



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS ADITIVOS
SIKAMENT TM -140 Y CHEMAMENT 440 EN LA
ELABORACIÓN DE CONCRETO PARA ZONAS DE CLIMA
CÁLIDO-DESÉRTICO EN CHICLAYO-LAMBAYEQUE”**

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

Autores:

Bach. Llamo Fustamante, Lenin Smith

Bach. Rodriguez Picon, Santos Felipe

Asesor:

Dra. Sotomayor Nunura, Gioconda del Socorro

Línea de Investigación:

**Ingeniería de procesos – Gerencia e Ingeniería de la
construcción**

Pimentel - Perú

2018

**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS ADITIVOS SIKAMENT TM -140 Y
CHEMAMENT 440 EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO PARA ZONAS DE
CLIMA CÁLIDO-DESÉRTICO EN CHICLAYO-LAMBAYEQUE”**

Aprobado por:

**Dra. Sotomayor Nunura Gioconda del Socorro
Asesor de Investigación**

**Dr. Coronado Zuloeta Omar
Presidente de Jurado de Tesis**

**Ing. Ruíz Saavedra Nepton David
Secretario de Jurado de Tesis**

**Mg. Ballena Del Río Pedro Manuel
Vocal de Jurado de Tesis**

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios,

A mis padres, a mis hermanos, familiares y amigos,

a Dios por haber sido mí soporte en los momentos más difíciles de mi vida, emocional, social, personal y de estudiante, porque con sabiduría y sus bendiciones guío mis pasos por las sendas del buen camino hasta llegar a la meta final, a mis padres por el gran apoyo integro e incondicional en todo momento y durante el tiempo de mis estudios, velando a cada momento por mi bienestar económico y emocional, hasta cumplir con mi objetivo final, a mis hermanos, familiares y amigos por todos sus consejos de ayuda moral, haciendo que cada día me fortalezca de su energía positiva, que sirvió de gran ayuda para llegar a cumplir la recta final de mi carrera profesional.

Santos Felipe

Dedico esta tesis a Dios,

a mi madre, amigos y familiares,

a Dios por haber sido mí guía espiritual en los momentos más difíciles de mi vida, a mi madre por ser el apoyo firme en mi crecer como persona, por sus consejos y su apoyo incondicional que me ha brindado para lograr mis metas, amigos y familiares por todos sus consejos incondicionalmente haciendo que cada día me fortalezca como persona, que me sirvió de gran ayuda para llegar a cumplir el gran objetivo de mi carrera profesional.

Lenin Smith

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por darnos la vida, sabiduría, inteligencia, fuerzas, y por ser nuestra fuente de fortaleza a cada instante de nuestras vidas.

Al M.Sc. Ing. Marín Bardales Noe Humberto, por su apoyo y experiencia incondicional en el proceso metodológico, procedimiento de desarrollo y guía para la elaboración de nuestro proyecto de investigación (tesis).

A nuestra casa de estudios, Universidad Señor de Sipán (USS), a nuestra Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, y a la Escuela Académico Profesional De Ingeniería Civil, al Tec. Wilson Olaya Aguilar del Laboratorio de Ensayo de Materiales, a la doctora Msc. Ana María Guerrero Millones, al Dr. Ing. Omar Coronado Zuloeta, y a todo el staff de distinguidos profesionales de nuestra formación académica por brindarnos sus conocimientos, facilidades para poder desarrollar nuestro proyecto de tesis.

A todos los compañeros y amigos, que de una y otra forma nos apoyaron y colaboraron desinteresadamente en el desarrollo de nuestro proyecto (tesis).

Los autores

ÍNDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	IX
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.2 TRABAJOS PREVIOS.....	19
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	25
1.4 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	51
1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	52
1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	52
1.7 HIPÓTESIS.....	53
1.8 OBJETIVOS.....	53
II. MATERIAL Y MÉTODO	56
2.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	56
2.2 METODOS DE INVESTIGACIÓN.....	58
2.3 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	58
2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	64
2.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	65
2.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	69
2.7 ASPECTOS ÉTICOS.....	69
III. RESULTADOS	73
3.1 DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS (GRANULOMETRÍA, PESO UNITARIO, CONTENIDO DE HUMEDAD, PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN).....	73
3.2 ELABORAR DISEÑOS DE MEZCLAS PATRÓN, PARA RESISTENCIAS ESPECIFICADAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c) DE 280, 350 Y 420 KG/CM ²	89
3.3 ELABORAR LAS PROPORCIONES (PESO Y VOLUMEN) DEL CONCRETO PATRÓN Y DEL CONCRETO CON ADITIVOS SIKAMENT TM-140 Y CHEMAMENT 440 PARA RESISTENCIAS ESPECIFICADAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c) DE 280, 350 Y 420 KG/CM ²	92
3.4 EVALUAR LA EFICIENCIA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS PATRÓN Y DE LOS DISEÑOS CON ADITIVOS SIKAMENT TM-140 Y CHEMAMENT 440.....	98
3.5 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO PATRÓN Y DEL CONCRETO CON ADITIVOS SIKAMENT TM-140 Y CHEMAMENT 440.....	114
IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	118
4.1. DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS.....	118
4.2. ELABORAR DISEÑOS DE MEZCLAS PATRÓN.....	119
4.3. PROPORCIONES DE PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE LA MEZCLA PATRÓN Y DEL DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVOS SIKAMENT TM-140 Y CHEMAMENT 440.....	119
4.4. PROPIEDADES DEL CONCRETO.....	120
4.5. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO.....	125

V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
5.1	CONCLUSIONES	127
5.2	RECOMENDACIONES	128
VI.	BIBLIOGRAFÍA	129

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PROMEDIO DE TEMPERATURA NORMAL PARA CHICLAYO.	16
FIGURA 2. PROMEDIO DE TEMPERATURA NORMAL PARA CHICLAYO.	17
FIGURA 3. LOSA CON PRESENCIA DE CANGREJERAS. OBRA: EDIFICIO DE 3 NIVELES, BIBLIOTECA MUNICIPAL, CHICLAYO.	18
FIGURA 4. COLUMNA CON PRESENCIA DE CANGREJERAS. TRUJILLO.	19
FIGURA 5. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN.	26
FIGURA 6. GRUPOS DE CLIMAS EN EL MUNDO SEGÚN KÖPPEN.	27
FIGURA 7. CRONOGRAMA CHICLAYO.	29
FIGURA 8. DIAGRAMA DE TEMPERATURA CHICLAYO.	30
FIGURA 9. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS LEYES DE FERET, DONDE SE MUESTRA LAS LÍNEAS DE IGUAL COMPACIDAD EN LA MEZCLA DE AGREGADOS DONDE G: GRUESOS, M: MEDIANO, F: FINOS.	34
FIGURA 10. SALES DE FORMALDEHÍDO – MELANINA SULFONATO.	41
FIGURA 11. POLIMERIZACIÓN DEL ÁCIDO SULFÓNICO.	42
FIGURA 12. MAPA DE LA UBICACIÓN DE LA CIUDAD DE CHICLAYO.	51
FIGURA 13. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS.	68
FIGURA 14. JUEGO DE TAMICES O MALLAS, N°3/8” HASTA N°100.	73
FIGURA 15. DETALLE DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO.	75
FIGURA 16. JUEGO DE TAMICES O MALLAS, N°2 HASTA N°4.	76
FIGURA 17. DETALLE DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO.	77
FIGURA 18. MOLDE CON AGREGADO FINO PARA OBTENCIÓN DEL PESO UNITARIO.	78
FIGURA 19. MOLDE CON AGREGADO GRUESO PARA OBTENCIÓN DEL PESO UNITARIO.	79
FIGURA 20. MUESTRA DEL AGREGADO FINO SATURADA POR 24H.	81
FIGURA 21. MUESTRA DEL AGREGADO FINO SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA.	81
FIGURA 22. VOLUMEN DEL AGREGADO FINO POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO.	82
FIGURA 23. MUESTRA SECA DEL AGREGADO FINO DESPUÉS DE 24H DE COLOCADO EN EL HORNO.	82
FIGURA 24. MUESTRA DEL AGREGADO GRUESA SATURADA POR 24H.	84
FIGURA 25. SECADO DEL AGUA DE LA SUPERFICIE DE LAS PARTÍCULAS DEL AGREGADO GRUESO.	84
FIGURA 26. MUESTRA DEL AGREGADO GRUESO EN CANASTILLA SUMERGIDA EN AGUA.	85
FIGURA 27. MUESTRA SECA EL AGREGADO GRUESO DESPUÉS DE 24H DE COLOCADO EN EL HORNO.	85
FIGURA 28. MUESTRA DEL AGREGADO FINO SECADA AL HORNO POR 24H.	87
FIGURA 29. MUESTRA DEL AGREGADO GRUESO SECADA AL HORNO POR 24H.	88
FIGURA 30. ASENTAMIENTO POR DISEÑO DE MEZCLA Y ADICIÓN DE ADITIVOS.	98
FIGURA 31. PESO UNITARIO POR DISEÑO DE MEZCLA Y ADICIÓN DE ADITIVOS.	100
FIGURA 32. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO POR DISEÑO DE MEZCLA Y ADICIÓN DE ADITIVOS.	101
FIGURA 33. OBTENCIÓN DE LA EXUDACIÓN.	103
FIGURA 34. PORCENTAJE DE EXUDACIÓN DE F´C 280.	104
FIGURA 35. PORCENTAJE DE EXUDACIÓN DE F´C 350.	104
FIGURA 36. PORCENTAJE DE EXUDACIÓN F´C=420.	105
FIGURA 37. ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO CON EL EQUIPO DEL PENETRÓMETRO.	106
FIGURA 38. RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DEL DISEÑO PATRÓN Y CON ADITIVO.	107
FIGURA 39. TIEMPO DE FRAGUADO.	108
FIGURA 40. ELABORACIÓN DE LOS PANELES.	109
FIGURA 41. FISURÓMETRO Y REGLA DE FISURAS PARA EL CONTROL DE LA FISURACIÓN.	110
FIGURA 42. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL F´C 280 CON Y SIN ADITIVO.	112
FIGURA 43. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL F´C 350 CON Y SIN ADITIVO.	113
FIGURA 44. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL F´C 420 CON Y SIN ADITIVO.	113

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CLIMA EN EL PERÚ SEGÚN KÖPPEN.....	28
TABLA 2 CLIMA EN LAMBAYEQUE SEGÚN KÖPPEN.	29
TABLA 3 TABLA CLIMÁTICA / DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO CHICLAYO.	30
TABLA 4 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ASENTAMIENTO Y REDUCCIONES DE AGUA DE MEZCLAS CON ADITIVO PLASTIFICANTES Y SUPERPLASTIFICANTES.	32
TABLA 5 REDUCCIONES DE AGUA Y ENSAYOS DE ASENTAMIENTO (SLUMP) DE LAS MEZCLAS CON ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES	42
TABLA 6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	60
TABLA 7 NÚMERO DE MUESTRAS A DISEÑAR - PROBETAS.	65
TABLA 8 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO POR TAMIZADO.....	74
TABLA 9 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO POR TAMIZADO.	76
TABLA 10 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO.	78
TABLA 11 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO.....	79
TABLA 12 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.	83
TABLA 13 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....	86
TABLA 14 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.	87
TABLA 15 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO.	88
TABLA 16 CONGLOMERADO DEL ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS.....	88
TABLA 17 DISEÑO DE MEZCLA FINAL CONCRETO PATRÓN DE $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	90
TABLA 18 DISEÑO DE MEZCLA FINAL CONCRETO PATRÓN DE $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	90
TABLA 19 DISEÑO DE MEZCLA FINAL CONCRETO PATRÓN DE $F'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	91
TABLA 20 CONGLOMERADO DEL DISEÑO DEL CONCRETO PATRÓN.....	92
TABLA 21 PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	93
TABLA 22 PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$	93
TABLA 23 PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN $F'c = 420 \text{ kg/cm}^2$	93
TABLA 24 COMPOSICIÓN DE LOS ADITIVOS.....	95
TABLA 25 PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ CON ADITIVO SIKAMENT TM-140 Y CHEMAMENT 440.....	95
TABLA 26 PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN $F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ CON ADITIVO SIKAMENT TM-140 Y CHEMAMENT 440.....	96
TABLA 27 DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO ($F'c$) = 420 kg/cm^2 CON ADITIVO SIKAMENT TM-140 Y CHEMAMENT 440. ...	96
TABLA 28 CONGLOMERADO DE LAS PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN.	97
TABLA 29 CONTROL DE LA TEMPERATURA DE LOS PANELES.....	110
TABLA 30 CONTROL DE LAS FISURAS MÁXIMAS EN LOS PANELES.	111
TABLA 31 COSTO UNITARIO DEL DISEÑO DE CONCRETO DE $F'c 280 \text{ kg/cm}^2$ + ADITIVOS REDUCIENDO EL AGUA CUMPLIENDO SLUMP DE DISEÑO.	114
TABLA 32 COSTO UNITARIO DEL DISEÑO DE CONCRETO DE $F'c 350 \text{ kg/cm}^2$ + ADITIVOS REDUCIENDO EL AGUA CUMPLIENDO SLUMP DE DISEÑO.	115
TABLA 33 COSTO DEL DISEÑO DE CONCRETO DE $F'c 420 \text{ kg/cm}^2$ + ADITIVOS REDUCIENDO EL AGUA CUMPLIENDO SLUMP DE DISEÑO.....	116

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 GUÍAS DE OBSERVACIÓN

ANEXO 2 DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO PATRÓN

ANEXO 3 PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN

ANEXO 4 PROPIEDADES DEL CONCRETO

ANEXO 5 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO PATRÓN Y DEL CONCRETO CON EL USO DE ADITIVOS

ANEXO 6 PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 7 COSTO DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME

ANEXO 8 RESULTADOS (FORMATOS DEL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN)

RESUMEN

En el Perú, en la ciudad de Chiclayo, la elaboración del concreto refleja preocupación en cada ciudadano. Las reducidas posibilidades económicas para contratar técnicos especializados conllevan al incumplimiento de las normas técnicas, los errores más comunes respecto a estructuras radican en su dosificación, vaciado, compactado y trabajabilidad inadecuada.

El clima en los últimos años ha cambiado notoriamente, estas temperaturas generan gran impacto en la elaboración del concreto, siendo cada vez más cálido en zonas donde la temperatura aumenta en las épocas de verano; especialmente en Chiclayo.

