



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO CON ADITIVOS
SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y
CHEMAMENT 400 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS,
LAMBAYEQUE. 2018**

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

Autores:

**Huamán Manayay Ebert Carlos
Llanos Dávila Laddy Edith**

Asesor:

Mg. Patazca Rojas Pedro Ramón

Línea de Investigación:

**Ingeniería de Procesos
Ingeniería vial y de transportes**

**Pimentel – Perú
2019**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS
SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN
PAVIMENTOS RÍGIDOS, LAMBAYEQUE. 2018**

Aprobado por:

Mg. Villegas Granados Luis Mariano
Presidente del Jurado de Tesis

MSc. Ballena del Río Pedro Manuel
Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Bocanegra Jacome Miguel Rolando
Vocal del Jurado de Tesis

DEDICATORIA

Dedico a Dios, por haberme guiado en todo momento, también a mi familia por ser los principales motivos para poder alcanzar mis metas, y a todas aquellas personas que se involucraron en mi vida para poder realizar esta investigación.

Huamán Manayay Ebert Carlos

Dedico a Dios, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional que me brindaron durante mi carrera universitaria, por enseñarme a nunca rendirme ante los problemas y así lograr el desarrollo de la presente investigación.

Llanos Dávila Laddy Edith

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos sabiduría, inteligencia durante nuestra vida.

A nuestros maestros por inculcarnos en la responsabilidad para ejercer la investigación.

Agradecemos a la Universidad Señor de Sipán, que nos brindó sus instalaciones destinadas a laboratorios, siendo de mucha importancia durante la realización de ensayos para la investigación.

Los autores

Índice de Contenido

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	XIV
ABSTRAC	XV
I. INTRODUCCION	16
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.1.1 A nivel internacional.	16
1.1.2 A nivel nacional.....	16
1.1.3 A nivel local.....	17
1.2 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	17
1.2.1 A nivel internacional.	17
1.2.2 A nivel nacional.....	20
1.2.3 A nivel local.....	22
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	22
1.3.1 Variable dependiente: Pavimentos rígidos.....	22
1.3.2 Variable independiente: Propiedades del concreto con aditivos superplastificantes.....	25
1.3.3 Normativa empleada.....	28
1.3.4 Definición de términos.....	32
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	33
1.5 JUSTIFICACIÓN	33
1.5.1 Justificación social.	33
1.5.2 Justificación ambiental.....	33
1.5.3 Justificación económica.	33
1.5.4 Justificación científica.....	33
1.6 HIPÓTESIS	34
1.7 OBJETIVOS	34
1.7.1 Objetivo general.....	34
1.7.2 Objetivos específicos	34
II. MATERIALES Y METODOS	35
2.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	35
2.1.1 Tipo de la investigación.....	35
2.1.2 Diseño de la investigación.....	35
2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
2.2.1 Población.....	35
2.2.2 Muestra.....	35
2.3 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	37

2.3.1	<i>Variable independiente</i>	37
2.3.2	<i>Variable dependiente</i>	37
2.3.3	<i>Operacionalización</i>	38
2.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	41
2.4.1	<i>Técnicas de recolección de información</i>	41
2.4.2	<i>Instrumentos de recolección de información</i>	41
2.4.3	<i>validez de recolección de información</i>	41
2.4.4	<i>confiabilidad de recolección de información</i>	41
2.5	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS	42
2.5.1	<i>Diagrama de flujo de procesos</i>	42
2.5.2	<i>Descripción de los procesos</i>	42
2.6	CRITERIOS ÉTICOS.....	48
2.6.1	<i>Ética de la aplicación</i>	48
	CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO	48
2.7	48
III.	RESULTADOS	49
3.1	ANÁLISIS DE ENSAYOS DE LOS AGREGADOS.....	49
3.1.1	<i>Granulometría N.T.P 400.012</i>	49
3.1.2	<i>Peso unitario N.T.P 400.017</i>	52
3.1.3	<i>Peso específico y absorción</i>	54
3.1.4	<i>Contenido de humedad</i>	56
3.2	DISEÑO DE MEZCLAS PATRÓN DEL CONCRETO	57
3.2.1	<i>Metodología para la obtención del diseño patrón del concreto.</i>	57
3.2.2	<i>Diseño de concreto patrón (f'c) de 210 kg/cm²</i>	57
3.2.3	<i>Diseño de concreto patrón (f'c) de 280 kg/cm²</i>	58
3.2.4	<i>Diseño de concreto patrón (f'c) de 350 kg/cm²</i>	58
3.2.5	<i>Resumen del Diseño del concreto patrón (f'c) = 210, 280 y 350 kg/cm²</i>	59
3.3	PROPORCIONES DE PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE LA MEZCLA PATRÓN	59
3.3.1	<i>Metodología para la obtención del diseño de mezclas patrón</i>	59
3.4	PROPORCIONES DEL DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES CHEMAMENT 400 Y SIKAMENT®-290N	61
3.4.1	<i>Metodología para la obtención del diseño de mezclas patrón con aditivos superplastificantes</i> 61	
3.5	PROPIEDADES DEL CONCRETO.....	64
3.5.1	<i>Propiedades en estado fresco del concreto</i>	64
3.5.2	<i>Propiedades en estado endurecido del concreto</i>	68
IV.	CONCLUSIONES	104
V.	RECOMENDACIONES	105

VI. REFERENCIAS.....	106
ANEXOS	110

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.....	42
FIGURA 2 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO	50
FIGURA 3 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO	51
FIGURA 4 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO CON ADICIÓN DE ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N.....	64
FIGURA 5 CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO CON ADICIÓN DE ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N	65
FIGURA 6 PESO UNITARIO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N	66
FIGURA 7 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM ²	68
FIGURA 8 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM ²	69
FIGURA 9 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN 350 KG/CM ²	69
FIGURA 10 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN DE F´C = 210 KG/CM ² , 280 KG/CM ² Y 350 KG/CM ²	70
FIGURA 11 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F´C = 210 KG/CM ² - ADITIVO CHEMAMENT 400	71
FIGURA 12 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F´C = 210 KG/CM ² - ADITIVO SIKAMENT®-290N	72
FIGURA 13 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F´C = 210 KG/CM ² + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N	73
FIGURA 14 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F´C = 280 KG/CM ² - ADITIVO CHEMAMENT 400.....	74
FIGURA 15 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F´C = 280 KG/CM ² - ADITIVO SIKAMENT®-290N	75
FIGURA 16 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F´C = 280 KG/CM ² + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N	76
FIGURA 17 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F´C = 350 KG/CM ² - ADITIVO CHEMAMENT 400	77
FIGURA 18 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F´C = 350 KG/CM ² – ADITIVO SIKAMENT®-290N	78
FIGURA 19 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F´C = 350 KG/CM ² + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N	79
FIGURA 20 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MR)DEL CONCRETO PATRÓN F´C = 210 KG/CM ² . 280 KG/CM ² Y 350 KG/CM ²	80
FIGURA 21 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MR) DE CONCRETO F´C = 210 KG/CM ² + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N.....	81
FIGURA 22 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MR) DE CONCRETO F´C = 280 KG/CM ² + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N.....	82
FIGURA 23 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MR) DE CONCRETO F´C = 350 KG/CM ² + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N.....	83
FIGURA 24 RESUMEN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MR) DE CONCRETO F´C = 210 KG/CM ² , 280 KG/CM ² Y 350 KG/CM ² + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N	84
FIGURA 25 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (FCT) DEL CONCRETO PATRÓN F´C = 210 KG/CM ² , 280 KG/CM ² Y 350 KG/CM ²	85

FIGURA 26 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (FCT) DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT [®] -290N.....	86
FIGURA 27 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (FCT) DEL CONCRETO $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT [®] -290N.....	87
FIGURA 28 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (FCT) DEL CONCRETO $F'c = 350 \text{ KG/CM}^2$ + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT [®] -290N.....	88
FIGURA 29 RESUMEN DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (FCT) DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$, 280 KG/CM^2 Y 350 KG/CM^2 CON ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT [®] -290N.....	89
FIGURA 30 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO PATRÓN 210, 280 Y 350 KG/CM^2	90
FIGURA 31 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.35% Y 2% ADITIVO CHEMAMENT 400.....	91
FIGURA 32 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.35% Y 2% ADITIVO CHEMAMENT 400	92
FIGURA 33 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL CONCRETO $F'c = 350 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.35% Y 2% ADITIVO CHEMAMENT 400.....	93
FIGURA 34 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.05% Y 1.4% ADITIVO SIKAMENT [®] -290N	94
FIGURA 35 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL CONCRETO $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.05% Y 1.4% ADITIVO SIKAMENT [®] -290N	95
FIGURA 36 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL CONCRETO $F'c = 350 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.05% Y 1.4% ADITIVO SIKAMENT [®] -290N	96
FIGURA 37 ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONCRETO SIN ADITIVO PARA UNA RESISTENCIA DE $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$.	97
FIGURA 38 ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONCRETO CON ADITIVO SIKAMENT [®] -290N PARA UNA RESISTENCIA DE $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$	97
FIGURA 39 ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONCRETO CON ADITIVO CHEMAMENT 400 PARA UNA RESISTENCIA DE $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$	98
FIGURA 40 ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONCRETO SIN ADITIVO PARA UNA RESISTENCIA DE $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$.	99
FIGURA 41 ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONCRETO CON ADITIVO SIKAMENT [®] -290N PARA UNA RESISTENCIA DE $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$	100
FIGURA 42 ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONCRETO CON ADITIVO CHEMAMENT 400 PARA UNA RESISTENCIA DE $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$	101
FIGURA 43 ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONCRETO SIN ADITIVO PARA UNA RESISTENCIA DE $F'c = 350 \text{ KG/CM}^2$	101
FIGURA 44 ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONCRETO CON ADITIVO SIKAMENT [®] -290N PARA UNA RESISTENCIA DE $F'c = 350 \text{ KG/CM}^2$	102
FIGURA 45 ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONCRETO CON ADITIVO CHEMAMENT 400 PARA UNA RESISTENCIA DE $F'c = 350 \text{ KG/CM}^2$	103
FIGURA 46 RESUMEN DE COMPARACIÓN DE COSTOS.....	103
FIGURA 47 TAMICES 3/8" HASTA N°100.....	130
FIGURA 48 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS. NORMA N.T.P. 400.012 (AGREGADO. FINO) Y NORMA N.T.P. 400.012 (AGREGADO. GRUESO).....	130

FIGURA 49 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO. NTP 400.017	131
FIGURA 50 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO. NTP 400.017.....	131
FIGURA 51 MUESTRA DEL AGREGADO FINO SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA.....	132
FIGURA 52 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO. NTP 400.022.....	132
FIGURA 53 VERIFICACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO. NTP 339.035.....	144
FIGURA 54 CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL CONCRETO. NTP 334.089	144
FIGURA 55 PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO. NTP 400.017	145
FIGURA 56 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. NTP 339.034	147
FIGURA 57 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN. NTP 339.078	147
FIGURA 58 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN NTP 339.084	148
FIGURA 59 ENSAYO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD ASTM C-469.....	148
FIGURA 60 ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES	150
FIGURA 61 VACIADO DE PROBETAS	150
FIGURA 62 PROBETAS.....	151
FIGURA 63 DESENCOFRADO DE PROBETAS	151
FIGURA 64 CURADO DE PROBETAS	152
FIGURA 65 ENSAYO MÓDULO DE ELASTICIDAD ASTM C-469.....	152
FIGURA 66 ENSAYO MÓDULO DE ELASTICIDAD ASTM C-469.....	153

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 NUMERO DE MUESTRAS A DISEÑAR - PROBETAS Y VIGAS	36
TABLA 2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	38
TABLA 3 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO POR TAMIZADO	49
TABLA 4 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO POR TAMIZADO.....	51
TABLA 5 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO	52
TABLA 6 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO.....	53
TABLA 7 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	54
TABLA 8 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	55
TABLA 9 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.....	56
TABLA 10 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	57
TABLA 11 DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO PATRÓN $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$	57
TABLA 12 DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO PATRÓN $f'c = 280 \text{ KG/CM}^2$	58
TABLA 13 DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO PATRÓN $f'c = 350 \text{ KG/CM}^2$	58
TABLA 14 RESUMEN DEL CONCRETO PATRÓN.....	59
TABLA 15 PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO PATRÓN $f'c = 210$ KG/CM^2	59
TABLA 16 PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO PATRÓN $f'c = 280$ KG/CM^2	60
TABLA 17 PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO PATRÓN $f'c = 350$ KG/CM^2	60
TABLA 18 COMPOSICIÓN DE LOS ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES	61
TABLA 19 DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTES	62
TABLA 20 DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO $f'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTES	63
TABLA 21 DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO $f'c = 350 \text{ KG/CM}^2$ CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTES	63
TABLA 22 TEMPERATURA DEL CONCRETO	67
TABLA 23 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN DE $f'c = 210, 280$ Y 350 KG/CM^2	70
TABLA 24 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ - ADITIVO CHEMAMENT 400.....	71
TABLA 25 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ - ADITIVO SIKAMENT®-290N.....	72
TABLA 26 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ - ADITIVO CHEMAMENT 400	74
TABLA 27 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ - ADITIVO SIKAMENT®-290N	75
TABLA 28 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c = 350 \text{ KG/CM}^2$ - ADITIVO CHEMAMENT 400.....	77
TABLA 29 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c = 350 \text{ KG/CM}^2$ - ADITIVO SIKAMENT®-290N	78
TABLA 30 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (FCT) DEL CONCRETO PATRÓN $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2, 280 \text{ KG/CM}^2$ Y 350 KG/CM^2	85
TABLA 31 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN(FCT) DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N.....	86

TABLA 32 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2$ + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N	87
TABLA 33 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (FCT) DEL CONCRETO $F'c = 350 \text{ KG/CM}^2$ + ADITIVO CHEMAMENT 400 Y ADITIVO SIKAMENT®-290N.....	88
TABLA 34 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL CONCRETO PATRÓN 210, 280 Y 350 KG/CM^2	90
TABLA 35 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) PARA RESISTENCIA $210 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.35% Y 2% ADITIVO CHEMAMENT 400.....	90
TABLA 36 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) PARA RESISTENCIA $280 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.35% Y 2% ADITIVO CHEMAMENT 400.....	91
TABLA 37 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) PARA RESISTENCIA $350 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.35% Y 2% ADITIVO CHEMAMENT 400.....	92
TABLA 38 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.05% Y 1.4% ADITIVO SIKAMENT®-290N	93
TABLA 39 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL CONCRETO $F'c = 280 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.05% Y 1.4% ADITIVO SIKAMENT®-290N	94
TABLA 40 MÓDULO DE ELASTICIDAD (EC) DEL CONCRETO $F'c = 350 \text{ KG/CM}^2 + 0.7\%$, 1.05% Y 1.4% ADITIVO SIKAMENT®-290N	95

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. FORMATOS DE LABORATORIO	111
ANEXO 2. ANÁLISIS DE DOCUMENTOS	121
ANEXO 2.1. FICHA TÉCNICA DE SIKAMENT®-290N	122
ANEXO 2.2. FICHA TÉCNICA DE CHEMAMENT 400	126
ANEXO 2.3. FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO	128
ANEXO 3. ENSAYOS DE LOS AGREGADOS	129
ANEXO 4. DISEÑOS DE MEZCLAS	133
ANEXO 5. ENSAYOS DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	143
ANEXO 6. ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	146
ANEXO 7. PANEL FOTOGRÁFICO	149
ANEXO 8. PRESUPUESTO	154

Resumen

Uno de los problemas más comunes que se presenta en el departamento de Lambayeque, es el mal estado en que se encuentran los pavimentos, las causas pueden ser diversas, pero se puede mejorar la calidad del concreto y su procedimiento constructivo.

El objetivo de esta investigación es evaluar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido añadiendo aditivos superplastificantes con la finalidad de demostrar la eficiencia y ventaja de su empleo.

La calidad del concreto se puede mejorar empleando aditivos superplastificantes con ello se disminuye la relación de a/c, lo cual permite una mejora adherencia entre las partículas y obteniendo una mayor resistencia. Al existir mayor adherencia existen también menor permeabilidad y esto también aporta a una mayor vida útil de la estructura del pavimento. Respecto al procedimiento constructivo se puede emplear concreto premezclado, ya que con ello se puede ejecutar la obra en los plazos establecidos o en menor tiempo con ellos ahorrando en gastos generales.

La investigación es de tipo experimental, por lo que se realizaron diferentes ensayos en laboratorio en estado fresco y endurecido del concreto.

Esta investigación promueve el uso de los aditivos superplastificantes en la ejecución de obras, demostrando su calidad y mayor vida útil de la estructura del pavimento.

Palabras claves: *Aditivos superplastificantes Sikament[®]-290N, Chemament 400 y Pavimentos rígidos*

Abstrac

One of the most common problems that occurs in the department of Lambayeque, is the poor condition of the pavements, the causes can be diverse, but the quality of the concrete and its construction procedure can be improved.

The objective of this research is to evaluate the properties of fresh concrete and hardened by adding superplasticizing additives in order to demonstrate the efficiency and advantage of its use.

The quality of the concrete can be improved by using superplasticizing additives thereby decreasing the a / c ratio, which allows an improved adhesion between the particles and obtaining a greater resistance. When there is greater adherence there is also less permeability and this also contributes to a longer useful life of the pavement structure. Regarding the constructive procedure, ready-mixed concrete can be used, since with this the work can be executed within the established deadlines or in less time with them saving in general expenses.

The investigation is of experimental type, reason why different laboratory tests were carried out in the fresh and hardened state of the concrete.

This research promotes the use of superplasticizing additives in the execution of works, demonstrating their quality and longer life of the pavement structure.

Keywords: Superplasticizing additives Sikament®-290N, Chemament 400 and rigid pavements

I. INTRODUCCION

1.1 Realidad problemática

1.1.1 A nivel internacional.

(Silva J. , 2016) El concreto puede sufrir cambios durante su vida de servicio, estos cambios pueden ser defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden estar presentes desde su construcción, otros pueden haberlo atacado durante alguna etapa de su vida útil. Algunos factores que indican que se está produciendo daño en la estructura incluyen manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa u otros.

(Pooh, 2014) Los pavimentos de concreto al igual que otros tipos de pavimentos, experimentan un deterioro progresivo, esto debido a las cargas de tránsito, clima (temperatura y lluvia) y esto produce grietas e incluso baches. Es por esto se da la necesidad de optimizar los recursos que se emplean en el diseño, ejecución y conservación de los mismos.

(Burgos, 2014) El autor nos describe que las construcciones en Brasil, además de traer crecimiento económico y mayor intersección terrestre también hay vías que generan grandes gastos en mantenimientos, también indica que estos problemas suceden con mayor frecuencia porque las vías de comunicación se construyen por razones políticas con el fin de obtener mayor ventaja política.

1.1.2 A nivel nacional

(El correo, 2016) Uno de los integrantes de la Asociación de taxistas de lima Esperanza, asegura que salir a trabajar al volante es muy dificultoso por motivo que hay calles que la pavimentación está deteriorada y posee baches, otras llenas de barro y tienen poco tiempo de vida útil.

(Robles, 2016) El pavimento rígido su principal impacto al cual está expuesto es el desgaste debido a la circulación de vehículos de alta carga o por encima de las regulaciones, si a esto le agregamos el efecto de las lluvias y cambios bruscos de temperatura como se dan en muchas zonas de nuestro país, estamos ante una situación de desgaste continuo de las mismas. A sí mismo, un mal diseño o mala compactación de la base y sub base también pueden terminar convirtiéndose en futuros baches o deterioros mayores en la vía.

(Robles, 2016) En su estructura surge el problema de la fisuración, esto debido a que los esfuerzos internos son mayores que la resistencia del concreto, sucediendo esto en el proceso de fraguado como también en su estado endurecido, pero por cambios de temperatura y humedad.

1.1.3 A nivel local

(Correo, 2018) La contraloría evaluó las causas del hundimiento del pavimento de las avenidas Grau y Bolognesi en pleno centro de Chiclayo, en vista a esta inspección se determinó que la causa de este problema se debió a tuberías averiadas y por la filtración de las mismas, también otro factor se debió a los trabajos deficientes realizados en la obra denominada “Rehabilitación de la Av. Grau, des de la Av. Evitamiento hasta la calle Elías Aguirre”.

(RPP Noticias, 2017) Las lluvias que ocurrieron en la ciudad de Chiclayo dañaron hasta un total de 360 mil metros cuadrados de pavimentos. Estas precipitaciones dañaron las principales calles donde se han formado enormes huecos y zanjas que dificultan el pase vehicular. Esto llevara un gasto de 6 millones para repararlas.

(República, 2013) El colegio de ingenieros de Lambayeque intervino la obra “creación de pavimento en la calle dorado y pueblo joven artesanos independientes” en el distrito de J.L.O, valuada por más de 3 millones de soles, en razón que, a menos de un mes de culminarse los trabajos, estas ya presentan grietas, desnivel. Se verifico que en algunas partes del pavimento están deterioradas y que la empresa contratista HV habría usado concreto sin consistencia.

1.2 Antecedentes del estudio

1.2.1 A nivel internacional.

(Cote & Villalba, 2017) Para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad de Cartagena del año 2017, En su tesis “Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de indias y medidas de conservación” como problema se evaluó las vías de la ciudad de Cartagena las cuales se ve afectadas por inundaciones relacionadas con las mareas y las aguas de lluvias, generados principalmente por el cambio climático, además no existe un drenaje adecuado y esto influye al deterioro del pavimento de las avenidas, como objetivo es establecer el estado actual del pavimento de la avenida el Malecón (carrera 1ra) del barrio Bocagrande, con el fin de proponer la mejor alternativa de solución desde el punto

de vista técnico y económico, se llegó a la conclusión de que la solución más viable económica y técnicamente es “sellado de grietas y juntas”, estas fallas se deben reparar con prioridad ya que tienen una alta influencia en el estado actual de la vía, por lo cual se recomienda aplicar un mantenimiento rutinario de limpieza en esta vía, los resultados de esta tesis indican que se determinó el PCI para 20 unidades de muestra de los cuales el 65% de las unidades presentaron un estado “regular”, un 25% “malo” y un 10% “bueno”, el ICP más bajo fue de 30, asignándole un estado “malo” a la unidad 4, y el valor más alto fue de 63.2 para la unidad de 20, calificándolo como “bueno”, con respecto a la relevancia, esta tesis nos ayuda a entender por qué se deterioran los pavimentos rígidos, en este caso nos indica que es debido a las inundaciones y esto se genera por la falta de drenaje en los pavimentos. (Ruiz, 2011) Para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Escuela Politécnica del Ejército de Sangolquí del año 2011, en su tesis “Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos” como problema el autor analizó varios proyectos de pavimentos rígidos que se ejecutaron en su país, su resultado fue que existía deficiencia en la hora de diseñar y construir las vías, además también en no tener en cuenta los parámetros climáticos que influyeron en los resultados finales del proyecto, su objetivo se centró en analizar los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos en las vías Pedernales – San Vicente y Chona - Calceta – Junín – Pimpiguasí, mediante la observación y monitoreo in situ y proponer soluciones técnicas a las fallas encontradas en conclusión es necesario tener en cuenta las normas tanto de diseño como de mantenimiento de los pavimentos rígidos, con el fin de evitar y disminuir procesos de deterioro observados en el análisis del proyecto, se recomienda evaluar las vías frecuentemente, para establecer el grado de severidad de los deterioros y así implementar reparaciones técnicas adecuadas y garantizar la vida útil de la estructura del pavimento por más tiempo, como resultado se obtuvo una lista de factores que deterioran el pavimento rígido (fisuras, dislocamiento, hundimientos, peladuras, baches, etc.) y además se mencionó posibles soluciones (instalación de drenes de pavimento, cepillado de la superficie, reparación parcial y/o total del espesor, etc.), la relevancia de esta investigación es que nosotros en nuestra tesis evaluamos las propiedades del concreto en pavimentos rígidos, pero además para poder realizar un diseño hay que tener en

cuenta la puesta en servicio del pavimento, entonces es necesario conocer que factores influyen en el deterioro de los pavimentos rígidos.

(Sanchez, Reina, Solano, & ererer, 2010) Para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad de El Salvador de El Salvador del año 2010, en su tesis “Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido” como problema se indica que para la elaboración de un concreto siempre es necesario trabajar con agregados de buena calidad, y el concreto de alta resistencia no es la excepción, además la relación de agua/cemento deben ser bajas lo cual genera dificultades en el mezclado así como en la trabajabilidad en estado fresco, por lo cual es imprescindible el uso de aditivos que faciliten la elaboración y comportamiento de este tipo de concreto, el objetivo es determinar la influencia de la tasa de aditivo superplastificantes, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido, se concluye que la tasa de dosificación más conveniente para alcanzar la mayor resistencia respecto en estudio de $f'c=600$ kg/cm², es de 600 ml/100kg de cemento, se recomienda continuar con la investigación, se evalué la parte económica de la misma, para poder concluir sobre qué tan conveniente resulta el uso de aditivo para disminuir costos en la elaboración del concreto de alta resistencia, como resultado se analizó añadiendo aditivos en correlación de 600 a 1800 ml/100kg de cemento y se obtuvo que para la relación de A/C de 0.45 y 0.40 al añadir mayor cantidad de aditivo aumenta la resistencia debido a que el aditivo trabaja como reductor de agua, pero por el contrario para las relaciones agua/cementales de 0.35 y 0.32 las resistencias disminuyen conforme se aumenta la tasa de aditivo, esto es debido a que la relación A/C son bajas que al reducirle agua, no todas las partículas de cemento alcanzan a hidratarse generando menor resistencia. Por lo antes expuesto se determina que la dosificación del aditivo depende de la relación agua/cementante, la relevancia de esta tesis nos indica que siempre se debe de emplear materiales de buena calidad para obtener resultados óptimos, se enfocan en determinar cómo influyen los aditivos superplastificantes en las propiedades del concreto lo cual nos va a ayudar a tener mayor conocimiento sobre las dosificaciones.

1.2.2 A nivel nacional.

(Bernal D. , 2017) Para obtener el Grado de Maestro en Ciencias de la Universidad Nacional de Cajamarca en Cajamarca del año 2017, En su tesis “Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes”, nos describe el problema de la no utilización de aditivos conlleva a un mayor uso de cemento y agua y con ello un mayor costo por m³ de concreto, si además de no usar aditivos y no llevamos un control de los agregados tenemos como resultado una baja calidad en el concreto con costos muy elevados, el objetivo es optimizar la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes, la conclusión describe que al emplear aditivos superplastificantes en una proporción de 1.00 % del peso del cemento en la elaboración de concreto, el mayor incremento de resistencia a la compresión se logró combinando aditivo superplastificantes Sika Plast 1000 con cemento Pacasmayo tipo I, el costo de las mezclas con aditivos fueron menor que las mezclas sin aditivos, por lo cual se recomienda realizar investigaciones que busquen optimizar los materiales con el uso de aditivos superplastificantes. Se sugiere realizar investigaciones referidas a nuevos aditivos superplastificantes y otras adiciones al concreto, el resultado describe que la mayor resistencia a compresión de los grupos de control se obtuvo con la utilización de cemento Pacasmayo sin aditivo a las tres edades ensayadas 7,14 y 28, de los grupos experimentales se obtuvo de la combinación de aditivo superplastificante Sika Plast 1000 con cemento Pacasmayo tipo I, en sus tres edades, por lo que se puede afirmar que utilizando aditivos superplastificantes en una proporción de 1 % del peso del cemento en la elaboración de concreto, el mayor incremento se obtuvo con aditivo Sika Plast 1000 con cemento Pacasmayo tipo 1, mayor en 11.00% que su respectivo grupo de control, su relevancia es que siempre buscamos disminuir costos en cualquier tipo de trabajo que realizamos, pero además se busca tener calidad para ello en esta tesis nos indica el tipo de cemento y el aditivo para poder optimizar la resistencia a compresión del concreto.

(Abanto, 2016) Para obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Privada del Norte en Cajamarca del año 2016, En su tesis “Permeabilidad de un concreto $f'_c=210$ kg/cm² utilizando diferentes porcentajes de aditivos superplastificantes, Cajamarca, 2016”, como problema describe que hoy en día se le da una gran variedad de usos al concreto y de ello surge la necesidad de probar nuevos productos

que mejoren sus características y así tener un mejor conocimiento de modo de empleo y de los resultados que se obtienen, el objetivo es determinar la permeabilidad de un concreto $f'c=210$ kg/cm² utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante. Se Concluye que se evaluó con 2% y 4% de aditivos, y con edades de 7,14 y 28 días, además se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, verificando que cumplan con lo establecido en cada norma, se recomienda continuar con la investigación con otros aditivos y con otro tipo de cemento, El resultado indica que al incorporar 2% y 4% de aditivo plastificante, la permeabilidad del concreto disminuye para 7 días de curado en un 8% y 19% respectivamente, a los 14 días de curado presenta una disminución de 11% y 19% respectivamente, para los 21 días de curado la permeabilidad disminuye en 12% y 20%, y para 28 días de curado presenta una disminución de 29% para 2% de aditivo y 42% para 4% de aditivo. La relevancia de esta investigación en relación a nuestra tesis que son pavimentos rígidos, también se busca reducir la permeabilidad del concreto esto para cuidar la estructura del pavimento, en esta tesis buscan determinar la permeabilidad del concreto y evaluar en cuanto disminuye empleando aditivos superplastificantes.

(Huarcaya, 2014) Para obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad Ricardo Palma en Lima del año 2014, En su tesis “Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo Polifuncional Sikament 290N y aditivo super plastificante de alto desempeño Sika Viscoflow 20e”, respecto al problema, el autor indica que muchas veces se requiere concreto para grandes distancias y se da que al llegar a obra el concreto no posee el mismo asentamiento, en este caso lo que se busca es diseñar un concreto que mantenga su fluidez por varias horas, a la vez mejorando las propiedades de las mismas, el objetivo es Analizar y evaluar el comportamiento del asentamiento del concreto con aditivos (superplastificantes y plastificantes) en diferentes dosificaciones, para obtener un concreto más trabajable durante más tiempo, como conclusión se hace mención que la aplicación del aditivo es variable ya que depende de que tan trabajable se requiera, Se recomienda utilizar para los ensayos los materiales requeridos y con un estricto control de calidad ya que de eso depende la obtención de nuestros resultados, el resultado obtenido es que la aplicación del aditivo es variable ya que depende de que tan trabajable se requiera, además se evaluó la resistencia a la compresión con aditivos superplastificantes Sikament y Viscoflow con misma dosis de 1.5% y edad de 28 días en los cuales se

obtuvo mayor resistencia con el aditivo Sika Viscoflow. Su relevancia en esta tesis el autor nos indica que al emplear aditivos no solo se busca mejorar sus propiedades también se busca mantener la fluidez por más tiempo esto también es importante en pavimentos ya que depende del asentamiento se va a obtener la resistencia correspondiente.

1.2.3 A nivel local.

(Vera Vilchez , 2018) Para obtener el título profesional de Ingeniería Civil de la universidad Cesar Vallejo del año 2018, En su tesis “Eficiencia de los Aditivos superplásticos para diseño de mezclas en concreto de alta resistencia ($f'c = 450$ kg/cm²) Chiclayo – Lambayeque”, el objetivo de esta tesis es determinar la eficiencia de los aditivos superplásticos para el diseño de mezclas de concreto de alta resistencias ($f'c=450$ kg/cm²) en la ciudad de Chiclayo, Se evaluó Las proporciones de los aditivos Chemament – 400 y Sikament TM – 140 al 0.5%, 0.75% y 1%, se determinó las cantidades con respecto al peso del cemento, En cuanto a los resultados se evaluó la eficiencia de los aditivos Chemament-400 y Sikament-TM-140 a través de las propiedades mecánicas del concreto (resistencia, peso unitario, temperatura y trabajabilidad) obteniendo mayor trabajabilidad a medida q se va incrementando aditivo, también se tiene un aumento en peso y temperatura, finalmente en cuanto a la resistencia tenemos que al 0.75% se tiene mayor resistencia. El autor recomienda el uso de aditivos en el diseño de mezcla de concreto de alta resistencia, ya que nos ayuda a obtener mayor eficiencia en cuanto a sus propiedades físico – mecánicas del concreto. Su relevancia es que para obtener la resistencia en menores tiempos es necesario emplear aditivos superplastificantes.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Variable dependiente: Pavimentos rígidos

Pavimentos

Los pavimentos están constituidos por un conjunto de capas que son relativamente horizontales, se diseñan con materiales apropiados y compactados. Los pavimentos son estructuras estratificadas que se apoyan sobre la subrasante de una vía, los cuales deben resistir adecuadamente los esfuerzos producidos por las cargas del tránsito, durante el periodo el cual fue diseñado la estructura del pavimento. Para cumplir sus funciones debe reunir los requisitos de ser resistente a la acción de las cargas producidas por el tránsito, presentar una textura superficial adaptada a la circulación

de los vehículos, ser durable, ser económico. Los pavimentos se clasifican en pavimentos asfálticos o flexibles y pavimentos de concreto o rígido; los pavimentos flexibles están formados por una carpeta bituminosa que está apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase, por otro lado, los pavimentos rígidos están constituidos por una losa de concreto armado hidráulico, que está apoyada sobre la subrasante u otra capa de material seleccionado, el cual se denomina subbase, su capacidad estructural depende de la resistencia de las losas por lo que el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento. (Monsalve, Giraldo, & Maya , 2012)

Los pavimentos rígidos están formados por una losa de concreto Portland sobre una base o directamente subrasante, transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, el concreto absorbe parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre el pavimento, mientras que en el pavimento flexible este esfuerzo es transmitido hacia las capas inferiores (base, subbase y subrasante). (Centeno , 2010)

Componentes del pavimento rígido

Los componentes de los pavimentos rígidos están formados por subrasante, subbase y superficie de rodadura. La subrasante es la capa de una carretera que soporta la estructura del pavimento, se extiende hasta una profundidad que no afecta la carga de diseño. Esta capa puede estar formada en corte o relleno, una vez que esté compactada debe tener en cuenta las secciones transversales y las pendientes especificadas en los planos. El espesor del pavimento depende de una gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad. La subbase es la capa de la estructura del pavimento destinada a soportar, transmitir y distribuir con igualdad las carga aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento, también debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían perjudiciales para el pavimento. La superficie de rodadura, es la capa superior de la estructura del pavimento que está construida con concreto hidráulico, por lo que su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante. (Altamirano, 2007)

Fallas del pavimento rígido

Las fallas que se producen en los pavimentos rígidos son la rotura de esquina que intersecta una junta transversal con una junta longitudinal o borde de calzada; la fisuración longitudinal que son fisuras con orientación longitudinal al eje del pavimento; la fisuración transversal que son fisuras con orientación perpendicular al eje del pavimento, estos deterioros en las juntas afectan al desempeño del pavimento, por ser las juntas las zonas de unión entre las losas. También encontramos como falla a las losas fragmentadas que son losas que se encuentran divididas por fisuras; también encontraremos descascamiento superficial, saltaduras, erosión del pavimento, baches deteriorados. Esto corresponde a un nivel de degradación que puede tener un pavimento rígido. (Goody & Francisco, 2006)

Concreto

El concreto tiene como finalidad la resistencia, durabilidad y economía, es el material más utilizado en la construcción, es la mezcla de cemento portland, agua, agregados y aire. Su propiedad de la resistencia a la compresión lo hace perfecto para pavimentos ya que tienen una vida larga y un bajo costo de mantenimiento; también son resistentes al desgaste. (Pérez, 2013).

