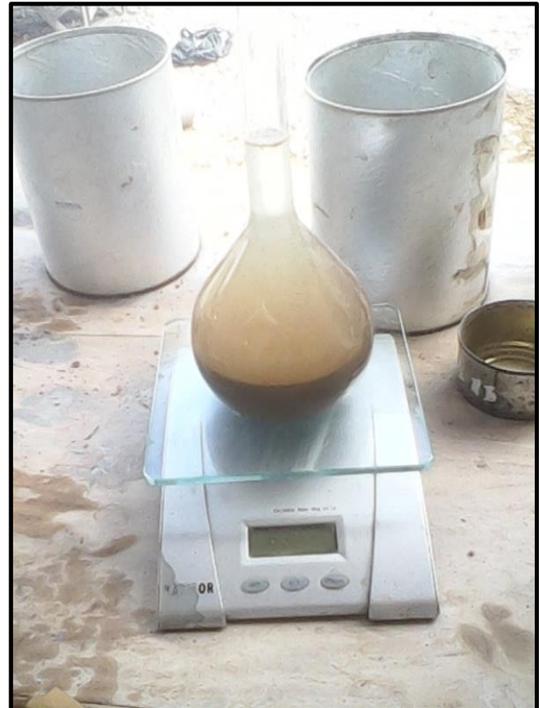
*Figura N°20: Lugar y elección del agregado, cantera “Aguilar”-  
Baños del Inca.*



*Figura N°21: Tamizado del agregado tanto fino como grueso para la obtención de su  
granulometría.*



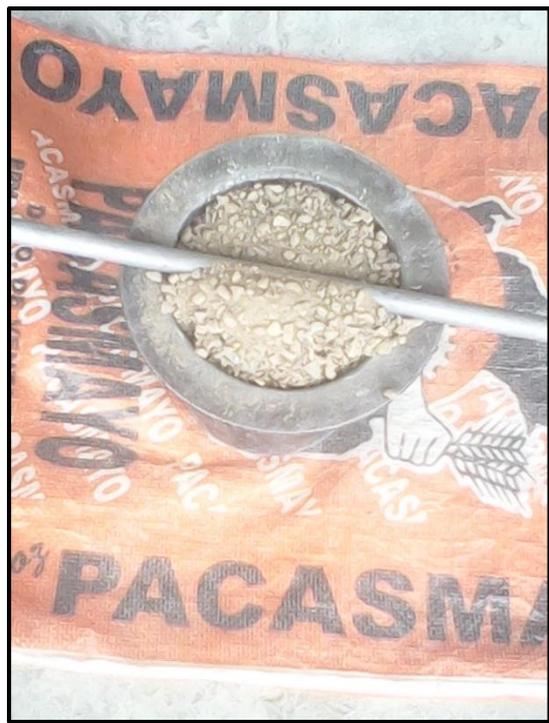
*Figura N°22: Secado al horno por 24 horas, se tomó datos para obtener el contenido de humedad.*



*Figura N°23: Determinación del peso específico del agregado fino y grueso.*



**Figura N°24:** Ensayo de peso unitario seco suelto y compactado del agregado grueso.



**Figura N°25:** Ensayo de peso unitario seco suelto y compactado del agregado fino.



*Figura N°26: Ensayo de lavado del agregado para determinar las partículas que pasan el tamiz N° 200.*