El objetivo principal es determinar la eficiencia de los aditivos superplastificantes (Sikament Tm-140 y Chemament 440), en la elaboración de concreto para zonas de clima cálido-desértico en la ciudad de Chiclayo. Esta investigación es del tipo descriptiva, su método de diseño es experimental.

Se realizaron ensayos de los agregados, se elaboró diseños de mezclas con aditivos Sikament Tm-140 y Chemament 440, en proporciones de 0.7, 1.35 y 2.0% respecto al peso del cemento, se evaluó sus propiedades del concreto, se realizó un análisis de costos unitarios en la fabricación del concreto patrón y con aditivos, para resistencias ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm².

Se analizó la eficiencia de los aditivos: El asentamiento es mayor, mejora la trabajabilidad respecto al concreto patrón, el tiempo de fraguado es mayor que el concreto patrón, se elaboró paneles de concreto presentándose mayores fisuras en los paneles que no fueron curados, la resistencia se vio incrementada a mayor dosificación de aditivo respecto al concreto patrón.

PALABRAS CLAVE:

Diseño de mezclas patrón, diseño de mezclas con aditivos, clima cálido-desértico, propiedades físicas y mecánicas, aditivos superplastificantes (Sikament Tm -140 y Chemament 440).

ABSTRACT

In Peru, in the city of Chiclayo, the elaboration of concrete reflects the concern of every citizen. The reduced economic possibilities for hiring specialized technicians lead to non-compliance with technical standards, the most common errors with regard to structures lie in their dosage, emptying, compacting and inadequate workability.

The climate in recent years has changed dramatically, these temperatures will have a great impact on the production of concrete, being warmer and warmer in areas where the temperature increases in the summer months, especially in Chiclayo.

The main objective is to determine the efficiency of the superplasticizing additives (Sikament Tm-140 and Chemament 440) in the production of concrete for hot desert climate zones in the city of Chiclayo. This research is of the descriptive type, its design method is experimental.

Aggregates were tested, mix designs with Sikament Tm-140 and Chemament 440 additives were developed in proportions of 0.7, 1.35 and 2.0% of the cement weight, concrete properties were evaluated, and a unit cost analysis was performed for the manufacture of standard concrete and with additives, for resistances ($f'c$) of 280, 350 and 420 kg/cm².

The efficiency of the additives was analyzed: The settlement is greater, the workability is improved with respect to the standard concrete, the setting time is greater than the standard concrete, concrete panels were made with greater cracks in the panels that were not cured, the resistance was increased with greater dosage of additive with respect to the standard concrete.

KEY WORDS:

Design of standard mixtures, design of mixtures with additives, warm desert climate, physical and mechanical properties, superplasticizing additives (Sikament Tm -140 and Chemament 440).

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática.

1.1.1 A Nivel Internacional:

Organización Meteorológica Mundial (OMM).

El clima en los últimos años ha ido incrementándose notoriamente, siendo estos cada vez más cálidos. En el informe realizado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), ha indicado que entre los años 2011-2015, ha sido uno de los períodos más cálidos del que se hayan tenido registros en todo el mundo, siendo el año 2015 el más cálido jamás registrado hasta la fecha. Así como el período que también fue uno de los más cálidos, registrados en todos los continentes excepto África. En este período hubo una mayor concentración de los gases de efecto invernadero, que alcanzaron niveles récord. (Organización Meteorológica Mundial, 2016)

Estas temperaturas altas dan como resultado episodios como los fenómenos de El Niño y la Niña. Además van acompañados de un aumento en el nivel del mar y la disminución de la extensión del hielo marino, glaciares continentales y capas de hielo en el Ártico y las regiones de alta montaña. Las temperaturas oceánicas también registraron incrementos, siendo los más elevados en un año calendario desde los que se tienen registros. (Organización Meteorológica Mundial, 2016)

En consecuencia estas temperaturas más cálidas en los próximos años, van a generar un gran impacto en el proceso constructivo, sobre todo en la elaboración del diseño de mezclas del concreto, en zonas en donde los climas alcanzan una mayor temperatura en las épocas de verano, lo cual evaporaría más rápidamente el agua del diseño de la mezclas del concreto, de ahí la utilización de los aditivos superplastificantes reductores de agua, que ayudarían en el fraguado, retardando el proceso de endurecimiento del concreto, así como mejorar las propiedades del concreto.

En Colombia:

El concreto como tal a pesar de ser uno de los materiales de mayor uso en la construcción presenta problemas como la fisuración, una baja resistencia a la compresión, exudación, segregación, problemas en la manejabilidad, así como un alto nivel de absorción, y factores que afectan su desempeño y durabilidad. Se hace mención que estos problemas se presentan por la falta de control de calidad tanto en los materiales que componen la mezcla del concreto, así como un mal manejo en el momento de su colocación, fraguado y posteriormente en el curado. (Ocampo Herrera & Macias Pedreros, 2015)

Actualmente en la industria de la construcción colombiana se ha implementado el uso de las adiciones de aditivo en el diseño de mezclas del concreto para mejorar sus propiedades, así como mejorar su desempeño, durante la vida útil, en algunos casos cambiar su apariencia, textura, color, siendo estos últimos netamente estéticos. A pesar de los avances en los últimos años en tecnologías que buscan mejorar el desempeño de concretos, no se ha logrado mitigar los problemas al momento de su elaboración; generando que las estructuras construidas con concreto no cumplan con las requisitos, especificaciones de diseño o de durabilidad esperada, lo que reduce la vida útil de las estructuras, y en algunos casos el colapso de estas aumentando los riesgos para la vida e integridad de los usuarios de las edificaciones y obras en general. (Ocampo Herrera & Macias Pedreros, 2015)

1.1.2 A Nivel Nacional:

De acuerdo a su ubicación latitudinal, el Perú debería tener un clima cálido, húmedo y lluvioso; con abundante vegetación en la costa, sierra y selva, similar al sur de Asia. Sin embargo nuestro país se caracteriza por presentar una variedad climática debido a múltiples factores que poseemos 28 de los 32 tipos climáticos del mundo que equivale al 80%, y de 106 microclimas del mundo, 84 se ubican en el Perú. (Ulloque Sandoval, Puce López, Fabián Ramos, & Pisfil Llontop, 2013)

Las clasificaciones climáticas son variadas teniendo en cuenta distintos criterios (temperatura, precipitación, vegetación, altitud, etc.). En el Perú se observan casi todos los climas del mundo, razón por la cual se le considera con la “síntesis climática mundial”, que está determinado por un sin número de factores propios de cada sector territorial. (Ulloque Sandoval, Puce López, Fabián Ramos, & Pisfil Llontop, 2013)

En Lima la utilización de aditivos se ha extendido a grandes y pequeñas obras. En las distintas zonas del país, afectado por las condiciones variantes del clima, así mismo las complejidades en las obras que se ejecutarán, ha sido esencial el uso de aditivo según el caso: ya sea mejorar las propiedades del concreto trabajabilidad, tiempos de fraguado, resistencia, a las acciones (físicas, mecánicas, químicas, etc.). Aunque las empresas que producen y distribuyen los diferentes aditivos en el país les asignan sus características y determinadas propiedades en sus hojas técnicas, es necesaria la comprobación de estas en laboratorio, así como conocer los efectos no mencionados por estas, para las condiciones propias de los materiales y diferentes climas de nuestro medio. (Loaysa Moreano, 2012)

1.1.3 A Nivel Local:

La Región Lambayeque se localiza en la costa norte del país, abarcando pequeñas áreas andinas al noreste de su territorio, su relieve es poco accidentado, relativamente llano, con pequeñas lomas y planicies elevadas llamadas pampas, formadas por ríos extrazonales que nacen en los contrafuertes andinos es eminentemente costero, ya que el 94% de su superficie se halla en la costa. (Ulloque Sandoval, Puce López, Fabián Ramos, & Pisfil Llontop, 2013)

Lambayeque por estar situado en una zona tropical, cerca del ecuador, el clima es caluroso, húmedo y lluvioso sin embargo su estado sub-tropical, seco sin lluvias, con fuertes vientos denominados ciclones Periódicamente, cada 07, 10, 15, años se presentan temperaturas elevadas, con lluvias regulares y aumento extremado del agua de los ríos, lluvias de las que se tiene referencia desde las épocas precolombinas, como las que refiere la leyenda de Naylamp y se repiten desde 1720 en adelante, Lluvias que siempre han causado destrozos en los cultivos, viviendas, caminos, puentes y han acabado con la vida de animales y personas. (Ulloque Sandoval, Puce López, Fabián Ramos, & Pisfil Llontop, 2013)

La temperatura en verano fluctúa entre 20° C como mínimo y 30° C como máximo; cuando el clima se tropicaliza, la temperatura fluctúa entre 30 - 35° C. En invierno la temperatura mínima es de 15°C y máxima de 24°C. Por lo general a medida que se aleja de la orilla del mar avanzando hacia el este, hasta los 500 m.s.n.m., la T° se va elevando, sintiéndose principalmente a medio día un calor sofocante. (Ulloque Sandoval, Puce López, Fabián Ramos, & Pisfil Llontop, 2013)

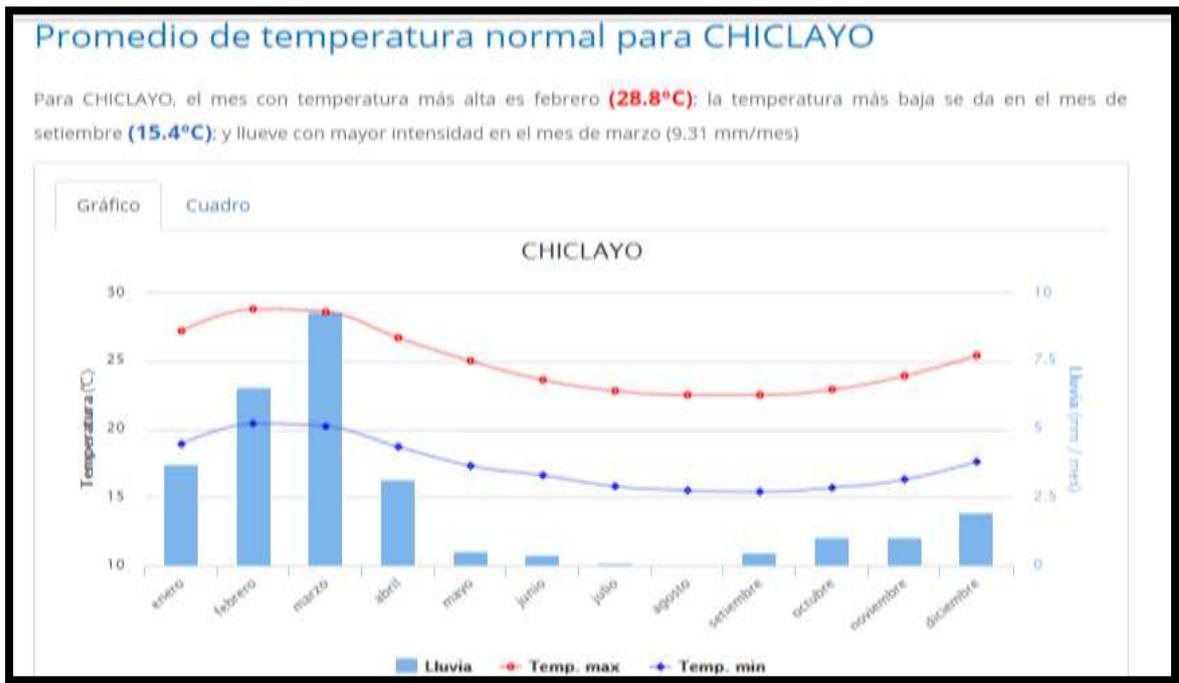


Figura 1. Promedio de temperatura normal para Chiclayo.

Fuente: www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0004



Figura 2. Promedio de temperatura normal para Chiclayo.

Fuente: www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0004

En la región de Lambayeque específicamente en la Ciudad de Chiclayo, en las épocas de verano se llegó a considerables temperaturas altas, lo que hace que el uso de un aditivo superplastificante reductor de agua, sea esencial para mejorar las propiedades en la elaboración de concreto, pero debido a la falta de conocimiento de la población en su parte técnica, muchas veces se elige productos de menor precio en el mercado conllevando a que no lleguen a tener una adecuada función para la cual fueron diseñadas.

Esto se debió a que hay una dosificación inadecuada, mala colocación de concreto dentro de los encofrados, la mala vibración, un mal curado en obra, los tiempos en obra se vuelven más extensos por lo que suele superar su límite de culminación de la obra para la que fue proyectada, es por este sentido que éstas tienden a fallar en los momentos que deberían trabajar como es debido, y esto genera problemas de fisuras, cangrejas, baja resistencia, durabilidad en el concreto, etc.

Se presentaron problemas que mayormente se dan después de la construcción de una obra, esto se debió a una mala ejecución sin una supervisión técnica en la ciudad de Chiclayo.



Figura 3. Losa con presencia de cangrejas. Obra: Edificio de 3 niveles, Biblioteca Municipal, Chiclayo.

Fuente: Elaboración Propia

Las estructuras que se construyeron, ya sea de gran envergadura o viviendas comunes. Se realizaron de forma empírica sin tener un adecuado proceso técnico ni contar con un especialista en su ejecución, por esta razón existe mucha informalidad en las construcciones.

En un estudio de CAPECO en la región Lambayeque, la informalidad en la construcción de viviendas alcanza el 70%, donde el componente de la corrupción está presente; de tal manera que se edifica con planos, sin planos y la que no respeta las normas técnicas. Asimismo, precisó que en la informalidad está el factor de la corrupción, específicamente en las municipalidades, el que se refleja en la mala elaboración de los expedientes técnicos y en la falta de supervisión.

La población trujillana se incrementó con el paso de los años, lo cual generó un crecimiento poco controlado y una mala planificación en el área urbana. La población con menores recursos construyó sus viviendas con sus reducidos medios económicos. Esto conllevó, que no haya una asesoría técnica profesional adecuada en el proyecto como en la construcción, ni con los materiales de calidad idóneos para sus viviendas, esto lleva a que las construcciones sean en su mayor parte informales.

El 75% de edificaciones construidas en los últimos años en Trujillo se hicieron de manera informal, por lo que serían una bomba de tiempo ante un eventual sismo, informó el gerente de Desarrollo Urbano de la comuna de Trujillo, Ernesto Villanueva.



Figura 4. Columna con presencia de cangrejas. Trujillo.

Fuente: Laucata Luna, 2013

El presidente de la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco), Enrique Espinosa, advirtió que el 70 por ciento de las viviendas en Lima son vulnerables ante un eventual sismo de gran magnitud pues son construidas de manera informal, sin seguir normas técnicas.