Estados del concreto

Los estados del concreto están formados por estado fresco y estado endurecido. El estado fresco es el producto del amasado de sus componentes, es una masa heterogénea de fases sólidas, líquidas y gaseosas que se distribuyen en proporciones iguales si está bien amasado. Sus propiedades fundamentales en estado fresco (es la trabajabilidad del concreto fresco), homogeneidad (tiene la cualidad de distribuir por toda la masa de todos los componentes del hormigón en las mismas proporciones). En cambio, el estado endurecido es a partir del final de fraguado cuando empieza a ganar resistencia y se endurece. Su propiedad fundamental es la resistencia (compresión, tracción). (Construcción, 2007)

1.3.2 Variable independiente: Propiedades del concreto con aditivos superplastificantes

Propiedades del concreto

Las propiedades del concreto en estado fresco son: trabajabilidad, es la facilidad con la que una mezcla de concreto puede ser mezclado, transportada, y colocado adecuadamente; la impermeabilidad, logra reducir la cantidad de agua en la mezcla; segregación es la separación de los materiales del concreto, es provocada por falta de cohesión de la pasta de cemento; exudación consiste en que parte del agua de mezclado tiende a subirse a la superficie del concreto recién colocado o durante el proceso de fraguado. (Bernal J. , 2009)

Las propiedades del concreto en estado endurecido son: resistencia a la compresión, se realiza mediante el ensayo de probetas para determinar la resistencia a la compresión, son de forma cilíndrica. (Osorio, 2013)

Resistencia a la tracción, esta resistencia es importante con respecto al agrietamiento, debido a la limitación de las contracciones, la formación de grietas, en el lado de tracción de los elementos del hormigón que son sometidos a flexión, dependen de la resistencia a la tracción. (Silva D. , 2015)

La resistencia por flexión: se evalúa por medio del ensayo de vigas, durante este ensayo el concreto se ve sometido tanto a compresión como a tensión. El módulo de ruptura es fundamental para el diseño el control de calidad de las estructuras como es el caso de los pavimentos de concreto (Silva D. , 2015)

El módulo de elasticidad controla la forma de falla de rotura que tendrá la losa y su capacidad a deformarse por carga antes de generar una grieta. Es importante conocer el material que va a ser utilizado para funciones estructurales, tanto la resistencia, como la deformación que tendrá este material al aplicarle una determinada carga. (Osorio, 2011)

El agua es un elemento fundamental en la elaboración de concreto y mortero, se considera adecuada el agua potable y se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación. Se considerará adecuada para el amasado o curado de concreto, el agua cuyas propiedades y contenido en sustancias disueltas están comprendidas dentro de los límites. (Manual de transportes y comunicaciones, 2013)

Aditivos

Los aditivos es toda aquella sustancia diferente al agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra usada como elemento para el concreto o del mortero, se agrega a la mezcla antes o durante el mezclado. Se puede definir a un aditivo como la incorporación individualmente al concreto (se puede ejercer control en su dosificación). Cuando los aditivos son un componente importante deben cumplir ciertas condiciones como obtener resultados deseados, sin tener que variar la dosificación, que los aditivos no tengan resultados negativos, que el análisis de su costo justifique su empleo. Por lo tanto, es conveniente reiterar que la implementación de aditivos en los diversos diseños de mezcla que se desean mejorar sus propiedades, no corregirá el concreto con una mala dosificación. (Aguirre, 2007).

Aditivos superplastificantes

Los aditivos superplastificantes son aditivos reductores de agua que aumentan su manejabilidad de las pastas del cemento y del concreto, manteniendo su fluidez del material y su resistencia. Se emplea los superplastificantes cuando la capacidad de los plastificantes ha llegado a su límite. (Sika, 2014)

Chemament 400

Es un aditivo superplastificante, reductor de agua de alto rango para el concreto, usado para la fabricación de concreto de alto desempeño. Este aditivo cumple con la especificación ASTM C 494 tipo A y tipo F. (chemament 400).

Ventajas:

Permite mantener el slump por mayor tiempo, y se puede aprovechar para concreto transportado a distancias prolongadas.

Permite una buena colocación del concreto reduciendo la presencia de grietas.

Mejora el acabado del concreto.

Por su gran capacidad de reducir el contenido de agua, permite diseñar concreto de altas resistencias, así como concreto impermeabilizado. (chemament 400).

Datos técnicos

Densidad: 1.205 ± 0.01 gr/ml

Apariencia: liquido

Color: marrón oscuro

Rendimiento:

La dosificación del aditivo Chemament 400 es de 0.7% a 2% del peso del cemento. (chemament 400).

Sikament®-290N

Es un aditivo polifuncional para concretos que pueden ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada (Sikament®-290N).

Usos:

Se puede utilizar como plastificante o superplastificante con solo variar la dosificación.

Transporte a largas distancias sin pérdida de trabajabilidad.

Concretos fluidos que no presenta segregación ni exudación. (Sikament®-290N).

Ventajas:

Aumento de las resistencias mecánicas.

Permite obtener nuevos tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.

Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla. (Sikament®-290N).

Datos técnicos:

Densidad: 1.20 kg/L \pm 0.02

Aspecto: líquido

Color: pardo oscuro

Rendimiento:

Su dosificación como plastificante es de 0.3% - 0.7% del peso del cemento.

Su dosificación como superplastificante es de 0.7% - 1.4% del peso del cemento. (Sikament®-290N).

1.3.3 Normativa empleada

1.3.3.1 Agregado fino y agregado grueso

En el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE, en la norma E 060 concreto armado en el capítulo 3 (materiales), nos especifica que los agregados para concreto deben cumplir con las normas técnicas correspondientes, en caso que no cumplan con los requisitos que se indica en la norma técnica peruana, podrán ser utilizados cuando el constructor demuestre, a través de ensayos y por la experiencia en obra, que pueden producir concretos con la resistencia y durabilidad requerida.

Los agregados finos y gruesos deberán ser manejados como materiales independientes.

El agregado fino podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas de este agregado deberán ser limpias, de perfil angular, duros, compactados y resistente.

Por otro lado, el agregado grueso se puede consistir de grava natural o triturada, sus partículas serán limpias, de perfil angular o semi angular, duras, compactadas, resistentes.

Ensayo de granulometría del agregado fino y grueso NTP 400.012

Este ensayo se realiza en base a la NTP 400.012, mediante este ensayo se obtiene la granulometría de los agregados al ser tamizados por las mallas normalizadas. (INDECOPI, 2011)

El objetivo de este ensayo es realizar la curva granulométrica, y determinar el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino por tamizado. (INDECOPI, 2011)

El módulo de fineza se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas de las series estandarizadas divididos entre 100. (INDECOPI, 2011)

El tamaño máximo nominal, se entiende como la abertura del menor tamiz de la serie usada que comienza a retener, se dice que es el tamiz que retiene el 15% o menos. (INDECOPI, 2011)

Ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino y grueso NTP 400.017

Este ensayo se realiza para determinar el peso unitario suelto y compactado de los agregados finos y gruesos, este ensayo es aplicado a los agregados de tamaño máximo nominal de 150mm. (INDECOPI, 2008)

El peso unitario es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario específico, es decir la masa neta del agregado en el recipiente dividida entre su volumen, representara el peso unitario para uno y otro grado de compactación. (INDECOPI, 2008)

Ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado fino NTP 400.022 y agregado grueso NTP 400.021

Agregado fino NTP 400.022

Esta norma tiene por objetivo establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino después de 24 horas de sumergida en el agua. (INDECOPI, 2013)

Agregado grueso NTP 400.021

Esta norma tiene por objetivo determinar el peso específico aparente y nominal, también determinar la absorción después de 24 horas sumergidas en agua. (INDECOPI, 2002)

El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basados en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este método de ensayo no es aplicable para agregados ligeros. (INDECOPI, 2002)

Ensayo para determinar el contenido de humedad de agregados finos y gruesos NTP 339.185

Agregado fino

El objetivo de este ensayo es determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino por secado.

La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, algunos agregados contienen agua que se combina con los minerales

de algunos agregados, dicha cantidad de agua no es evaporable, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método (INDECOPI, 2013)

Agregado grueso

El objetivo de este ensayo es determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado grueso por secado.

La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, algunos agregados contienen agua que se combina con los minerales de algunos agregados, dicha cantidad de agua no es evaporable, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método. (INDECOPI, 2013)

1.3.3.2 Concreto patrón

1.3.3.2.1 Concreto fresco

Ensayo de contenido de aire atrapado NTP 339.083 o ASTM C 231

El objetivo de este ensayo es determinar el contenido de aire atrapado que puede contener el hormigón recién mezclado, este ensayo es aplicable para concretos con agregados relativamente densos y que requieren la determinación del factor de corrección del agregado.

Ensayo de peso unitario del concreto fresco NTP 339.046

El peso unitario del concreto nos permite determinar la calidad de la composición granulométrica y de la compactación del concreto, siendo un importante medio de control de concreto.

Ensayo del asentamiento del concreto fresco en el cono de Abrams NTP 339.035

Se define como la consistencia de la mezcla por el asentamiento, es medido en pulgadas o centímetros, que se realiza a una muestra de hormigón recién mezclado que ha sido colocada y compactada en un molde metálico. Se levanta el molde y se puede definir el asentamiento, como la medida de la diferencia de altura entre el molde metálico y la masa de concreto después que ha sido retirado el molde que lo recubría.

Ensayo para la determinación de la temperatura NTP 339.184

Este ensayo permite medir la temperatura de mezclas de hormigón recién mezclado, el cual se usa para comprobar que el concreto tenga la temperatura establecida.

1.3.3.2.2 Concreto endurecido

Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas NTP 339.034

La NTP establece determinar la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas del concreto. (INDECOPI, 2008)

Este ensayo consiste en aplicar una carga de compresión axial a las probetas cilíndricas a una velocidad normalizada, en un rango prescrito mientras ocurre la falla. (INDECOPI, 2008)

Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078

Este ensayo consiste en colocar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla que se produjo dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5% de la luz libre. (INDECOPI, 2012)

Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción diametral NTP 339.084

Este ensayo obtiene el esfuerzo máximo que soporta la probeta.

Este ensayo consiste en someter a compresión diametral la probeta cilíndrica, aplicando una carga de manera uniforme a lo largo de dos líneas.

Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad ASTM C469

Este ensayo para poder calcular la deformación y la deflexión, se tiene que conocer la relación esfuerzo y deformación.

Por consiguiente, bajo carga interrumpida, el concreto muestra flujo plástico, es decir la deformación aumenta con el tiempo bajo un esfuerzo constante.

La importancia que tiene el flujo plástico en el concreto estructural, radica en el hecho de que la deformación por flujo plástico es del mismo orden de magnitud que el de la deformación elástica.

Se entiende por elasticidad, cuando la deformación aparece y desaparece inmediatamente al aplicarse y retirarse el esfuerzo.

1.3.4 Definición de términos

Aditivo: sustancias (líquido o polvo) que se adicionan al concreto, para modificar alguna de sus características en estado fresco y/o endurecido.

Aditivo Superplastificante: aditivo reductor de agua, aumenta la trabajabilidad del concreto, se puede emplear en porcentajes de 0.7 al 2% del peso del cemento.

Aire incorporado: es la cantidad de aire que puede tener el concreto recién mezclado.

Asentamiento: es la acción y efecto de asentarse. Consistencia de la mezcla por el asentamiento medido en pulgadas o centímetros.

Cemento: es un conglomerante, formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, tiene como propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua

Concreto: mezcla de agregado fino, grueso, agua y cemento con o sin aditivo.

Curado del concreto: proceso de controlar y mantener un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable en el concreto.

Granulometría: es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices

Resistencia a la Compresión ($f'c$): Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.

Resistencia a la Flexión (M_r): Esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en una viga justo antes de que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión.

Resistencia a la Tracción (f_{ct}): determina la resistencia por fractura a la tensión por compresión diametral de especímenes cilíndricos de concreto.

Módulo de Elasticidad (E_c): Es la relación entre el esfuerzo al que está sometido el material y su deformación unitaria. Representa la rigidez del material ante una carga impuesta sobre el mismo. El (E_c teórico) es de $15000\sqrt{f'c}$.

1.4 Formulación del problema

¿Cómo influye el uso de los aditivos superplastificantes Sikament®-290N y Chemamet 400 en las propiedades del concreto en pavimentos rígidos, Lambayeque en el periodo 2018?

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación social.

Porque la presente investigación proporcionará promover el uso de aditivos superplastificantes en pavimentos rígidos, demostrando que se puede mejorar las propiedades del concreto, ya que en la gran mayoría de las construcciones de pavimentos no se emplea aditivos en pavimentos rígidos en Lambayeque esto debido a desconocimientos técnicos y a la ventaja que nos puede traer el uso de estos aditivos.

1.5.2 Justificación ambiental.

Porque los aditivos son productos químicos que se añaden en una cantidad máxima de 5% en peso del cemento, puesto que la cantidad de aditivo que se pone es muy pequeña su potencial contaminante dentro del hormigón endurecido no es importante, además las materias primas básicas de los aditivos superplastificantes no son metales pesados

1.5.3 Justificación económica.

Porque con el uso de aditivo superplastificantes Sikament®-290N y chemamet 400 se busca mejorar las propiedades del concreto con un menor costo de los materiales componentes de las mezclas respecto a un concreto sin la utilización de aditivos.

1.5.4 Justificación científica.

Porque este trabajo está en la línea de investigación de diseños de concreto y aditivos superplastificantes que son la tendencia actual de la innovación tecnológica del concreto en el mundo. Los aditivos superplastificantes buscan disminuir en gran medida los problemas que se observan en las obras ejecutadas como por es en los pavimentos rígidos en los cuales influye la durabilidad, resistencia y otras propiedades del concreto, además estos aditivos superplastificantes permiten trabajar en diferentes tipos de climas que no se podría trabajar con eficiencia con una mezcla que no lo incluya estos aditivos.

1.6 Hipótesis

Los aditivos superplastificantes Sikament[®]-290N y Chemament 400, son eficientes para mejorar las propiedades y su calidad del concreto en pavimentos rígidos.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament[®]-290N y Chemament 400 en pavimentos rígidos, Lambayeque. 2018

1.7.2 Objetivos específicos

1. Evaluación de los agregados para elaborar el diseño de mezclas.
2. Elaborar el diseño de mezclas de concreto para resistencia de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, 280kg/cm^2 y 350kg/cm^2 de manera convencional y añadiendo aditivos superplastificantes Sikament[®]-290N y Chemament 400 en diferentes porcentajes.
3. Determinar y comparar las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament[®]-290N y Chemament 400 en pavimentos rígidos.
4. Elaborar el análisis económico comparativo de concreto con aditivo y sin aditivo en pavimentos rígidos.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Tipo y diseño de la investigación

2.1.1 Tipo de la investigación

El tipo de investigación es cuantitativa, porque se evaluará las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament[®]-290N y Chemament 400 en pavimentos rígidos. Para dar solución a esta realidad se recolectaron los datos de los diferentes ensayos realizados y se realizará un análisis estadístico para determinar patrones de comportamiento. (Hernandez, 2014)

2.1.2 Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es experimental, por lo que se realizarán diferentes ensayos de los materiales en laboratorio, para así evaluar las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes en pavimentos rígidos. (Palella & Martins, 2012)

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población

La población en esta investigación está conformada por las propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament[®]-290N y Chemament 400 en pavimentos rígidos.

2.2.2 Muestra

Se realizará un total de 357 probetas de concreto, en el diseño patrón para las resistencias de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 350\text{kg/cm}^2$, hemos realizado en total 54 probetas (27 probetas de resistencia a la compresión, 6 vigas de resistencia a la flexión, 9 probetas de resistencia a la tracción y 9 probetas para módulo de elasticidad).

Con aditivo superplastificante Sikament[®]-290N, hemos realizado un total de 153 probetas para resistencias de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, 280kg/cm^2 y 350kg/cm^2 (81 probetas de resistencia a la compresión, 21 vigas de resistencia a la flexión, 27 probetas de resistencia a la tracción y 27 probetas para módulo de elasticidad) en resistencias de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 350\text{kg/cm}^2$.

Para el aditivo superplastificante Chemament 400 hemos realizado un total de 153 probetas para resistencias de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, 280kg/cm^2 y 350kg/cm^2 (81 probetas de resistencia a la compresión, 21 vigas de resistencia a la flexión, 27 probetas de

resistencia a la tracción y 27 probetas para módulo de elasticidad) en resistencias de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 350\text{kg/cm}^2$.

Tiempo de rotura de los especímenes 7, 14 y 28 días.

Cemento a utilizar será el cemento portland tipo I.

Los agregados finos y agregados gruesos lo obtuvimos de la cantera La Victoria - Patapo, usaremos piedra de 3/4" porque se emplea más para pavimentos.

Dosificación que contienen los aditivos superplastificantes, reductores de agua SIKAMENT®-290N (0.7% al 1.4% del peso del material cementante) y CHEMAMENT 400 (0.7% a 2.0% del peso del cemento).

Tabla 1 Numero de muestras a diseñar - Probetas y vigas

Aditivos	Diseño $F'c$ (kg/cm^2)	Ensayo	N° de probetas por edad de ensayo			N° total de probetas
			7 días	14 días	28 días	
Concreto patrón	$F'c = 210$ kg/cm^2	Compresión	3	3	3	9
		Flexión			2	2
		Tracción			3	3
		Módulo de elasticidad			3	3
	$F'c = 280$ kg/cm^2	Compresión	3	3	3	9
		Flexión			2	2
		Tracción			3	3
		Módulo de elasticidad			3	3
	$F'c = 350$ kg/cm^2	Compresión	3	3	3	9
		Flexión			2	2
		Tracción			3	3
		Módulo de elasticidad			3	3
Sikament®-290N	$F'c = 210$ kg/cm^2	Compresión	9	9	9	27
		Flexión			6	6
		Tracción			9	9
		Módulo de elasticidad			9	9
	$F'c = 280$ kg/cm^2	Compresión	9	9	9	27
		Flexión			6	6
		Tracción			9	9
		Módulo de elasticidad			9	9
	$F'c = 350$ kg/cm^2	Compresión	9	9	9	27
		Flexión			6	6
		Tracción			9	9
		Módulo de elasticidad			9	9
	$F'c = 210$ kg/cm^2	Compresión	9	9	9	27
		Flexión			6	6

Chemamet 400	F'c = 210 kg/cm ²	Tracción			9	9	
		Módulo de elasticidad			9	9	
		Compresión	9	9	9	27	
	F'c = 280 kg/cm ²	Flexión			6	6	
		Tracción			9	9	
		Módulo de elasticidad			9	9	
	F'c = 350 kg/cm ²	Compresión	9	9	9	27	
		Flexión			6	6	
		Tracción			9	9	
			Módulo de elasticidad			9	9
							357

Fuente: Elaboración propia

2.3 Variables y operacionalización

Las variables son aspectos de los problemas de investigación que expresan un conjunto de propiedades, cualidades y características observables de las unidades de análisis, tales como individuo, grupos sociales, hechos procesos. (Hernandez, 2014)

2.3.1 Variable independiente

Propiedades del concreto con aditivos superplastificantes Sikament[®]-290N y Chemamet 400.

2.3.2 Variable dependiente

Pavimentos rígidos.

2.3.3 Operacionalización

Tabla 2 Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	SUBINDICADORES	INDICE	TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTOS DE MEDICION
CARACTERISTICAS/CLASIFICACION							
Variable dependiente: pavimentos rígidos	Estructura del pavimento Rígido	Superficie de rodadura	Cemento	kg	-	-	
			Agregado Grueso	m ³	Ensayos varios	Ensayos varios	Tamices
			Agregado Fino	m ³	ensayos varios	ensayos varios	

Fuente: Elaboración propia

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	SUBINDICADORES	INDICE	TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTO DE MEDICION	
Variable independiente: Propiedades del concreto con aditivos superplastificantes	CARACTERISTICAS/CLASIFICACION							
	Propiedades mecánicas del concreto en estado fresco	peso unitario	relación entre masa y volumen	gr	Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Guía de análisis de documentos, formatos de laboratorio	Molde	
		contenido de aire	relación de fuerza sobre área	%	Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Guía de análisis de documentos, formatos de laboratorio	Olla whashington	
		Asentamiento	medición	cm	Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Guía de análisis de documentos, formatos de laboratorio	Cono de abrams	
		temperatura	clima	°c	Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Guía de análisis de documentos, formatos de laboratorio	Termómetro	
	Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido	Compresión	probetas cilíndricas	und	Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Guía de análisis de documentos, formatos de laboratorio	Máquina de compresión axial	
			Aplicación de carga	kg/cm ²				
		tracción	probetas cilíndricas	und	Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Guía de análisis de documentos, formatos de laboratorio	Máquina de compresión axial	
			Aplicación de carga	kg/cm ²				
	Flexión	ensayos de vigas	und	Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Guía de análisis de documentos, formatos de laboratorio	Máquina de compresión axial		
módulo de rotura		Mpa						

		Esfuerzo		Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Guía de análisis de documentos, formatos de laboratorio	Máquina de Módulo
	Módulo de Elasticidad	Deformación	mm			
		dosificación	gr			
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Sikament®-290N	Reductor de agua	concreto de alto desempeño	kg/cm ²	Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Ficha técnica y experiencias de empleo de aditivo	Razón
		mejora propiedades de c°	kg/cm ²			
		dosificación	gr			
ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE CHEMAMENT 400	Reductor de agua	concreto de alto desempeño	kg/cm ²	Análisis de documentos y ensayos en laboratorio	Ficha técnica y experiencias de empleo de aditivo	Razón
		mejora propiedades de c°	°c			

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

2.4.1 Técnicas de recolección de información

Para el presente estudio de tesis se tuvo en cuenta la recolección de datos, análisis de los datos, técnica de observación y ensayos en laboratorio.

2.4.2 Instrumentos de recolección de información

Para ello se utilizó los formatos de laboratorio, para realizar los diseños de mezcla, también se utilizó las fichas técnicas de los aditivos superplastificantes.

2.4.3 validez de recolección de información

Indica el grado con que puede inferirse conclusiones a partir de los resultados obtenidos. En el presente proyecto se midió el contenido (objetivos, variables, matriz de consistencia).

2.4.4 confiabilidad de recolección de información

Es el grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.

2.4.4.1 Formatos de recolección de información

Formato de recolección de datos de la granulometría (agregado fino y grueso) NTP 400.012 AGREGADOS.

Formato de recolección de datos del peso unitario (agregado fino y grueso) NTP 400.017 AGREGADOS.

Formato de recolección de datos para peso específico y absorción (agregado fino y grueso) NTP 400.022 AGREGADOS y NTP 400.021 AGREGADOS.

Formato de recolección de datos del contenido de humedad (agregado fino y grueso) NTP 339.185 AGREGADOS.

Formato de recolección de datos del asentamiento del concreto NTP 339.035 CONCRETO.

Formato de recolección de datos de contenido de aire del concreto NTP 339.083 CONCRETO

Formato de recolección de datos del peso unitario del concreto fresco NTP 339.046

Formato de recolección de datos de la determinación de la temperatura del concreto NTP 339.184:2013 CONCRETO

Formato de recolección de datos para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto NTP 339.034

Formato de recolección de datos para la determinación de la resistencia a la Flexión del concreto NTP 339.078

Formato de recolección de datos para determinar la resistencia a la tracción diametral NTP 339.084

Formato de recolección de datos para determinar el módulo de elasticidad ASTM C469

2.5 Procedimiento de análisis de datos

2.5.1 Diagrama de flujo de procesos

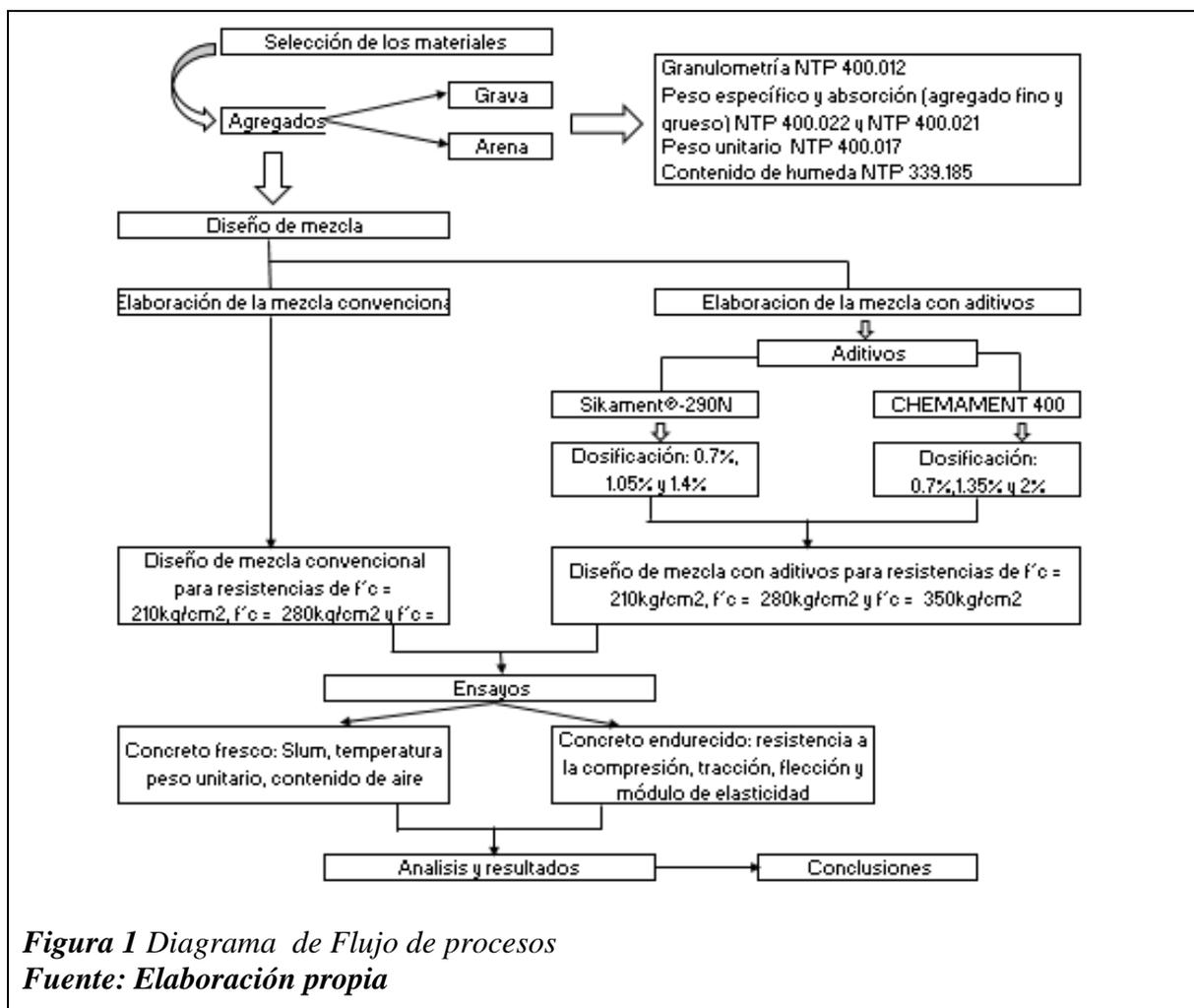


Figura 1 Diagrama de Flujo de procesos

Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Descripción de los procesos

2.5.2.1 Selección de los materiales:

Los materiales necesarios a utilizar en el presente trabajo se obtuvieron de la siguiente manera:

El cemento que se utilizó es el cemento Portland tipo I, que se obtuvo de la ferretería que queda cerca de la Universidad Señor de Sipán.

Los agregados finos y gruesos lo obtuvimos de la cantera La Victoria – Pátapo.

Los aditivos utilizados son aditivos superplastificantes Sikament®-290N y Chemament 400.

Luego de tener los materiales necesarios se procedió a realizar los ensayos correspondientes:

2.5.2.2 Ensayos de los agregados

Análisis granulométrico por tamizado NTP 400.012

Determina cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas, mediante los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices.

El tamizado consiste en desplazar el tamiz de un lado a otro para que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla, y así poder obtener el material retenido en cada tamiz, se pesa cada material retenido en el tamiz y así obtener los resultados para tabular y realizar la curva granulométrica.

Peso unitario NTP 400.017

En este ensayo se determinará el peso unitario suelto y compactado.

Procedimiento: Se coloca el material en el recipiente, compactadas en tres capas, cada una de las capas se apisona con 25 golpes con la varilla, distribuidas uniformemente en cada capa.

Al apisonar la primera capa, se debe evitar que la varilla llegue al fondo del recipiente, por otro lado, al apisonar las capas superiores se aplica la fuerza necesaria para que la varilla atravesase la respectiva capa, una vez lleno el recipiente se enrasa la superficie con la varilla, y se determina el peso del recipiente lleno compactado, y el peso del recipiente solo y registrar los pesos.

Peso específico y absorción del agregado grueso NTP 400.021

En este ensayo se va a determinar los pesos específicos seco, el peso específico saturado con superficie seca, también es peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso.

Procedimiento: la muestra es sumergida en agua por 24 horas para así llenar los poros, luego la muestra es retirada del agua y se coloca sobre un paño grande y absorbente, hasta desaparecer toda película de agua visible, se determina el peso de la muestra en estado saturado con superficie seca.

Después de pesar. Se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergido en agua. Luego se lleva la muestra al horno a 100° - 110°, se retira la muestra y se deja enfriar, una vez que haya enfriada la muestra se determina su peso seco.

Se calculan los pesos específicos aparentes, saturados con superficie seca y nominal, así como la absorción.

Peso específico y absorción del agregado fino NTP 400.022

En este ensayo se va a determinar el peso específico aparente y real, y también la absorción después de 24 horas sumergidas en agua.

Procedimiento: El material es tamizado por el tamiz N° 04, se cuarteo y se obtiene la cantidad necesaria para realizar el ensayo. El material es llevado al horno a una temperatura 100 – 110°C, luego se retira la muestra y se deja enfriar.

Luego la muestra se cubre completamente con agua durante 24 horas, pasado ese tiempo se retira el agua con cuidado para evitar perder finos, y se extiende la muestra en una bandeja, se empieza a desecar la muestra hasta obtener una muestra uniforme.

Cuando la muestra ya está uniforme, se sujeta el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana, colocando en su interior la cantidad de muestra suficiente, se apisona con 25 golpes de la varilla, se levanta con cuidado el molde.

Se coloca en la fiola 500 gramos de agregado fino y se empieza a agitar (aprox. 1 hora), luego se deja reposar hasta que todo el material quede en la parte superior.

Se retira el material de la fiola, y se coloca en una tara para ser llevada al horno.

Se calculan los pesos específicos aparentes, saturados con superficie seca y nominal, así como la absorción.

2.5.2.3 Diseño de mezclas

Se realizó el diseño de mezcla de concreto convencional para una resistencia de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, 280kg/cm^2 y 350kg/cm^2 .

Se realizó el diseño de mezclas con aditivos superplastificantes Sikament[®]-290N con una dosificación de 0.7%, 1.05% y 1.4% y el aditivo Chemament 400 con una dosificación de 0.7%, 1.35% y 2% patrón para una resistencia de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, 280kg/cm^2 y 350kg/cm^2 .

Ensayo de contenido de aire atrapado NTP 339.083

En este ensayo se determina la cantidad de aire que puede contener el hormigón recién mezclado.

Procedimiento: Se selecciona una muestra representativa, y se coloca en el recipiente, se llena el recipiente con tres capas de igual volumen, se compacta cada capa con 25 golpes de la varilla, luego se golpea los lados del recipiente 10 a 15 veces con el martillo de goma, para evitar que las burbujas de aire queden atrapadas en el interior de la muestra.

Se enrasa el hormigón sobre el borde superior del recipiente, se limpia el exceso de muestra del borde del recipiente.

Luego se coloca las mordazas y se sujeta bien, abrir ambas llaves de purga, cerrar la válvula principal de aire. Colocar agua a través de una de las llaves de purga hasta que salga por la otra.

Luego cerrar la válvula de escape de aire y bombear aire dentro de la cámara hasta que el manómetro este en la línea de presión inicial, esperar algunos segundos para que el aire comprimido llegue a una temperatura normal y se estabilice la lectura de presión.

Se ajusta el manómetro en la línea de presión inicial por bombeo o se deja escapar un poco de aire si es necesario.

Leer el porcentaje de aire.