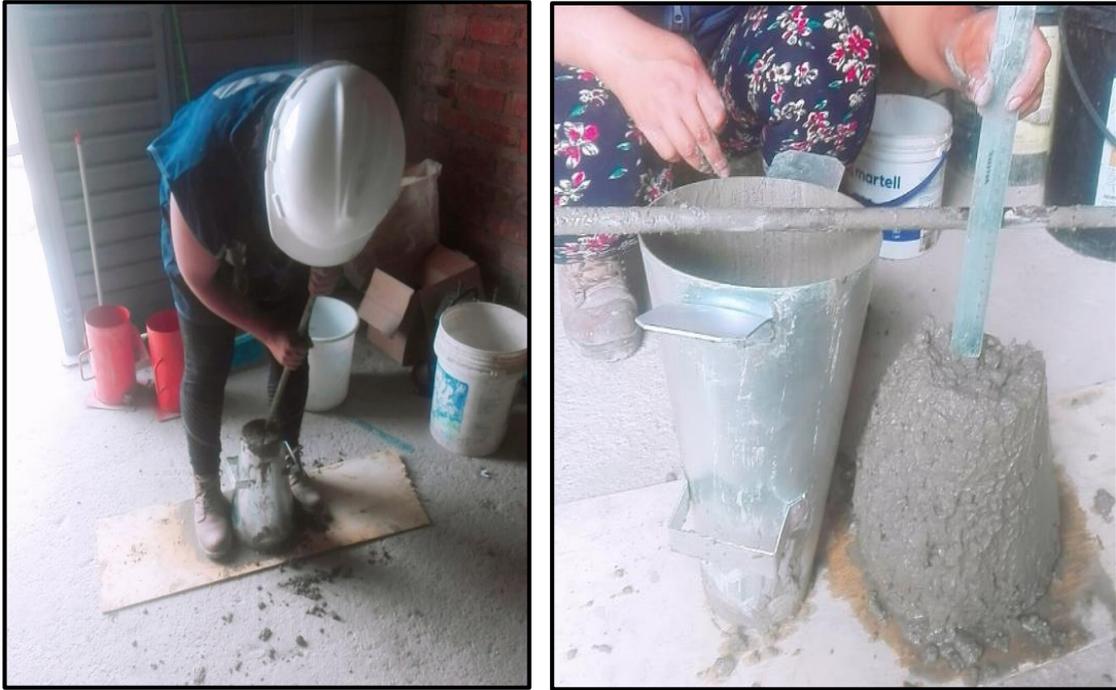
*Figura N°27: Ensayo de abrasión en la maquina los Ángeles.*



*Figura N°28: Materiales utilizados para el diseño de mezclas: cemento, aditivo, moldes cono de Abrams, varilla y balanza, entre otros.*



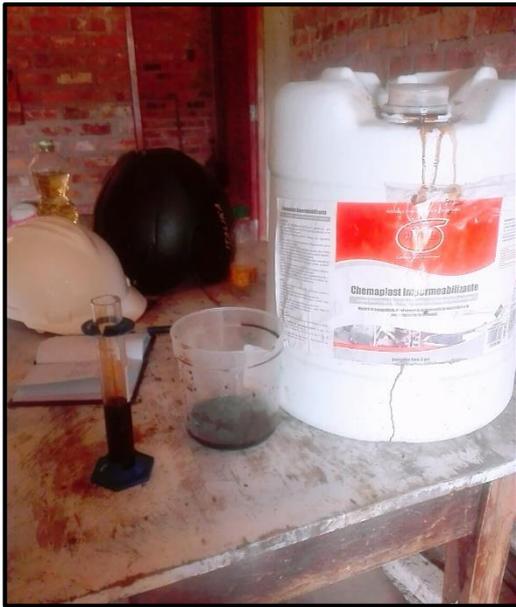
*Figura N°29: Pesando y mezclando cada uno de los materiales del diseño para el concreto patrón.*



*Figura N°30: Medición del Slump (asentamiento) mediante el cono de Abrams, del concreto fresco de cada tanda de mezclado.*



*Figura N°31: Elaboración de los especímenes de concreto, para los ensayos de compresión.*



**Figura N°32:** Utilizando el aditivo chemoplast impermeabilizante en el diseño de mezcla con diferentes dosificaciones, tanto para el cemento tipo I como para el tipo V.



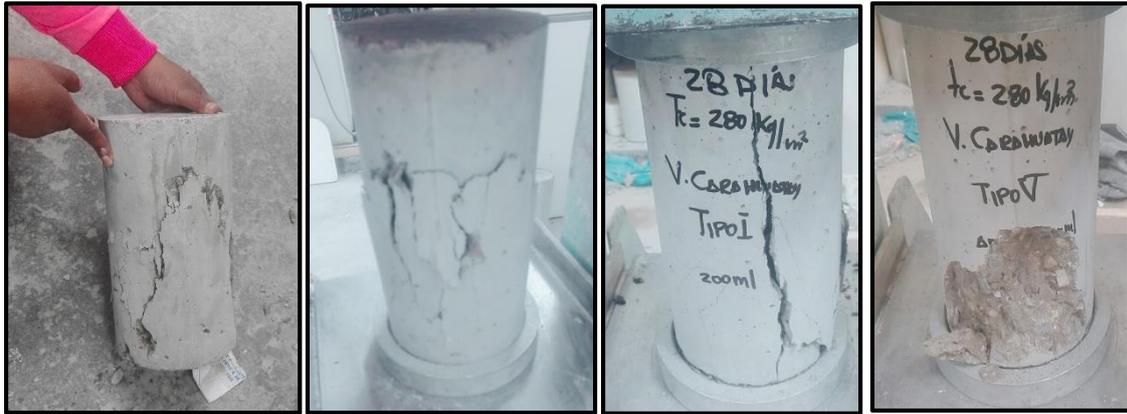
**Figura N°33:** Se muestra los especímenes de concreto con aditivo tanto en estado endurecido, y luego ser curados a los 7, 14 y 28 días.