1.2 Trabajos Previos.

Alonso López (2011) con su tesis doctoral titulado “Comportamiento y compatibilidad de cementos y aditivos superplastificantes basados en policarboxilatos. Efecto de la naturaleza de los cementos y estructura de los aditivos”. Donde su objetivo principal es estudiar el comportamiento entre diferentes cementos normalizados (con distinta finura, contenido en aluminatos, adiciones minerales y composición mineralógica) y aditivos superplastificantes basados en éteres policarboxilatos (PCE) con diferente estructura molecular.

Sus principales conclusiones fueron: La característica estructural de los aditivos, empleados en esta Tesis Doctoral, que afecta principalmente a la adsorción de los mismos sobre pastas de cemento es el contenido de grupos carboxilatos; siendo mayor la adsorción cuanto mayor es el contenido de estos grupos. La secuencia de adsorción de mayor a menor en los aditivos superplastificantes utilizados en esta Tesis Doctoral es: SP1 > SP2 > SP3 > SP4. Estos estudios demuestran que la compatibilidad entre aditivos y cementos con adiciones depende de la naturaleza de la adición mineral.

Los aditivos basados en PCE producen retraso en los procesos de hidratación de los cementos, siendo este efecto mayor cuanto mayor es la dosificación del aditivo. Los aditivos con mayor contenido en grupos carboxilatos son los que más retrasan los procesos reactivos. Este retraso inducido por los aditivos PCE se observa con todos los cementos basados en Portland; siendo más significativo con el cemento CEM III/B a dosificaciones de tan sólo 0,2 mg PC/g cemento.

Los aditivos PCE reducen el contenido de agua necesaria para preparar morteros de cemento con igual consistencia. Este efecto se ha observado con todos los cementos empleados en este estudio. Las características estructurales de los aditivos y la naturaleza de los cementos afectan de diferente manera a esa reducción de agua. En los cementos basados en Portland el aditivo SP3 es el que más reduce la relación agua/cemento; mientras que el aditivo que menos reduce dicha relación es el SP4. En los morteros de CAC todos los aditivos reducen el contenido de agua en cantidades semejantes.

García Guillén (2011) con su tema de investigación “Estudio del proceso de hidratación de pastas de cemento portland reemplazadas con escoria granulada de alto horno, ceniza volante y metacaolín, utilizando dos aditivos superplastificantes” donde su objetivo principal es evaluar las propiedades de pastas de cemento Portland parcialmente reemplazadas con escoria de alto horno, ceniza volante y caolín térmicamente activado (metacaolín), utilizando altos niveles de reemplazo y dos aditivos superplastificantes base policarboxilato e investigando las propiedades físicas, químicas, mecánicas, formación de fases y microestructura de las pastas, siendo su técnica de investigación experimental.

Llegaron a las siguientes conclusiones: El aditivo SP1 y el aditivo SP2 resultaron ser una mezcla de polímeros de distinta composición química, sin embargo, la principal diferencia que se estableció entre ellos fue el enlace adicional de C-O del grupo funcional éter para el aditivo SP2, y el enlace adicional C=O de sales tipo carboxilato en el aditivo SP2. El aditivo SP1 mejoró el proceso de hidratación de las pastas de CP reemplazadas con CV, EGAH y MK, con reemplazos altos de EGAH y bajos de MK, mostrando mayor calor de hidratación en el pico principal de la curva de evolución de calor de hidratación, así como también promovió la hidratación de la EGAH, favoreciendo la formación de la fase hidrotalcita en la pasta de CP reemplazada con 45% de EGAH, y en las pastas de CP reemplazadas con CV, EGAH y MK.

El aditivo SP2 promovió la hidratación del MK, favoreciendo la formación de la fase estratlingita a uno y 28 días de curado, siendo más significativo a mayor nivel de reemplazo de MK, favoreció la formación de etringita en las pastas con reemplazo del 15% de MK a un día de curado, a 28 días de curado no se identificó esta fase.

Reina Cardoza, Sanchez Blanco y Solano Quintanilla (2010) en su proyecto de investigación “Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido” siendo su objetivo principal determinar la Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido.

La metodología a seguir para desarrollar el trabajo es experimental de laboratorio, con este fin, se establecen parámetros fijos y parámetros variables que permitan llevar un procedimiento de manera ordenada y que puedan servir de guía para explicar las posibles variaciones que se presenten en los resultados de las diferentes pruebas a realizar.

Llegaron a concluir lo siguiente: El aditivo utilizado en esta investigación, si cumple su función como superplastificante para las tasas de dosificación comprendidas en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento, brindando valores de revenimiento en el rango establecido de 5 a 8 pulgadas. Las mezclas elaboradas en esta investigación presentaron una trabajabilidad y cohesividad adecuada las cuales se determinaron a través del parámetro de revenimiento, obteniendo valores de revenimiento de 7 a 8 pulgadas en mezclas que no presentaron segregación.

Las tasas de dosificación de aditivo en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento, no influyen en la temperatura de la mezcla de concreto, dado que la temperatura de todas las mezclas varía entre 29 °C y 30 °C, valores que resultaron menores que la temperatura máxima de 32 °C según norma ASTM C-94 (definido en sección 3.6.6 de este documento).

Para la mezcla A (resistencia en estudio de 500 kg/cm^2), a medida se incrementa la tasa de dosificación de aditivo en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento disminuye considerablemente el tiempo de fraguado inicial y final, disminuyendo los valores de la tasa de dosificación de aditivo de 1800 ml/100 kg de cemento respecto a la de 600 ml/100kg de cemento, en 50 y 59 minutos para los tiempos de fraguado inicial y final respectivamente, y comparando la reducción de la tasa de 1200 respecto a la de 600 ml/100 kg de cemento se obtuvo una disminución de 30 y 15 minutos para los tiempos de fraguado inicial y final respectivamente.

Para la tasa de dosificación de aditivo de 1800 ml/100kg de cemento, el aditivo trabaja como superplastificante y reductor de agua de mezclado, de modo que, a medida se incrementa la resistencia en estudio, el porcentaje de reducción de agua de mezclado incrementa dentro del rango de 25.17 a 49.24% en la mezcla. La tasa de dosificación más conveniente para alcanzar la mayor resistencia respecto a la resistencia en estudio 600 kg/cm^2 , es de 600 ml/100 kg de cemento; y para alcanzar la mayor resistencia respecto a la resistencia en estudio 650 kg/cm^2 , es de 600 ml/100 kg de cemento.

Garay Pichardo y Quispe Cotrina (2016) en su tesis nombrado “Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (Reductor de agua de alto rango)”, el objetivo general de la presente tesis es plantear una alternativa que contribuya a mejorar la resistencia a compresión de los concretos elaborados en las obras de autoconstrucción, mediante el empleo de aditivos superplastificantes.

Sus principales conclusiones fueron: La propuesta del uso del aditivo plastificante fue considerada interesante para los maestros de obra, quienes en su mayoría se mostraron abiertos a emplearlo y dispuestos a colaborar con los ensayos programados como parte de la investigación. Por el contrario, a quienes les incomodó el uso de este aditivo fue a los maquinistas, encargados de adicionar el agua de mezcla a la tanda, quienes consideraban que agregar otro elemento les complicaba su trabajo; más aún cuando se tenía que ingresar a su espacio de trabajo para obtener la mezcla con la que se realizaría los ensayos.

Los asentamientos en los Concretos Sin Aditivo fueron muy altos, lo que significa un exceso de fluidez en la mezcla, la mayoría de los casos resultaron tener un Slump mayor a 8 pulgadas (valores de asentamiento que corresponden a concretos con aditivo), con respecto a la relación agua/cemento. Ambos indicadores advierten la alta cantidad de agua que contiene la mezcla. Como consecuencia el concreto sufrirá retracción y fisuración; además el refuerzo estará vulnerable a los agentes de humedad, sales y polución ambiental.

Al incorporar aditivo en la mezcla de concreto, su resistencia característica se incrementó notablemente, ésta aumentó en un 25% en comparación al concreto sin aditivo. El promedio de los valores de resistencias obtenido es de 184 kg/cm^2 , superando la resistencia mínimo recomendada por La Norma. Si bien es cierto, el uso de los aditivos no soluciona el problema de la autoconstrucción; de cualquier modo, éstos ayudan a mitigar y mejorar las propiedades del concreto, aumentando su calidad.

Dávila Campos y Saenz Neria (2013) en su tesis “Propuesta de elaboración de concreto de alta resistencia, con el uso de aditivo superplastificante, adiciones de micro sílice y cemento portland tipo I, en el departamento de Lambayeque – 2012”, el objetivo general es evaluar el uso de aditivo superplastificante y micro sílice en la resistencia a la compresión del concreto. El tipo de investigación es Experimental.

Llegaron a concluir lo siguiente: El precio de este concreto es mucho mayor (53 %) al del concreto convencional (concreto patrón), debido a la incorporación de micro sílices (aditivos); se benefició alcanzando resistencia altas en menor tiempo de lo establecido, así como disminuir las secciones estructurales y la durabilidad que tiene el concreto.

El concreto con aditivo superplastificante con dosis de 1.0% (del peso del cemento) disminuye la cantidad de agua en un 46.88%.

La resistencia a la compresión del concreto se ve incrementada conforme va aumentando su edad:

Concreto patrón a los 28 días = 100% (550 kg/cm^2)

Concreto patrón más dosis de aditivo (1.0%) a los 28 días = 166% (917 kg/cm^2)

Concreto patrón más dosis de aditivo (1.0%) más dosis de micro sílice (10%) a los 28 días = 187% (1023 kg/cm^2).

La alta resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido, se debe a una buena dosificación y al uso de un aditivo superplastificante más el micro sílice.

Rabanal Gonzales y Su Chaquí (2017) en su tema de investigación “Diseño de un concreto autocompactable” el objetivo principal es diseñar un concreto autocompactable para mejorar la calidad de las estructuras de concreto en grandes proyectos de edificación, expandir el conocimiento sobre la utilización de nuevas tecnologías con el uso de aditivos superplastificantes y empezar a desarrollar su expansión para obras de edificación que contengan grandes volúmenes de concreto y se encuentren densamente armadas.

En la presente investigación, se utilizó materiales convencionales para mezcla aparte de un aditivo superplastificante cuya finalidad será diseñar lo que vendrá a ser un concreto autocompactable. Por tal motivo este diseño de investigación viene a ser de tipo: Tecnológica Aplicada. El diseño Experimental trata de analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué lo hacen. Por ahora, simplifiquemos el problema de estudio a una variable independiente y una dependiente.

Sus principales conclusiones fueron: Se determinaron cada una de las proporciones necesarias para el diseño del concreto autocompactable, haciendo alusión específicamente a los materiales utilizados para la mezcla los cuales fueron cemento, agua, arena amarilla, piedra chancada y aditivos (SikaViscocrete 1110 y MicrosíliceSika Fume).

Se ensayó la prueba de ultrasonido, determinando que las propiedades interiores del concreto varían según el tipo de agregado, cantidad de material cementante, tiempo de mezclado que se le atribuye.

Se pudo comprobar que el concreto autocompactable varía en un 19% del concreto convencional con lo que respecta a su evaluación económica.

Según los ensayos realizados para determinar un CAC, con respecto a sus características, se pudo observar que la mejor manera de realizar este concreto es en premezclado, ya que se fragua muy rápido.

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Clasificación Climática de Köppen.

El clima viene hacer el estado característico de la atmósfera cerca de la superficie de la tierra en una determinada zona de la tierra. Se evalúa en ciclos largos en una determinada área (al menos 30 años). Por lo que contiene el patrón general de la región de las condiciones climáticas, las estaciones y los excesivos cambios climáticos (huracanes, las sequías o los períodos lluviosos). Dos de los componentes más importantes que establecen el clima de un área son la temperatura del aire y la precipitación. (Los Tipos, s.f.)

Cuando hablamos de clima, se confunde el término clima con el tiempo atmosférico de un lugar, por lo tanto:

El tiempo es aquella condición de la atmósfera en un momento y lugar determinado. Dicha condición varía; por lo tanto, el tiempo cambia de un momento a otro o de un lugar a otro de la superficie terrestre. Por tal razón se suele emplear términos como ayer, hoy, la semana pasada, etc., Pero hablamos del tiempo no del clima. Siendo términos totalmente diferentes.

El clima por su parte es la que describe la sucesión periódica de los distintos tipos de tiempo que se repiten en una región de forma característica durante un período amplio de tiempo. Mientras el tiempo atmosférico es variable, el clima es estable y permanente.

La clasificación climática según el climatólogo botánico alemán Wladimir Köppen, se basa en el tipo de vegetación en una determinada zona del planeta. Su principal objetivo era plantearse una fórmula que defina claramente los diferentes límites climáticos en el mundo, de manera que haya una relación con las zonas de vegetación (biomas). Köppen anunció su primer esquema en 1900 y una versión reconocida en 1918. Siguió estudiando su sistema de clasificación hasta su muerte en 1940. Hoy en día diversos climatólogos han cambiado algunas características de su sistema de Köppen sobre la base de su práctica en diversas partes del mundo. (Los Tipos, s.f.)