Una vez culminado este ensayo se cierra la válvula principal y abrir las llaves de purga para descargar la presión, y retirar la cubierta.

Ensayo para determinar la temperatura NTP 339.184

En este ensayo se mide la temperatura de mezclas de hormigón recién mezclado que puede ser usado para verificar la conformidad con un requerimiento especificado para la temperatura del hormigón recién mezclado.

Procedimiento: se coloca el termómetro dentro de la muestra, cubriendo el sensor con un mínimo de 3 pulgadas en todas las direcciones.

se toma la lectura de temperatura después de un tiempo de 2 minutos, o hasta que la lectura se estabilice, leer la lectura y registrarla.

Ensayo de peso unitario NTP 339.046

En este ensayo se determinará la densidad del hormigón fresco, para calcular su rendimiento, el contenido de cemento y el contenido de aire del concreto.

El rendimiento de este ensayo se define como el volumen del concreto realizado por una mezcla de cantidades conocidas de sus materiales.

Procedimiento: colocar el material en el recipiente en tres capas de igual volumen, compactar cada capa penetrando 25 veces con la varilla en el recipiente, golpear 10 a 15 veces los lados del recipiente con el martillo de goma, para así llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire.

Se retira el exceso del hormigón y se enrasa la parte superior para obtener una superficie lisa, determinar la masa de concreto con el recipiente lleno.

Ensayo del asentamiento del concreto fresco NTP 339.035

En este ensayo se determinará el asentamiento del hormigón.

Procedimiento: humedecer el cono que se va a utilizar, se apoya el molde en el piso presionando con los dos pies los estribos del molde, el cono no debe ser movido durante el llenado de lo contrario saldría mal en ensayo.

Llenar el molde en tres capas de igual volumen, compactar cada capa con 25 golpes con la varilla.

Enrasar el hormigón rodando la varilla sobre el borde superior del molde.

Levantar el molde en un solo movimiento, se mide desde la parte superior del molde hasta el centro desplazado de la superficie original del espécimen.

Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas NTP 339.034

En este ensayo consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad normalizada en un rango prescrito hasta que ocurra la falla.

Procedimiento: una vez retiradas las probetas del recipiente de curado, se saca los diámetros de cada probeta a ensayar, luego se procede con la rotura de las probetas, de acuerdo a la edad que serán ensayadas (7, 14 y 28 días).

Se coloca dos bloques a los extremos de la probeta que se va a ensayar, la probeta es colocada en la máquina de compresión, antes de ensayar, se tiene que alinear la probeta, verificar que el indicador de carga este en cero.

Aplicar la carga continuamente y sin detenimiento hasta que la probeta llegue a romperse y anotar los resultados.

Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078

Este ensayo consiste en colocar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla que se produjo dentro del tercio medio o a una distancia de este no mayor del 5% de la luz libre.

Procedimiento: se retira las vigas de recipiente de curado, este ensayo se realiza tan pronto como sea posible, ya que las vigas con superficie seca arrojan resultados menores en mediciones del módulo de rotura.

Como son vigas moldeadas, se gira sobre uno de los lados con respecto a la posición del moldeado, se centra sobre las placas de apoyo.

Una vez que la viga este ubicada correspondientemente en la máquina, se aplica la carga de forma continua, la carga se aplica a una velocidad constante hasta el punto de rotura.

Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción diametral NTP 339.084

Este ensayo se realizó la rotura de la probeta en la máquina de compresión, primero sacar las dimensiones de la probeta, al colocar la probeta en la máquina, se tiene que colocar con cuidado y que este centrada para evitar errores, se da inicio al ensayo hasta que este llegue a su rotura.

Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad ASTM C469

En este ensayo se saca los diámetros y longitudes de las probetas a ensayar, se coloca la probeta en la máquina de módulo de elasticidad, se ajustan los diales para tomar la deformación. Se coloca la probeta en la máquina de ensayo, se aplica el peso y de

anota su deformación. Se le aplica el 40% del peso para encontrar el módulo de elasticidad.

2.6 Criterios éticos

2.6.1 Ética de la aplicación

La presente investigación genera beneficios sociales, económicos y ambientales, dependiendo de quien dará uso a los resultados finales que se obtuvieron para mejorar las propiedades del concreto en pavimentos rígidos, con la aplicación de aditivos superplastificantes.

2.7 Criterios de rigor científico

Fiabilidad:

En la presente investigación, los estudios realizados son confiables, por lo que se realizaron probetas para diferentes resistencias y edades, además que los equipos utilizados están bien calibrados para la recolección de datos, el cual nos da seguridad.

III. RESULTADOS

3.1 ANALISIS DE ENSAYOS DE LOS AGREGADOS

3.1.1 Granulometría N.T.P 400.012

La Norma Técnica Peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global a través de una serie de tamices.

3.1.1.1 Método de ensayo granulométrico del agregado fino - N.T.P 400.012

Se ensayó una muestra de 504 gramos (gr) de agregado fino procedente de la cantera La Victoria, el agregado fino en estado seco es separado a través de una serie de tamices que van ordenados de abertura mayor a abertura menor (3/8" hasta N°100), determinamos el tamaño de partículas que pasan y quedan retenidas en el tamiz.

Tabla 3 Granulometría del agregado fino por tamizado

Malla		Peso	%	%	%
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Acumulado	Acumulado
1/2"	12.700	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.520	0.000	0.000	0.000	100.000
N° 4	4.750	0.000	0.000	0.000	100.000
N° 8	2.360	63.000	12.500	12.500	87.500
N° 16	1.180	96.000	19.048	31.548	68.452
N° 30	0.600	130.000	25.794	57.341	42.659
N° 50	0.300	120.000	23.810	81.151	18.849
N° 100	0.150	59.000	11.706	92.857	7.143
FONDO		36.000	7.143	100.000	0.000
Módulo de fineza =				2.754	
Abertura de malla de referencia =				4.750	

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Modulo de fineza MF} = \frac{N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

$$\text{Modulo de fineza MF} = \frac{0 + 12.5 + 31.548 + 57.341 + 81.151 + 92.857}{100}$$

$$\text{Modulo de fineza MF} = 2.754$$

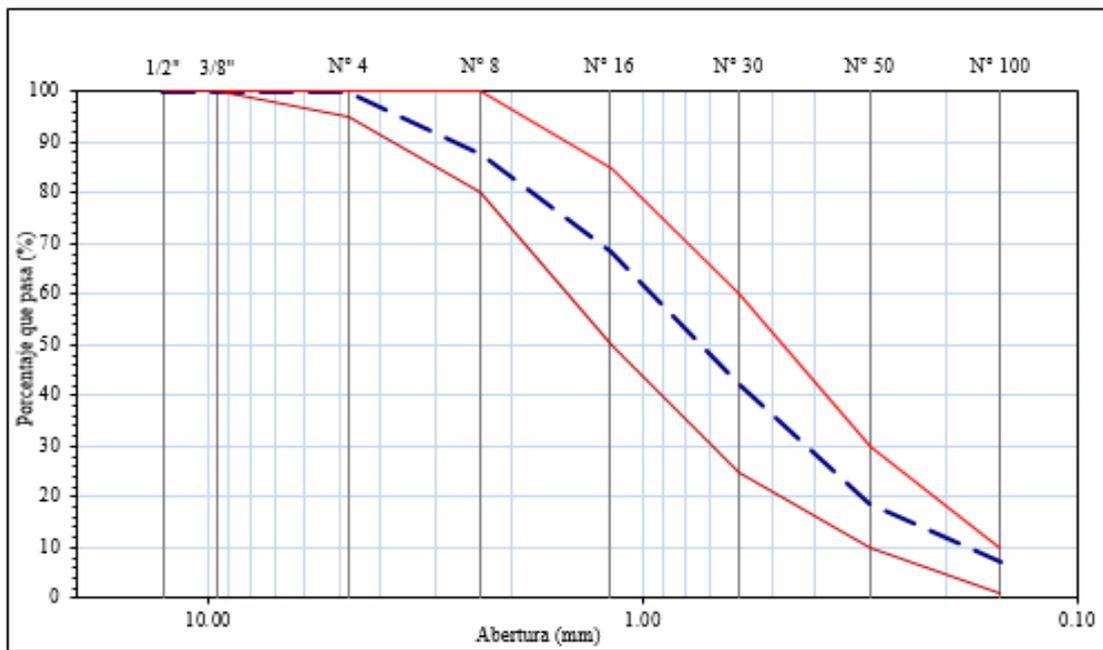


Figura 2 Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 02 Se observa la curva granulométrica del agregado fino de la cantera La Victoria, el resultado del agregado fino está dentro de los límites máximos y mínimos de la norma NTP 400.012 por lo que es el adecuado para la realización del diseño de mezclas de concreto, con el módulo de fineza de 2.754.

3.1.1.2 Método de ensayo granulométrico del agregado grueso - N.T.P 400.012

Se ensayó una muestra de 2000 gramos (gr) de agregado grueso procedente de la cantera La Victoria, tamaño máximo del agregado 1 ½ pulg y tamaño máximo nominal ¾". El agregado grueso en estado seco es separado a través de una serie de tamices que van ordenados de abertura mayos a abertura menor (2" hasta N°04), determinamos el tamaño de partículas que pasan y quedan retenidas en el tamiz

Tabla 4 Granulometría del agregado grueso por tamizado

Malla	Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg. (mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
2"	50.000	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.000	41.000	2.050	97.950
3/4"	19.000	693.000	34.650	63.300
1/2"	12.700	953.000	47.650	15.650
3/8"	9.520	248.000	12.400	3.250
N° 4	4.750	65.000	3.250	0.000
FONDO	0.000	0.000	100.000	0.000

Tamaño Máximo = **1 1/2"**
 Tamaño Máximo Nominal = **3/4"**

Fuente: Elaboración propia

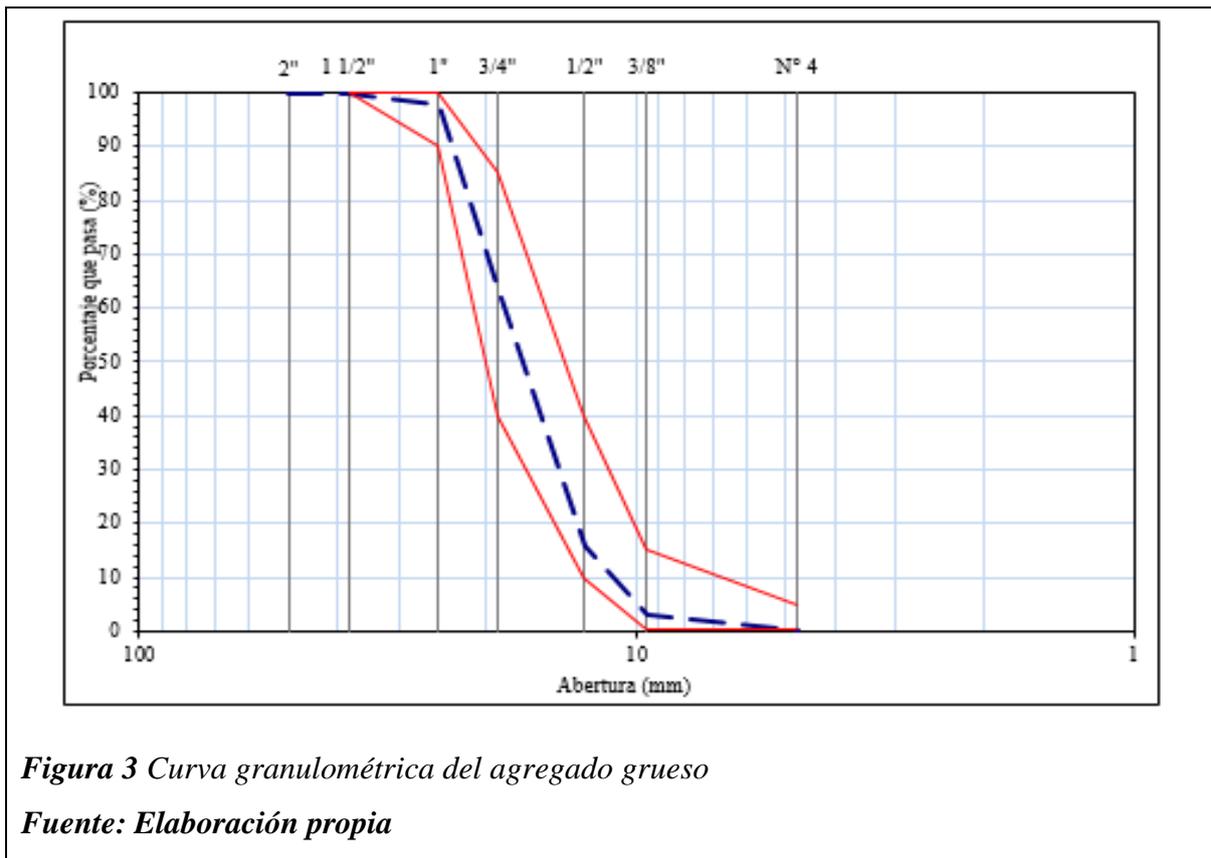


Figura 3 Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 03 Se observa la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera La Victoria, el resultado del agregado grueso está dentro de los límites máximos y mínimos de la norma NTP 400.012, es el adecuado para la realización del diseño de mezclas de concreto, obteniendo un tamaño máximo del agregado 1 ½ pulg y tamaño máximo nominal 3/4”.

3.1.2 Peso unitario N.T.P 400.017

3.1.2.1 Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino

El ensayo del peso unitario del agregado fino se realizó teniendo como base la NTP 400.017 AGREGADOS. Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado.

Se utilizó un molde metálico de dimensiones, 153mm de diámetro y 15 mm de altura; donde se llenó por capas el molde con el agregado fino apisonándolo en cada capa con 25 golpes y así obteniéndose el peso unitario compactado.

Se procedió a llenar el molde con el agregado fino y es así como se determina el peso unitario suelto.

Tabla 5 *Peso Unitario del agregado fino*

<u>1.- PESO UNITARIO SUELTO</u>			
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9127	9127
Peso del recipiente	(gr.)	5342	5342
Peso de muestra	(gr.)	3785	3785
Constante ó Volumen	(m ³)	0.0028	0.0028
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1339	1339
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1339	
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1320	

<u>2.- PESO UNITARIO COMPACTADO</u>			
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9792	9792
Peso del recipiente	(gr.)	5342	5342
Peso de muestra	(gr.)	4450	4450
Constante o Volumen	(m ³)	0.0028	0.0028
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1574	1574
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1574	
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1552	

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla N° 05 Peso Unitario del agregado fino suelto y compactado, según la N.T.P 400.017 es utilizado para el diseño de mezclas de concreto.

3.1.2.2 Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso

El ensayo del peso unitario del agregado grueso se realizó teniendo como base la NTP 400.017 AGREGADOS. Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado.

Se utilizó un molde metálico de dimensiones, 228mm de diámetro y 230 mm de altura; donde se llenó por capas el molde con el agregado grueso apasionándolo por cada capa con 25 golpes y así obteniéndose el peso unitario compactado.

Se procedió a llenar el molde con el agregado grueso, así determinándose el peso unitario suelto.

Tabla 6 Peso Unitario del agregado grueso

1.- PESO UNITARIO

SUELTO

Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	30430	30430
Peso del recipiente	(gr.)	11073	11073
Peso de muestra	(gr.)	19357	19357
Constante o Volumen	(m ³)	0.0139	0.0139
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1393	1393
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1393	
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1387	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	32120	32120
Peso del recipiente	(gr.)	11073	11073
Peso de muestra	(gr.)	21047	21047
Constante ó Volumen	(m ³)	0.0139	0.0139
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1514	1514
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1514	
Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1508	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 06 Peso Unitario del agregado fino suelto y compactado, según la N.T.P 400.017 es utilizado para el diseño de mezclas de concreto.

3.1.3 Peso específico y absorción

3.1.3.1 Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. N.T.P 400.022

El ensayo se realizó en base a la norma NTP 400.022 AGREGADOS, la cual describe método a seguirse para la determinación del peso específico aparente y real.

Una muestra de agregado fino es saturada en agua por 24 h para llenar los poros. Posteriormente es retirada del agua, y se determina la masa. Luego, la muestra se coloca en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se determinó por el método gravimétrico o volumétrico. Finalmente, la muestra es secada en horno por 24h y la masa se determina de nuevo.

Tabla 7 Peso Específico y absorción del agregado fino

<u>I. DATOS</u>				
1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	980.0	980.0	
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	677.5	677.5	
3.- Peso del agua	(gr)	302.5	302.5	
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	666.7	677.5	
5.- Peso del frasco	(gr)	177.5	177.5	
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	489.2	489.0	
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.0	500.0	
<u>II RESULTADOS</u>				
				PROMEDIO
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.477	2.532	2.504
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.530	2.530	2.530
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	1.120	1.120	1.120
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.199	2.199	2.199

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla N° 07 el peso específico y absorción del agregado fino, según la NTP 400.022 estos cálculos son utilizados en el diseño de mezclas, en el control de sus características físicas.

3.1.3.2 Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. N.T.P 400.021

El ensayo se realizó en base a la norma NTP 400.021 AGREGADOS, la cual describe el procedimiento a seguirse para la determinación del peso específico aparente y real.

La muestra de agregado grueso se satura agua por 24 h para llenar los poros. Luego es retirada del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas y se determina el peso. Luego, la muestra se coloca en una canastilla sumergida en agua y el volumen de la muestra se determinó. Finalmente, la muestra es secada en horno por 24h y así obtenemos la masa.

Usando los valores de la masa obtenidos y mediante las fórmulas de este método de ensayo, es posible calcular la gravedad específica, y la absorción del agregado grueso.

Tabla 8 Peso Específico y absorción del agregado grueso

<u>I. DATOS</u>				
1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	3081.0	3081.0	
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	3120.0	3120.0	
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	2815.0	2815.0	
4.- Peso de la canastilla	(gr)	928.0	928.0	
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1887.0	1887.0	
<u>II.- RESULTADOS</u>				
				PROMEDIO
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.499	2.499	2.499
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.530	2.530	2.530
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.580	2.580	2.580
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.3	1.3	1.266

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 08 el peso específico y absorción del agregado grueso, según la NTP 400.021 estos cálculos son utilizados en el diseño de mezclas, en el control de sus características físicas.

3.1.4 Contenido de humedad

3.1.4.1 Método de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregado por secado del agregado fino.

El ensayo de contenido de humedad se realizó teniendo en cuenta la NTP 339.185 AGREGADOS. Este método de ensayo determina el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino por secado.

Se procedió a colocar una muestra del agregado fino en un recipiente al horno por 24h, luego es sacada y se determina el contenido de humedad mediante las fórmulas de este método y se obtuvo el porcentaje del contenido de humedad del agregado fino.

Tabla 9 *Contenido de Humedad del agregado fino*

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	556	556
.- Peso de muestra seca	(gr.)	549	549
.- Peso de recipiente	(gr.)	56.0	56.0
.- Contenido de humedad	(%)	1.4	1.4
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.42	

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla N° 09 el porcentaje de contenido de humedad del agregado fino es de 1.42 %, según la NTP 339.185 indica las proporciones de las tandas de los agregados para producir concreto.

3.1.4.2 Método de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregado por secado del agregado grueso.

El ensayo de contenido de humedad se realizó teniendo en cuenta la NTP 339.185 AGREGADOS. Este método de ensayo determinó el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado grueso por secado.

Se procedió a colocar una muestra del agregado grueso en un recipiente al horno por 24h, luego es sacada y se determina el contenido de humedad mediante las fórmulas de este método y se obtuvo el porcentaje del contenido de humedad del agregado grueso.

Tabla 10 Contenido de Humedad del agregado grueso

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1100.0	1100.0
.- Peso de muestra seca	(gr.)	1096.0	1096.0
.- Peso de recipiente	(gr.)	100.0	100.0
.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.40	

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla N° 10 el porcentaje de contenido de humedad del agregado grueso es de 0.40%, según la NTP 339.185 indica las proporciones de las tandas de los agregados para producir concreto.

3.2 Diseño de mezclas patrón del concreto

3.2.1 Metodología para la obtención del diseño patrón del concreto.

El diseño de concreto patrón lo hemos realizado para las resistencias de ($f'c$) de 210, 280 y 350 kg/cm².

Luego de la obtención de datos de los ensayos de los agregados, que nos sirve para realizar el diseño de mezclas para cada resistencia, se obtuvo la tanda de material para cada diseño, según los cálculos realizados, luego se realizó el vaciado en los moldes de probetas y vigas, que luego serán curadas para distintas edades 7, 14 y 28 días, que permitirán ver la resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad en cada diseño.

3.2.2 Diseño de concreto patrón ($f'c$) de 210 kg/cm²

En el diseño de mezclas patrón para un $f'c$ de 210 kg/cm² se obtuvo como resultados los siguientes datos:

Tabla 11 Diseño de mezcla concreto patrón $f'c = 210$ kg/cm².

Cantidad de material por metro cúbico			
Cemento	370	Kg/m ³	Tipo: Portland tipo I
Agua	221	L	Potable de la zona
Agregado fino	682	Kg/m ³	Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1060	Kg/m ³	Piedra Cantera La Victoria – Pátapo
Asentamiento	3 ½	pulgadas	
Peso unitario del concreto fresco	2334	Kg/m ³	
Relación agua cemento de diseño	0.598		

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla N° 11 En el diseño de mezcla patrón de 210 kg/cm² obtuvo un asentamiento de 3 ½ pulgadas, peso unitario de 2334 kg/m³ y relación a/c = 0.598. Las proporciones en peso

para un metro cúbico de mezcla de 370 kg/m³ de cemento, 221 litros de agua, 682 kg/m³ de agregado fino y 1060 kg/m³ de agregado grueso.

3.2.3 Diseño de concreto patrón (f'c) de 280 kg/cm²

En el diseño de mezclas patrón para un f'c de 280 kg/cm² se obtuvo como resultados los siguientes datos:

Tabla 12 Diseño de mezcla concreto patrón f'c = 280 kg/cm².

Cantidad de material por metro cúbico			
Cemento	453	Kg/m ³	Tipo: Portland tipo I
Agua	218	L	Potable de la zona
Agregado fino	602	Kg/m ³	Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1046	Kg/m ³	Piedra Cantera La Victoria – Pátapo
Asentamiento	3 ½	pulgadas	
Peso unitario del concreto fresco	2319	Kg/m ³	
Relación agua cemento de diseño	0.481		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 12 En el diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm² obtuvo un asentamiento de 3 ½ pulgadas, peso unitario de 2319 kg/m³ y relación a/c = 0.481. Las proporciones en peso para un metro cúbico de mezcla de 453 kg/m³ de cemento, 218 litros de agua, 602 kg/m³ de agregado fino y 1046 kg/m³ de agregado grueso.

3.2.4 Diseño de concreto patrón (f'c) de 350 kg/cm²

En el diseño de mezclas patrón para un f'c de 350 kg/cm² se obtuvo como resultados los siguientes datos:

Tabla 13 Diseño de mezcla concreto patrón f'c = 350 kg/cm².

Cantidad de material por metro cúbico			
Cemento	512	Kg/m ³	Tipo: Portland tipo I
Agua	209	L	Potable de la zona
Agregado fino	515	Kg/m ³	Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1002	Kg/m ³	Piedra Cantera La Victoria – Pátapo
Asentamiento	3 1/2	pulgadas	
Peso unitario del concreto fresco	2238	Kg/m ³	
Relación agua cemento de diseño	0.407		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 13 En el diseño de mezcla patrón de 350 kg/cm² obtuvo un asentamiento de 3 ½ pulgadas, peso unitario de 2238 kg/m³ y relación a/c = 0.407. Las proporciones en peso para un metro cúbico de mezcla de 512 kg/m³ de cemento, 209 litros de agua, 515 kg/m³ de agregado fino y 1002 kg/m³ de agregado grueso.

3.2.5 Resumen del Diseño del concreto patrón ($f'c$) = 210, 280 y 350 kg/cm²

Tabla 14 Resumen del concreto patrón

Diseño de concreto patrón	Cemento kg/m ³	Agua Lt	Agregado fino kg/m ³	Agregado grueso kg/m ³	Asentamiento Pulgadas	Peso unitario del concreto fresco Kg/m ³	Relación agua cemento de diseño
210	370	221	682	1060	3 ½	2334	0.598
280	453	218	602	1046	3 ½	2319	0.481
350	512	209	515	1002	3 ½	2238	0.407

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla N° 14 se observa, que a mayor resistencia, se necesita más cantidad de cemento, menos cantidad de agregado fino, menos cantidad de agregado grueso, el peso unitario del concreto en estado fresco baja.

3.3 Proporciones de peso y volumen del diseño de la mezcla patrón

3.3.1 Metodología para la obtención del diseño de mezclas patrón

El diseño de concreto patrón lo hemos realizado para las resistencias de ($f'c$) de 210, 280 y 350 kg/cm².

Luego de la obtención de datos de los ensayos de los agregados, que nos sirve para realizar el diseño de mezclas para cada resistencia, se obtuvo la tanda de material para cada diseño, según los cálculos realizados.

3.3.1.1 Diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 210$ kg/cm²

Tabla 15 Proporciones en peso y volumen del diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 210$ kg/cm²

Cantidad de materiales por metro cúbico:			
Cemento	370	Kg/m ³	Portland tipo I
Agua	221	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	682	Kg/m ³	La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1060	Kg/m ³	La Victoria - Pátapo

<u>Proporción en peso:</u>	Cemento	Arena	Piera	Agua	
	1.0	1.84	2.86	25.4	Lts/pie ³
<u>Proporción en volumen:</u>	Cemento	Arena	Piera	Agua	
	1.0	2.10	3.11	25.4	Lts/pie ³

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 15 se observa las proporciones el peso y volumen del diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

3.3.1.2 Diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$

Tabla 16 Proporciones en peso y volumen del diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$

Cantidad de materiales por metro cúbico:			
Cemento	453	Kg/m ³	Portland tipo I
Agua	218	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	602	Kg/m ³	La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1046	Kg/m ³	La Victoria - Pátapo

<u>Proporción en peso:</u>	Cemento	Arena	Piera	Agua	
	1.0	1.33	2.31	20.4	Lts/pie ³
<u>Proporción en volumen:</u>	Cemento	Arena	Piera	Agua	
	1.0	1.51	2.50	20.4	Lts/pie ³

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 16 se observa las proporciones el peso y volumen del diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 280\text{kg/cm}^2$.

3.3.1.3 Diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$

Tabla 17 Proporciones en peso y volumen del diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$

Cantidad de materiales por metro cúbico:			
Cemento	512	Kg/m ³	Portland tipo I
Agua	209	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	515	Kg/m ³	La Victoria - Pátapo

Agregado grueso	1002	Kg/m ³	La Victoria - Pátapo			
<u>Proporción en peso:</u>		Cemento	Arena	Piera	Agua	
		1.0	0.93	1.96	17.3	Lts/pe ³
<u>Proporción en volumen:</u>		Cemento	Arena	Piera	Agua	
		1.0	1.15	2.12	17.3	Lts/pe ³

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 17 se observa las proporciones el peso y volumen del diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 350\text{kg/cm}^2$.

3.4 Proporciones del diseño del concreto con aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N

3.4.1 Metodología para la obtención del diseño de mezclas patrón con aditivos superplastificantes

Se procedió a ver la dosificación de los aditivos superplastificantes Chemament 400 con una dosificación de 0.7% a 2% del peso del cemento que está definido en su ficha técnica, para la investigación se determinó en porcentajes de 0.7%, 1.35% y 2% y para la dosificación del aditivo superplastificante Sikament[®]-290N su dosificación es de 0.7% a 1.4% del peso del cemento que está definido en su ficha técnica, para la investigación se determinó porcentajes de 0.7%, 1.05% y 1.4%.

3.4.1.1 Descripción de los aditivos

Los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N, son reductores de agua, el aditivo Chemament 400 permite diseñar concretos de alta resistencia, mejora el acabado del concreto, por otro lado, el aditivo sikament[®]-290N permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla, terminación superficial de alta calidad.

Tabla 18 Composición de los aditivos superplastificantes

Aditivos	Densidad	Apariencia	Color	Dosificación
Chemament 400	1.205 ± 0.01 gr/ml	Líquido	Marrón oscuro	0.7% a 2.0% del peso del cemento
Sikament [®] -290N	1.20 - 0.02	Líquido	Pardo oscuro.	0.7 % - 1.4 % del peso del cemento

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 18 se observa la composición de los aditivos superplastificantes, según la ficha técnica de cada aditivo.

3.4.1.2 Diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificantes Chemament 400 y Sikament®-290N

Tabla 19 Diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificantes

Cantidad de material por metro cúbico			
Cemento	370	Kg/m ³	Tipo: Portland tipo I
Agua	221	L	Potable de la zona
Agregado fino	682	Kg/m ³	Cantera La Victoria – Pátapo
Agregado grueso	1060	Kg/m ³	Piedra Cantera La Victoria – Pátapo
PORCENTAJE			
Chemament 400	0.70%	1.35%	2%
	2.59 L	4.995 L	7.4 L
Sikament®-290N	0.70%	1.05%	1.40%
	2.59 L	3.885 L	5.18 L

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 19 se observa el diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo al porcentaje de cada aditivo, de acuerdo al peso del cemento.

3.4.1.3 Diseño de mezcla del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N

Tabla 20 Diseño de mezcla del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificantes

Cantidad de material por metro cúbico			
Cemento	453	Kg/m ³	Tipo: Portland tipo I
Agua	218	L	Potable de la zona
Agregado fino	602	Kg/m ³	Cantera La Victoria – Pátapo
Agregado grueso	1046	Kg/m ³	Piedra Cantera La Victoria – Pátapo
PORCENTAJE			
Chemament 400	0.70% 3.17 L	1.35% 6.12 L	2% 9.06 L
Sikament [®] -290N	0.70% 3.17 L	1.05% 4.76 L	1.40% 6.34 L

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 20 se observa el diseño de mezcla de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo al porcentaje de cada aditivo, de acuerdo al peso del cemento

3.4.1.4 Diseño de mezcla del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N

Tabla 21 Diseño de mezcla del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificantes

Cantidad de material por metro cúbico			
Cemento	512	Kg/m ³	Tipo: Portland tipo I
Agua	209	L	Potable de la zona
Agregado fino	515	Kg/m ³	Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1002	Kg/m ³	Piedra Cantera La Victoria - Pátapo
PORCENTAJE			
Chemament 400	0.70% 3.58 L	1.35% 6.91 L	2% 10.24 L
Sikament [®] -290N	0.70% 3.58 L	1.05% 5.38 L	1.40% 7.17 L

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 21 se observa el diseño de mezcla de concreto $f^c = 350 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo al porcentaje de cada aditivo, de acuerdo al peso del cemento.

3.5 Propiedades del concreto

3.5.1 Propiedades en estado fresco del concreto

3.5.1.1 Ensayo del asentamiento del concreto con el cono de Abrams NTP 339.035

Este ensayo se realizó luego de hacer la mezcla del concreto, se observó que al aumentar la dosis del aditivo superplastificante. La trabajabilidad del concreto disminuyó, y la fluidez aumento al incrementar el porcentaje de aditivo, de acuerdo al tipo de aditivo.

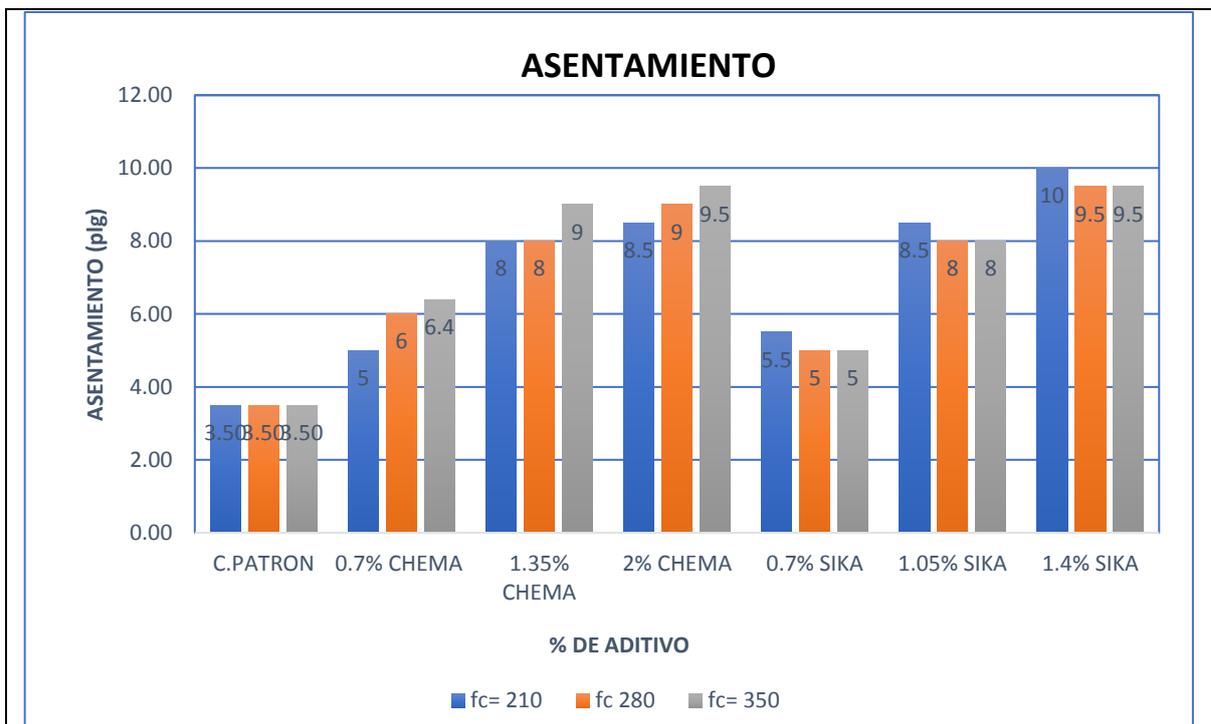


Figura 4 Asentamiento del concreto fresco con adición de Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament®-290N

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 04 se observa que con la adición de aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament®-290N aumenta su asentamiento y la mezcla se hace más fluido.