**Figura N°34:** Identificación, pesado, y medición de los especímenes para su posterior rotura.



**Figura N°35:** Con el apoyo de mi asesor de tesis **M.en I. Héctor Albarino Pérez Loayza**, se realizó la rotura del espécimen usando el deformímetro y se observó que el agregado grueso no ha sido afectado solo la pasta del concreto.



*Fallas tipo 2*

*falla tipo 3*

*falla tipo 2*

*falla tipo 5*



*falla tipo 3*

*falla tipo 5*

*falla tipo 5*

*falla tipo 5*



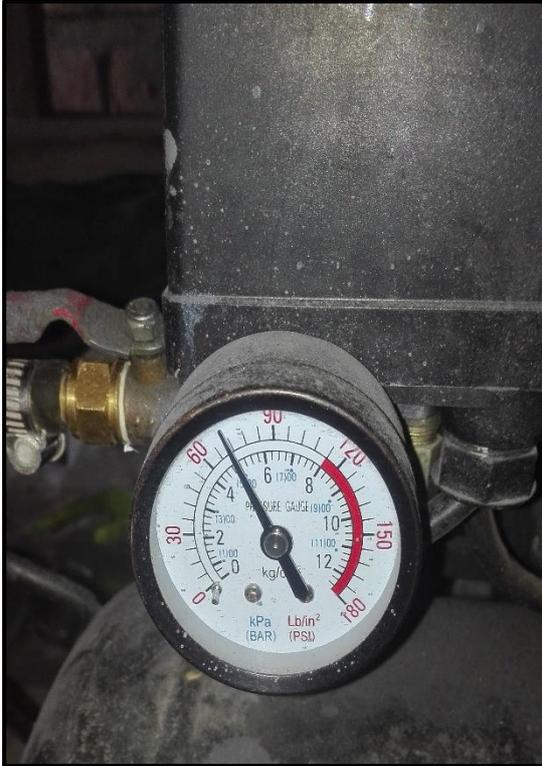
**Figura N°36:** Fallas típicas obtenidas en los especímenes ensayados a compresión



*Figura N°37: Colocando la probeta para realizar el ensayo de penetración de agua para el ensayo de permeabilidad.*



*Figura N°38: Equipo de penetración para realizar el ensayo de permeabilidad.*



*Figura N°39: Se reguló la presión necesaria de 500 kPa en la compresora para hacer el ensayo de penetración del espécimen.*



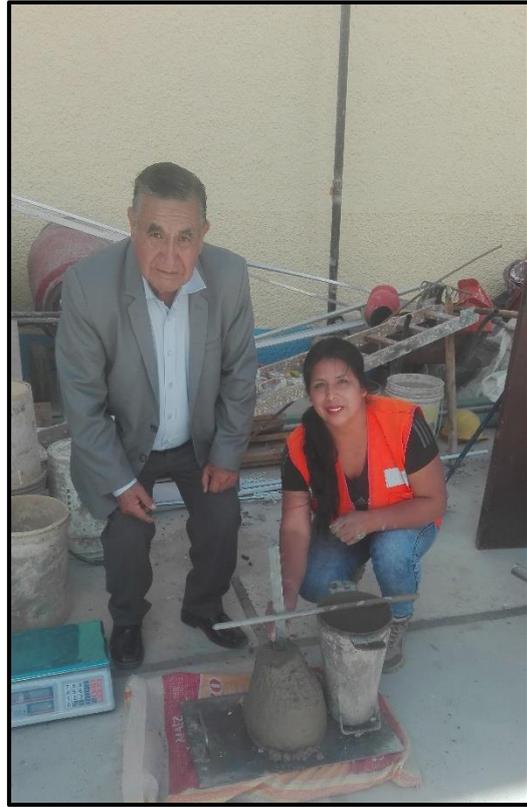
*Figura N°40: Colocación del espécimen de concreto en la máquina de compresión, para realizar el ensayo con el espécimen a tracción indirecta.*



*Figura N°41: Medición de la penetración del agua en el espécimen.*



*Figura N°42: Se hizo las medidas necesarias de cada espécimen para el ensayo de penetración, y lograr así una mejor precisión.*



**Figura N°43:** Comprobación del diseño de mezclas en el laboratorio de la UNC, junto al Ing. José Lázaro Lezama Leiva. el cual se verificó variaciones en los resultados obtenidos.