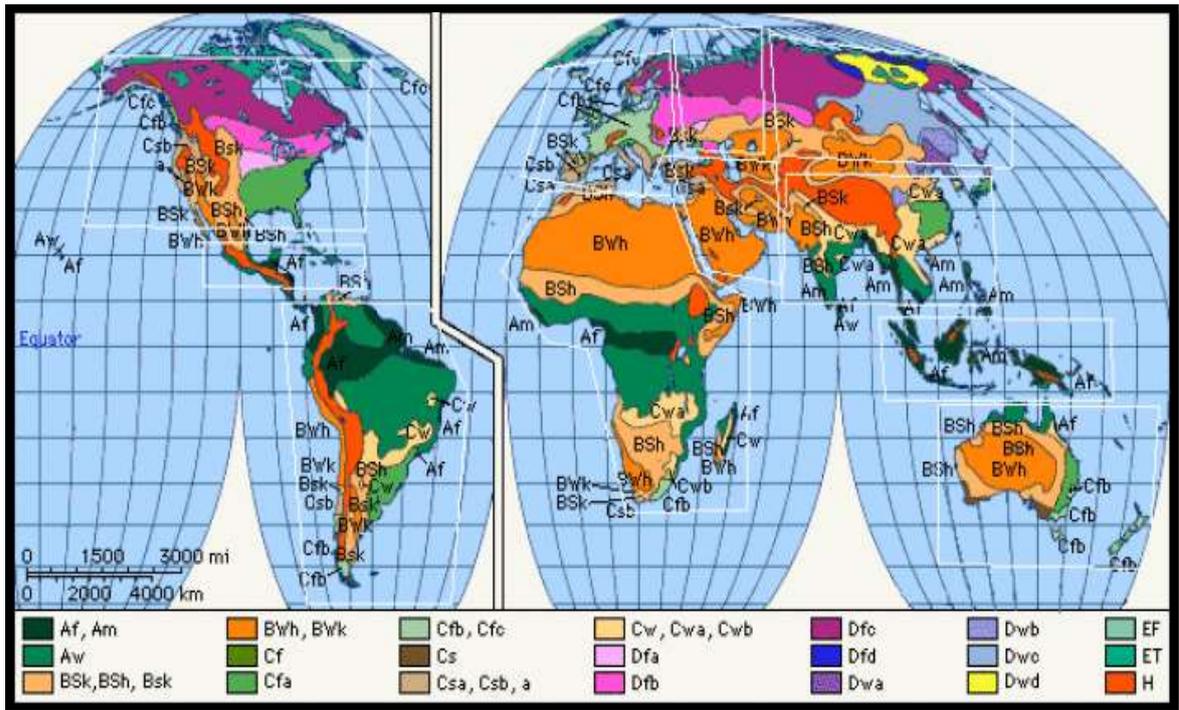


Figura 5. Clasificación climática de Köppen.

Fuente: <https://lostipos.net/koppen>

Según Köppen la clasificación climática, se divide en cinco características principales, que están simbolizados por las letras mayúsculas A, B, C, D y E. Cada uno de estas características del clima, excepto para B, está determinado por criterios de temperatura. Tipo B distingue climas en los que el factor de observación de la vegetación es la sequedad (en lugar de la frialdad). (Los Tipos, s.f.)

La sequedad por lo tanto no es solo una cuestión de precipitación, sino que se delimita por la correlación entre la entrada de precipitación al suelo en el que se desarrollan las plantas y las pérdidas por evaporación. Como la evaporación es difícil de analizar y no es una medida estándar en las estaciones meteorológicas, Köppen se vio obligado a suplir una fórmula que identifica la sequedad en términos de un índice de temperatura-precipitación (es decir, se presume que la evaporación depende de la temperatura). Los climas secos se dividen en subtipos áridos (BW) y semiáridos (BS), y cada uno se puede distinguir más añadiendo un tercer código, h para cálido y k para frío. (Los Tipos, s.f.)

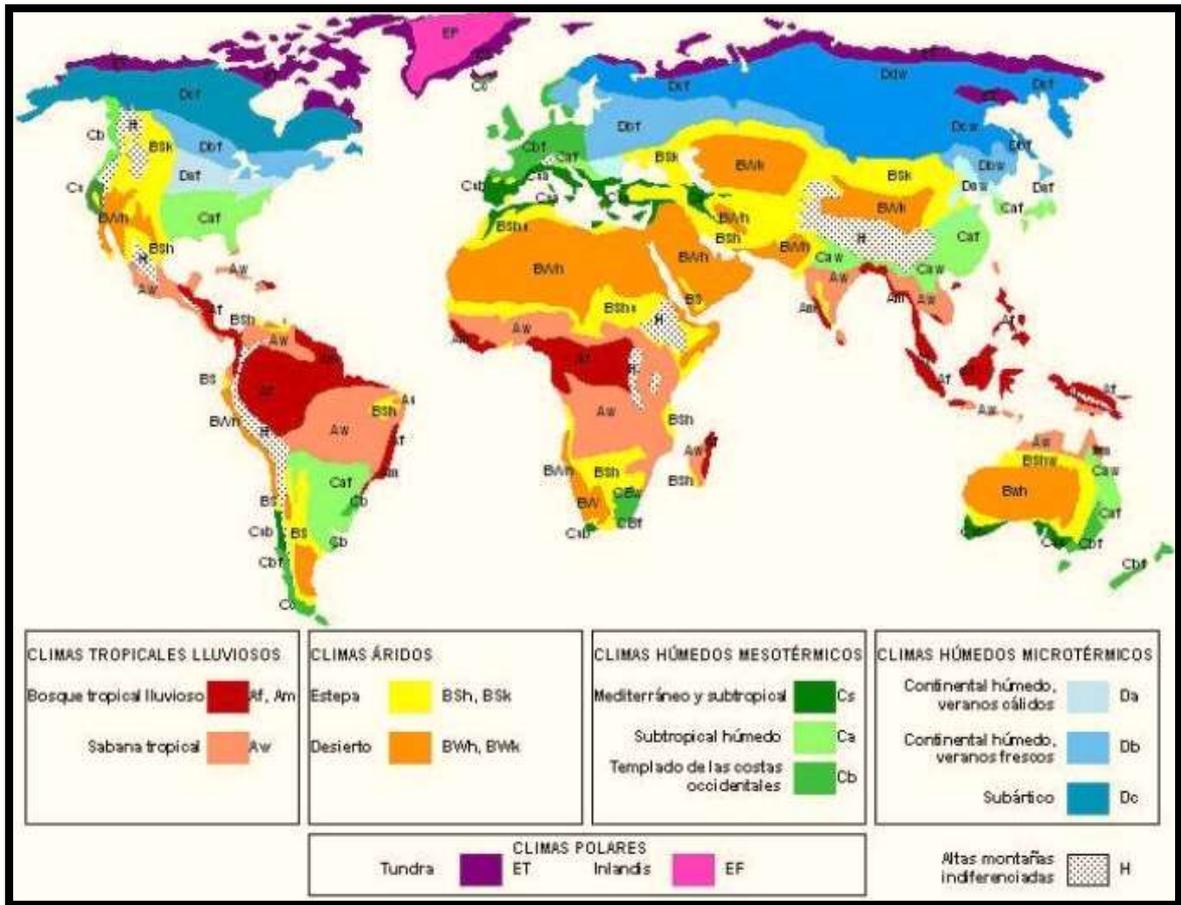


Figura 6. Grupos de climas en el mundo según Köppen.

Fuente: <https://lostipos.net/koppen>

En la representación de la clasificación climática de Köppen se divide los climas en cinco grupos climáticos: A (tropical), B (seco), C (templado), D (continental) y E (polar). La segunda letra muestra el tipo de precipitación estacional, la tercera letra muestra el nivel de calor. (Los Tipos, s.f.)

a) **Clima en el Perú según Köppen:** En el Perú se presenta muchas variedades de clima que se detallan a continuación:

Tabla 1

Clima en el Perú según Köppen.

Clasificación	Contar	Köppen-Geiger	Ejemplos
Clima oceánico	1723	Cfb	Cutervo, Chachapoyas, Celendín, Pampas, Súcota
Los climas calientes del desierto	1174	BWh	Lima, Trujillo, Chiclayo, Piura, Chimbote
Clima de la tundra	1051	ET	Puno, Cerro de Pasco, La Rinconada, Macusani, Juli
Los climas fríos del desierto	721	BWk	Arequipa, Torata, Pariacoto, Vilavilani, Palca
Climas fríos y semiáridos	520	BSk	Santiago de Chuco, Tripartito, Pampa Huyune, Collpa, Maure Pucuyo
Clima oceánico subtropical de alta montaña	479	Cwb	Cuzco, Huaraz, Sicuani, Coracora, San Marcos
Clima de sabana tropical	270	Aw	Bagua Grande, Puerto Esperanza, Iñapari, San Lorenzo, Iberia
Clima de la selva tropical	229	Af	Tarapoto, Yurimaguas, Lagunas, Caballococha, Santa Rosa de Yavari
Clima oceánico subtropical de alta montaña	113	Cwc	Azangaro, Pisacoma Puno Perú, Chupa, Taraco, Qotañe
Clima tropical del monzón	100	Am	Pucallpa, Masisea, Atalaya, Puerto Callao, San Juan
Clima subpolar oceánico	66	Cfc	Pomata, Frontera, Ninantaya, Moho, Vilquechico
Los climas semiáridos calientes	53	BSh	La Florida, Ahuayro, Generosa, Callebamba, Aurora
Clima mediterráneo de verano cálido	15	Csb	Ayabaca, Santo Domingo de Capillas, Ccochapata, Matara, Puquio
Clima subalpino marítimo de verano seco	5	Csc	Chaulisma, Patahuasi, San Luis de Chacma, Cochamarca, Santa Cruz

Fuente. Climate-Data.Org

b) **Clima en Lambayeque según Köppen:** Lambayeque presenta dos climas diferentes:

Tabla 2

Clima en Lambayeque según Köppen.

Clasificación	Contar	Köppen-Geiger	Ejemplos
Los climas calientes del desierto	44	BWh	<u>Chiclayo</u> , <u>Pomalca</u> , <u>Pátapo</u> , <u>Cayaltí</u> , <u>Pucalá</u>
Clima oceánico	2	Cfb	<u>Kañaris</u> , <u>Incahuasi</u>

Fuente. Climate-Data.Org

c) **Clima en Chiclayo según Köppen:** El clima aquí es "desierto". Virtualmente no hay precipitaciones durante el año. De acuerdo con Köppen y Geiger el clima se clasifica como BWh. La temperatura media anual es 22.1 ° C en Chiclayo. En un año, la precipitación media es 21 mm. (Climate-Data.Org, s.f.)

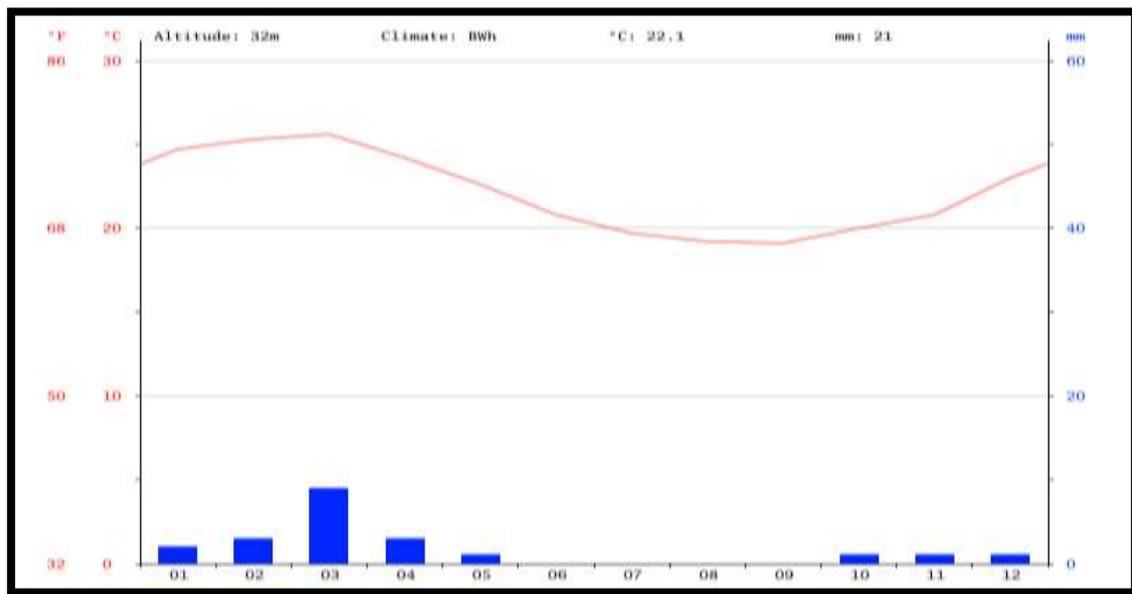


Figura 7. Cronograma Chiclayo.

Fuente: Climate-Data.Org

El mes más seco es junio, con 0 mm de lluvia. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 9 mm.

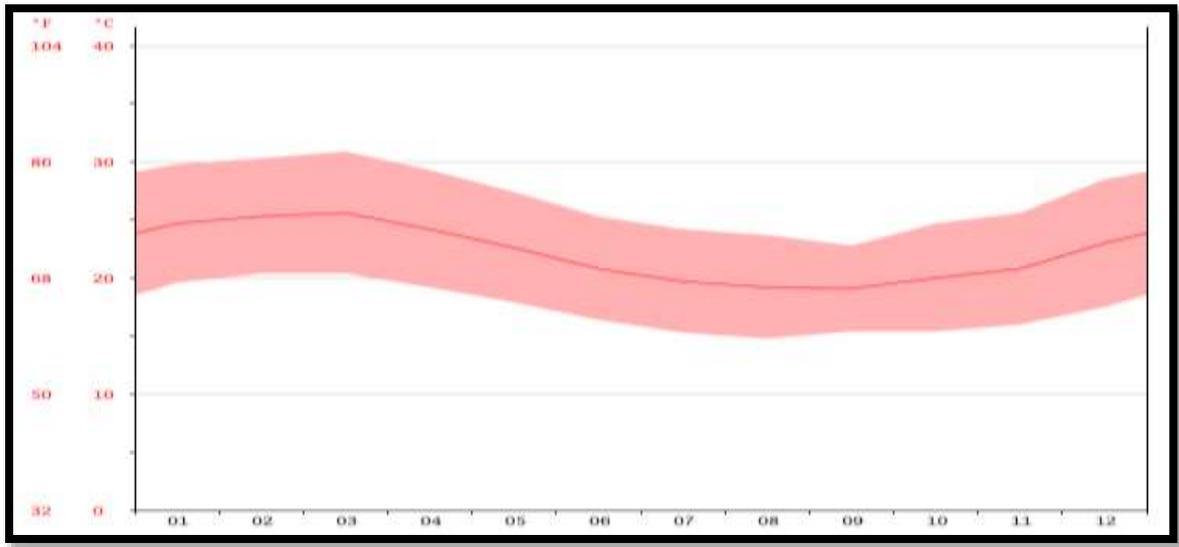


Figura 8. Diagrama de temperatura Chiclayo.

Fuente: Climate-Data.Org

Marzo es el mes más cálido del año. La temperatura en marzo promedios 25.6 ° C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en septiembre, cuando está alrededor de 19.1 ° C. (Climate-Data.Org, s.f.)

Tabla 3

Tabla climática / Datos históricos del tiempo Chiclayo.