3.5.1.2 Ensayo de contenido de aire atrapado NTP 339.083 o ASTM C 231

Este ensayo determina la cantidad de aire que puede contener el hormigón recién mezclado. Se realizo el ensayo con la incorporación del aditivo superplastificante Chemament 400 (dosificación 0.7%, 1.35% y 2%) y Sikament[®]-290N (dosificación 0.7%, 1.05%, 1.4%).

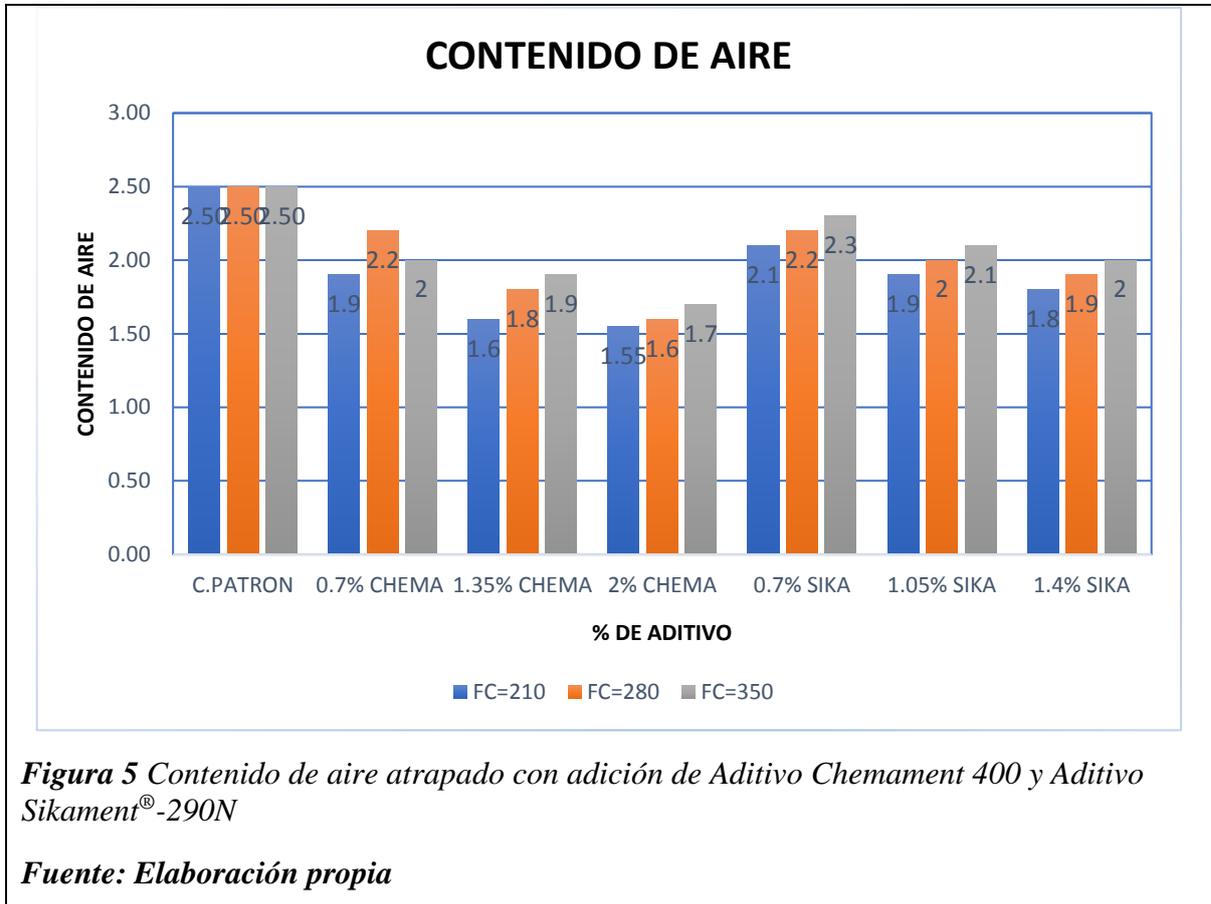


Figura 5 Contenido de aire atrapado con adición de Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament[®]-290N

Fuente: Elaboración propia

En figura N° 05 se observa que el contenido de aire en las resistencias de $f'c = 210.kg/cm^2$, $280.kg/cm^2$ y $350.kg/cm^2$ disminuyo al hacer uso de los aditivos Chemament 400 y Sikament[®]-290N respecto al concreto patrón.

3.5.1.3 Ensayo del peso unitario del concreto NTP 339.046

En este ensayo se determinó el peso unitario, rendimiento y contenido de aire.

Se peso en el molde la muestra de diseño de concreto fresco patrón y con aditivos superplastificante Chemament 400 y Sikament®-290N.

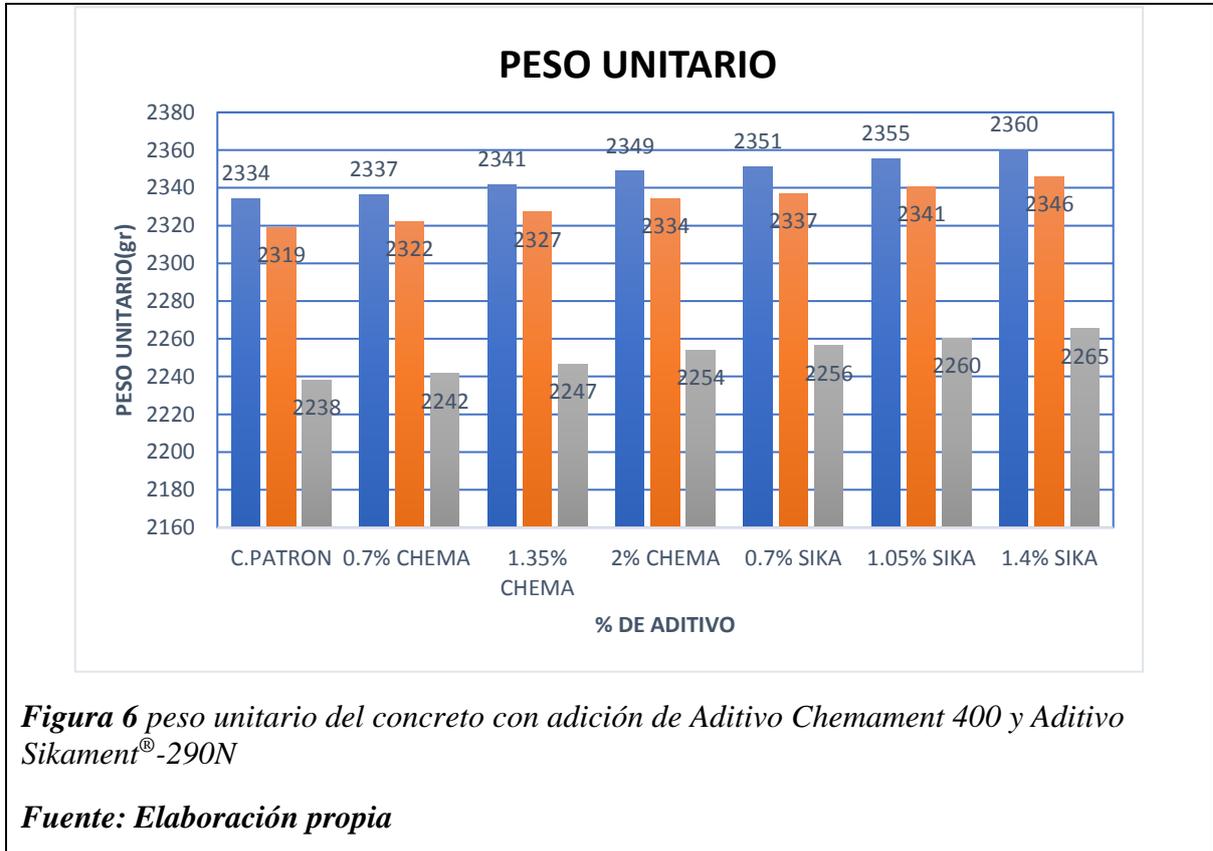


Figura 6 peso unitario del concreto con adición de Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament®-290N

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 06 se observa que al incrementar aditivos Chemament 400 y Sikament®-290N, el peso unitario va aumentar de acuerdo a sus dosificaciones.

3.5.1.4 Ensayo para la determinación de la temperatura NTP 339.184

Tabla 22 Temperatura del concreto

DISEÑO $f'c$	T° AMBIENTE	T° CONCRETO
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	27	28.8
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	27	29.4
$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ - Patrón	27	28.8
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 0.7% Chemament 400	26	29.6
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 1.35% Chemament 400	26	29.6
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 2% Chemament 400	26	30.3
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - 0.7% Chemament 400	26	28.6
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - 1.35% Chemament 400	26	28.8
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - 2% Chemament 400	26	30.4
$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ - 0.7% Chemament 400	26	29.5
$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ - 1.35% Chemament 400	26	28.9
$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ - 2% Chemament 400	26	28.9
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 0.7% Sikament®-290N	27	29.5
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 1.05% Sikament®-290N	27	30.4
$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 1.4% Sikament®-290N	27	29.5
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - 0.7% Sikament®-290N	27	28.7
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - 1.05% Sikament®-290N	27	29.6
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ - 1.4% Sikament®-290N	27	28.4
$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ - 0.7% Sikament®-290N	27	28.7
$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ - 1.05% Sikament®-290N	27	29.4
$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ - 1.4% Sikament®-290N	27	28.4

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 22 se observa que las temperaturas fueron medidas en la elaboración de la mezcla de concreto, obteniéndose temperaturas entre 28 y 30.5°C del concreto con una temperatura ambiente de 26 a 27°

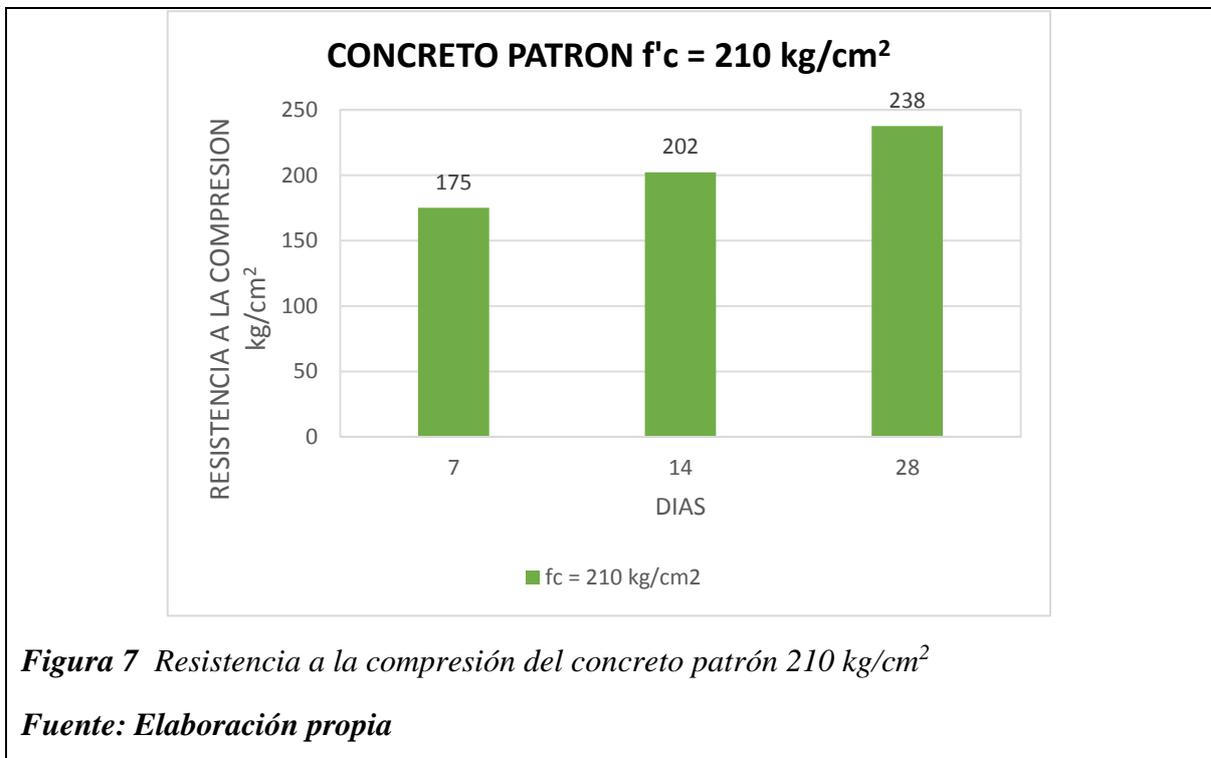
3.5.2 Propiedades en estado endurecido del concreto

3.5.2.1 Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas NTP 339.034

La NTP 339.034, determina los procedimientos para preparar y curar especímenes cilíndricos, de muestras representativas de concreto fresco.

3.5.2.1.1 Resistencia a la compresión del concreto patrón 210 kg/cm²

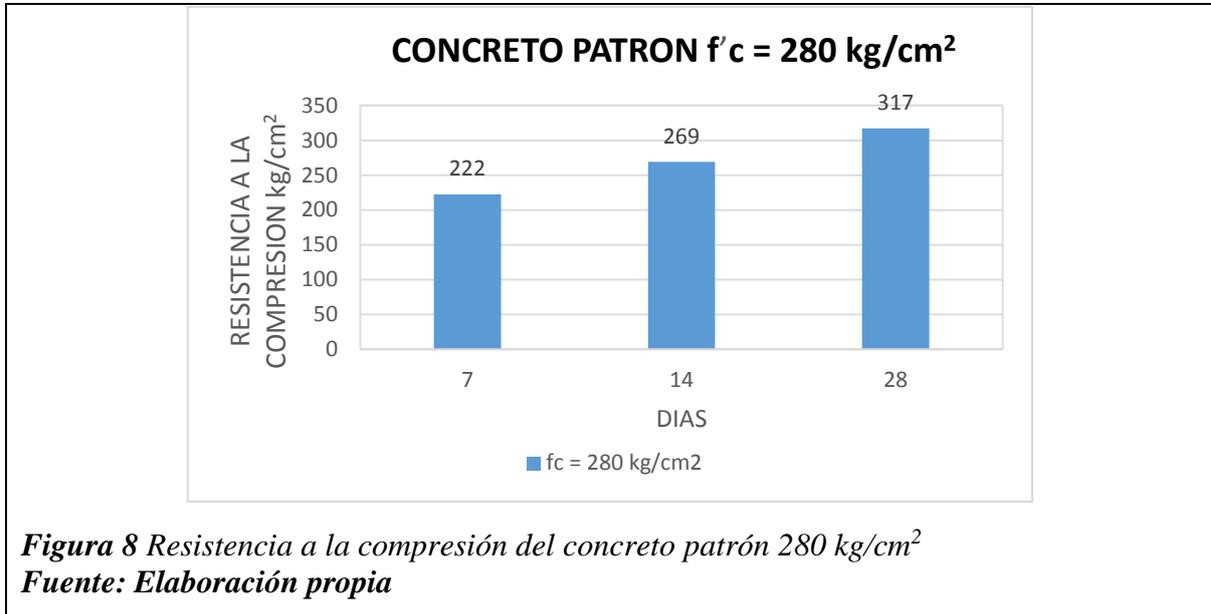
Se realizó 09 probetas para el diseño de mezcla de concreto patrón de 210 kg/cm², para edades de 7, 14 y 28 días.



En la figura N° 07 la resistencia a compresión del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ va aumentando de acuerdo a la edad de curado.

3.5.2.1.2 Resistencia a la compresión del concreto patrón 280 kg/cm²

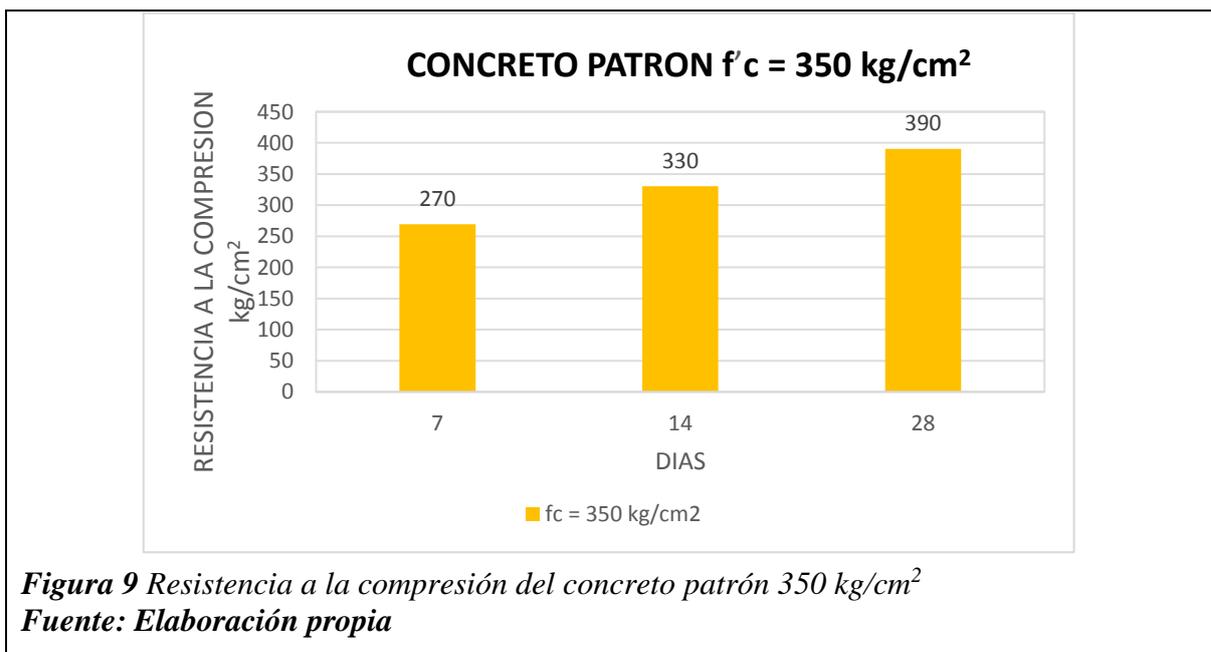
Se realizó 09 probetas para el diseño de mezcla de concreto patrón de 280 kg/cm², para edades de 7, 14 y 28 días.



En la figura N° 08 la resistencia a compresión del concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ va aumentando de acuerdo a la edad de curado.

3.5.2.1.3 Resistencia a la compresión del concreto patrón 350 kg/cm²

Se realizó 09 probetas para el diseño de mezcla de concreto patrón de 350 kg/cm², para edades de 7, 14 y 28 días.



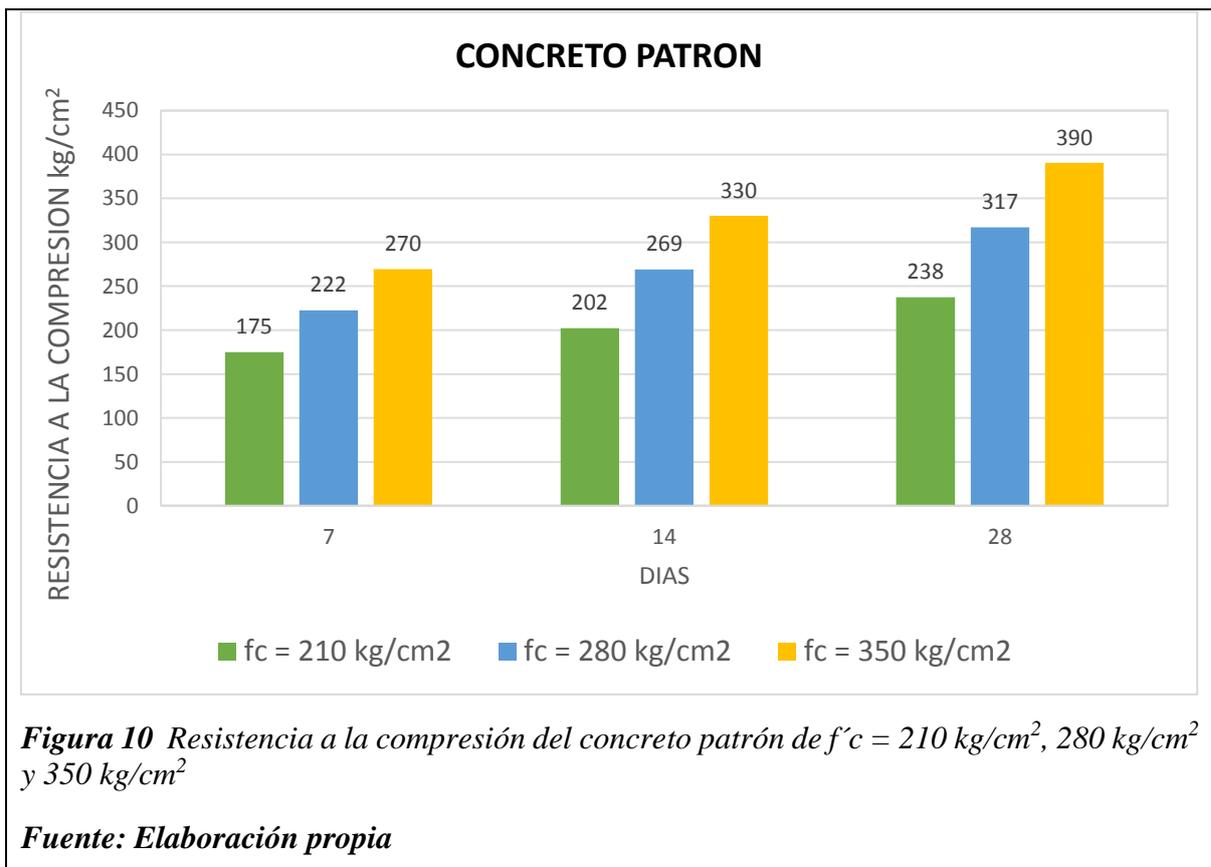
En la figura N° 09 la resistencia a compresión del concreto patrón $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ va aumentando de acuerdo a la edad de curado.

3.5.2.1.4 *Resumen de la resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210$, 280 y 350 kg/cm²*

Tabla 23 resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c = 210$, 280 y 350 kg/cm²

CONCRETO PATRON			
MUESTRA	Edad (días)		
	7	14	28
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	175	202	238
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	222	269	317
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	270	330	390

Fuente: *Elaboración propia*



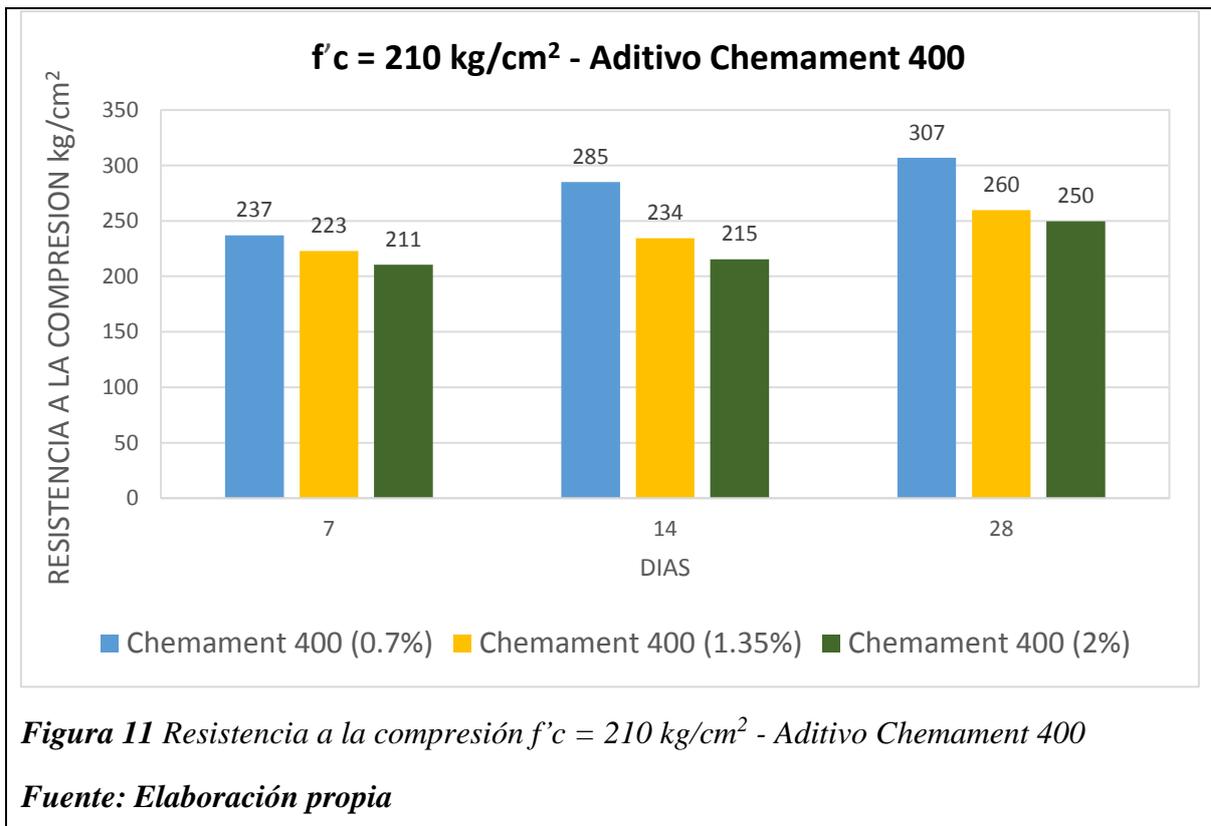
En la figura N° 10 se observa que a mayor edad de curado, las resistencias $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 va aumentando.

3.5.2.1.5 Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Chemament 400

Tabla 24 Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Chemament 400

Aditivo (%)	Edad (días)		
	7	14	28
Chemament 400 (0.7%)	237	285	307
Chemament 400 (1.35%)	223	234	260
Chemament 400 (2%)	211	215	250

Fuente: Elaboración propia



En las figuras N° 11, se observa que la resistencia a compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo Chemament 400 va aumentando de acuerdo al tiempo de curado 7,14 y 28 días.

3.5.2.1.6 Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Sikament[®]-290N

Tabla 25 Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Sikament[®]-290N

Aditivo (%)	Edad (días)		
	7	14	28
Sikament [®] -290N (0.7%)	219	259	271
Sikament [®] -290N (1.05%)	212	223	235
Sikament [®] -290N (1.4%)	189	205	227

Fuente: Elaboración propia

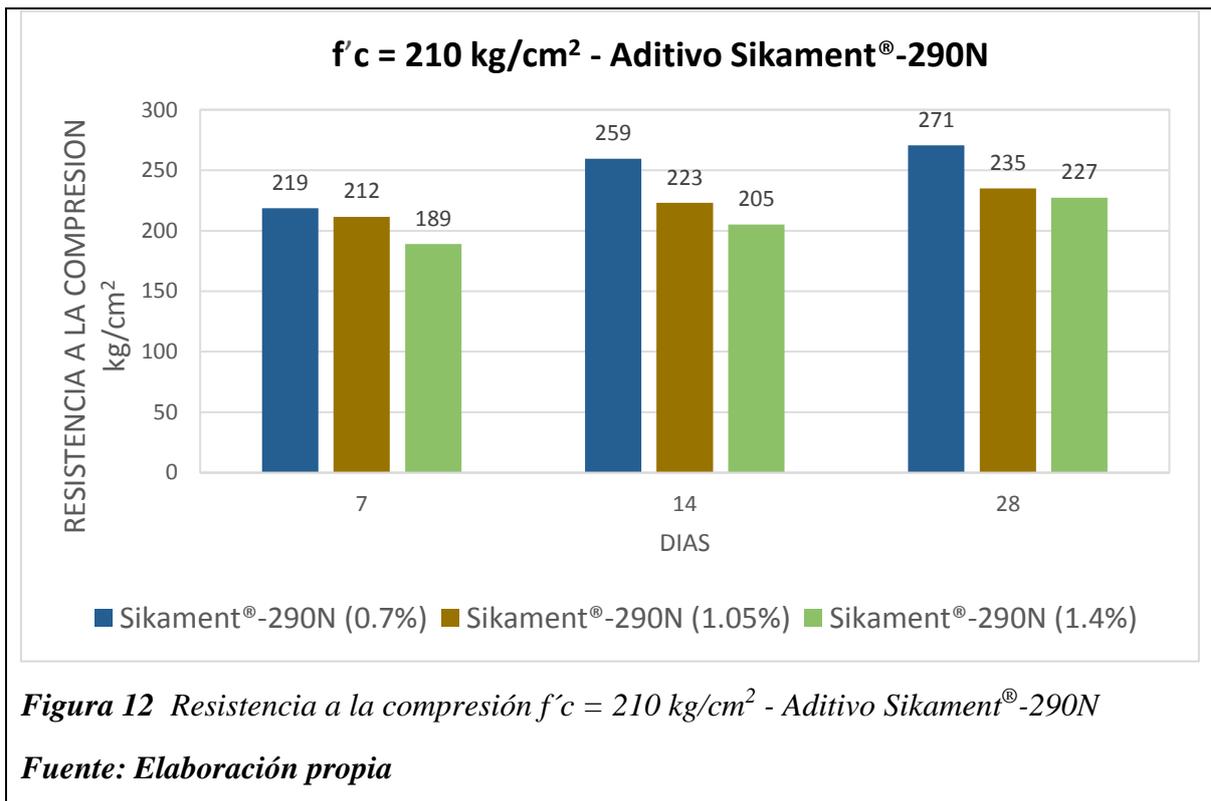
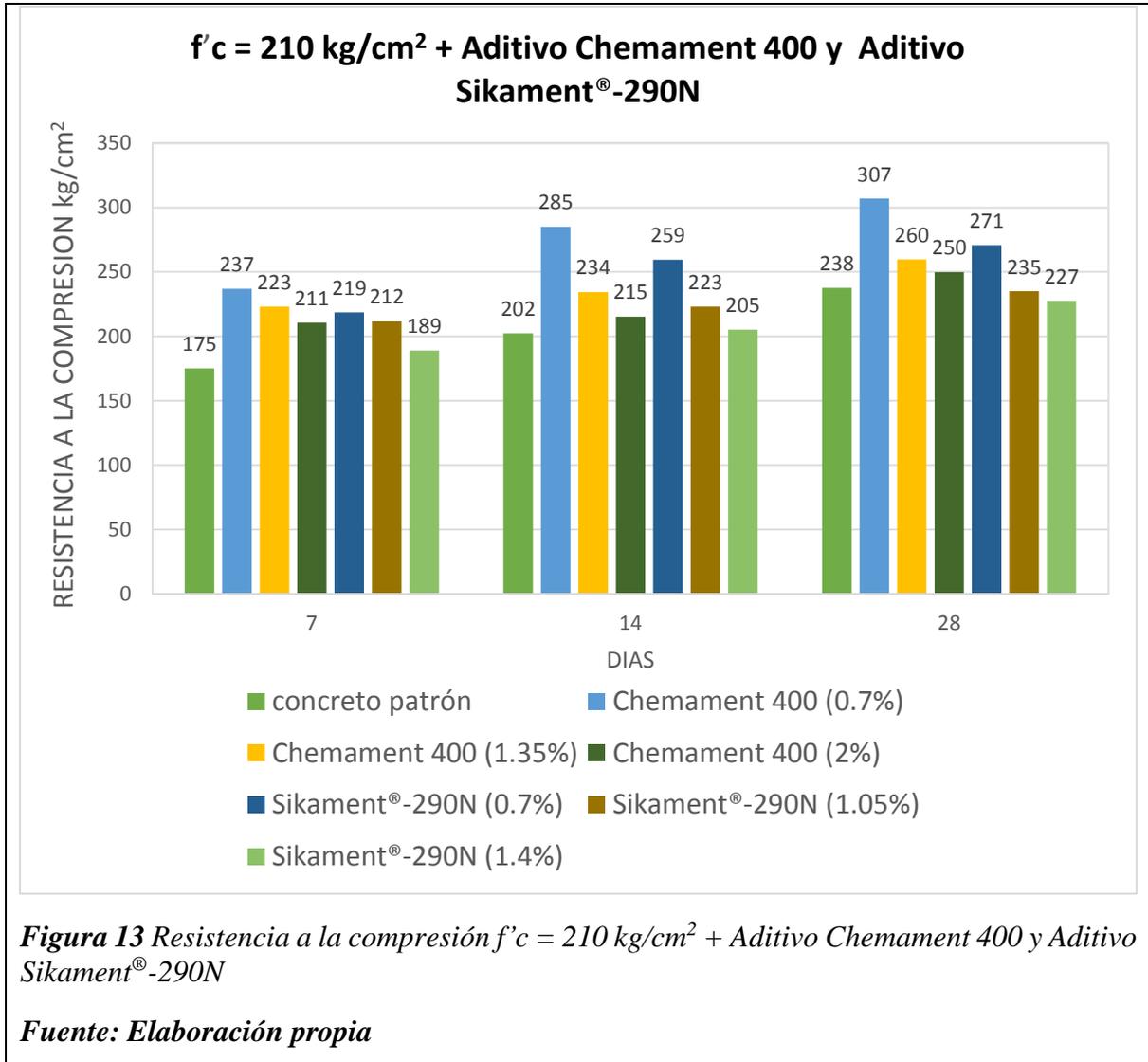


Figura 12 Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Sikament[®]-290N

Fuente: Elaboración propia

En la figuras N° 12, se observa que la resistencia a compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Aditivo Sikament[®]-290N va aumentando de acuerdo al tiempo de curado 7,14 y 28 días.

3.5.2.1.7 Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ + Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament®-290N



En la figura N° 13 se observa que con la adición de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament®-290N, la resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días es mayor que de la del diseño patrón, teniendo una ligera ventaja la dosificación del aditivo Chemament 400.