	En.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura media (°C)	24.7	25.3	25.6	24.2	22.6	20.8	19.7	19.2	19.1	20	20.8	23
Temperatura min. (°C)	19.6	20.4	20.4	19.2	17.9	16.4	15.3	14.8	15.4	15.4	16	17.5
Temperatura máx. (°C)	29.8	30.3	30.9	29.3	27.4	25.3	24.2	23.7	22.8	24.7	25.6	28.5
Temperatura media (°F)	76.5	77.5	78.1	75.6	72.7	69.4	67.5	66.6	66.4	68.0	69.4	73.4
Temperatura min. (°F)	67.3	68.7	68.7	66.6	64.2	61.5	59.5	58.6	59.7	59.7	60.8	63.5
Temperatura máx. (°F)	85.6	86.5	87.6	84.7	81.3	77.5	75.6	74.7	73.0	76.5	78.1	83.3
Precipitación (mm)	2	3	9	3	1	0	0	0	0	1	1	1

Fuente. Climate-Data.Org

Hay una diferencia de 9 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en las temperaturas durante todo el año es 6.5 ° C.

1.3.2 Teoría de los aditivos para mortero y concreto.

Los aditivos son sustancias químicas que por lo general están en una proporción menor del 5% con respecto a la masa del cemento; diferente a los materiales que compone el concreto (agua, agregados, cemento, fibra de refuerzo), que son adicionados en la elaboración del mezclado, con el propósito de mejorar las características físicas del concreto, y así tener un adecuado comportamiento frente a las necesidades que se tenga en obra por parte del constructor. (Rivera, 2013)

En cierta medida el aditivo no solo va a actuar en la pasta de cemento, también se concentra en los ingredientes de la mezcla como el agregado, el cemento, el agua. En este aspecto influye con mayor razón en las condiciones climatológicas que se encuentre y por las proporciones que va a tener cada uno de los componentes de la mezcla. (Rivera, 2013)

a) CLASIFICACIÓN:

TIPO A - PLASTIFICANTE.

TIPO B - RETARDADOR.

TIPO C - ACELERANTE

TIPO D - PLASTIFICANTE RETARDADOR

TIPO E - PLASTIFICANTE ACELERANTE

TIPO F – SUPERPLASTIFICANTE

TIPO G – SUPERPLASTIFICANTE RETARDADOR

TIPO H – SUPERPLASTIFICANTE ACELERANTE

b) ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES

Los aditivos superplastificantes son de una clase mayor a los plastificantes normales, llegan a tener dosificaciones incluso 5 veces superior, sin haber afectado considerablemente los tiempos de fraguado y también el contenido de aire presente en la mezcla del concreto. (Rivera, 2013)

Tabla 4

Resultados de los ensayos de asentamiento y reducciones de agua de mezclas con aditivo plastificantes y superplastificantes.

Aditivo	Máxima Reducción de Agua Posible %	Asentamiento (cm)	
		Antes de Aditivo	Después de Aditivo
Plastificante	12	7	15
Superplastificantes	30	7	25

Fuente. (Rivera, 2013)

Mayormente su aplicación de los aditivos superplastificantes es la de obtener concretos de alta resistencia, con una dosificación de cemento equilibrada, sin presentarse contracción y Fisuramiento en la elaboración de las mezclas que contienen abundancia de cemento. El aumento de la resistencia que generan los superplastificantes, es consecuencia de que en la pasta se presenta una baja porosidad, eso conlleva a una reducción del agua presente en la mezcla, así como también otras propiedades, características del concreto como la disminución de la permeabilidad y también la elevada durabilidad que se presentara en el concreto. (Rivera, 2013)

1.3.3 Teoría general del concreto.

El concreto es el material más usado en la obras civiles, por sus diferentes características mecánicas en el tiempo de la ejecución de la obra civil, se diseña para ser usado en los diferentes elementos presentes en la estructura, que van a soportar fuerzas de compresión como las cimentaciones, pavimentos, columnas, y flexión como las vigas o losas. (Rivera, 2013)

En los concretos hidráulicos se presenta una abundancia de agregados entre el 50 y 80% en volumen, estos a su vez no se pueden dejar de lado, porque así como el cemento, el agua, el aire incorporado, o los aditivos; estos dependen tanto de las propiedades como de las características de los agregados para el concreto en estado plástico y endurecido, por lo que se deben tener un adecuado estudio para la obtención de concretos de una buena calidad y económicos. (Rivera, 2013)

1.3.4 Teoría de la relación agua – cemento.

Esta teoría estableció que los concretos llegaron a tener una adecuada resistencia a cierta edad y una buena calidad, estos se van a ver muy influenciados por la relación agua – cemento (relación a/c) que se va a presentar en la elaboración del concreto. (Cabañas Pérez, 2008)

Por tal motivo si la relación agua cemento en el concreto es fijo, entonces la resistencia del concreto a una determinada edad también será fija, siempre y cuando la mezcla sea elástica, agregados sólidos y sea manejable. Por otro lado la resistencia del concreto depende de la relación agua – cemento y para ser económico dependerá de los porcentajes que se tengan de los agregados para que pueda ser manejable.

El propósito en hacer un diseño de mezclas es el de lograr un contenido de cemento aceptable, que logre la trabajabilidad, si la relación agua - cemento es más baja, se obtendrán concretos de buena calidad y más elevada será la resistencia del concreto. (Cabañas Pérez, 2008)

La relación agua - cemento tiene que ser muy baja, teniendo en cuenta su trabajabilidad, su compactación, el proceso de vibrado, para evitar segregación en el concreto, cuando no se llega a las características del concreto que queremos obtener se procede a aumentar la cantidad de cemento de lo permitido inicialmente o también se acudirá a la colocación de aditivos adecuados según sea el caso. (Cabañas Pérez, 2008)

1.3.5 Teoría de Feret.

El investigador francés Rene Feret, en los años de 1984 plasmó los primeros estudios a fondo sobre las mezclas granulares del concreto, en la actualidad sus investigaciones son muy conocidas y sirven de base para conceptualizar nuevos conocimientos.

Este tipo de investigaciones sobre compactación se concentraron en realizar combinaciones binarias y ternarias de partículas de agregados, con la finalidad de encontrar curvas de compactación, de este tipo de investigaciones se encontró una serie de manifestaciones conocidas como los estatutos de Feret, las cuales se resumen en la imagen 1., en forma de curvas de nivel. (Portugal Barriga, 2007)

Sus ilustraciones expresaron que la máxima compacidad era atrapada por medio de combinaciones de granos gruesos y finos con ausencia de medianos, generalizando estos resultados podemos decir que Feret acertó que la máxima compacidad se logra con granulometrías espaciadas. (Portugal Barriga, 2007)

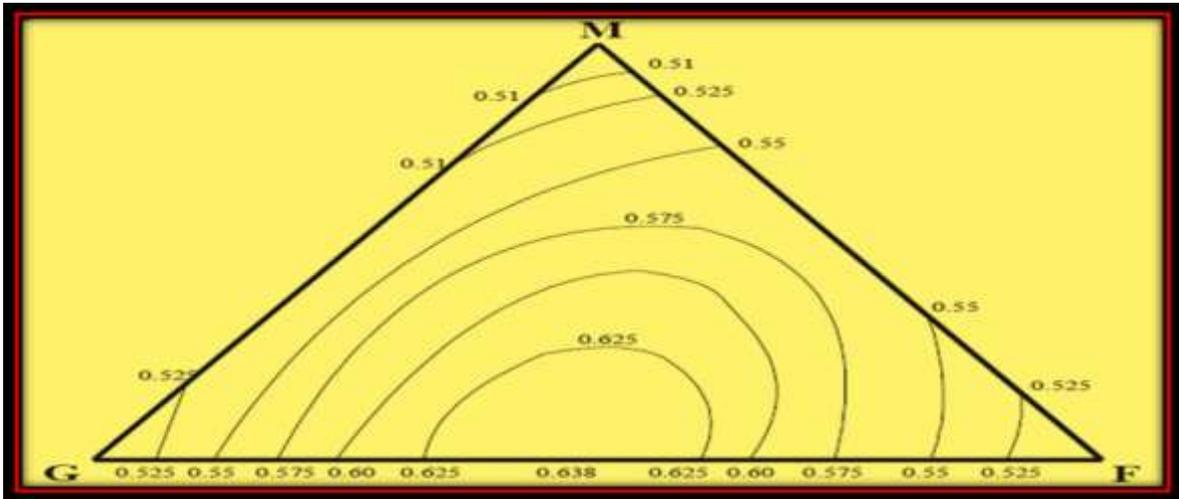


Figura 9. Representación gráfica de las leyes de Feret, donde se muestra las líneas de igual compacidad en la mezcla de agregados donde G: Gruesos, M: Mediano, F: Finos.

Fuente: Pablo Portugal Barriga. (2007)

1.3.6 Normatividad Empleada.

1.3.6.1 Agregado Fino Y Grueso.

En el Reglamento Nacional De Edificaciones (RNE), específicamente en la norma E.060 concreto armado capítulo tres (materiales), especifica que los agregados para concreto deben cumplir con las normas técnicas correspondientes y de no cumplir con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas.

El agregado fino se compone de arena natural o manufacturada, o una mezcla de ambas. Sus partículas serán libre de impurezas, de perfiles de preferencia angular, dura, compacta y resistente. Deberán estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias que puedan afectar sus propiedades.

El agregado grueso podrá estar conformado de grava natural o triturada. Sus partículas estarán libres de impurezas, de perfiles de preferencia angular o semi-angular, duras, compactas, resistentes y de textura rugosa; deberán estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias que puedan afectar las propiedades físicas y mecánicas , el tamaño máximo nominal del agregado grueso no será superior a un quinto (1/5) de la menor separación entre los lados del encofrado, de un tercio (1/3) de la altura de la losa y tres cuartos ($\frac{3}{4}$) del espaciamiento mínimo libre entre las barras de refuerzo, paquetes, tendones y ductos.

Ensayo granulométrico del agregado fino y grueso.

Los ensayos se realizaron en base a la norma técnica ASTM C 136, norma NTP 400.012 Mediante este método se obtiene la granulometría de los agregados al ser tamizados por las mallas normalizadas. (INDECOPI, 2001)

La finalidad del ensayo granulométrico es diseñar la curva granulométrica, Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso y el Módulo de Fineza del agregado fino por tamizado. (INDECOPI, 2001)

Curva Granulométrica: Representación gráfica de la granulometría y Proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado. Se obtiene llevando en las abscisas (eje X) los logaritmos de las aberturas de los tamices y en las ordenadas (eje Y) los porcentajes que pasan o sus complementos a 100, que vienen hacer los retenidos acumulados. (INDECOPI, 2008)

Tamaño Máximo (T.M.): se entiende como el menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. (INDECOPI, 2008)

El Tamaño Máximo Nominal (TMN): Se precisa como la abertura del menor tamiz de la serie utilizada, que produce el primer retenido del material. (INDECOPI, 2008)

Módulo de finura (MF): Factor que se obtiene por la suma de los Porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los Tamices de la serie especificada y dividido por 100. (INDECOPI, 2008)

$$\text{Módulo de Finura}(M.F.) = x = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{\text{cien}(100)} \dots \dots \dots (4)$$

Procedimiento de ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino y grueso (Norma NTP 400.017).

Agregado fino.

El procedimiento de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto y compactado, cálculo de vacíos en el agregado (fino) o en una combinación de ambos, establecidos con el mismo procedimiento de ensayo. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm. (INDECOPI, 1999)

Agregado grueso.

Esta técnica de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado, cálculo de vacíos en el agregado (grueso), establecido con el mismo procedimiento. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm. (INDECOPI, 1999)

Procedimiento de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino y grueso.

Agregado fino.

La presente norma tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino. (INDECOPI, 2013)

Este ensayo se realizó en base a la norma ASTM C 128, norma NTP 400.022, la cual describe el procedimiento a seguirse para la determinación del peso específico aparente y real. (INDECOPI, 2013)

Esta Norma Técnica Peruana se aplica para la determinación de la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado fino (no incluyendo el volumen de los vacíos entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado fino. Dependiendo del procedimiento utilizado, la densidad, en kg/m³ se expresa como seca al horno (OD), saturada superficialmente seca (SSD) o como la densidad aparente.

Del mismo modo, la densidad relativa (gravedad específica), una cantidad adimensional, se expresa como OD, SSD, o como la densidad relativa aparente (gravedad específica aparente). La densidad OD y la densidad relativa OD se determinan después de secar el agregado. La densidad SSD, la densidad relativa SSD, y la absorción se determinan después de remojar veinticuatro horas (24hrs) el agregado. (INDECOPI, 2013)

Agregado grueso.

Este ensayo se realizó en base a la norma ASTM C 127, norma NTP 400.0.21 (INDECOPI, 2002)

Con este método se logra obtener las cantidades en porcentajes de agregado fino y grueso, la superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este método de ensayo no es aplicable para agregados ligeros. (INDECOPI, 2002)

Procedimiento de ensayo normalizado para contenido total de humedad evaporable en agregados por secado (norma NTP 339.185).

Agregado fino.

Este procedimiento de ensayo establece 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, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método. (INDECOPI, 2013)

Agregado grueso.

Este procedimiento de ensayo establece 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, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método. (INDECOPI, 2013)

1.3.6.2 Concreto patrón.

Concreto fresco.

Ensayo del contenido de aire atrapado (NTP 339.083 ó ASTM C 231).

Este ensayo cubre la determinación del contenido de aire del concreto recién mezclado a partir de la observación del cambio en el volumen del concreto con un cambio en la presión. El ensayo está diseñado para utilizarse con concretos y morteros con agregados relativamente densos a los cuales se les puede aplicar un factor de corrección.

Ensayo de determinación del peso unitario del concreto fresco (NTP 339.046).

El ensayo de Peso unitario del concreto fresco se realizó teniendo en cuenta la NTP N° 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO).

Ensayo de la determinación de exudación del concreto (NTP 339.077).

La presente Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar la cantidad relativa de agua en la mezcla que puede exudar la muestra de concreto fresco. Se incluyen dos métodos los cuales difieren, fundamentalmente en el grado de vibración al cual se somete la muestra.

En este procedimiento se verifica la cantidad de agua que tiene a subir a la superficie de un concreto en estado fresco, recién elaborado. Esto se origina por la incapacidad de los componentes sólidos para detener toda el agua cuando se asientan.

La causa de la exudación, se da cuando la parte superior de la capa de concreto colocada puede quedar muy húmeda y si el agua queda retenido por el concreto superpuesto, da por consecuencia una capa porosa débil y no duradera en el concreto recién elaborado.

Ensayo de la determinación de fraguado del concreto NTP 339.082:2001 HORMIGON (CONCRETO).

Debido a que la fragua del concreto es un proceso gradual, cualquier definición de tiempo de fraguado debe necesariamente ser medida. En este método, el tiempo requerido para que el mortero alcance los valores especificados de resistencia a la penetración son usados para definir el tiempo de fraguado.