3.5.2.1.8 Resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Chemament 400

Tabla 26 Resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Chemament 400

Aditivo (%)	Edad (días)		
	7	14	28
Chemament 400 (0.7%)	321	368	396
Chemament 400 (1.35%)	292	323	368
Chemament 400 (2%)	271	303	335

Fuente: Elaboración propia

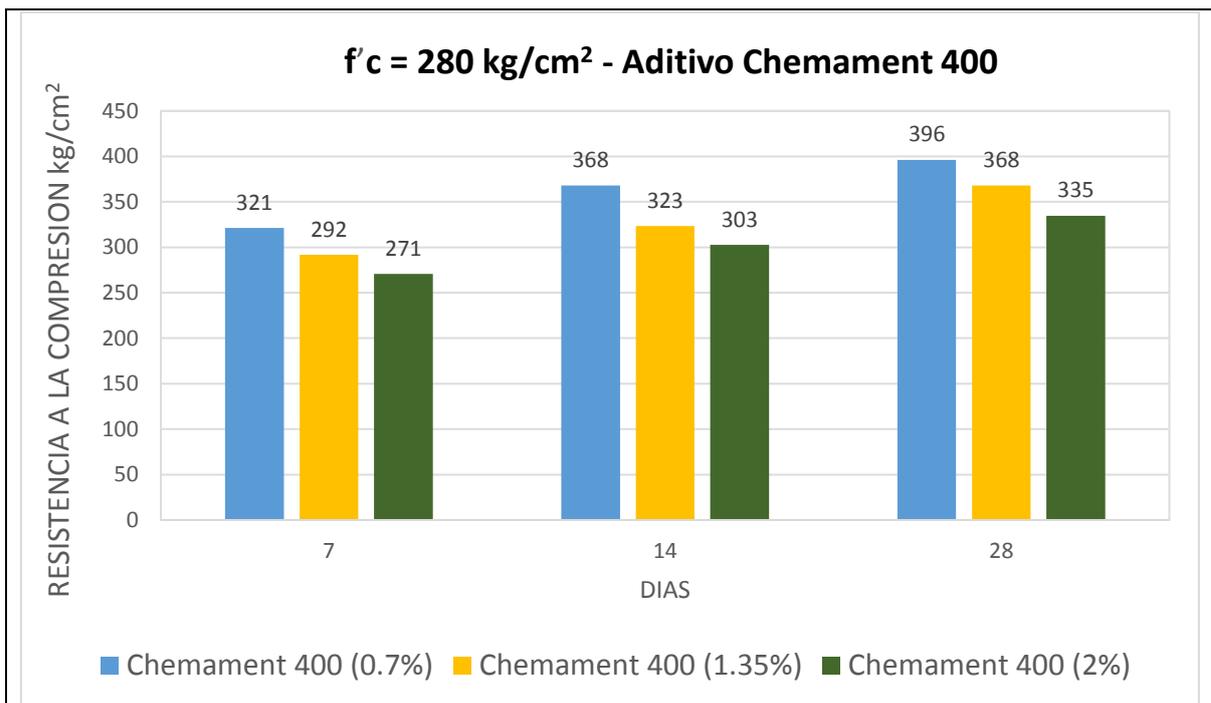


Figura 14 Resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Chemament 400

Fuente: Elaboración propia

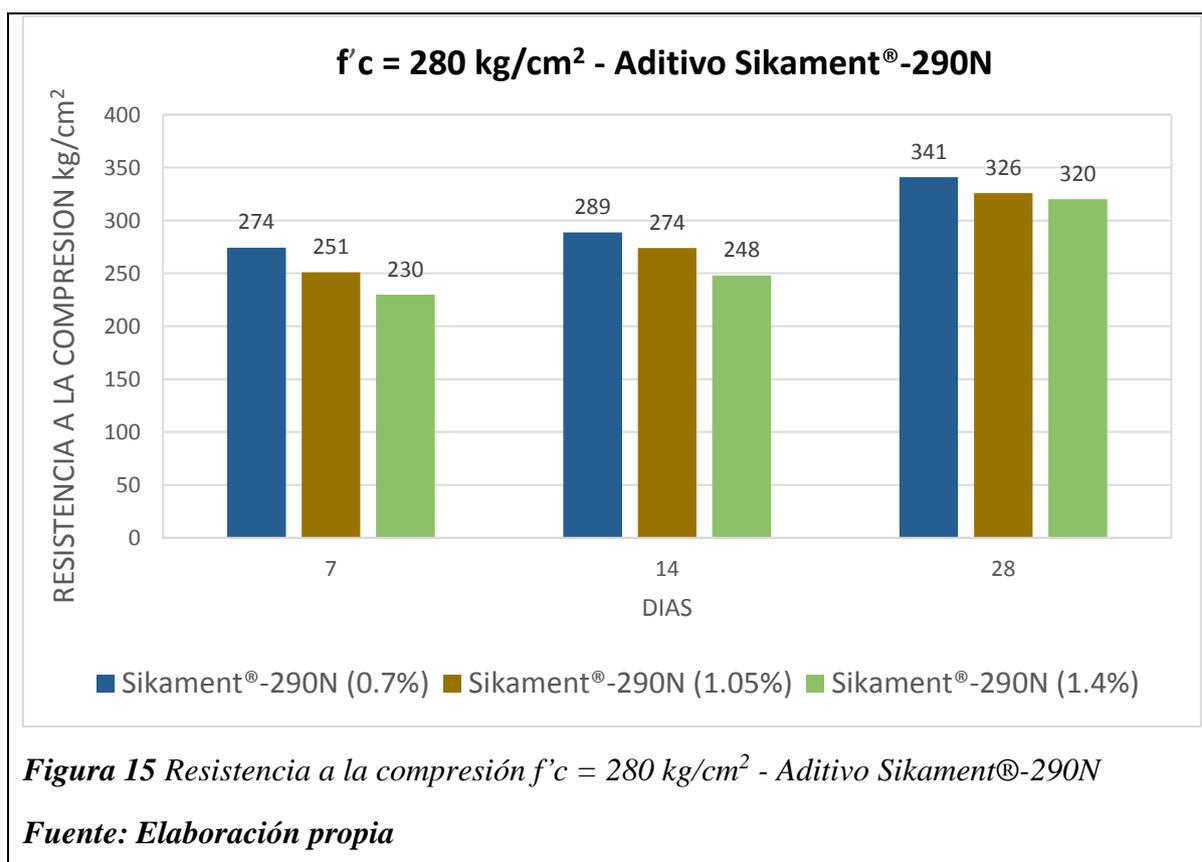
En las figura N° 14, se observa que la resistencia a compresión de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con Aditivo Chemament 400 va aumentando de acuerdo al tiempo de curado 7,14 y 28 días.

3.5.2.1.9 Resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Sikament[®]-290N

Tabla 27 Resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Sikament[®]-290N

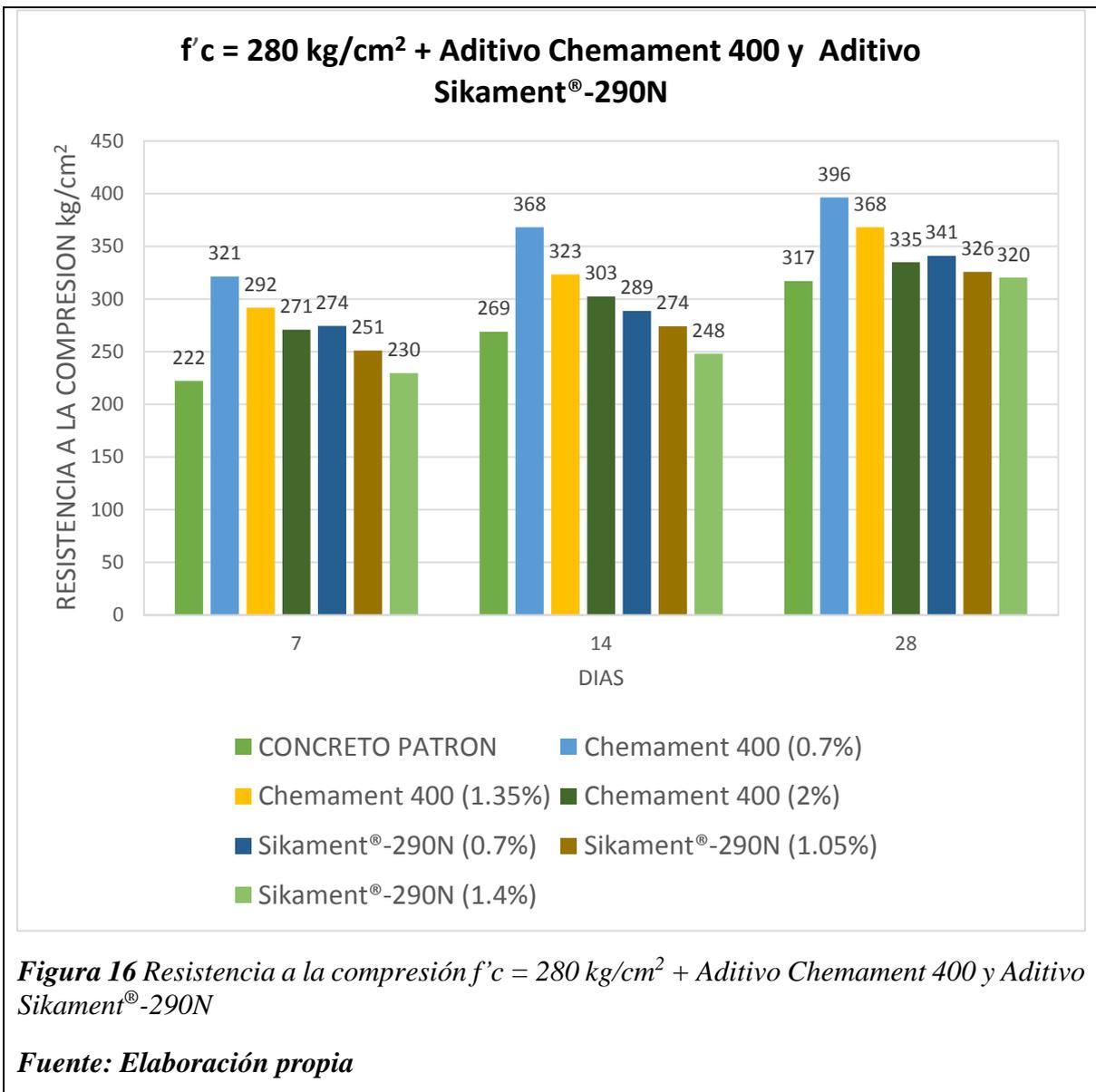
Aditivo (%)	Edad (días)		
	7	14	28
Sikament [®] -290N (0.7%)	274	289	341
Sikament [®] -290N (1.05%)	251	274	326
Sikament [®] -290N (1.4%)	230	248	320

Fuente: Elaboración propia



En las figuras N° 15, se observa que la resistencia a compresión de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con - Aditivo Sikament[®]-290N va aumentando de acuerdo al tiempo de curado 7,14 y 28 días.

3.5.2.1.10 Resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ + Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament®-290N



En la figura N°16 se observa que con la adición de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament®-290N, la resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días es mayor que la del diseño patrón, teniendo una ligera ventaja la dosificación del aditivo Chemament 400.

3.5.2.1.11 Resistencia a la compresión $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Chemament 400

Tabla 28 Resistencia a la compresión $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Chemament 400

Aditivo (%)	Edad (días)		
	7	14	28
Chemament 400 (0.7%)	390	419	458
Chemament 400 (1.35%)	377	395	423
Chemament 400 (2%)	348	376	404

Fuente: Elaboración propia

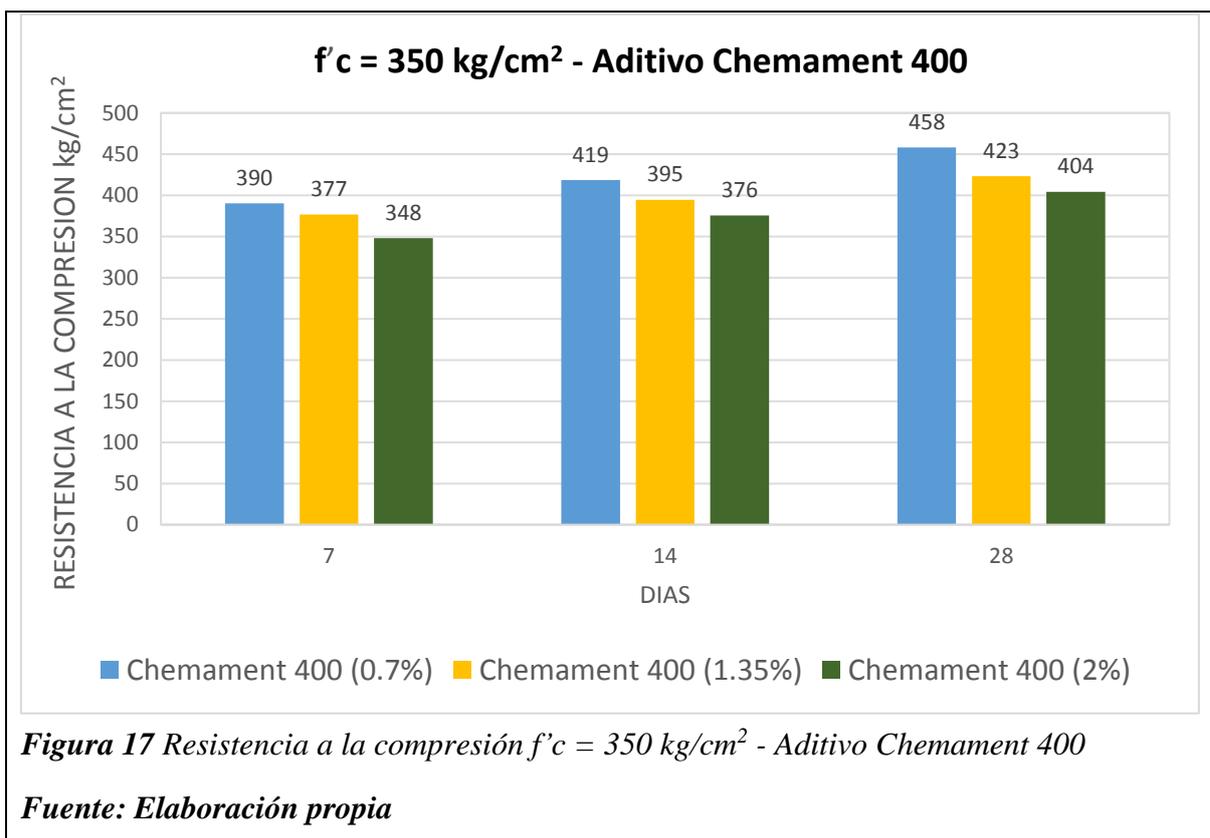


Figura 17 Resistencia a la compresión $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ - Aditivo Chemament 400

Fuente: Elaboración propia

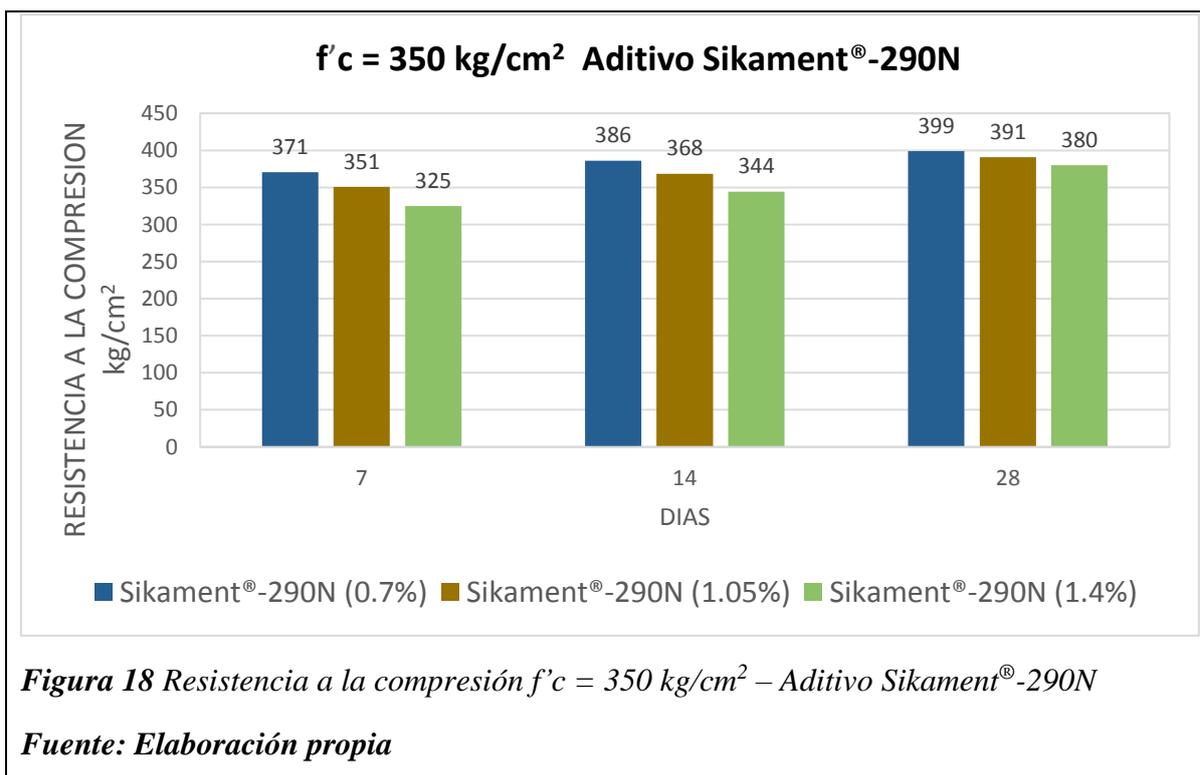
En las figuras N° 17, se observa que la resistencia a compresión de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con Aditivo Chemament 400 va aumentando de acuerdo al tiempo de curado 7,14 y 28 días.

3.5.2.1.12 Resistencia a la compresión $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ – Aditivo Sikament®-290N

Tabla 29 Resistencia a la compresión $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ – Aditivo Sikament®-290N

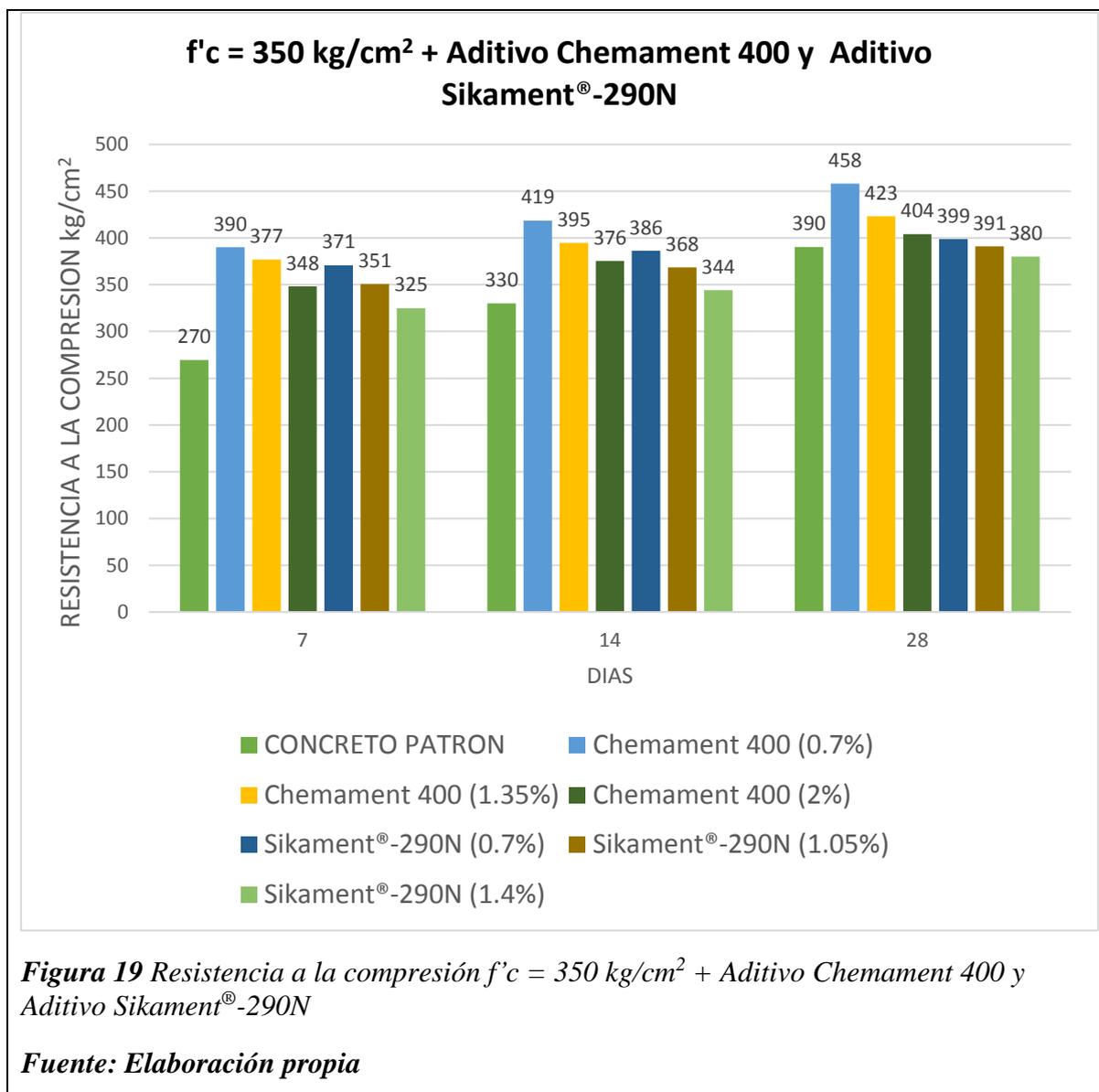
Aditivo (%)	Edad (días)		
	7	14	28
Sikament®-290N (0.7%)	371	386	399
Sikament®-290N (1.05%)	351	368	391
Sikament®-290N (1.4%)	325	344	380

Fuente: Elaboración propia



En las figuras N° 18, se observa que la resistencia a compresión de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con - Aditivo Sikament®-290N va aumentando de acuerdo al tiempo de curado 7,14 y 28 días.

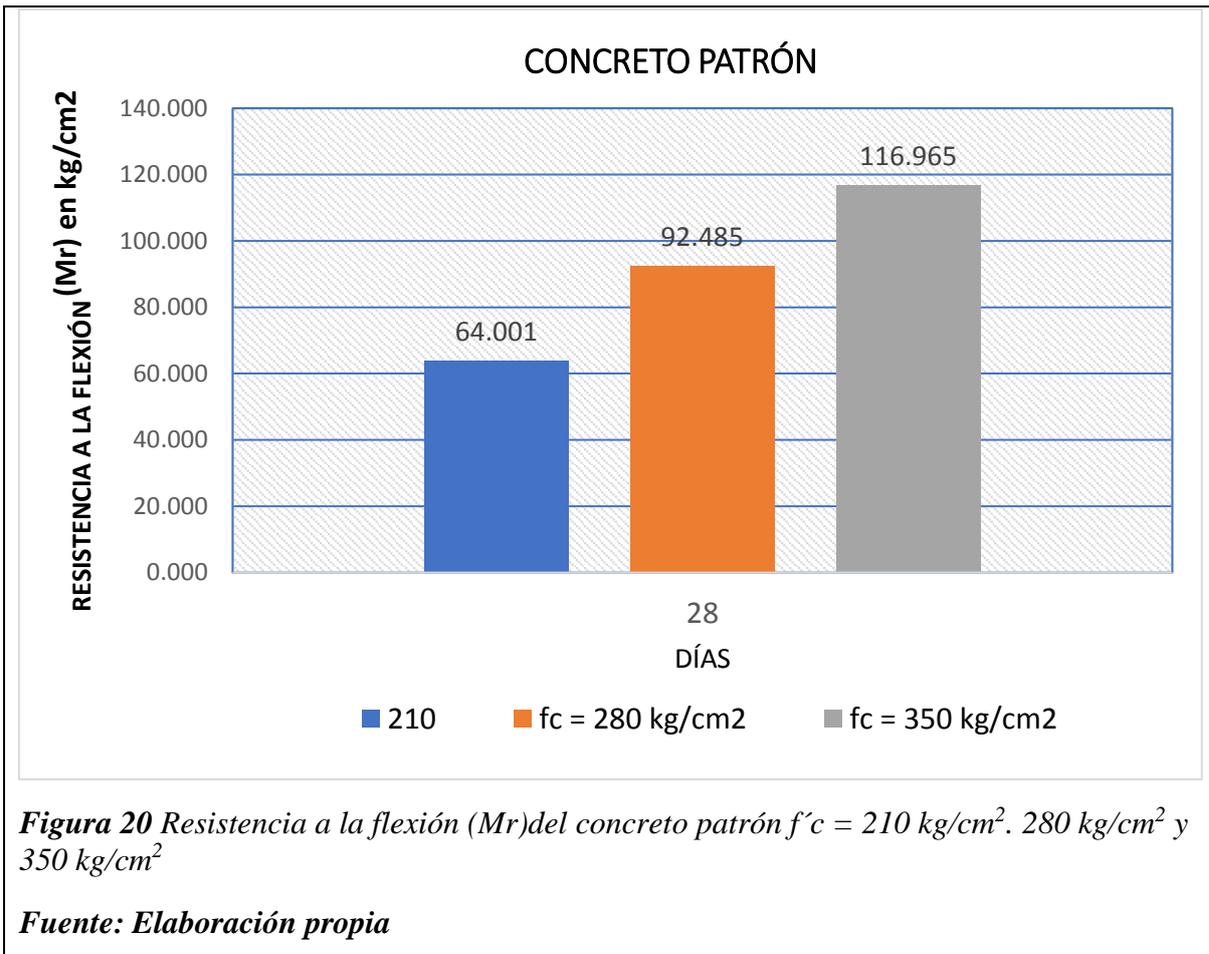
3.5.2.1.13 Resistencia a la compresión $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ + Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament®-290N



En la figura N° 19 se observa que con la adición de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament®-290N, la resistencia a la compresión $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días es mayor que la del diseño patrón, teniendo una ligera ventaja la dosificación del aditivo Chemament 400.

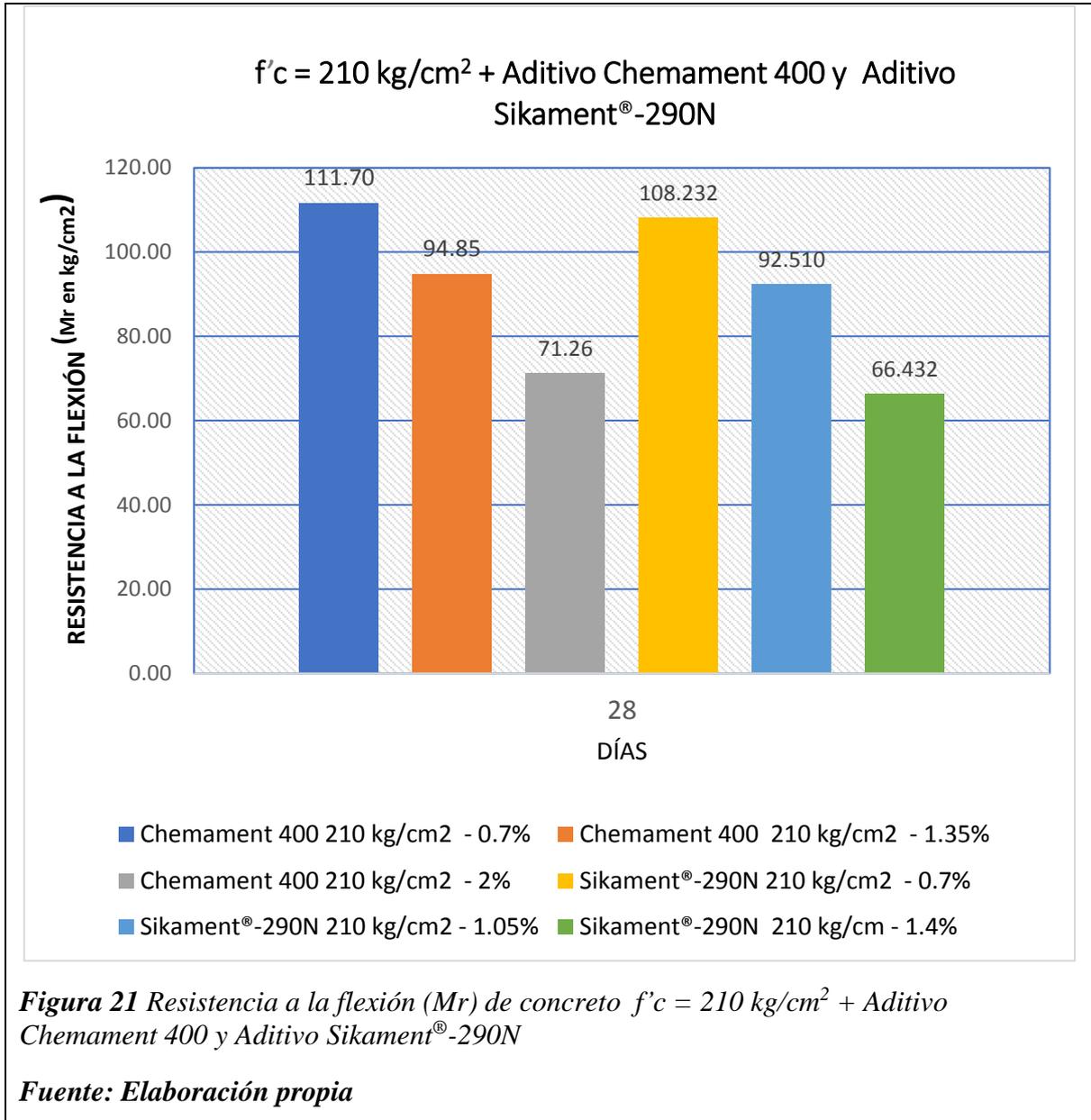
3.5.2.2 Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión (M_r) del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078

3.5.2.2.1 Resistencia a la flexión (M_r) del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2



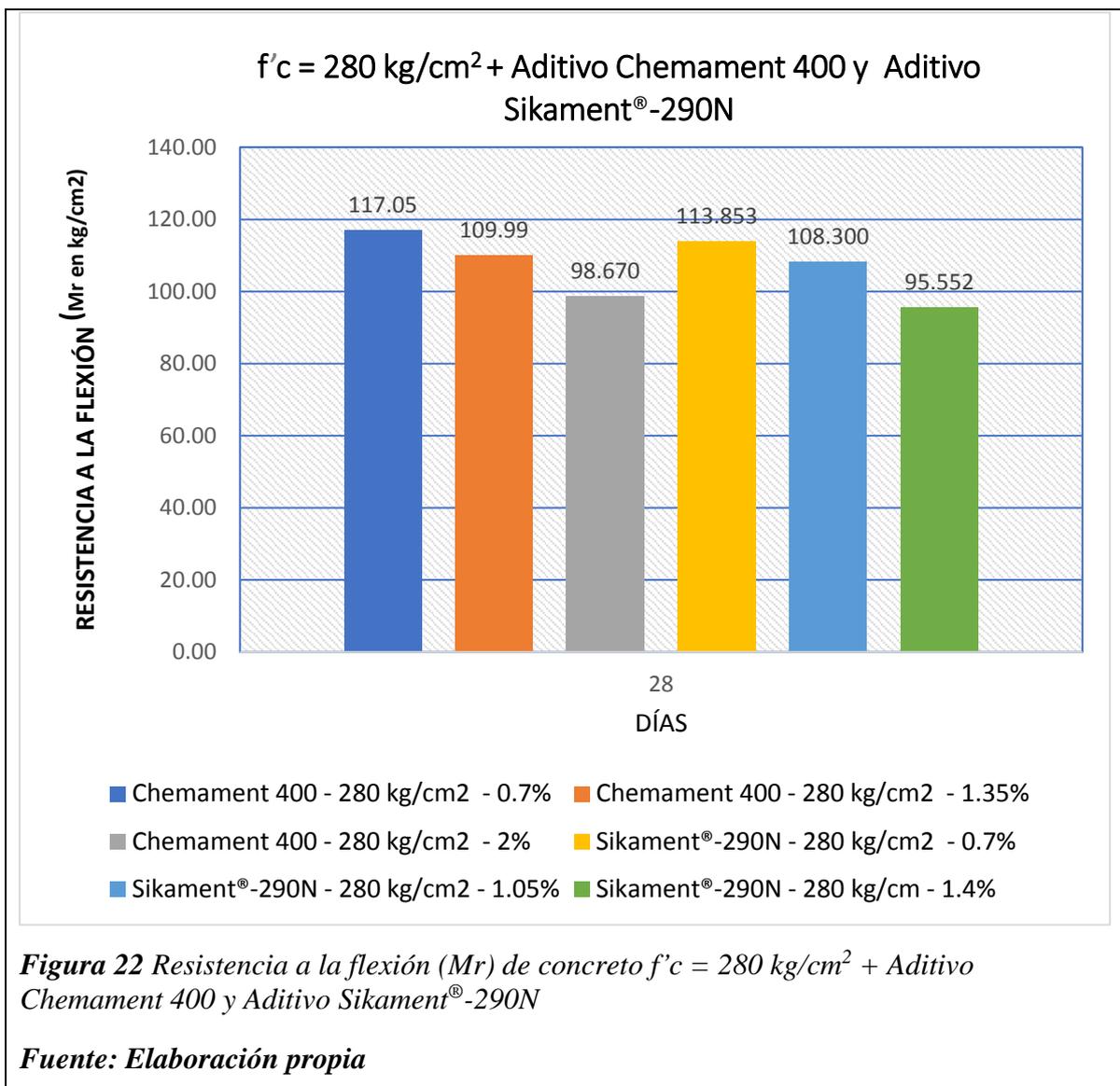
En la figura N° 20 se observa que a mayor resistencia, es mayor el modulo de rotura de las vigas en un tiempo de curado de 28 días.

3.5.2.2.2 Resistencia a la flexión (M_r) de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$



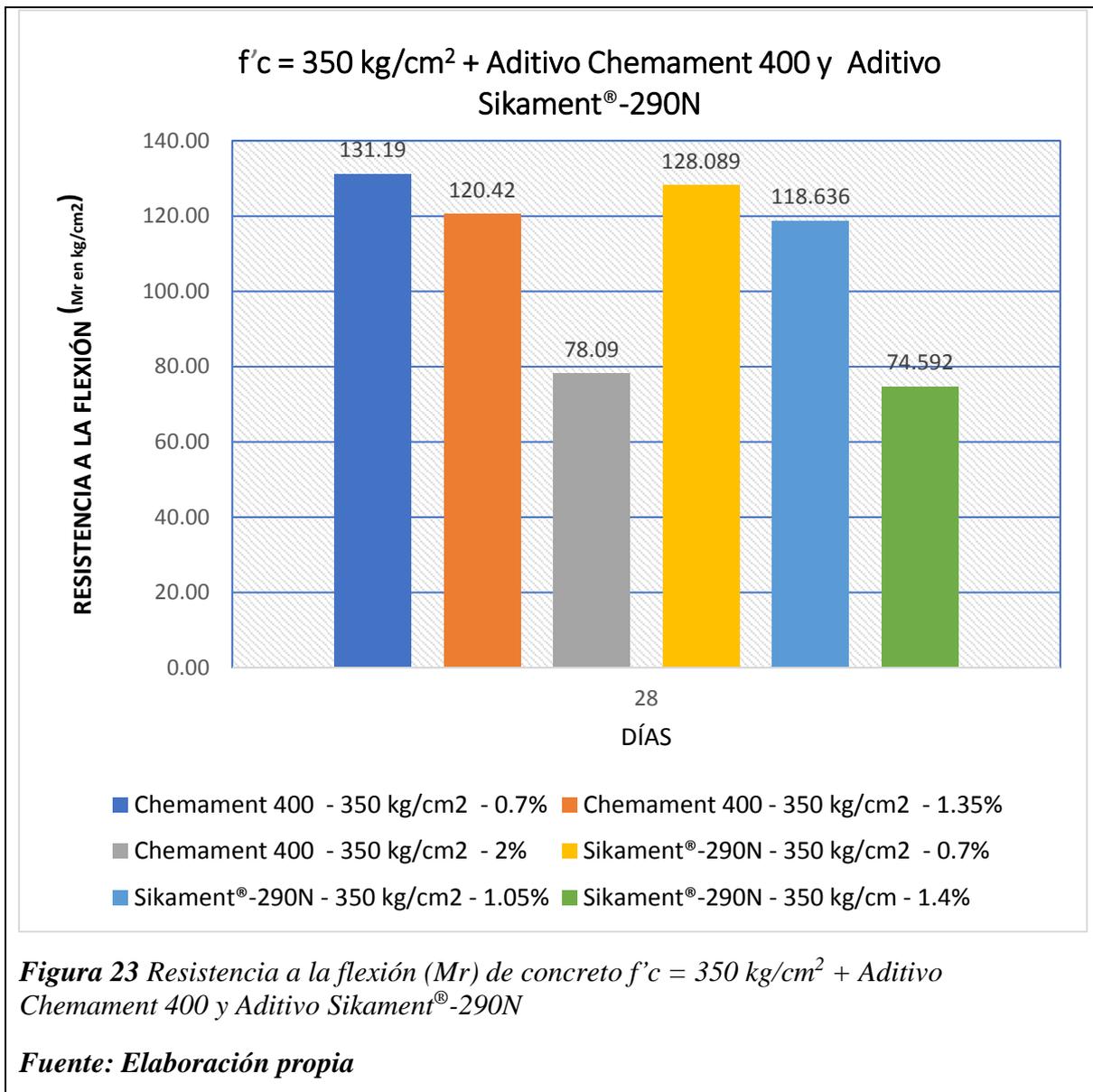
En la figura N° 21 se observa que con la adición de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N, la resistencia a la flexión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días es mayor que la del diseño patrón, siendo mayor el módulo de rotura para menor porcentaje de aditivo.

3.5.2.2.3 Resistencia a la flexión (M_r) de concreto $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$



En la figura N° 22 se observa que con la adición de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N, la resistencia a la flexión $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días es mayor que la del diseño patrón, siendo mayor el módulo de rotura para menor porcentaje de aditivo.

3.5.2.2.4 Resistencia a la flexión (M_r) de concreto $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ + Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament[®]-290N



En la figura N° 23 se observa que con la adición de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N, la resistencia a la flexión $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días es mayor que la del diseño patrón, siendo mayor el módulo de rotura para menor porcentaje de aditivo.

3.5.2.2.5 Resumen de la resistencia a la flexión (M_r) de concreto $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ + Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament[®]-290N

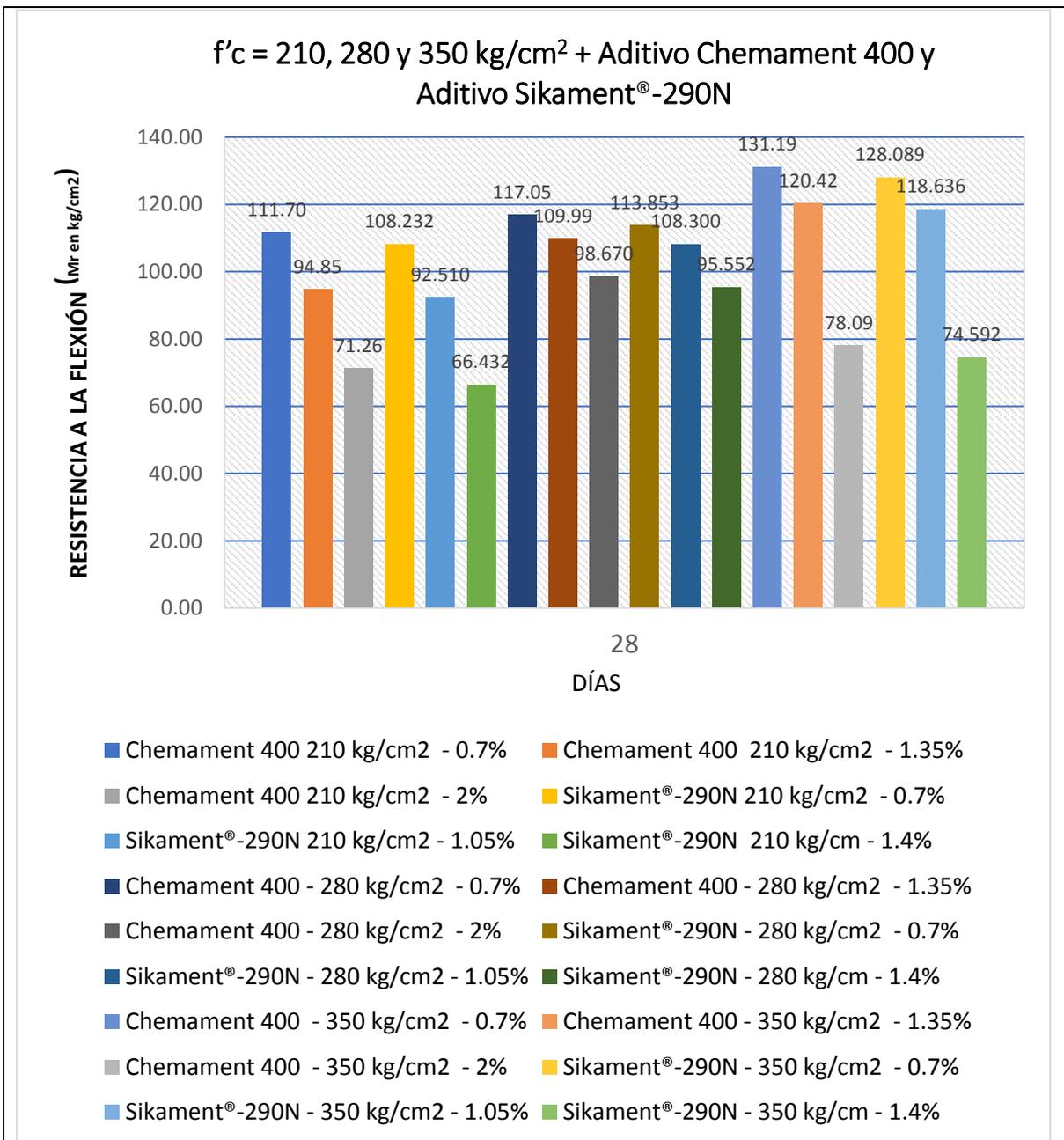


Figura 24 Resumen de la Resistencia a la flexión (M_r) de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 + Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament[®]-290N

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 24 se observa que la resistencia a flexión con aditivo Chemament 400 es mayor que la resistencia con aditivo Sikament[®]-290N.

En la figura 20, 21, 22 y 23 se detalla mejor las resistencias.

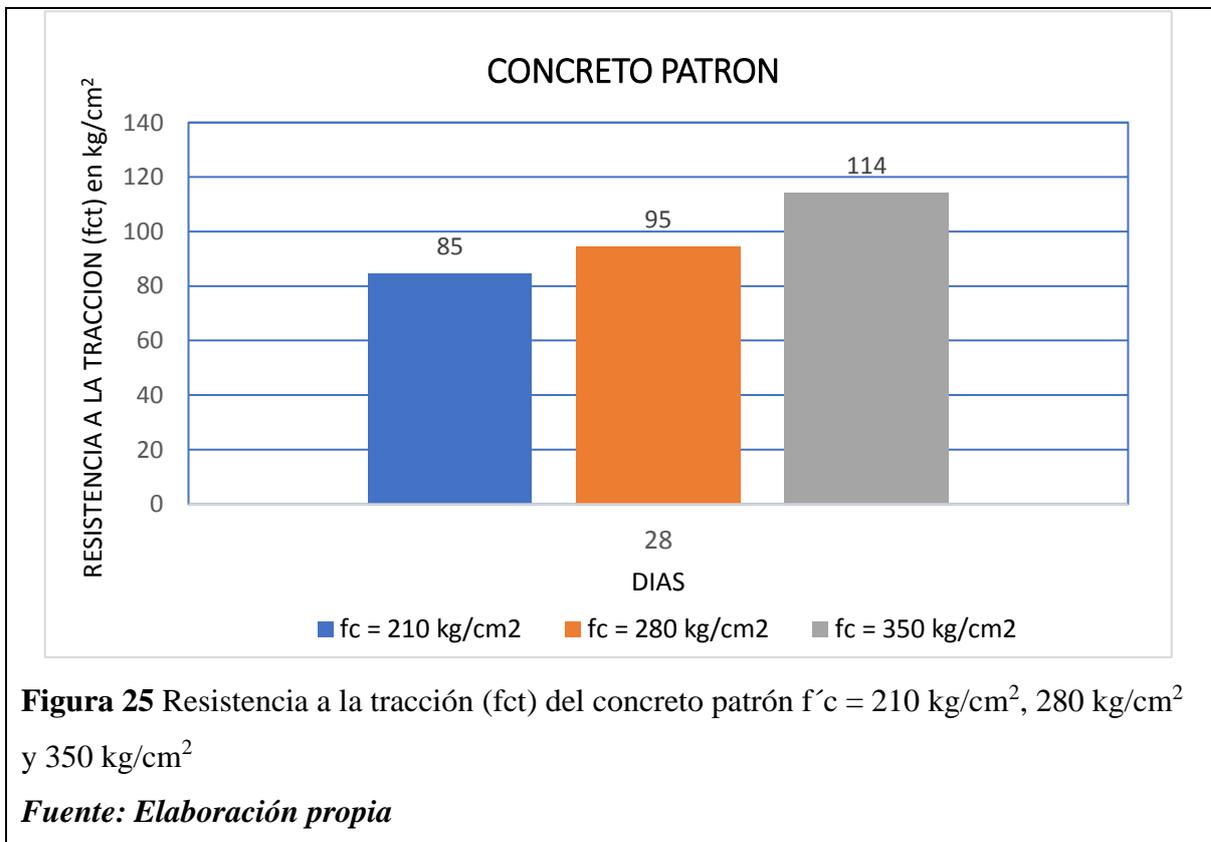
3.5.2.3 Método de ensayo de la resistencia a la tracción del concreto (fct) ASTM C496/C496M - 17

3.5.2.3.1 Resistencia a la tracción (fct) del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2

Tabla 30 Resistencia a la tracción (fct) del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2

CONCRETO PATRON	
MUESTRA	Edad (días)
	28
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	85
$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	95
$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	114

Fuente: Elaboración propia

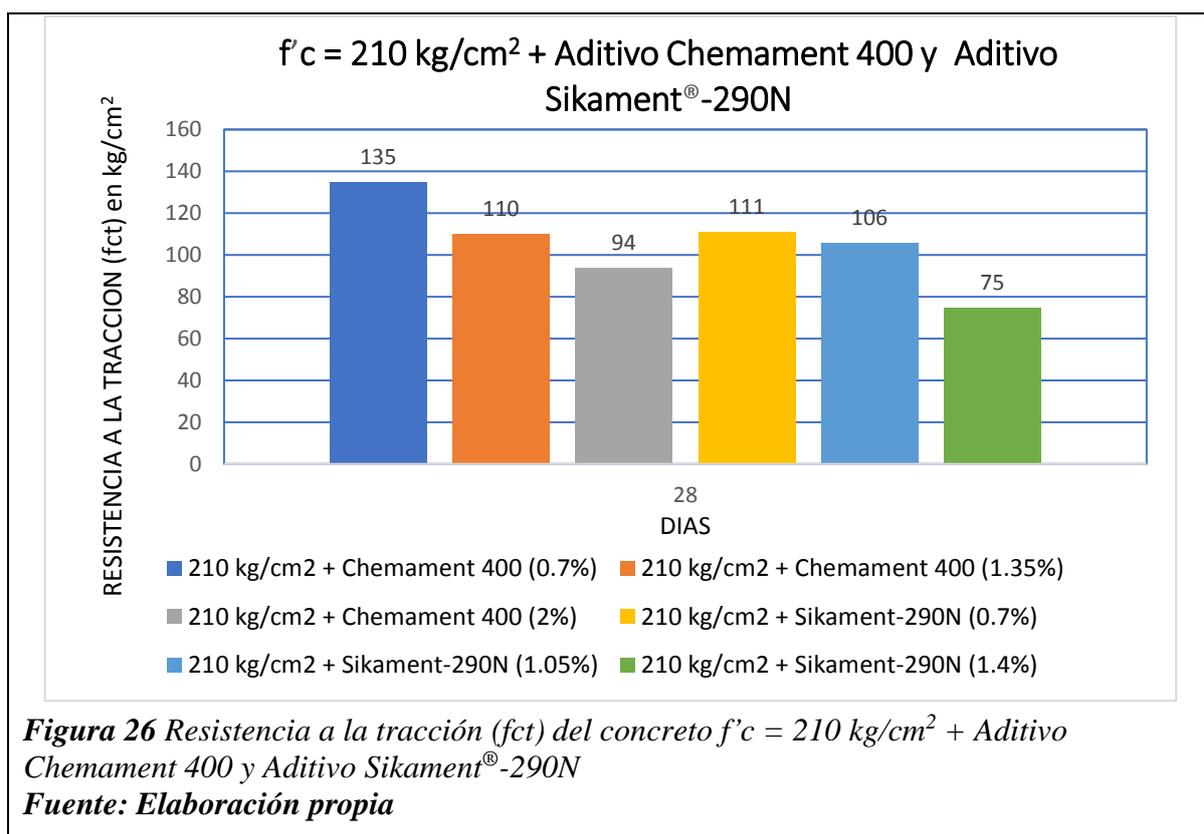


En la figura N° 25 la resistencia a tracción del concreto patron $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 va aumentando de acuerdo a la edad de curado.

3.5.2.3.2 Resistencia a la tracción(*fct*) del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$

Tabla 31 Resistencia a la tracción(*fct*) del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament-290N}$	
MUESTRA	Edad (días)
	28
210 $\text{kg/cm}^2 + \text{Chemament 400 (0.7\%)}$	135
210 $\text{kg/cm}^2 + \text{Chemament 400 (1.35\%)}$	110
210 $\text{kg/cm}^2 + \text{Chemament 400 (2\%)}$	94
210 $\text{kg/cm}^2 + \text{Sikament}^{\text{®}}\text{-290N (0.7\%)}$	111
210 $\text{kg/cm}^2 + \text{Sikament}^{\text{®}}\text{-290N (1.05\%)}$	106
210 $\text{kg/cm}^2 + \text{Sikament}^{\text{®}}\text{-290N (1.4\%)}$	75



En la figura N° 26 se observa que con la adición de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N, la resistencia a tracción = 210 kg/cm^2 a los 28 días es mayor que la del diseño patrón, teniendo una ligera ventaja la dosificación del aditivo Chemament 400.

3.5.2.3.3 Resistencia a la tracción (fct) del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$

Tabla 32 Resistencia a la tracción $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament-290N}$	
MUESTRA	Edad (días)
	28
280 kg/cm ² + Chemament 400 (0.7%)	168
280 kg/cm ² + Chemament 400 (1.35%)	122
280 kg/cm ² + Chemament 400 (2%)	105
280 kg/cm ² + Sikament [®] -290N (0.7%)	113
280 kg/cm ² + Sikament [®] -290N (1.05%)	108
280 kg/cm ² + Sikament [®] -290N (1.4%)	87

Fuente: Elaboración propia

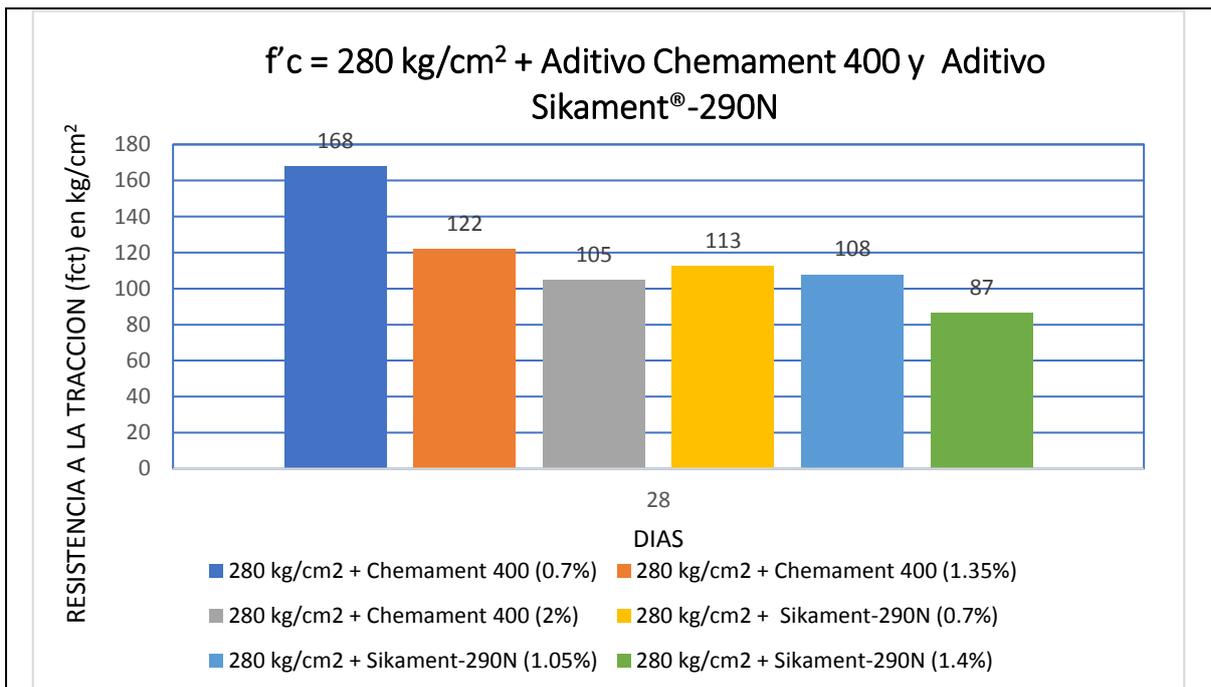


Figura 27 Resistencia a la tracción (fct) del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 27 se observa que con la adición de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N, la resistencia a tracción = 280 kg/cm^2 a los 28 días es mayor que la del diseño patrón, teniendo una ligera ventaja la dosificación del aditivo Chemament 400.

3.5.2.3.4 Resistencia a la tracción (fct) del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$

Tabla 33 Resistencia a la tracción (fct) del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$

$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$

MUESTRA	Edad (días)
	28
350 kg/cm ² + Chemament 400 (0.7%)	199
350 kg/cm ² + Chemament 400 (1.35%)	124
350 kg/cm ² + Chemament 400 (2%)	112
350 kg/cm ² + Sikament [®] -290N (0.7%)	124
350 kg/cm ² + Sikament [®] -290N (1.05%)	107
350 kg/cm ² + Sikament [®] -290N (1.4%)	101

Fuente: Elaboración propia

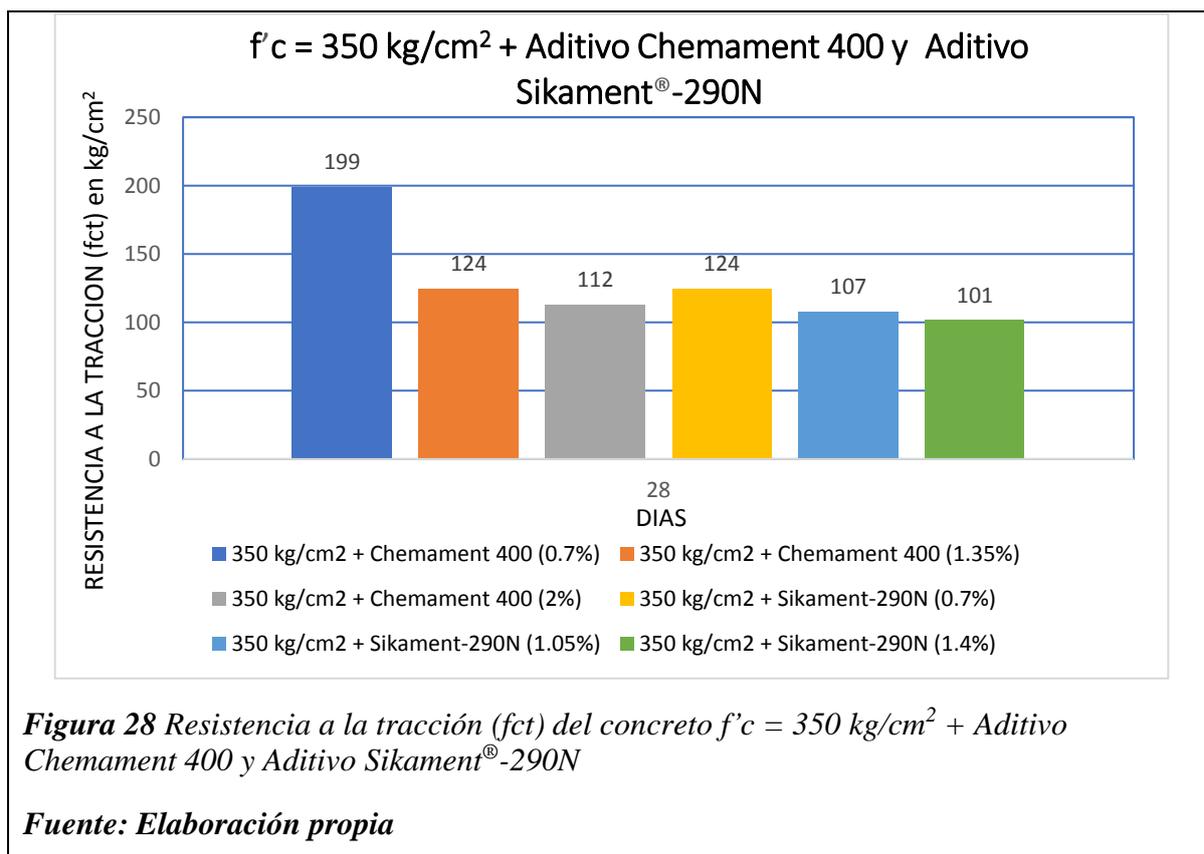
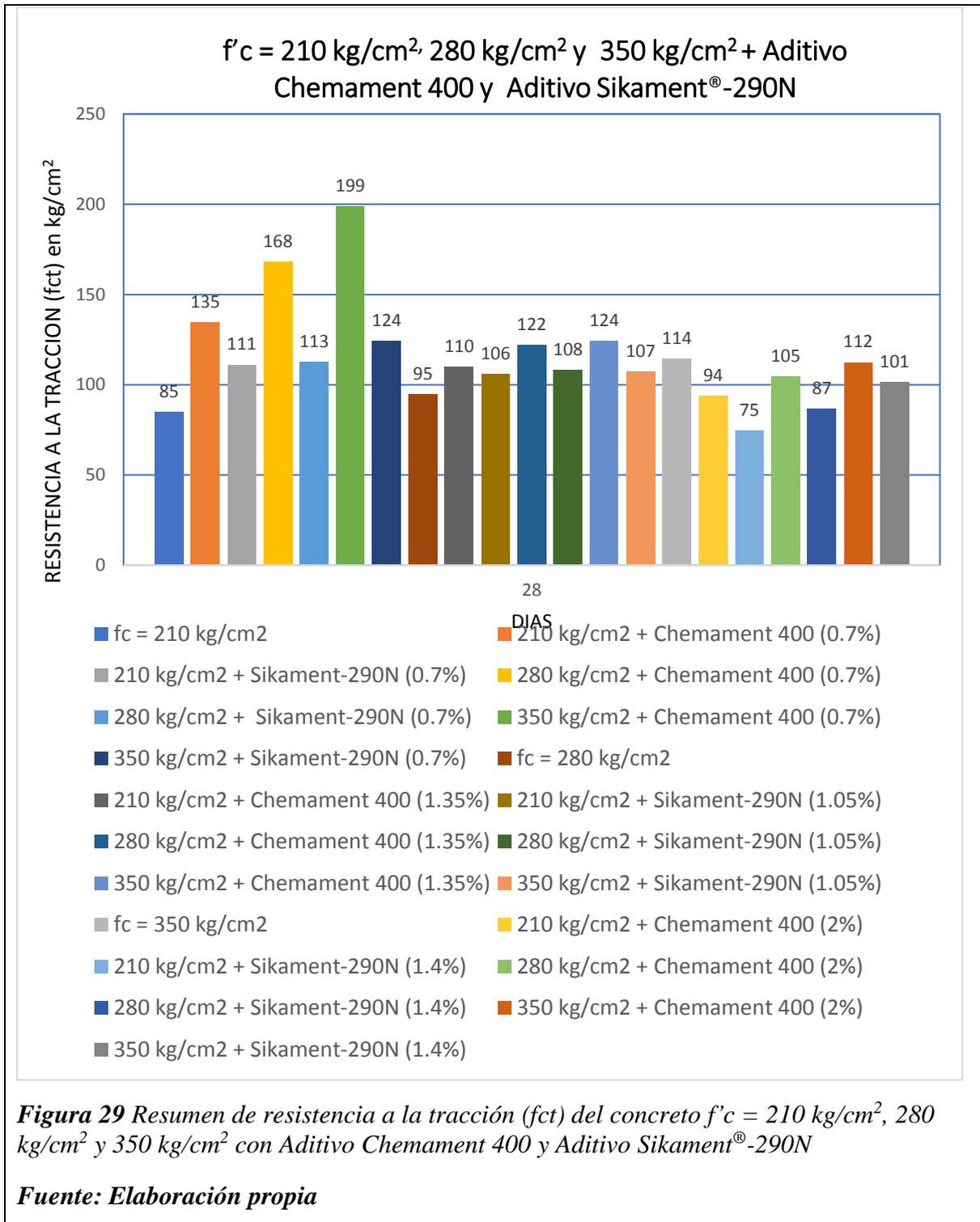


Figura 28 Resistencia a la tracción (fct) del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + \text{Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament}^{\text{®}}\text{-290N}$

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 28 se observa que con la adición de los aditivos superplastificantes Chemament 400 y Sikament[®]-290N, la resistencia a tracción 350 kg/cm² a los 28 días es mayor que la del diseño patrón, teniendo una ligera ventaja la dosificación del aditivo Chemament 400.

3.5.2.3.5 Resumen de resistencia a la tracción (fct) del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 280 kg/cm^2 y 350 kg/cm^2 con Aditivo Chemament 400 y Aditivo Sikament®-290N



3.5.2.4 Método de ensayo de módulo de elasticidad (Ec) ASTM-469.

3.5.2.4.1 Módulo de elasticidad (Ec) del concreto patrón 210 kg/cm²

Tabla 34 Modulo de elasticidad (Ec) del concreto patrón 210, 280 y 350 kg/cm²

IDENTIFICACIÓN	Edad		Ec (Kg/cm ²)
	(días)		
f'c = 210 kg/cm ²	28		233659
f'c = 280 kg/cm ²	28		246004
f'c = 350 kg/cm ²	28		249951

Fuente: Elaboración propia

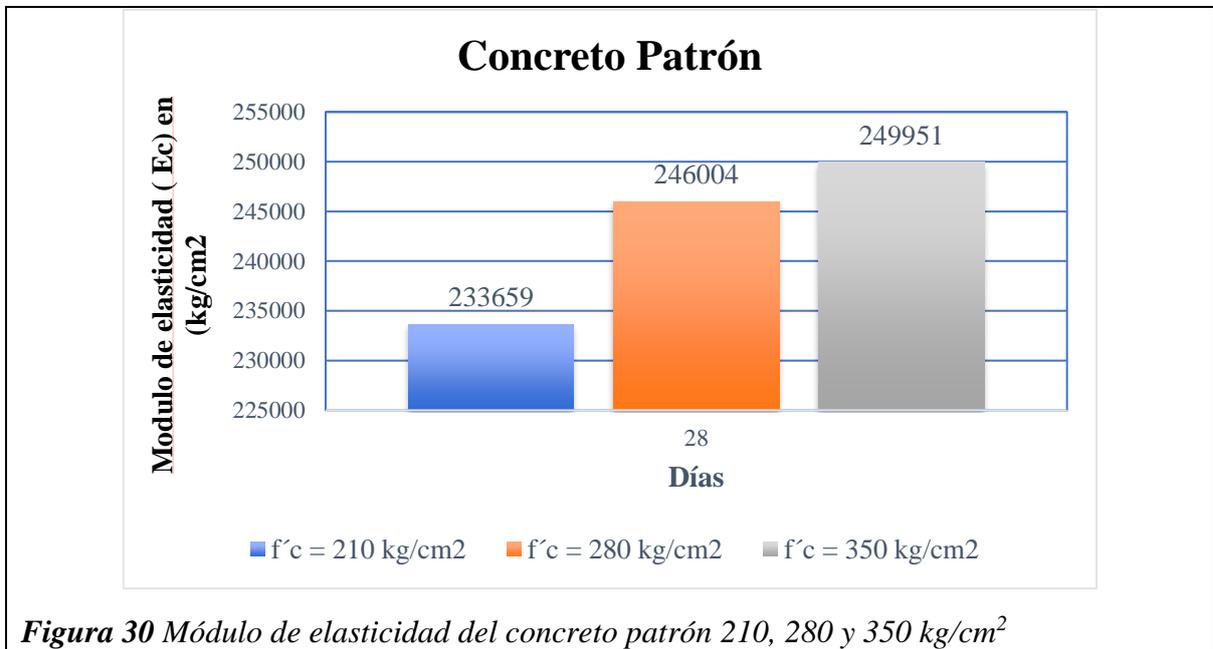


Figura 30 Módulo de elasticidad del concreto patrón 210, 280 y 350 kg/cm²

3.5.2.4.2 Módulo de elasticidad (Ec) del concreto f'c = 210 kg/cm² + 0.7%, 1.35% y 2% aditivo Chemament 400

Tabla 35 Módulo de elasticidad (Ec) para resistencia 210 kg/cm² + 0.7%, 1.35% y 2% aditivo Chemament 400

IDENTIFICACIÓN	PORCENTAJE	Edad		Ec (Kg/cm ²)
		(días)		
CHEMAMENT 400	0.70%	28		240787
CHEMAMENT 400	1.35%	28		242841
CHEMAMENT 400	2.00%	28		288142

Fuente: Elaboración propia

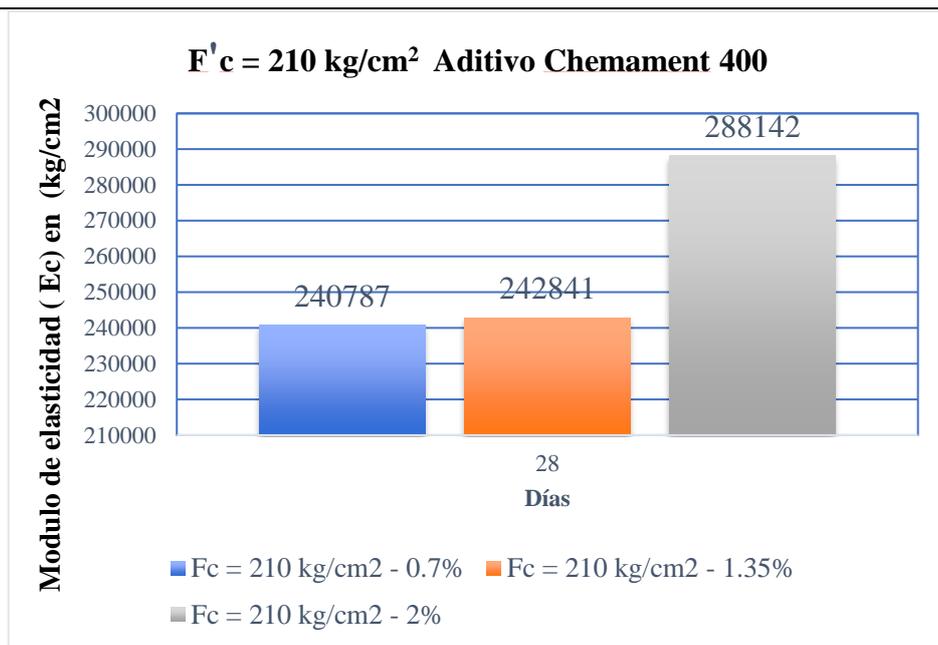


Figura 31 Módulo de elasticidad (E_c) del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.35% y 2% aditivo Chemament 400

Fuente: Elaboración propia

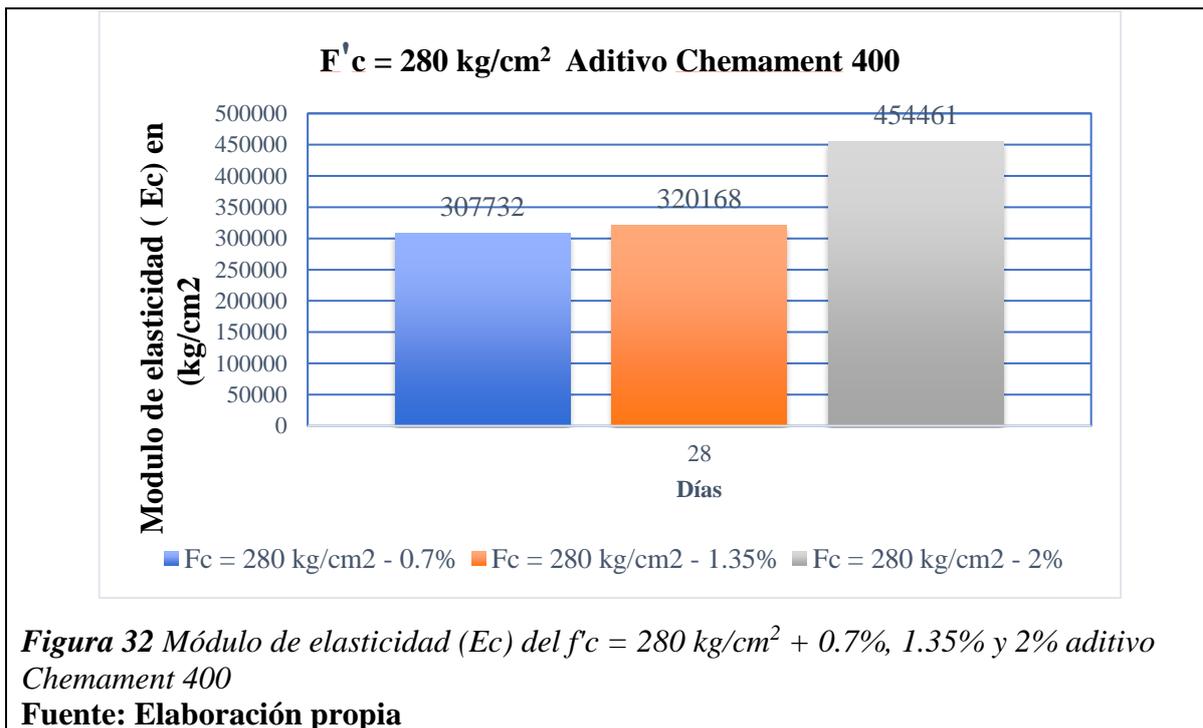
En la figura N° 33 Se observa el módulo de elasticidad para un concreto de resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 adicionando un 0.7% , 1.35% y 2% de aditivo Chemament 400, desarrollado a los 28 días de curado que fueron ensayados de acuerdo al procedimiento de la norma ASTM-469.