Este método puede ser usado para determinar los efectos de las variables, tales como contenido de agua; marca, tipo y cantidad de material cementicio; o adiciones, en el tiempo de fragua.

Procedimiento de ensayo para la determinación del asentamiento del concreto fresco con el cono de Abrams (NTP 339.035 ó ASTM C 143).

El procedimiento determina el asentamiento del hormigón tanto en el laboratorio como en el campo.

Ensayo de la determinación de la temperatura (NTP 339.184 ó ASTM C 1064).

Esta Norma Técnica Peruana establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland en estado fresco, tanto en el laboratorio como en el campo.

Este método permite verificar la temperatura de mezclas de concreto recién elaboradas, el cual se usa para comprobar que el concreto satisfaga la temperatura establecida.

Concreto Endurecido.

Procedimiento para la determinación del curado del concreto (NTP 339.033:2009).

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga, de muestras representativas de concreto fresco para un proyecto de construcción.

Después de que hayan sido hechos todos los ajustes in situ de la dosificación de la mezcla, incluyendo la incorporación de agua de mezclado y aditivos. Esta práctica no es satisfactoria para preparar especímenes a partir de concreto que no tenga un asentamiento mensurable o que requiera otros tamaños o formas de especímenes.

Procedimiento de ensayo para la determinación de fisuras del concreto (ACI 224).

La retracción por secado del hormigón es la disminución de volumen provocada por la pérdida de agua. La retracción por secado se puede definir como la deformación lineal dependiente del tiempo a temperatura constante medida sobre una probeta no cargada que se deja secar.

Procedimiento de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. (NTP 339.034).

Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto.

Donde este método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. (INDECOPI, 2008)

1.3.7 Aditivos Superplastificantes Sikament TM -140 y Chemament 440.

1.3.7.1 Definición.

Según el comité ACI 116R o normas ASTM C 125. Los aditivos superplastificantes son materiales que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, se emplea como un ingrediente del mortero o concreto, se adiciona a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado.

1.3.7.2 Composición química.

Los aditivos superplastificantes son polímeros lineales que contienen grupos ácidos sulfónicos añadidos en intervalos regulares a una cadena polimérica principal. Los dos tipos principales de polímeros que conforman la base de los aditivos disponibles comercialmente son los sulfatos condensados de melanina/formaldehído y los sulfonatos condensados de naftaleno/formaldehído. (Carrasco, 2012, pág. 7)

Sales de formaldehído – melanina sulfonato.

Este tipo de producto químico fue desarrollado originalmente en los años 1950 mediante su aplicación en diversas industrias, pero no fue hasta 10 años más tarde en que se le apreció la posibilidad de aplicarlo al concreto.

Se prepara mediante técnicas normales de resinificación de acuerdo con el proceso que se da más adelante. Del proceso normal de producción resulta un compuesto con las características dadas.

La longitud del tiempo de polimerización se refleja en el peso medio molecular del producto, considerándose que el producto más útil tiene un peso medio molecular de 30 000. (Vasquez Espinoza & Diez Lara , 2009, pág. 17)

Aunque el material es usado casi siempre como el único componente en los aditivos superfluidificantes, se tuvo como único componente de interés mezclarlo con ácidos hidroxicarboxílicos o Lignosulfonatos. (Vasquez Espinoza & Diez Lara , 2009, pág. 17)

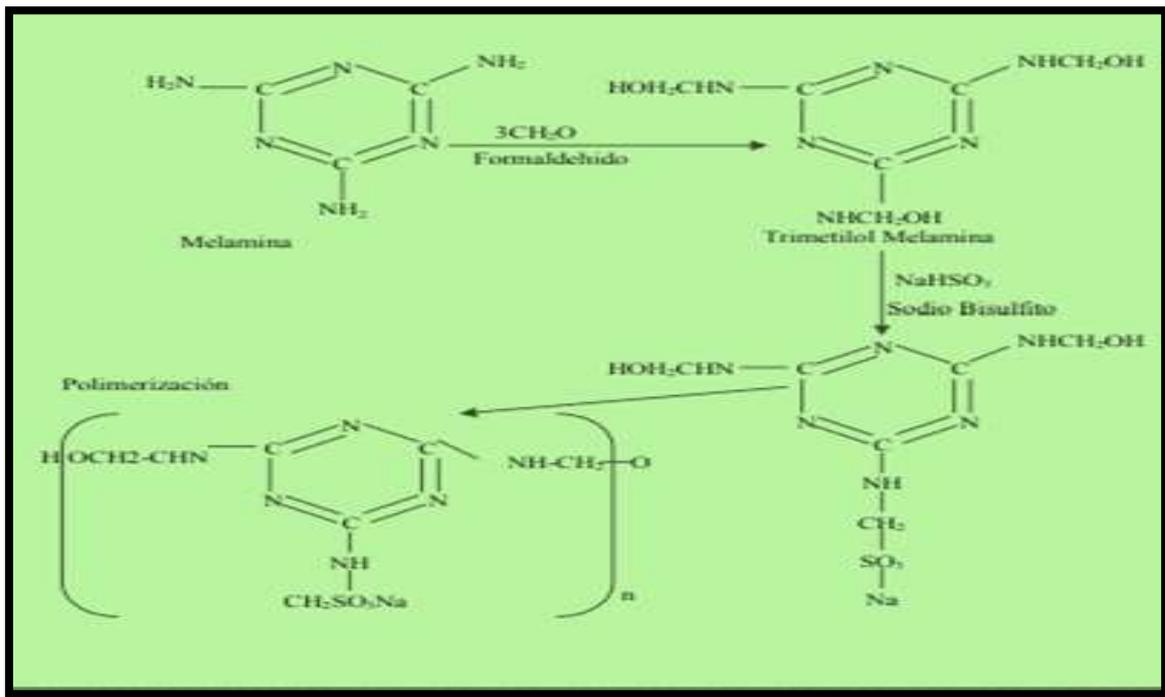


Figura 10. Sales de formaldehído – melanina sulfonato

Fuente: Vásquez Espinoza Y Diez Lara, 2009

Sales de ácidos formaldehído-naftaleno sulfónicos.

Esta materia prima fue una de las que primero se indicaron en la literatura como agente reductor de agua, pero solamente en los últimos años han encontrado las principales aplicaciones en las formulaciones de los aditivos. El material es producido a partir del naftaleno por oleum o sulfonación con trióxido de azufre. La subsiguiente reacción con formaldehído conduce a la polimerización HO CH₂ C OH O C O C CH₂OH SO₃H del ácido sulfónico es neutralizado normalmente con nitróxido sódico. (Vasquez Espinoza & Diez Lara, 2009, pág. 15)

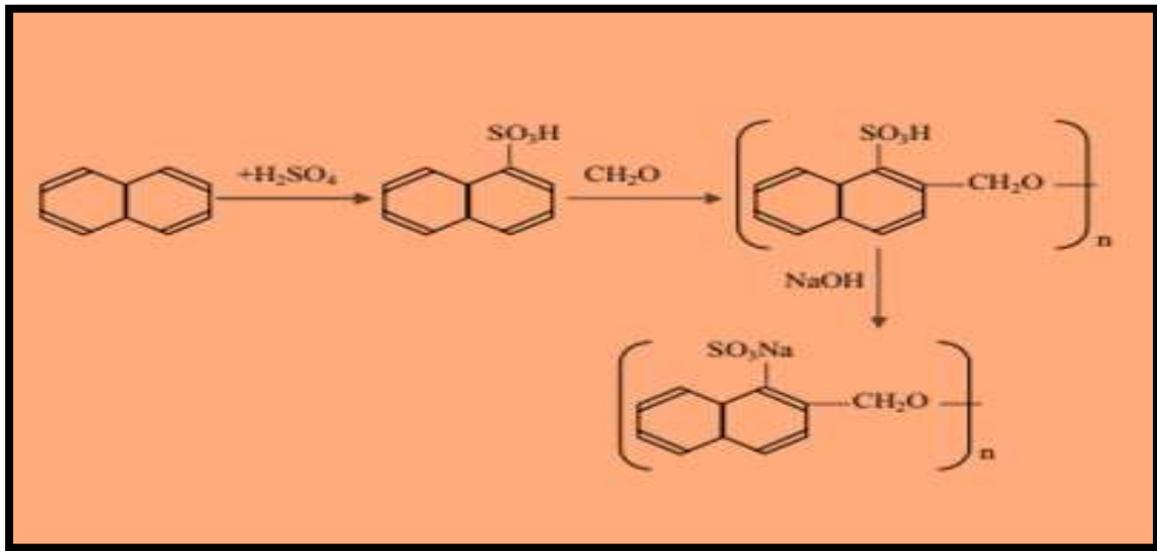


Figura 11. Polimerización del ácido sulfónico.

Fuente: Vásquez Espinoza Y Diez Lara, 2009

1.3.7.3 Comparación de los aditivos Sikament TM -140 y Chemament 440.

Tabla 5

Reducciones de agua y ensayos de asentamiento (Slump) de las mezclas con aditivos superplastificantes

Clases de Aditivos	Máxima Reducción de Agua Posible %	Asentamiento (Cm)	
		Antes de Aditivo	Después de Aditivo
Sikament TM -140	30	7	20
Chemament 440	30	7	25

Fuente: Elaboración Propia. Más detalles ver Anexo 1.

Características y propiedades de los aditivos usados Sikament TM -140 y Chemament 440 fabricados por las empresas Sika Perú S.A y Chema.

Aditivo Sikament TM-140.

a) Descripción.

Sikament® TM-140 es un aditivo líquido, color café. Superplastificante, reductor de agua de alto rango y economizador de cemento, no contiene cloruros. (Sika, Sikament- TM 140, 2014)

b) Usos.

Se adiciona disuelto en la última porción de agua desamada, permite reducir, de acuerdo con la dosis usada, hasta un 30% del agua de la mezcla, adquiriéndose la misma trabajabilidad inicial y obteniéndose un aumento considerable de las resistencias a todas las edades. Sikament®TM-140 es ideal para la preparación de prefabricados y concretos de altas resistencias finales. Mediante su uso la impermeabilidad y durabilidad del concreto o mortero se ven aumentadas notablemente. (Sika, 2014)

c) Ventajas.

Incrementa la resistencia inicial del concreto hasta un 80% aproximadamente.

Aumenta la resistencia final del concreto en un 40% aproximadamente a los 28 días de edad.

Reduce ampliamente la permeabilidad del concreto, ampliando su durabilidad. Densifica el concreto y mejora su adherencia al acero de refuerzo.

Disminuye en alto grado la exudación y la retracción plástica.

Gran economía en los diseños por la disminución de cemento alcanzable. (Sika, 2014)

d) Datos básicos.

Aspecto

Líquido

Color

Pardo oscuro

Presentación

Granel por un litro (Granel x 1L)

Cilindro por doscientos litros (Cilindro x 200 L)

Dispenser por mil litros (Dispenser x 1000 L)

NORMA

Sikament® TM-140 cumple las normas ASTM C 494, aditivo tipo F ASTM 1017

USGBC VALORACIÓN LEED

Sikament® TM-140 cumple con los requerimientos LEED.

Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

e) Aplicación.

Se adiciona una dosis escogida de Sikament® TM-140 en la última porción del agua de amasado de la mezcla. Reducir agua y trabajar justo con la trabajabilidad requerida. Al reducir agua la mezcla pierde trabajabilidad muy rápido. Colóquela y víbrela inmediatamente (Sika, 2014)

f) Precaución.

La preparación de concreto o mortero fluido exige una buena distribución granulométrica, se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido, en caso de escasez de finos dosificar Sika® Aer para incorporar del 3% al 4% de aire en la mezcla. (Sika, 2014)

El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de las formaletas para evitar la pérdida de la pasta. (Sika, 2014)

La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de la obra. (Sika, 2014)

Al añadir Sikament® TM-140 súper plastificante, fluidifica una mezcla con asentamiento menor de 5 cm, el efecto súper plastificante se reduce notablemente y se aumentan los requerimientos del aditivo. (Sika, 2014)

Cuando se utiliza para recuperar la bombeabilidad de una mezcla perdida por demoras en la colocación y se desea plasticidad por más de 1 hora adicional, agregue un plastificante retardante y luego Sikament® TM- 140. (Sika, 2014)

Los mejores resultados se logran cuando los componentes que intervienen en la preparación del concreto cumplen con las normas vigentes. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla, si se emplea un plastificante retardante adicionarlo previamente al Sikament® TM- 140. (Sika, 2014)

Aditivo Chemament 440.

a) Descripción.

Chemament 440 es un aditivo superplastificante, reductor de agua de alto rango para el concreto, que en climas calurosos, mantiene la trabajabilidad del concreto, Chemament 440 cumple con la Norma ASTM C-494, Tipo D. (Chema, 2016)

b) Ventajas.

Por su gran capacidad de reducción de agua, permite diseñar concreto de altas resistencias.

Contribuye a impermeabilizar el concreto.

Permite mantener el Slump por mayor tiempo.

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). (Chema, 2016)

c) Usos.

Aumento del asentamiento (Slump) permitiendo la obtención de concreto reo plástico.

Reduce la relación agua/cemento, permitiendo la obtención de las altas resistencias a la compresión a edades tempranas.

Concreto que requiere ser bombeado.

Concreto pretensado.

Concreto lanzado.

Concretos fluidos.

d) Datos técnicos.

Apariencia

Líquido

Color

Marrón oscuro

Densidad

1.240 +/- 0.01 gr/ml

PH

6.0 +/- 0.5

e) Almacenamiento.

Almacenar Chemament 440 en su envase original, herméticamente cerrado y en ambientes a temperaturas mayores de 5 °C. Debe almacenarse bajo lo anteriormente descrito, así como, en lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo su tiempo de vida útil será de 12 meses. (Chema, 2016)

f) Presentación.

Envase de 1 galones (gal) (Código: 05006008)

Envase de 5 galones (gal) (Código: 05006007)

Envase de 55 galones (gal) (Código: 05006006)

Envase de 1000 litros (lt) (Código: 05006005)

g) Preparación y aplicación.

El concreto elaborado con **Chemament 440**, puede ser manejado bajo proceso constructivo convencional. (Chema, Chemament 440, 2016)

Se debe vigilar el correcto proceso de curado a fin de asegurar el desarrollo de propiedades mecánicas sobre el concreto. (Chema, Chemament 440, 2016)

1.3.8 Definición de términos.

Acelerantes: Que acelera

Aditivo: Sustancia que se agrega a otras partes para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen.