3.5.2.4.3 Módulo de elasticidad (E_c) del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.35% y 2% aditivo Chemament 400

Tabla 36 Módulo de elasticidad (E_c) para resistencia $280 \text{ kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.35% y 2% aditivo Chemament 400

IDENTIFICACIÓN	PORCENTAJE	Edad	Ec (Kg/cm ²)
		(días)	
CHEMAMENT 400	0.70%	28	307732
CHEMAMENT 400	1.35%	28	320168
CHEMAMENT 400	2.00%	28	454461

Fuente: Elaboración propia



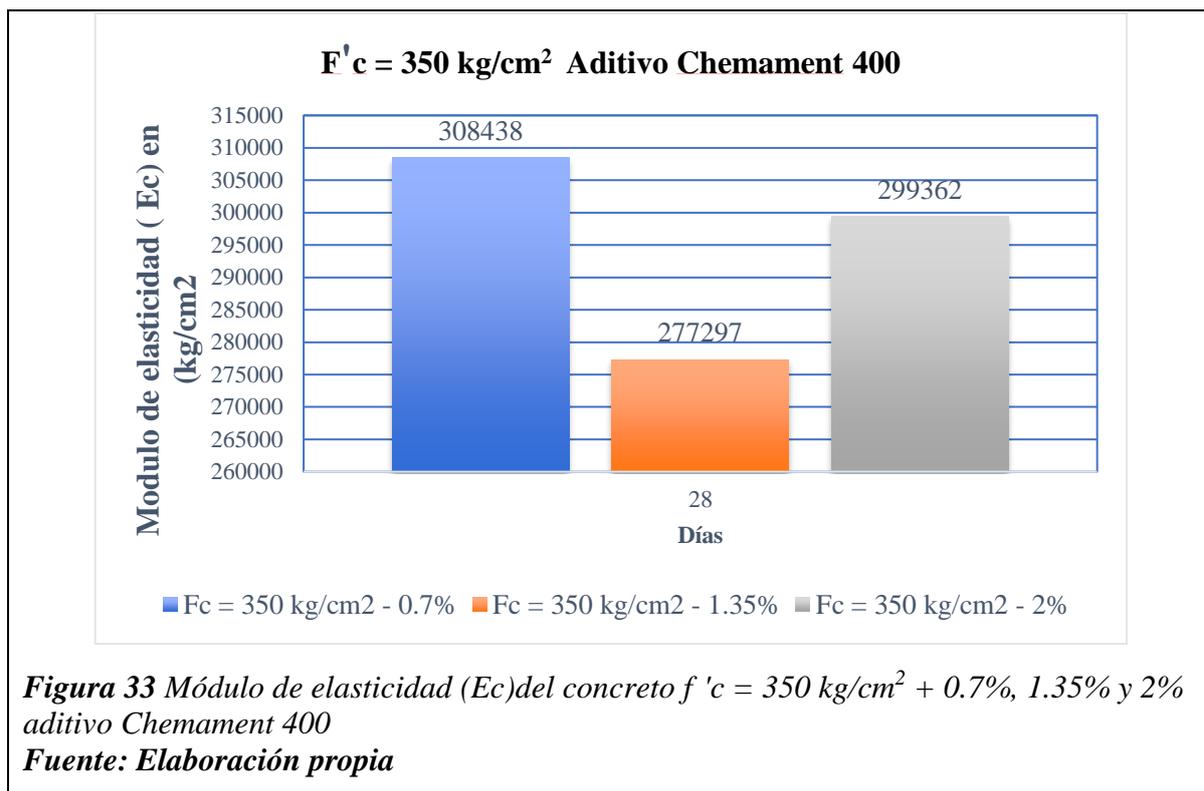
En la figura N°34 se observa el módulo de elasticidad para un concreto de resistencia de diseño de 280 kg/cm^2 adicionando un 0.7% , 1.35% y 2% de aditivo Chemament 400, desarrollado a los 28 días de curado que fueron ensayados de acuerdo al procedimiento de la norma ASTM-469.

3.5.2.4.4 *Módulo de elasticidad (E_c) del concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.35% y 2% aditivo Chemament 400*

Tabla 37 *Módulo de elasticidad (E_c) para resistencia $350 \text{ kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.35% y 2% aditivo Chemament 400*

IDENTIFICACIÓN	PORCENTAJE	Edad	Ec
		(días)	(Kg/cm ²)
CHEMAMENT 400	0.70%	28	308438
CHEMAMENT 400	1.35%	28	277297
CHEMAMENT 400	2.00%	28	299362

Fuente: Elaboración propia



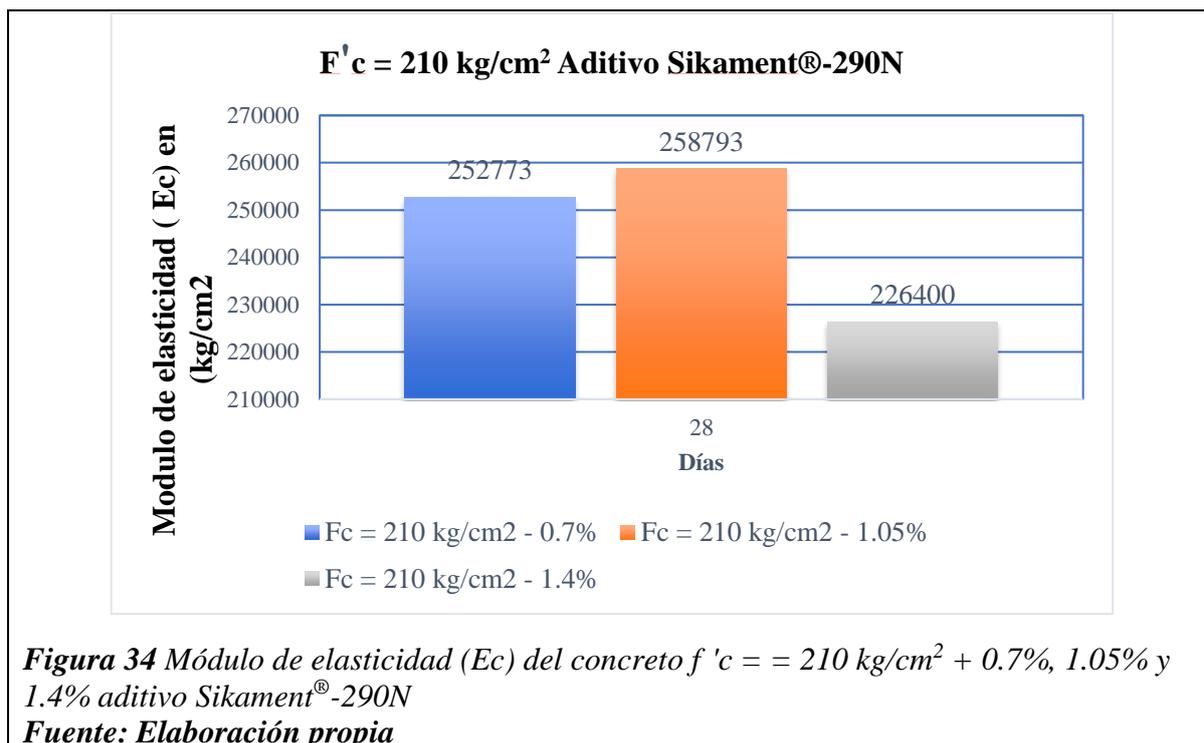
En la figura N°35 se observa el módulo de elasticidad para un concreto de resistencia de diseño de 350 kg/cm^2 adicionando un 0.7% , 1.35% y 2% de aditivo Chemament 400, desarrollado a los 28 días de curado que fueron ensayados de acuerdo al procedimiento de la norma ASTM-469.

3.5.2.4.5 Módulo de elasticidad (E_c) del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N

Tabla 38 Módulo de elasticidad (E_c) del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N

IDENTIFICACIÓN	PORCENTAJE	Edad	E_c (Kg/cm ²)
		(días)	
SIKAMENT® -290N	0.70%	28	252773
SIKAMENT® -290N	1.05%	28	258793
SIKAMENT® -290N	1.4%	28	226400

Fuente: Elaboración propia



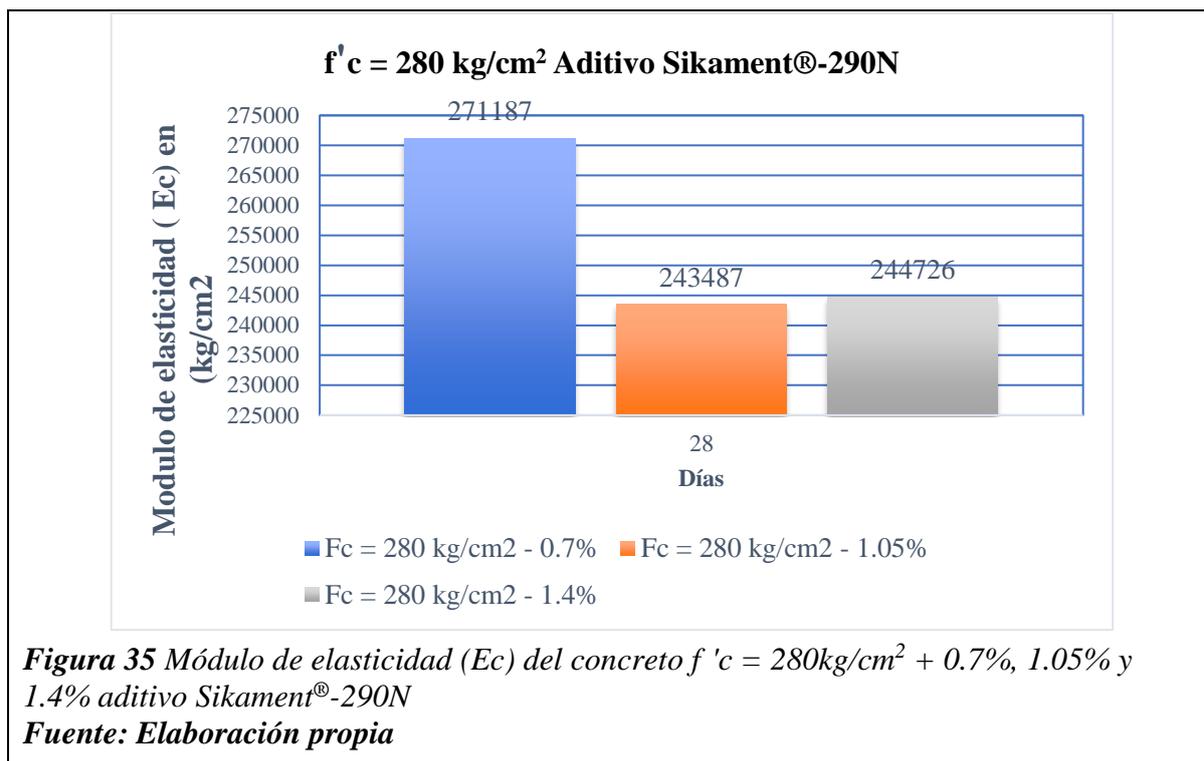
En la figura N°36 se observa el módulo de elasticidad para un concreto de resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 adicionando un 0.7% , 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N, desarrollado a los 28 días de curado que fueron ensayados de acuerdo al procedimiento de la norma ASTM-469.

3.5.2.4.6 *Módulo de elasticidad (E_c) del concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N*

Tabla 39 *Módulo de elasticidad (E_c) del concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N*

IDENTIFICACIÓN	PORCENTAJE	Edad	Ec (Kg/cm2)
		(días)	
SIKAMENT® -290N	0.70%	28	271187
SIKAMENT® -290N	1.05%	28	243487
SIKAMENT® -290N	1.4%	28	244726

Fuente: Elaboración propia



En la figura N°37 se observa el módulo de elasticidad para un concreto de resistencia de diseño de 280 kg/cm² adicionando un 0.7%, 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N, desarrollado a los 28 días de curado que fueron ensayados de acuerdo al procedimiento de la norma ASTM-469.

3.5.2.4.7 Módulo de elasticidad (Ec) del concreto f'c = 350kg/cm² + 0.7%, 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N

Tabla 40 Módulo de elasticidad (Ec) del concreto f'c = 350kg/cm² + 0.7%, 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N

IDENTIFICACIÓN	PORCENTAJE	Edad (días)	Ec (Kg/cm ²)
SIKAMENT® -290N	0.70%	28	264048
SIKAMENT® -290N	1.05%	28	305858
SIKAMENT® -290N	1.4%	28	256888

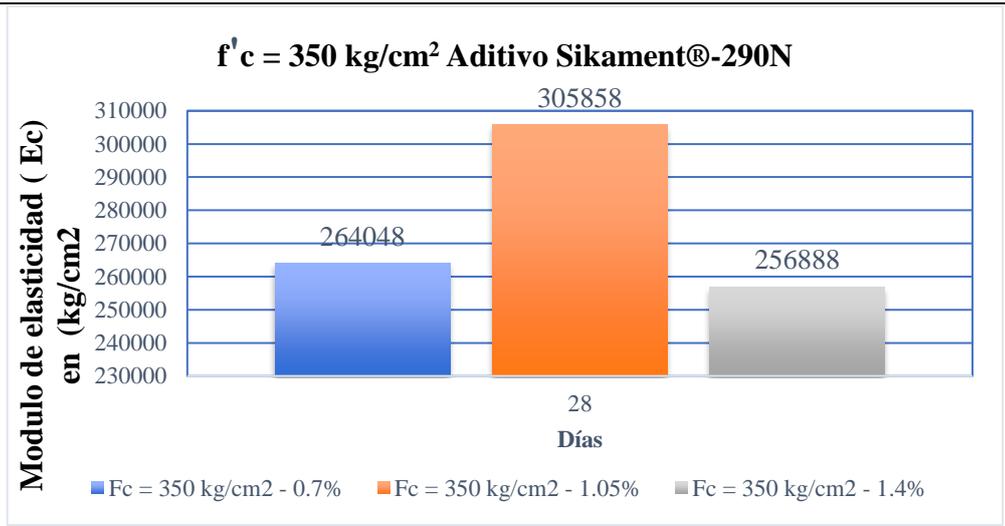


Figura 36 Módulo de elasticidad (Ec) del concreto $f'c = 350\text{kg/cm}^2 + 0.7\%$, 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N
Fuente: Elaboración propia

En la figura N°38 Se observa el módulo de elasticidad para un concreto de resistencia de diseño de 350 kg/cm^2 adicionando un 0.7% , 1.05% y 1.4% aditivo Sikament®-290N, desarrollado a los 28 días de curado que fueron ensayados de acuerdo al procedimiento de la norma ASTM-469.

3.5.2.5 Análisis económico comparativo de concreto con aditivo y sin aditivo

Resistencia $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$

Partida	01.01 CONCRETO F'C=210 kg/cm² sin aditivo					
Rendimiento	m3/DIA	24.0000	EQ.	24.0000	Costo unitario directo por: m3	320.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6667	21.95	14.63
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3333	17.59	5.86
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.6667	15.86	42.29
						62.78
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA	m3		0.4250	70.00	29.75
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2750	40.00	11.00
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.7130	24.00	209.11

0290130021	AGUA	m3		0.2210	5.68	1.26
251.12						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		3.0000	62.78	1.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.1667	6.00	1.00
03012900030006	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 18 HP	hm	1.0000	0.3333	12.00	4.00
6.88						

Figura 37 Análisis económico de concreto sin aditivo para una resistencia de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

Partida	CONCRETO F'C=210 kg/cm² CON ADITIVO SIKAMENT 290N (0.7%)					
Rendimiento	m3/DIA	24.0000	EQ.	24.0000	Costo unitario directo por: m3	355.02
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/ Parcial S/
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.6667	14.63
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.3333	5.86
0101010005	PEON		hh	8.0000	2.6667	42.29
62.78						
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA		m3		0.4250	29.75
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.2750	11.00
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		8.7130	209.11
	ADITIVO					
02221500010023	SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT 290N		l		2.1600	34.24
0290130021	AGUA		m3		0.2210	1.26
285.36						
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	1.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	0.5000	0.1667	1.00
03012900030006	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 18 HP		hm	1.0000	0.3333	4.00
6.88						

Figura 38 Análisis económico de concreto con aditivo Sikament[®]-290N para una resistencia de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

Partida	03.01		CONCRETO F'C=210 kg/cm ² CON ADITIVO CHEMAMENT 400 (0.7%)				
Rendimiento	m3/DIA	24.0000	EQ.	24.0000		Costo unitario directo por: m3	349.18
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.6667	21.95	14.63
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.3333	17.59	5.86
0101010005	PEON		hh	8.0000	2.6667	15.86	42.29
							62.78
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA		m3		0.4250	70.00	29.75
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.2750	40.00	11.00
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		8.7130	24.00	209.11
02221500010024	ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE CHEMAMENT 400		l		2.1510	13.21	28.41
0290130021	AGUA		m3		0.2200	5.68	1.25
							279.52
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	62.78	1.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	0.5000	0.1667	6.00	1.00
03012900030006	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 18 HP		hm	1.0000	0.3333	12.00	4.00
							6.88

Figura 39 Análisis económico de concreto con aditivo Chemament 400 para una resistencia de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

Resistencia f'c = 280 kg/cm²

Partida	01.02	CONCRETO F'C=280kg/cm ² SIN ADITIVO					
Rendimiento	m3/DIA	24.0000	EQ.	24.0000	Costo unitario directo por: m3	365.98	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6667	21.95	14.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3333	17.59	5.86	
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.6667	15.86	42.29	
						62.78	
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA	m3		0.4190	70.00	29.33	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2430	40.00	9.72	
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.6680	24.00	256.03	
0290130021	AGUA	m3		0.2180	5.68	1.24	
						296.32	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.78	1.88	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.1667	6.00	1.00	
03012900030006	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 18 HP	hm	1.0000	0.3333	12.00	4.00	
						6.88	

Figura 40 Análisis económico de concreto sin aditivo para una resistencia de f'c = 280kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

Partida	02.02	CONCRETO F 'C=280 kg/cm ² CON ADITIVO SIKAMENT 290N (0.7%)					
Rendimiento	m3/DIA	24.0000	EQ.	24.0000	Costo unitario directo por : m3	407.90	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6667	21.95	14.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3333	17.59	5.86	
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.6667	15.86	42.29	

						62.78
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA	m3		0.4190	70.00	29.33
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2430	40.00	9.72
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.6680	24.00	256.03
02221500010023	ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT 290N	l		2.6450	15.85	41.92
0290130021	AGUA	m3		0.2180	5.68	1.24
						338.24
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.78	1.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.1667	6.00	1.00
03012900030006	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 18 HP	hm	1.0000	0.3333	12.00	4.00
						6.88

Figura 41 Análisis económico de concreto con aditivo Sikament®-290N para una resistencia de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

Partida	03.02 CONCRETO F 'C=280 kg/cm² CON ADITIVO CHEMAMENT 400 (0.7%)					
Rendimiento	m3/DIA	24.0000	EQ.	24.0000	Costo unitario directo por: m3	400.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6667	21.95	14.63
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3333	17.59	5.86
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.6667	15.86	42.29
						62.78
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA	m3		0.4190	70.00	29.33
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2430	40.00	9.72
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.6680	24.00	256.03
02221500010024	ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE CHEMAMENT 400	l		2.6340	13.21	34.80
0290130021	AGUA	m3		0.2180	5.68	1.24
						331.12
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.78	1.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.1667	6.00	1.00

03012900030006	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 18 HP	hm	1.0000	0.3333	12.00	4.00	6.88
----------------	--	----	--------	--------	-------	------	-------------

Figura 42 Análisis económico de concreto con aditivo Chemament 400 para una resistencia de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

Resistencia $f'c = 350\text{ kg/cm}^2$

Partida	01.03 CONCRETO F'C=350kg/cm² SIN ADITIVO						
Rendimiento	m3/DIA	24.0000	EQ.	24.0000	Costo unitario directo por: m3	396.44	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	0.6667	21.95	14.63
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.3333	17.59	5.86
0101010005	PEON		hh	8.0000	2.6667	15.86	42.29
							62.78
	Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA		m3		0.4010	70.00	28.07
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.2080	40.00	8.32
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		12.0500	24.00	289.20
0290130021	AGUA		m3		0.2090	5.68	1.19
							326.78
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	62.78	1.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	0.5000	0.1667	6.00	1.00
03012900030006	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 18 HP		hm	1.0000	0.3333	12.00	4.00
							6.88

Figura 43 Análisis económico de concreto sin aditivo para una resistencia de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

Partida	02.03		CONCRETO F'C=350 kg/cm ² CON ADITIVO SIKAMENT 290N (0.7%)				
Rendimiento	m3/DIA	24.0000	EQ.	24.0000		Costo unitario directo por: m3	443.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6667	21.95	14.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3333	17.59	5.86	
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.6667	15.86	42.29	
							62.78
	Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA	m3		0.4010	70.00	28.07	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2080	40.00	8.32	
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) ADITIVO	bol		12.0500	24.00	289.20	
02221500010023	SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT 290N	l		2.9870	15.85	47.34	
0290130021	AGUA	m3		0.2090	5.68	1.19	
							374.12
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.78	1.88	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.1667	6.00	1.00	
03012900030006	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 18 HP	hm	1.0000	0.3333	12.00	4.00	
							6.88

Figura 44 Análisis económico de concreto con aditivo Sikament®-290N para una resistencia de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$
Fuente: Elaboración propia

Partida	03.03		CONCRETO F'C=350 kg/cm ² CON ADITIVO CHEMAMENT 400 (0.7%)				
Rendimiento	m3/DIA	24.0000	EQ.	24.0000		Costo unitario directo por: m3	435.74
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6667	21.95	14.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3333	17.59	5.86	
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.6667	15.86	42.29	

						62.78
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA	m3		0.4010	70.00	28.07
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2080	40.00	8.32
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		12.0500	24.00	289.20
	ADITIVO					
02221500010024	SUPERPLASTIFICANTE CHEMAMENT 400	l		2.9750	13.21	39.30
0290130021	AGUA	m3		0.2090	5.68	1.19
						366.08
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.78	1.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.1667	6.00	1.00
03012900030006	MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 18 HP	hm	1.0000	0.3333	12.00	4.00
						6.88

Figura 45 Análisis económico de concreto con aditivo Chemament 400 para una resistencia de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.6 Resumen de comparación de costos

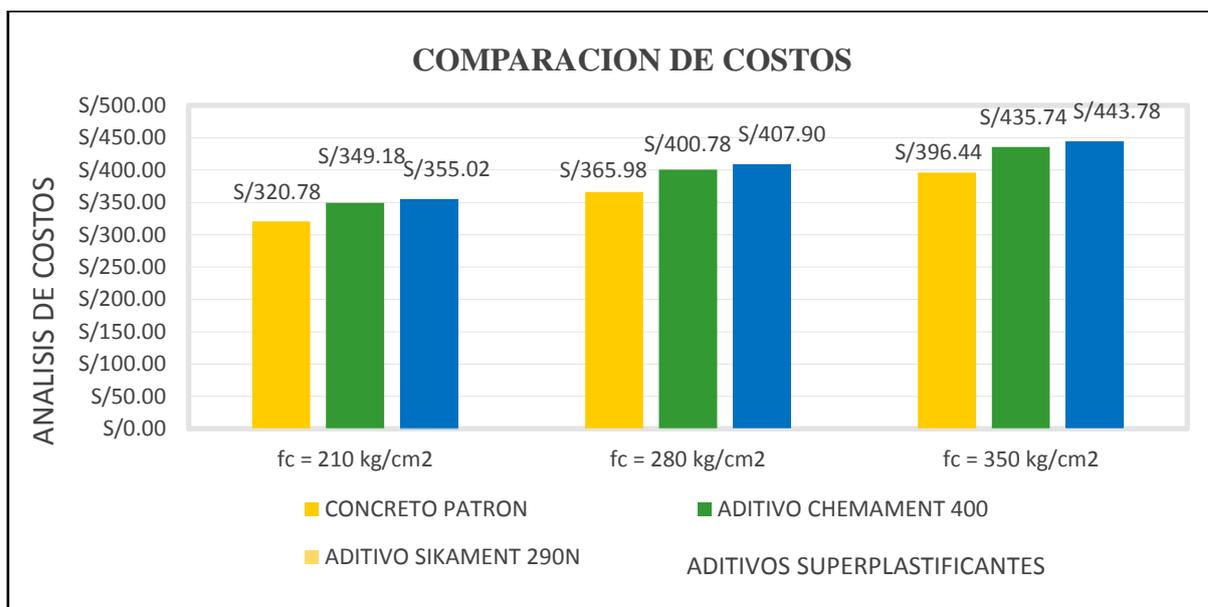


Figura 46 Resumen de comparación de costos

Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES

1. Con los testigos de concreto, añadiendo aditivos superplastificantes Chemament 400, en porcentajes (0.7% ,1.35% y 2%) se obtuvo que al emplear un porcentaje de 0.7% del peso del cemento, se obtiene mejores resultados que a comparación con el concreto convencional.
2. Se determinó que al añadir aditivo Chemament 400 con una dosificación de 0.7% del peso del cemento, se obtiene mejoras en sus propiedades tanto en compresión, flexión, tracción, en las resistencias estudiadas de $f'c = 210, 280$ y 350 kg/cm^2 .
3. En obras de pavimentos rígidos, es necesario añadir aditivos superplastificantes Chemament 400, porque se obtiene la resistencia de diseño del concreto a los 7 días, por lo cual se puede abrir el tránsito en menor tiempo, lo cual sería de gran beneficio para la población.
4. El análisis económico, añadiendo aditivos Superplastificantes al concreto en un 0.7% con Chemament 400 el costo incrementa en un 8% por m^3 , y con Sikament[®]-290N incrementa un 9%, esta diferencia depende del precio por galón de aditivo y por la densidad del producto. Concluyendo que es más conveniente emplear aditivos superplastificantes porque se obtendrá una mejor calidad de concreto y una mayor vida útil.

V. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda adicionar aditivos superplastificantes Chemament 400 con un porcentaje de 0.7%, por lo que en esta investigación se obtuvo mayor resistencia en menor tiempo.
2. Para pavimentos de concreto se debe emplear aditivos superplastificantes para con ello poner en servicio las calles lo antes posible.
3. Se recomienda emplear aditivos superplastificantes Chemament 400, porque el costo es menor que Sikament[®]-290N.

VI. REFERENCIAS

- Abanto, T. (2016). *“Permeabilidad de un concreto $f'c = 210$* . Cajamarca.
- Aguirre, D. (2007). *uso de aditivos para concreto*. Obtenido de <http://www.uae.edu.sv/docs/investigacion/USO%20DE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>
- Altamirano, L. (2007). *Deterioro de pavimentos rígidos*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioro-pavimentos-rigidos/deterioro-pavimentos-rigidos.pdf>
- Bernal, D. (2017). *Optimización de la resistencia a compresión del concreto elaborado con cemento tipo I y aditivos superplastificantes*. Cajamarca.
- Bernal, J. (01 de mayo de 2009). *Características del concreto*. Obtenido de <http://elconcreto.blogspot.com/2009/05/caracteristicas-del-concreto.html>
- Burga, A., & Chavez, O. (2015). *Diseño del pavimento en la urbanización Santa María distrito de José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque*. Lambayeque. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1620/BC-TES-TMP-447.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Burgos, B. (2014). *Análisis comparativo entre un pavimento rígido y pavimento flexible*. Ecuador.
- Centeno, O. (20 de abril de 2010). Pavimentos Rígidos. Obtenido de <http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.pe/>
- chemament 400. (s.f.). *Hoja Técnica chemament 400*. Obtenido de http://tudistribuidoronline.com/sites/default/files/especificaciones-tecnicas/chemamen-_400_ficha_tecnica.pdf
- Construcción, M. d. (2007). Tipos de hormigón y sus propiedades. En *Escuela de Ingeniería Técnica Civil. Arquitectura Técnica* (págs. 80-97). Obtenido de http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6203/mod_resource/content/1/Hormigon_02._Tipos_y_propiedades.pdf
- Correo. (2018). Contraloría inspecciona hundimiento de pavimento en céntrica avenida de Chiclayo. *Evalúan daños en Zona donde se ejecutara obra de la reconstrucion*. Obtenido de <https://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/contraloria-inspecciona-hundimiento-de-pavimento-en-centrica-avenida-de-chiclayo-804479/>

- Cote, G., & Villalba, L. (2017). *Indice de condición de pavimentos rígidos en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservacion*. Cartagena.
- Domingo, J., Nelson, E., & Wesley, A. (2016). *Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la via canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016*. CHICLAYO. Obtenido de file:///C:/Users/user/Documents/BC-TES-TMP-240.pdf
- El correo. (15 de mayo de 2016). Lima, la ciudad de los huecos y baches. *Lima, la ciudad de los huecos y baches*. Obtenido de <https://diariocorreo.pe/ciudad/lima-la-ciudad-de-los-huecos-y-baches-672751/>
- Goody, A., & Francisco, R. (2006). *Patología de pavimentos rígidos de la ciudad Asunción*. Ingenieros Civiles. Obtenido de <http://ing.una.py/pdf/1er-congreso-nacional-ingcivil/01pa-vi01.pdf>
- Hernandez, R. (2014). *Metodologia de la investigación científica*. Mexico: Mexicana. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huarcaya, C. (2014). “*Comportamiento del asentamiento en el concreto usando aditivo polifuncional Sikament 290N y aditivo superplastificante de alto desempeño Sika viscoflow 20E*”. Lima.
- INDECOPI. (2002). *NTP 400.021 AGREGADOS. Metodos de ensayos normalizados para peso especifico y absorcion del agregado grueso*.
- INDECOPI. (2008). *NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/norma-tecnica-peruana-tres/norma-tecnica-peruana-tres.pdf>
- INDECOPI. (2008). *Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresion del concreto en muestras cilindricas*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008>
- INDECOPI. (2011). *NTP 400.012 Analisis granulometrico del agregado fino, grueso y global. AGREGADOS*. Obtenido de http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf
- INDECOPI. (s.f.). 2012. *Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/371812092/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion-pdf>

- INDECOPI. (2013). *NTP 400.022 AGREGADOS. Metodos de ensayos normalizados para peso especifico y absorcion del agregado fino.*
- INDECOPI. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.*
- Manual de transportes y comunicaciones. (2013). Manual de carreteras. Obtenido de [https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Carreteras%20-%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Carreteras%20-%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)
- Monsalve, L., Giraldo, L., & Maya, J. (2012). *Diseño de pavimentos flexibles y rígidos.* Armenia. Obtenido de https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29_03-02-0798398.pdf
- Osorio, J. (19 de setiembre de 2011). *Blog 360° en concreto.* Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/que-es-el-modulo-de-elasticidad-en-el-concreto/>
- Osorio, J. (28 de junio de 2013). *Blog 360° en concreto.* Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/resistencia-mecanica-del-concreto-y-resistencia-a-la-compresion/>
- Parella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa.* Caracas. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/000628576f51732890350>
- Peréz, M. (2013). *La importancia del concreto como material de construcción.* Obtenido de https://www.academia.edu/7037474/La_importancia_del_concreto_como_material_de_construccion
- Pooh, C. (2014). *Guia de procedimientos y tecnicas para la conservacion de carreteras en México.* México. Obtenido de <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Guias/guia-carreteras.pdf>
- República, L. (24 de julio de 2013). CIL inspecciona deterioros en la obra recién ejecutada en el distrito de Jose Leonardo Ortiz. *La República.* Obtenido de <https://larepublica.pe/archivo/726976-cil-inspecciona-deterioros-en-obra-recien-ejecutada-en-distrito-de-leonardo-ortiz>

- Robles, D. (23 de julio de 2016). *PERUVIAS*. Obtenido de <http://peruvias.pe/aditivos-logran-mejorar-composicion-de-las-carreteras/>
- RPP Noticias. (2017). Lluvias dañaron 360 mil metros cuadrados de pavimento en Chiclayo. *RPP Noticias*. Obtenido de <http://rpp.pe/peru/lambayeque/lluvias-danaron-360-mil-metros-cuadrados-de-pavimento-en-chiclayo-noticia-1036224>
- Ruiz, C. (2011). *Análisis de los factores que producen de deterioro de los pavimentos rígidos*. SANGOLQUI.
- Sanchez, M., Reina, J. C., Solano, E., & ererer. (2010). *Influencia de la tasa de aditivos superplastificantes, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido*. El Salvador. Obtenido de http://ri.ues.edu.sv/2242/1/Influencia_de_la_tasa_de_aditivo_superplastificante%20C_en_las_propiedades_del_concreto_de_alta_resistencia_en_estado_fresco_y_endurecido.pdf
- Sika. (Diciembre de 2014). Aditivos para concreto. *Construyendo confianza*. Obtenido de [file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO%20(1).pdf)
- Sikament®-290N. (s.f.). *Hoja tecnica Sikament®-290N*. Obtenido de [file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/HT%20-%20Sikament%20290N%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/HT%20-%20Sikament%20290N%20(1).pdf)
- Silva , D. (2015). Propiedades del hormigón endurecido. *El hormigón*. Obtenido de <http://elhormigonysuspropiedades.blogspot.com/p/propiedades-del-hormigon-endurecido.html>
- Silva, J. (2016). ¿Que es la patologia del concreto? *Blog 360° en concreto*. Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/la-patologia-del-concreto/>

ANEXOS

Anexo 1. Formatos de laboratorio

Análisis granulométrico del agregado fino



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS:

"EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, LAMBAYEQUE. 2018"

TESISTAS:

Huamán Manayay Ebert Carlos
Llanos Dávila Laddy Edith

UBICACIÓN:

Pimentel, Chiclayo, Lambayeque

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

Peso inicial 504.0

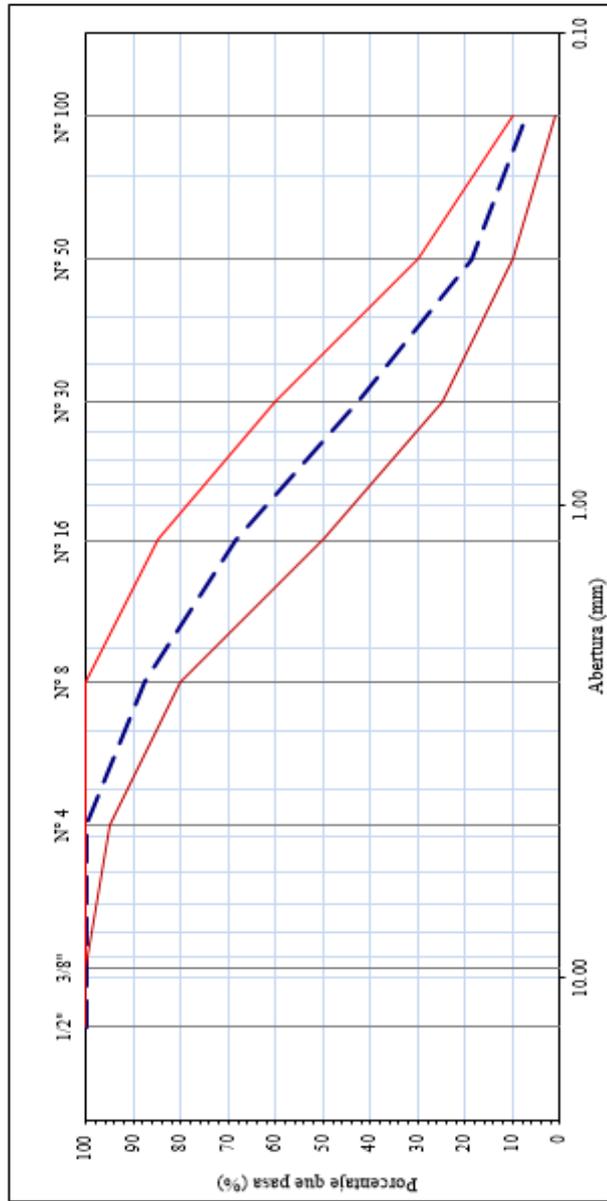
Muestra La Victoria - Patapo

Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenico	Retenido	Que pasa
1/2"	12.700	0.0	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.520	0.00	0.000	0.000	100.000
N° 004	4.750	0.00	0.000	0.000	100.000
N° 008	2.360	63.00	12.500	12.500	87.500
N° 016	1.180	96.00	19.048	31.548	68.452
N° 030	0.600	130.00	25.794	57.341	42.659
N° 050	0.300	120.00	23.810	81.151	18.849
N° 100	0.150	59.00	11.706	92.857	7.143
FONDO		36.00	7.143	100.000	0.000

Módulo de fineza = 2.754

Aberura de malla de referencia = 4.750

CURVA GRANULOMÉTRICA
AGREGADO FINO



Análisis granulométrico del agregado grueso



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS:

"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, LAMBAYEQUE. 2018"

TESISTAS:

Huamán Manayay Ebert Carlos
Llanos Dávila Laddy Edith

UBICACIÓN:

Pimentel, Chiclayo, Lambayeque

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

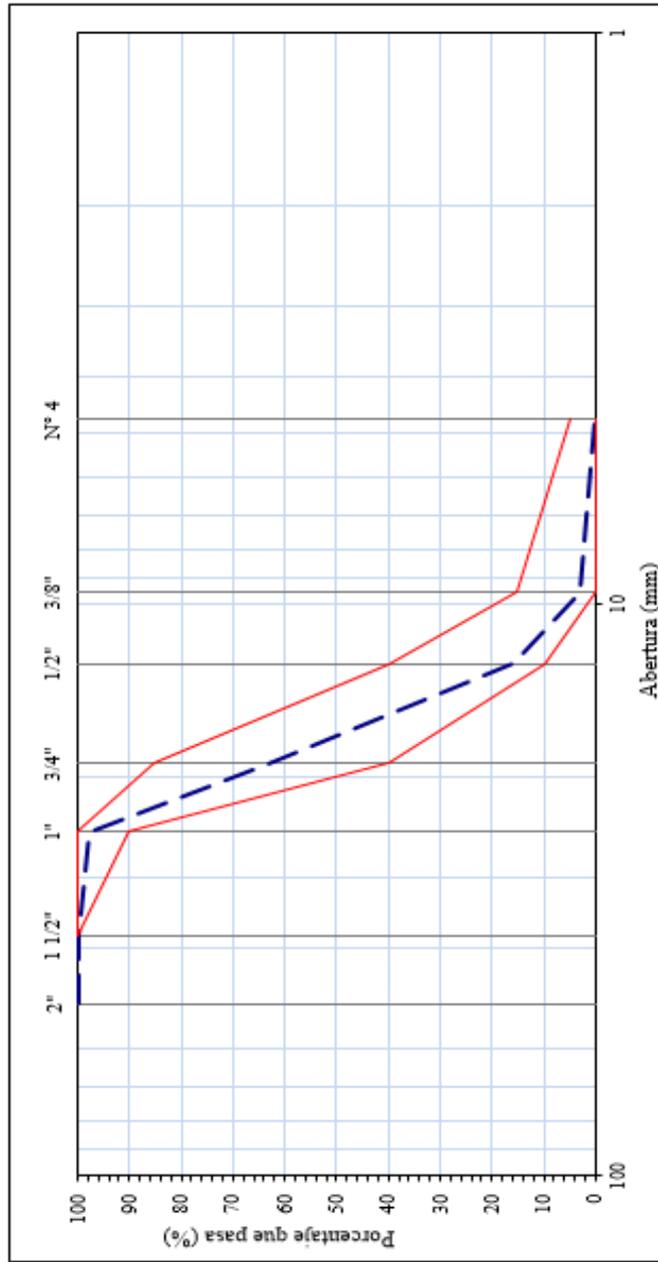
Peso inicial 2000.0

Muestra La Victoria - Patapo

Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
2"	50.000	0.000	0.000	0.000	100.000
1 1/2"	38.000	0.000	0.000	0.000	100.000
1"	25.000	41.000	2.050	2.050	97.950
3/4"	19.000	695.050	34.753	36.803	63.198
1/2"	12.700	953.000	47.650	84.453	15.548
3/8"	9.520	248.000	12.400	96.853	3.148
N° 4	4.750	65.000	3.250	100.103	-0.102
FONDO		0.000	0.000	100.103	-0.102

Tamaño Máximo = **1 1/2"**
Tamaño Máximo Nominal = **3/4"**

CURVA GRANULOMÉTRICA
AGREGADO GRUESO



Peso unitario del agregado fino



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS
SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN
PAVIMENTOS RÍGIDOS, LAMBAYEQUE. 2018

TESISTAS: Huamán Manayay Ebert Carlos
Llanos Dávila Laddy Edith

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

Muestra **La Victoria - Patapo**

1.- PESO UNITARIO SUELTO

		A	B
- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9127	9127
- Peso del recipiente	(gr.)	5342	5342
- Peso de muestra	(gr.)	3785	3785
- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0028	0.0028
- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1339	1339
- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1339	
- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1320	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

		A	B
- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9792	9792
- Peso del recipiente	(gr.)	5342	5342
- Peso de muestra	(gr.)	4450	4450
- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0028	0.0028
- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1574	1574
- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1574	
- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1552	

Peso unitario del agregado grueso



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, LAMBAYEQUE. 2018

TESISTAS: Huamán Manayay Ebert Carlos
Llanos Dávila Laddy Edith

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

Muestra La Victoria - Patapo

1.- PESO UNITARIO SUELTO

		A	B
- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	30430	30430
- Peso del recipiente	(gr.)	11073	11073
- Peso de muestra	(gr.)	19357	19357
- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0139	0.0139
- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1393	1393
- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)		1393
- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)		1387

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

		A	B
- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	32120	32120
- Peso del recipiente	(gr.)	11073	11073
- Peso de muestra	(gr.)	21047	21047
- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0139	0.0139
- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1514	1514
- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)		1514
- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)		1508

Contenido de humedad del agregado fino

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

		A	B
.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	556	556
.- Peso de muestra seca	(gr.)	549	549
.- Peso de recipiente	(gr.)	56.0	56.0
.- Contenido de humedad	(%)	1.4	1.4
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.42	

Contenido de humedad del agregado grueso

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

		A	B
.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1100.0	1100.0
.- Peso de muestra seca	(gr.)	1096.0	1096.0
.- Peso de recipiente	(gr.)	100.0	100.0
.- Contenido de humedad	(%)	0.4	0.4
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.40	

Peso específico y Absorción del agregado fino



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS
SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS,
LAMBAYEQUE. 2018

TESISTAS: Huamán Manayay Ebert Carlos
Llanos Dávila Laddy Edith

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra **La Victoria - Patapo**

I. DATOS

1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500	500
1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	980.0	980.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	677.5	677.5
3.- Peso del agua	(gr)	302.5	302.5
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	666.7	677.5
5.- Peso del frasco	(gr)	177.5	177.5
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	489.2	489.2
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.0	500.0

II .- RESULTADOS

		PROMEDIO		
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.477	2.477	2.477
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.532	2.532	2.532
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	1.120	1.120	1.120
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.199	2.199	2.199

Peso específico y Absorción del agregado grueso



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS
SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS,
LAMBAYEQUE. 2018

TESISTAS: Huamán Manayay Ebert Carlos
Llanos Dávila Laddy Edith

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra **La Victoria - Patapo**

I. DATOS

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	3081.0	3081.0
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	3120.0	3120.0
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	2815.0	2815.0
4.- Peso de la canastilla	(gr)	928.0	928.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1887.0	1887.0

II .- RESULTADOS

				PROMEDIO
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.499	2.499	2.499
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.530	2.530	2.530
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.580	2.580	2.580
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.3	1.3	1.266

Anexo 2. ANÁLISIS DE DOCUMENTOS

Anexo 2.1. Ficha técnica de SIKAMENT®-290N



HOJA TÉCNICA Sikament®-290N

Aditivo Polifuncional para Concreto

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament®-290N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada.

Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo.

Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

Sikament®-290N está particularmente indicado para:

Todo tipo de concretos fabricados en plantas concreteras con la ventaja

de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.

En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.

Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.

Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.

	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras. Reductor de agua.
--	--

NORMAS	Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.
---------------	--

DATOS BÁSICOS

FORMA	<p>ASPECTO Líquido</p> <p>COLOR Pardo oscuro.</p> <p>PRESENTACIÓN Cilindro x 200 L Balde x 20 L Dispenser x 1000 L Granel x 1L</p>
--------------	---

ALMACENAMIENTO	<p>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</p> <p>Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.</p>
-----------------------	--

DATOS TÉCNICOS	<p>DENSIDAD 1,20 kg/L +/- 0,02</p> <p>USGBC VALORACIÓN LEED</p> <p>Sikament® -290 N cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 EQ: 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.</p> <p>Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)</p>
-----------------------	--

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	<p>CONSUMO / DOSIS</p> <p>Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.</p> <p>Como superplastificante: del 0,7 % - 1,4 % del peso del cemento.</p>
-------------------------------	--

MÉTODO DE APLICACIÓN	<p>MÉTODO DE APLICACIÓN</p> <p>Como Plastificante.</p> <p>Debe incorporarse junto con el agua de amasado.</p>
-----------------------------	--

Hoja Técnica
Sikament®-290N
22.01.15, Edición 1.1

2/4

BUILDING TRUST



Como Superplastificante.

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m3 de carga de la amasadora o camión concreto.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 518-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

*La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 10

la misma que deberá ser destruida*

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sikaem®-290N :

1.- SIKa PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKa CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,
Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sikaem®-290N
20.01.15, Edición 1.1

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CQ, Departamento Técnico
Tel: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



© 2014 Sika Perú S.A.



Anexo 2.2. Ficha técnica de CHEMAMENT 400



Hoja Técnica

CHEMAMENT 400

Aditivo súper plastificante para concreto

AD.3.3.3
BMP-V.0

DESCRIPCIÓN	CHEMAMENT 400 es un aditivo súper plastificante, reductor de agua de alto rango para el concreto, usado para la fabricación de concretos de alto desempeño. CHEMAMENT 400 cumple con la especificación ASTM C 494 Tipo A y Tipo F.
--------------------	--

VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">- Por su gran capacidad de reducir el contenido de agua (baja relación de agua-cemento), permite diseñar concreto de altas resistencias así como concreto impermeabilizado.- Permite mantener el slump mayor tiempo, lo que puede ser aprovechado para concreto transportado a distancias prolongadas.- Permite una buena colocación del concreto reduciendo la presencia de grietas (cangrejeras).- Mejora el acabado del concreto.- Mejora la cohesividad de la mezcla de concreto.- Menor costo unitario del concreto (menor requerimiento de cemento).
-----------------	---

USOS	<ul style="list-style-type: none">- Aumenta el asentamiento (slump) permitiendo la obtención de concreto neoplástico.- Reduce la relación agua-cemento permitiendo la obtención de concreto de alta resistencia a la compresión a edades tempranas.- Concreto que requiera ser bombeado.- Concreto pretensado.- Concretos para minería (concreto lanzado). -Morteros fluidos (grouts).
-------------	--

DATOS TÉCNICOS	Densidad: 1.205 ± 0.01 gr/ml Apariencia: Líquido Color: Marrón oscuro
-----------------------	---

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO	<ol style="list-style-type: none">1. Adicionar CHEMAMENT 400 al agua de la mezcla o a la mezcla húmeda de requerirse. En ningún caso adicionar CHEMAMENT 400 sobre la mezcla seca. Se deben preparar mezclas a nivel laboratorio para definir la dosis, de acuerdo al slump /reducción de agua deseado. La dosis podría variar por influencia de las características de los componentes del concreto.2. El concreto elaborado con CHEMAMENT 400, puede ser manejado bajo proceso constructivo convencional.3. Se debe vigilar el correcto proceso de curado a fin de asegurar el desarrollo de propiedades mecánicas en el tiempo.
--	--

RENDIMIENTO	La dosis estándar de CHEMAMENT 400 es de 0.7% a 2.0% del peso del cemento para la obtención de slump de 8 a 11 plg, dependiendo del uso deseado.
--------------------	--

CETOX
CENTRO TECNOLÓGICO S.A.S.
272-23101 999212933

ATENCIÓN AL CLIENTE:
(511) 336-8407

Página 1 de 2



Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMAMENT 400

Aditivo súper plastificante para concreto

ADI-3.3.3
R09 - Y.0

PRESENTACIÓN Envase de 5 gal. (Código: 05006002)
Envase de 55 gal. (Código: 05006003)

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

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES En caso que el concreto con CHEMAMENT 400 requiera otros aditivos, estos deben ser adicionados de forma separada.
En caso de condiciones ambientales de baja temperatura, elevar la temperatura del envase hasta al menos 10 °C, con posterior agitación hasta obtener líquido homogéneo. Evite el burbujeo de aire.

En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).
Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.
No comer ni beber mientras manipula el producto.
Lavarse las manos luego de manipular el producto.
Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo.
Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.
En caso de contacto con los ojos y la piel, lívelos con abundante agua.
Si es ingerido, no provocar vómitos, procurar 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 convenientes, 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.

CETOX
CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.S.
273-3318 | 999012933

ATENCIÓN AL CLIENTE:
(511) 336-8407

Página 2 de 2

Anexo 2.3. Ficha técnica del cemento



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
 Calle La Colónia Nro. 120 Urb. El Vivero de Montecito Santiago de Surco - Lima
 Carretera Panamericana Norte Km. 888 Pacasmayo - La Libertad
 Teléfono 217 - 8000



©-CC-F-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
SiO ₂	%	21.8	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 ² /g	3400	Mínimo 2900
Densidad	g/ml	3.00	NO ESPECÍFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 28 días	MPa (kg/cm ²)	38.5 (371)	Mínimo 12.0 (Mínimo 120)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (kg/cm ²)	34.3 (339)	Mínimo 19.0 (Mínimo 184)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (kg/cm ²)	39.0 (382)	Mínimo 28.0 (Mínimo 268)

Tiempo de Fragado Vicat :

Fragado Inicial	min	130	Mínimo 45
Fragado Final	min	281	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. Manilla Fleitas
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

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

Anexo 3. Ensayos de los agregados

A Granulometría



Figura 47 Tamices 3/8" hasta N°100



Figura 48 Análisis granulométrico de los agregados. Norma N.T.P. 400.012 (Agregado. Fino) y Norma N.T.P. 400.012 (Agregado. Grueso)

B Peso Unitario



Figura 49 Peso Unitario Compactado del Agregado Fino. NTP 400.017



Figura 50 Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso. NTP 400.017

C Peso específico y absorción.



Figura 51 Muestra del agregado fino saturada superficialmente seca



Figura 52 Peso específico del agregado fino. NTP 400.022

Anexo 4. Diseños de mezclas

4.1. Diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, LAMBAYEQUE. 2018

TESISTAS: Huamán Manayay Ebert Carlos
 Llanos Dávila Laddy Edith

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DISEÑO PATRÓN $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'c =$ 210 Kg/cm^2

I.) Datos del agregado grueso La Victoria - Patapo

01.- Tamaño máximo nominal		3/4" pulg.
02.- Peso específico seco de masa		2499 Kg/m^3
03.- Peso Unitario compactado seco		1508 Kg/m^3
04.- Peso Unitario suelto seco		1387 Kg/m^3
05.- Contenido de humedad		0.4 %
06.- Contenido de absorción		1.3 %

II.) Datos del agregado fino La Victoria - Patapo

07.- Peso específico seco de masa		2477 Kg/m^3
08.- Peso unitario seco suelto		1320 Kg/m^3
09.- Contenido de humedad	205	100
10.- Contenido de absorción	20.5	10
11.- Módulo de fineza (adimensional)		2.754

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días		F'_a 294 Kg/cm^2
13.- Relación agua cemento		$R^{a/c}$ 0.558
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua	: Potable de la zona.	197 L/m^3
16.- Contenido de aire atrapado		2.0 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.675 m^3
18.- Peso específico del cemento	Portland tipo I	3150 Kg/m^3
19.- Aditivo Sin Aditivo		0.000 %
20.- Densidad aparente del aditivo		0.00 g/cm^3

IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- Cemento	353	0.112			
b.- agua	197	0.197			
c.- Aire	2.0	0.020		Corrección por humedad	Agua Efectiva
d.- Arena	654	0.264	39	663	5.2
e.- Grava	<u>1017</u>	<u>0.407</u>	61	1021	<u>8.8</u>
	2223	1.000			14

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

Cemento	353	Kg/m ³
Agua	211	L/m ³
Arena	663	Kg/m ³
Grava	1021	Kg/m ³
Sin Aditivo	<u>0.000</u>	L/m ³
	2248	

VI.) Tanda de ensayo

	0.025 m³	
	8.820 kg	F _c cemento (en bolsas)
	5.275 L	R _{a/c} de alseño
	16.572 kg	R _{a/c} de obra
	25.537 kg	Aditivo en Kg/m ³
	<u>0.000</u> L	
	56.203	

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

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	1.88	2.90	25.4	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.14	3.14	25.4	Lts/pie ³

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
0	0.000

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

	Pulg.	mm.
	4	101.6
	3 1/2	88.9
Litros	2.54	

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba		Sin / Corr	Corregida
Nº de molde		2	02
Peso de la muestra + peso del molde	gr.	11943	11943
Peso del molde	gr.	5345	5345
Volumen ó Constante del molde	m ³	0.0028	0.0028
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³	2334	2334

VIII) AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

peso de tanda de ensayo	<u>56.203</u>
Peso unitario de la mezcla teorica	2334
Rendimiento	0.0241

	254		
Ajuste de agua de mezclado	221	Ra/c final	0.598
Ajuste de cantidad de cemento	370	F. Cemento	8.7
Ajuste de grava (húmedo)	1060	% de grava	57
Ajuste de arena (húmedo)	682	% de arena	43
Ajuste por slump	2.54		

CANTIDAD PARA PROBETAS

Materiales	Tanda	
	0.085	
Cemento	31411	gr
Agua	18786	Lt
Arena	57823	gr
Grava	89950	gr

DISEÑO PATRON

F_t = 210 kg/cm²

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	3 1/2 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2334 Kg/m ³
Factor cemento por M ³ de concreto	:	8.7 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.598

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	370 Kg/m ³	Portland tipo I
Agua	221 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	682 Kg/m ³	La Victoria - Patapo
Agregado grueso	1060 Kg/m ³	La Victoria - Patapo

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piera	Agua	
1.0	1.84	2.86	25.4	Lts/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	Arena	Piera	Agua	
1.0	2.10	3.11	25.4	Lts/pie ³

4.2. Diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, LAMBAYEQUE. 2018

TESISTAS: Huamán Manayay Ebert Carlos
 Llanos Dávila Laddy Edith

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DISEÑO PATRÓN $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

I.) Datos del agregado grueso La Victoria - Patapo

01.- Tamaño máximo nominal	3/4" pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2499 Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1508 Kg/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco	1387 Kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.4 %
06.- Contenido de absorción	1.3 %

II.) Datos del agregado fino La Victoria - Patapo

07.- Peso específico seco de masa	2477 Kg/m ³
08.- Peso unitario seco suelto	1320 Kg/m ³
09.- Contenido de humedad	205 100 1.4 %
10.- Contenido de absorción	20.5 10 2.2 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)	2.754

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días	F'_{α}	364 Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento	$R^{a/c}$	0.450
14.- Asentamiento		4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona.		197 L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado		2.0 %
17.- Volumen del agregado grueso		0.675 m ³
18.- Peso específico del cemento Portland tipo I		3150 Kg/m ³
19.- Aditivo Sin Aditivo		0.000 %
20.- Densidad aparente del aditivo		0.00 g/cm ³

IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- Cemento	438	0.139			
b.- agua	197	0.197			
c.- Aire	2.0	0.020		Corrección por humedad	Agua Efectiva
d.- Arena	587	0.237	37	595	4.6
e.- Grava	1017	0.407	63	1021	8.8
	2241	1.000			13

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

Cemento	438	Kg/m ³
Agua	210	L/m ³
Arena	595	Kg/m ³
Grava	1021	Kg/m ³
Sin Aditivo	0.000	L/m ³
	2265	

VI.) Tanda de ensayo

	0.025 m ³
10.944 kg	F/cemento (en bolsas) 10.3
5.262 L	R a/c de diseño 0.450
14.878 kg	R a/c de obra 0.481
25.537 kg	Aditivo en Kg/m ³ 0.000
0.000 L	
56.620	

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

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	1.36	2.33	20.4	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	1.55	2.53	20.4	Lts/pie ³

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
0	0.000

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

	Pulg.	mm.
	4	101.6
	3 1/2	88.9
Litros	2.54	

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	2	02
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 11923	11923
Peso del molde	gr. 5366	5366
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0028	0.0028
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2319	2319

VIII) AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

peso de tanda de ensayo	56.620
Peso unitario de la mezcla teorica	2319
Rendimiento	0.0244

	254
Ajuste de agua de mezclado	218
Ajuste de cantidad de cemento	453
Ajuste de grava (húmedo)	1046
Ajuste de arena (húmedo)	602
Ajuste por slump	2.54

Ra/c final	0.481
F. Cemento	10.7
% de grava	57
% de arena	43

CANTIDAD PARA PROBETAS

Materiales	Tanda	
	0.085	
Cemento	38459	gr
Agua	18490	Lt
Arena	51059	gr
Grava	88733	gr

DISEÑO PATRON

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	3 1/2 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2319 Kg/m ³
Factor cemento por M ³ de concreto	:	10.7 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.481

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	453 Kg/m ³	Portland tipo I
Agua	218 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	602 Kg/m ³	La Victoria - Patapo
Agregado grueso	1046 Kg/m ³	La Victoria - Patapo

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piera	Agua	
1.0	1.33	2.31	20.4	Lts/pe ³

Proporción en volumen:

Cemento	Arena	Piera	Agua	
1.0	1.51	2.50	20.4	Lts/pe ³

4.3. Diseño de mezcla del concreto patrón $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$



FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES SIKAMENT®-290N Y CHEMAMENT 400 EN PAVIMENTOS RÍGIDOS, LAMBAYEQUE. 2018

TESISTAS: Huamán Manayay Ebert Carlos
 Llanos Dávila Laddy Edith

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DISEÑO PATRÓN $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$

I.) Datos del agregado grueso La Victoria - Patapo

01.- Tamaño máximo nominal			3/4" pulg.
02.- Peso específico seco de masa			2499 Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco			1508 Kg/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco			1387 Kg/m ³
05.- Contenido de humedad			0.4 %
06.- Contenido de absorción			1.3 %

II.) Datos del agregado fino La Victoria - Patapo

07.- Peso específico seco de masa			2477 Kg/m ³
08.- Peso unitario seco suelto			1320 Kg/m ³
09.- Contenido de humedad	205	100	1.4 %
10.- Contenido de absorción	20.5	10	2.2 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)			2.754

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días			F'_a	448 Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento			$R^{a/c}$	0.382
14.- Asentamiento				4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua		: Potable de la zona.		197 L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado				0 %
17.- Volumen del agregado grueso				0.675 m ³
18.- Peso específico del cemento		Portland tipo I		3150 Kg/m ³
19.- Aditivo Sin Aditivo				0.000 %
20.- Densidad aparente del aditivo				0.00 g/cm ³

IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- Cemento	516	0.164			
b.- agua	197	0.197			
c.- Aire	2.0	0.020		Corrección por humedad	Agua Efectiva
d.- Arena	525	0.212	34	533	4.2
e.- Grava	<u>1017</u>	<u>0.407</u>	66	1021	<u>8.8</u>
	2258	1.000			13

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

Cemento	516	Kg/m ³
Agua	210	L/m ³
Arena	533	Kg/m ³
Grava	1021	Kg/m ³
Sin Aditivo	<u>0.000</u>	L/m ³
	2280	

VI.) Tanda de ensayo

	0.025 m³
F/cemento (en bolsas)	12.1
R _{a/c} de diseño	0.382
R _{a/c} de obra	0.407
Aditivo en Kg/m ³	0.000
	57.003

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

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	1.03	1.98	17.3	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	1.18	2.15	17.3	Lts/pie ³

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
0	0.000

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño
Slump obtenido en comprobación
Ajuste de cantidad de agua

	Pulg.	mm.
	4	101.6
	3 1/2	88.9
Litros	2.54	

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba		Sin / Corr	Corregida
Nº de molde		2	02
Peso de la muestra + peso del molde	gr.	11780	11780
Peso del molde	gr.	5454	5454
Volumen ó Constante del molde	m ³	0.0028	0.0028
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³	2238	2238

VIII) AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

peso de tanda de ensayo	57.003
Peso unitario de la mezcla teorica	2238
Rendimiento	0.0255

	254
Ajuste de agua de mezclado	209
Ajuste de cantidad de cemento	512
Ajuste de grava (húmedo)	1002
Ajuste de arena (húmedo)	515
Ajuste por slump	2.54

R _{a/c} final	0.407
F. Cemento	12.1
% de grava	57
% de arena	43

CANTIDAD PARA PROBETAS

Materiales	Tanda	
	0.085	
Cemento	43440	gr
Agua	17688	Lt
Arena	43648	gr
Grava	85033	gr

DISEÑO PATRON $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	3 1/2 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2238 Kg/m ³
Factor cemento por M ³ de concreto	:	12.1 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.407

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	512 Kg/m ³	Portland tipo I
Agua	209 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	515 Kg/m ³	La Victoria - Patapo
Agregado grueso	1002 Kg/m ³	La Victoria - Patapo

Proporción en peso:

Cemento	Arena	Piera	Agua	
1.0	1.00	1.96	17.3	Lts/pie ³

Proporción en volumen:

Cemento	Arena	Piera	Agua	
1.0	1.15	2.12	17.3	Lts/pie ³

Anexo 5. Ensayos de concreto en estado fresco



Figura 53 Verificación del asentamiento del concreto. NTP 339.035



Figura 54 Contenido de aire atrapado en el concreto. NTP 334.089



Figura 55 Peso unitario del concreto fresco. NTP 400.017

Anexo 6. Ensayos del concreto en estado endurecido



Figura 56 Resistencia a la compresión. NTP 339.034



Figura 57 Resistencia a la flexión. NTP 339.078



Figura 58 Resistencia a la tracción NTP 339.084



Figura 59 Ensayo de módulo de elasticidad ASTM C-469

Anexo 7. Panel fotográfico



Figura 60 Aditivos superplastificantes



Figura 61 Vaciado de probetas



Figura 62 Probetas



Figura 63 Desencofrado de probetas



Figura 64 Curado de probetas



Figura 65 Ensayo módulo de elasticidad ASTM C-469



Figura 66 Ensayo módulo de elasticidad ASTM C-469

Anexo 8. Presupuesto

MATERIALES

Descripción	Und.	Metrado	costo unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
MAQUINA MODULO DE ELASTICIDAD		1.00	1,120.00	1,120.00
CEMENTO PORTLAND TIPO 1	bol	30.00	25.00	750.00
ARENA GRUESA	m3	1.00	50.00	50.00
PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3	1.00	72.00	72.00
MOLDE DE PROBETAS	und	70.00	10.00	700.00
ADITIVO SIKAMENT 290N	und	1.00	60.00	60.00
ADITIVO CHEMAMENT 400	und	1.00	50.00	50.00
			Sub total :	2,802.00

Fuente: Elaboración propia

ENSAYOS

	Cantidad	Precio Unitario S/.	Sub total S/.
contenido de humedad del agregado fino y grueso	2	10	20.00
análisis granulométrico por tamizado del agregado fino y grueso	2	25	50.00
Peso específico y absorción del agregado fino	1	30	30.00
Peso específico y absorción del agregado grueso	1	30	30.00
Peso unitario suelto del agregado fino y grueso	2	30	60.00
Peso unitario varillado del agregado fino y grueso	2	30	60.00
Diseño de mezclas de concreto patrón	3	201	603.00
Diseño de mezclas de concreto con aditivo	18	350	6300.00
Resistencia a la compresion	189.00	15.00	2835.00
Resistencia a la flexion	63.00	20.00	1260.00
Resistencia a la traccion	63.00	15.00	945.00
Modulo de Elasticidad	63.00	25.00	1575.00
		Sub total :	13768.00

Fuente: Elaboración propia

OTROS GASTOS	CANTIDAD	costo unitario (S/.)	Costo parcial (S/.)
Copias e impresiones	1	300.00	300.00
Pasajes	1	500.00	500.00
Recipiente para curado	1	200.00	200.00
Otros	1	400.00	400.00
		Sub total :	1,400.00
TOTAL			17,970.00

Fuente: Elaboración propia