Aire: Gas que constituye la atmósfera terrestre, formado principalmente de oxígeno y nitrógeno, y con otros componentes como el dióxido de carbono y el vapor de agua.

Asentamiento: Acción y efecto de asentar o asentarse.

ASTM: American Society for Testing and Materials (sociedad Americana). Es una Organización de normas internacionales que desarrollan normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

Construcción: Hacer de nueva planta una obra de arquitectura o ingeniería, un monumento en general cualquier obra pública.

Código: Conjunto de normas legales sistemáticas que regulan unitariamente una materia determinada.

Cualitativo: Perteneciente o relativo a la cualidad.

Compresión: Acción y efecto de comprimir.

Cuantitativo: Perteneciente o relativo a la cantidad.

Curado: Endurecido, seco, fortalecido o curtido.

Dependiente: que depende o con dependencia.

Diseño: Concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie.

Desértico: Perteneciente o relativo al desierto.

Durabilidad: Calidad de un material, producto o servicio respecto a su duración.

Eficiencia: Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

Específico: Que es propio de algo y lo caracteriza y distingue de otras cosas.

Espécimen: Muestra, modelo, ejemplar, normalmente con las características de superficie muy bien definidas.

Exudación: Acción y efecto de exudar.

Fisura: Grieta que se produce en un objeto.

Fraguado: Dicho de la cal, del yeso o de otras masas. Tratar y endurecerse consistentemente en la obra fabricada con ellos.

General: Común a todos los individuos que constituyen en un todo, o a muchos objetos, aunque sean de naturaleza diferente.

Gradación: Disposición o ejecución de algo en grados sucesivos, ascendentes o descendientes.

Granulometría: Parte de la petrografía que trata de la medida del tamaño de las partículas, granos y rocas de los suelos.

Hipótesis: Suposición de algo posible o imposible para sacar de ello una consecuencia.

Humedad: Agua de que está impregnado un cuerpo o que, vaporizada, se mezcla con el aire.

Independiente: Que no tiene dependencia, que no depende de otro.

Ingeniería: Conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial.

Instrumento: Escritura, papel o documento con que se justifica o prueba algo.

Investigación: Tiene por fin ampliar el conocimiento científico, sin perseguir en principio ninguna aplicación práctica.

Mezcla: Es el proceso en el cual se evalúan las proporciones de agua.

Mortero: Conglomerado o masa constituida por arena, conglomerante y agua que puede contener además algún aditivo.

Muestra: Parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa de él.

Objetivo: Pertenciente o relativo al objeto de sí mismo, con independencia de la propia manera de pensar o sentir.

Proceso: Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

Plastificante: Aditivo que permite recuperar el asentamiento del concreto premezclado sin afectar sus tiempos de fraguado ante demoras en la colocación del mismo.

Pasta: Masa hecha de una o diversas sustancias machacadas.

Peso: Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo.

Población: Conjunto de personas que habitan en un determinado lugar.

Probeta: Modelo, arquetipo o muestra de un diseño de mezcla determinado.

Resistencia: Acción y efecto de resistir o resistirse.

Retardador: Que retarda.

Revenimiento: Hundimiento parcial del terreno de una mina.

Resistencia: Acción y efecto de resistir o resistirse.

Superplastificante: Es excelente para la elaboración de prefabricados y concretos de altas resistencias finales. Mediante su uso la impermeabilidad y durabilidad del concreto o mortero se ven aumentadas notablemente.

Técnica: Pertenciente o relativo a las aplicaciones de las ciencias y las artes.

Teoría: Conocimiento especulativo considerado con independencia de toda aplicación.

Tipo: Modelo, ejemplar.

Termómetro: Instrumento que sirve para medir la temperatura.

Unitario: Pertenciente o relativo a la unidad.

Variable: Que varía o puede variar.

Zona: Parte de terreno o de superficie encuadrada entre ciertos límites.

1.4 Delimitación del Estudio.

La presente investigación abarca a toda la ciudad de Chiclayo, capital del departamento de Lambayeque, se encuentra ubicada al noreste de la zona costera del Perú, en la región centro occidental de Suramérica.

Sus coordenadas se ubican entre los 06°46'19" latitud sur y 79°50'45" longitud oeste, a 24 m.s.n.m, a 700 km al norte de la ciudad de Lima, a 578 km de la frontera con Ecuador y a 12 km del océano pacifico. (Llempén & Peralta, 2008, pág. 35)

La ciudad de Chiclayo tiene como límite los distritos siguientes:

Reque se ubica a 15min. de la ciudad de Chiclayo

Pomalca se ubica a 10min. de la ciudad de Chiclayo

Monsefú se ubica a 20min. de la ciudad de Chiclayo

Pimentel se ubica a 15min. de la ciudad de Chiclayo

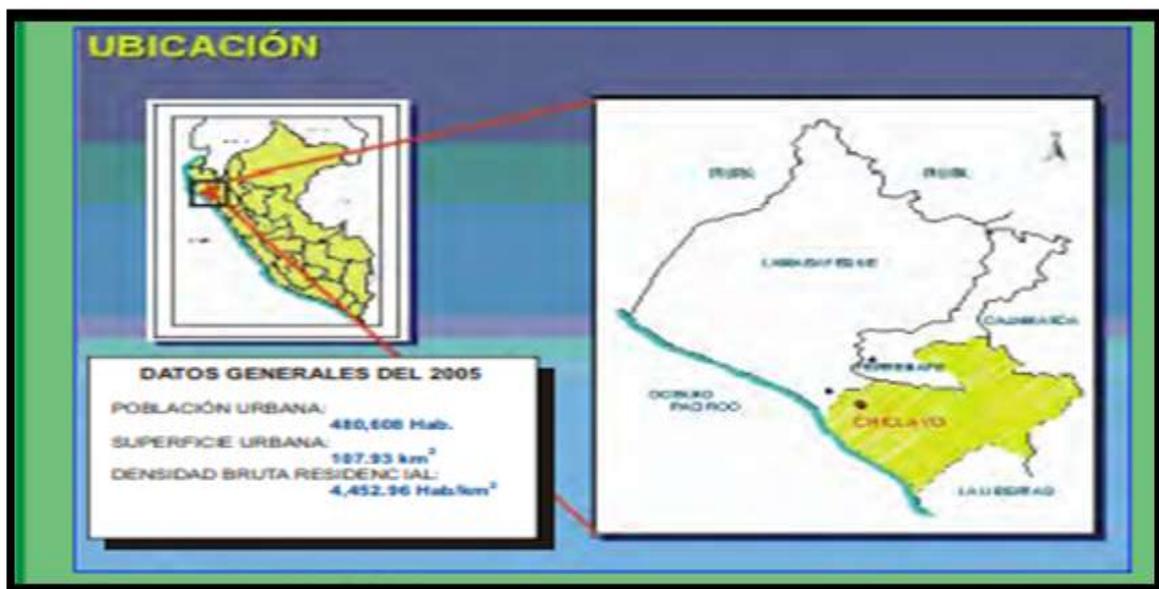


Figura 12. Mapa de la ubicación de la ciudad de Chiclayo

Fuente: Perspectivas del medio ambiente urbano: Geo Chiclayo, 2008

1.5 Formulación del Problema.

¿Cuál de los aditivos superplastificantes (Sikament Tm -140 y Chemament 440), es más eficiente en la elaboración de concreto para zonas de clima cálido-desértico en la ciudad de Chiclayo – Lambayeque?

1.6 Justificación e importancia del estudio.

1.6.1 Justificación Técnica:

Mejoró las propiedades del concreto tanto físicas como mecánicas (trabajabilidad, resistencia, durabilidad, etc.) en épocas de verano, para zonas de climas cálido – desértico, haciendo uso de aditivos Superplastificantes (Sikament Tm-140 y Chemament 440), que por su desconocimiento de su aplicación en la región no son muy utilizados.

Conocer el grado de confianza, así como hacer un análisis comparativo del concreto tanto en obra como en el laboratorio haciendo uso de los aditivos superplastificantes (Sikament Tm – 140 y Chemament 440).

Permite conocer nuevos estilos en el campo de la construcción de concreto de altas resistencias, haciendo que la utilización de los aditivos superplastificantes (Sikament Tm – 140 y Chemament 440), nos den resistencias elevadas.

Saber en qué medida la aplicación de los aditivos superplastificantes (Sikament Tm-140 y Chemament 440), influyen en la resistencia a la compresión del concreto analizado con un patrón de resistencia (f^c) de 280, 350 y 420 kg/cm^2 .

1.6.2 Justificación Económica:

Ver en qué medida el uso de los aditivos superplastificantes (Sikament Tm-140 y Chemament 440), pueden llegar hacer económicamente rentables a corto y largo plazo, haciendo una comparación de gastos en la elaboración de concretos patrón y de los concretos con aditivos, puesto tanto en obra como en el laboratorio. Reduce los costos a largo plazo en su reparación y mantenimiento en edificaciones de gran envergadura.

1.6.3 Justificación Ambiental:

Favorece con respecto al ruido que suele hacer en el momento de hacer el vaciado de concreto hacia los elementos estructurales, ya que es más trabajable y fluye con mayor rapidez, por tanto se terminará la jornada lo más antes posible.

1.7 Hipótesis.

Los aditivos superplastificantes (Sikament Tm -140 y Chemament 440), son eficientes en la elaboración de concreto para zonas de clima cálido-desértico en Chiclayo–Lambayeque.

1.8 Objetivos.

1.8.1 Objetivo General.

Determinar la eficiencia de los aditivos superplastificantes (Sikament Tm -140 y Chemament 440), en la elaboración de concreto para zonas de clima cálido – desértico en la ciudad de Chiclayo -Lambayeque.

1.8.2 Objetivos específicos.

A. Determinar las propiedades físicas de los agregados (granulometría, peso unitario, contenido de humedad, peso específico y absorción)

B. Elaborar diseños de mezclas patrón, para resistencias especificadas a la compresión del concreto ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm^2 .

C. Elaborar las proporciones (peso y volumen) del concreto patrón y del concreto con aditivos Sikament Tm -140 y Chemament 440, para resistencias especificadas a la compresión del concreto ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm^2 .

D. Evaluar la eficiencia de las propiedades físicas y mecánicas de los diseños de mezclas patrón y de los diseños de mezclas con aditivos Sikament Tm -140 y Chemament 440.

E. Calcular el costo unitario de fabricación del concreto patrón y del concreto con aditivos Sikament Tm -140 y Chemament 440.

CAPÍTULO II
MATERIAL Y MÉTODO

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación.

Este proyecto de investigación es del tipo descriptiva, donde el método de diseño es experimental.

2.1.1 Tipo de investigación descriptiva.

Es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de ese objeto. Esta investigación se guía por las preguntas de investigación que se formula el investigador; cuando se plantean hipótesis en los estudios descriptivos, estas se formulan a nivel descriptivo y se prueban esas hipótesis. La investigación descriptiva se soporta principalmente en técnicas como la encuesta, la entrevista, la observación y la revisión documental. (Bernal Torres, 2010)

Investigan y determinan las propiedades y características más representativas de los objetos de estudio como personas, viviendas, concreto armado, probetas o cualquier otro fenómeno que se quiera estudiar. Una de las características principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de dicho objeto. (Borja Suárez, 2012)

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010)

2.1.2 Diseño de Investigación Experimental.

El presente estudio se efectuó en dos etapas diferentes:

Se fabricó un diseño de mezcla patrón (mezcla convencional), sin el uso de los aditivos Sikament TM -140 y Chemament 440.

Se fabricó un diseño de mezclas haciendo uso de los aditivos superplastificantes Sikament TM -140 y Chemament 440, teniendo como referencia el concreto patrón(concreto convencional), efectuándose un mecanismo para la determinación del porcentaje de reducción de agua de la mezcla haciendo uso de los aditivos superplastificantes, el fabricante de los aditivos superplastificantes en sus etiquetas nos proporcionó las dosificaciones que van desde 0.7% a 2.0% del peso del cemento, este proceso se realizó con la finalidad de verificar la relación agua cemento(si ascendía o descendía) de las mezclas fabricadas, los diseños de mezclas se realizaron teniendo en cuenta:

Aditivo Sikament TM-140

Concreto + Aditivo Sikament TM-140 (0.7%)

Concreto + Aditivo Sikament TM-140 (1.35%)

Concreto + Aditivo Sikament TM-140 (2.0%)

Aditivo Chemament 440

Concreto + Aditivo Chemament 440 (0.7%)

Concreto + Aditivo Chemament 440 (1.35%)

Concreto + Aditivo Chemament 440 (2.0%)

2.2 Metodos de investigación.

2.2.1 Deductivo.

Luego de determinar nuestras variables (dependientes e independientes), conjuntamente con sus indicadores, se obtuvo que la elaboración del diseño de mezclas del concreto con aditivos Sikament TM -140 y Chemament 440 son efectivamente eficientes.

2.2.2 Inductivo.

Después de haber realizado el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de cada uno de los ensayos tanto de los agregados como del concreto, se obtuvo resistencias del concreto muy elevadas, respecto al concreto elaborado con aditivos(Sikament Tm -140 y Chemament 440), frente a las resistencias de concreto patrón, donde no se hizo uso de los aditivos.

2.3 Variables, Operacionalización.

2.3.1 Variables.

Una variable es una propiedad cuyo contenido puede variar y cuya variación es susceptible de medirse y observarse en forma directa o indirecta. El concepto de variable se aplica a personas u otros seres vivos, objetos, hechos y fenómenos, los cuales adquieren diversos valores respecto de la variable referida. Hay variación en todos los casos. Las variables adquieren valor para la investigación científica cuando llegan a relacionarse con otras variables, es decir, si forman parte de una hipótesis o una teoría. (Hernández Sampieri et al., 2010)

Las variables pueden definirse como aspectos de los problemas de investigación que expresan un conjunto de propiedades, cualidades y características observables de las unidades de análisis, tales como individuos, grupos sociales, hechos, procesos y fenómenos sociales naturales. (Bernal Torres, 2010)

2.3.2 Tipos de Variables.

Variables Independientes:

Elaboración del diseño de mezclas de concreto.

Clima cálido – desértico en la ciudad de Chiclayo-Lambayeque.

Variable Dependiente:

Evaluación de la eficiencia de los aditivos Sikament Tm-140 y Chemament 440.

2.3.3 Operacionalización de Variables.

Es un proceso metodológico que consiste en descomponer o desagregar deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir, las variables se dividen (si son complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices e ítems; pero si son concretas solamente en indicadores, índices e ítems. (Carrasco Díaz, 2005)

A continuación se presenta el cuadro de la descomposición de las variables en dimensiones, indicadores y las técnicas de recolección de datos que se utilizaron; que tiene como propósito construir la matriz metodológica.

Tabla 6*Operacionalización de Variables*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Sub-índices	Índice	Técnica de recolección de información	Instrumentos de recolección de información	Instrumentos de medición
Independiente Elaboración del diseño de mezclas de concreto.	Diseño de mezclas	Gradación	Tamizado	%	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Juego de Tamices.
		Peso unitario	Relación entre masa y volumen	Kg/m^3	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Recipiente cilíndrico
		Peso específico (%)	Relación entre masa y Volumen	gr/cm^3	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Balanza.
		absorción	sumergido	%	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Balanza.
		Contenido de humedad	Relación entre el volumen de agua y volumen de la muestra	%	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Balanza
		Contenido de Aire	Relación de fuerza sobre área	%	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Olla de Washington
		Exudación	Relación de área por su altura	%	Observación	Guía de observación,	Balde cilíndrico

	Fraguado	Relación entre la fuerza y área	Kg/cm^2	Observación	Análisis de documentos. Guía de observación, Análisis de documentos.	Penetrómetro
	Slump	Medición	Pulgadas	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Cono de Abrahams
	Temperatura	Clima	$^{\circ}C$	Observación Análisis Documental	Guía de Análisis	Termómetro
	Curado	sumergido	m^3	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Tina
	Fisuración	Medición	mm	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Regla de fisuras y Fisurómetro
	Resistencia	Relación de fuerza sobre área	Kg/cm^2	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Prensa
Dosificación	Proporciones en peso y volumen	Relación entre masa y gravedad	kg	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	balanza
		Relación del área por su altura	m^3	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	bolsa

Clima cálido - desértico en Chiclayo - Lambayeque.	Temperatura	Fisuración	Medición	mm	Observación	Guía de Observación Análisis de documentos.	Paneles de 50cm x 50cm x 5cm de espesor Regla de fisuras y Fisurómetro
		Contenido de Aire	Relación de fuerza sobre área	%	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Olla de Washington
		Exudación	Relación de área por su altura	%	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Balde cilíndrico
		Tiempo de Fraguado	Relación entre la fuerza y área	Kg/cm^2	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Penetrómetro
Dependiente Evaluación de la eficiencia de los aditivos Superplastificantes Sikament Tm-140 y Chemament 440	Evaluación técnica	Slump	Medición	Pulgadas	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Cono de Abrahams
		Temperatura	Clima	°C	Observación	Guía de observación.	Termómetro
		Curado	sumergido	m^3	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Tina
		Fisuración	Medición	mm	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Paneles de 50cm x 50cm x 5cm de espesor Regla de fisuras y Fisurómetro

Evaluación económica	Resistencia	Relación de fuerza sobre área	Kg/cm^2	Observación	Guía de observación, Análisis de documentos.	Prensa
	Proporciones en peso y volumen	Relación entre masa y gravedad	kg	Observación	Guía de observación	balanza
		Relación del área por su altura	m^3	Observación	Guía de observación	bolsa
	Costo variable	Relación agua aditivo	lts	Observación	Guía de observación	probeta
	Costo de materiales	Metro cúbico	S/.	Observación	Guía de observación	balanza
	Costo de transporte de materiales	Metro cúbico	S/.	Observación	Guía de observación	volquete
Costo de aditivos	Relación agua aditivo	S/.	Observación	Guía de observación	probeta	

Fuente: Elaboración Propia

2.4 Población y muestra.

2.4.1 Población.

La zona de análisis donde se realizó nuestro proyecto es la ciudad de Chiclayo, Región Lambayeque; donde se establecerá una zona de ubicación dentro de la ciudad para el análisis y la realización de los ensayos (probetas; diseño de paneles)

2.4.2 Muestra.

Será una muestra no probabilística porque se seleccionaron elementos que no dependen de la probabilidad si no del criterio del investigador; los objetos de estudio serán en forma proporcional para la realización de los diferentes ensayos (ensayos de probetas y diseño de paneles de medio metro cuadrado cada uno ($1/2 m^2$ c/u))

En las muestras no probabilísticas no es posible calcular el error estándar, así como el nivel de confianza con el que hacemos la estimación. Sin embargo este tipo de muestreo es muy importante en estudios cualitativos. En este caso la selección de los elementos no depende de la probabilidad sino del criterio del investigador. (Borja Suárez, 2012)

Para la muestra se ha tenido en cuenta los siguientes indicadores:

A. Resistencia de diseño del concreto = 280 kg/cm^2 , 350 kg/cm^2 y 420 kg/cm^2

B. Agregado grueso con Tamaño Máximo Nominal = 1/2"

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

D. Dosificaciones que contienen los aditivos superplastificantes reductores de agua = Sikament TM - 140 (0.7 a 2% en función al peso del cemento), similarmente Chemament 440 (0.7 a 2 % respecto al peso del cemento).

E. Control de fisuras en la elaboración de los paneles a los 7, 14 y 28 días usando el aditivo más eficiente y la dosificación más adecuada.

Tabla 7*Número de muestras a Diseñar - Probetas.*

Diseño f'c kg/cm ²		Código de Muestra	N° de Probetas por edad de ensayo			N° Total de Probetas
			7 días	14 días	28 días	
280	C° P N°	M1 – 280 NO	3	3	3	9
280	Sikament Tm-140 (0.7%-2.00%)	M2 – 280 SI	9	9	9	27
280	Chemament 440 (0.7%-2.00%)	M3 – 280 SI	9	9	9	27
350	C° P N°	M1 – 350 NO	3	3	3	9
350	Sikament Tm-140 (0.7%-2.00%)	M2 – 350 SI	9	9	9	27
350	Chemament 440 (0.7%-2.00%)	M3 – 350 SI	9	9	9	27
420	C° P N°	M1 – 420 NO	3	3	3	9
420	Sikament Tm-140 (0.7%-2.00%)	M2 – 420 SI	9	9	9	27
420	Chemament 440 (0.7%-2.00%)	M3 – 420 SI	9	9	9	27
						Σ= 189

Fuente: Elaboración Propia

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.5.1 Técnicas.

Para el presente estudio de tesis se tubo en cuenta la técnica de Observación, donde los datos obtenidos se editaron en los formatos del laboratorio de la Universidad Señor de Sipán (USS), donde se tuvo en cuenta las exigencias de las normas técnicas peruanas (NTP) y de las normas internacionales (ASTM).

2.5.1.1 Observadores: los investigadores de dicho estudio (tesis).

Referente donde ocurre dicha observación: en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Señor de Sipán (USS) Chiclayo –Lambayeque.

2.5.1.2 Cuerpos de observación: probetas de concreto patrón (concreto convencional) y de concreto con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440 (especímenes).

2.5.1.3 Canales de observación: equipos de laboratorio, perspicacia del investigador y formatos de recolección y procesamiento de información.

Datos observados. Resultados obtenidos, discusión de información, conclusiones obtenidas y recomendaciones del estudio (tesis) sugeridas.

2.5.2 Instrumentos.

La casa de estudios Universidad Señor de Sipán a través de su Laboratorio de Ensayos de Materiales nos proporcionó los Formatos estándares para el diseño de mezclas de concreto patrón (convencional) y del diseño de mezclas del concreto con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440, siendo los siguientes instrumentos:

2.5.2.1 Formatos de recolección de datos de las propiedades físicas de los agregados.

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 la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado (agregado fino y grueso). NTP 400.022 AGREGADOS, NTP 400.021 AGREGADOS

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

2.5.2.2 Formato de recolección de datos de las propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón (concreto convencional) y del concreto con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440.

Formato de recolección de datos del diseño de mezclas patrón (concreto convencional) se realizó teniendo en cuenta el Método del Comité 211 del ACI.

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

Formato de recolección de datos del peso unitario del concreto. NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO).

Formato de recolección de datos del contenido de aire del concreto. NTP 339.083 (CONCRETO)

Formato de recolección de la obtención de la temperatura del concreto. NTP 339.184:2013. (CONCRETO).

Formato de recolección de la exudación del concreto. NTP 339.077 (CONCRETO).

Formato de recolección de la obtención del tiempo de fraguado del concreto. NTP 339.082:2001 (CONCRETO).

Formato de recolección para la obtención del Fisuramiento del concreto. Norma del ACI 224

Formato de recolección para la obtención de la resistencia a la compresión del concreto. NTP 339.034

2.5.3 Metodología para la recolección de datos.

El diseño de mezclas para las resistencias de 280, 350 y 420 kg/cm², se desarrollaron en el laboratorio de nuestra casa de estudios Universidad Señor de Sipán (USS). Los especímenes de concreto fueron elaborados respetando los requerimientos exigidos en las NTP y ASTM.

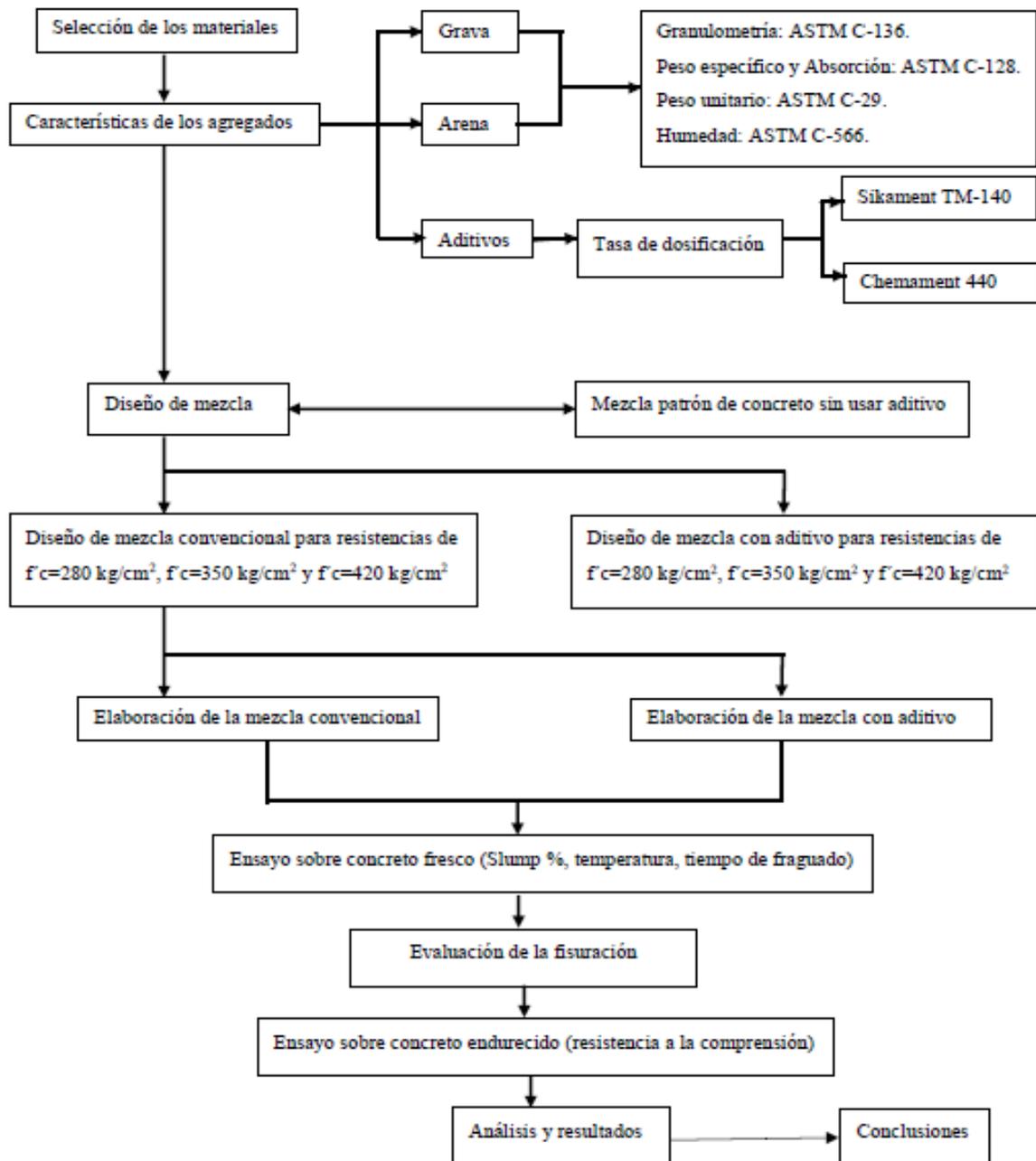


Figura 13. Diagrama de flujo de procesos.

Fuente: Elaboración Propia

2.6 Métodos de análisis de datos.

El método que se utilizó para la comprobación y análisis de datos de la muestra según los datos, información obtenida fue: Distribucion de frecuencias para ver sus porcentajes (construccion de graficos circulares, histogramas)

2.6.1. Enfoque cualitativo.

Se examinó documentos obtenidos de la Escuela de Ingeniería Civil, así como revistas, tesis, y también de SENCICO, ASOCEM relacionadas al presente estudio.

2.6.2. Enfoque cuantitativo.

Se utilizó la estadística descriptiva, porque se aplicaron Software como Microsoft office; Excel y el software Microsoft Project, para procesar los datos.

2.7 Aspectos éticos.

2.7.1. Ética de la aplicación.

El presente proyecto generará beneficios sociales, económicos y ambientales, dependiendo de quién quiera dar uso de los resultados que al final se obtendrán para mejorar en los diseños de mezclas de concretos con la aplicación de aditivos en zonas de climas cálidos-desérticos.

2.7.2. Código ético de la profesión:

Todo ingeniero, en el desarrollo de sus funciones y actividades profesionales, debe cumplir con las siguientes normas de comportamiento ético y responsable:

CÓDIGO DE ÉTICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ - CAPITULO III: FALTAS CONTRA LA ÉTICA PROFESIONAL Y SANCIONES.

TÍTULO I: DE LA RELACION CON LA SOCIEDAD.

Los ingenieros están en toda la capacidad de desarrollar e innovar con proyectos que beneficien a la sociedad, así como acreditar o autorizar planos, memorias, investigaciones. Además los ingenieros están en la obligación de denunciar actos contrarios a las normas establecidas en el código del Colegio de ingenieros del Perú ante la autoridad competente a fin de que se sancione a los responsables. La sanción será de un tiempo no mayor de seis meses dependiendo de la gravedad del caso. (CIP, 2012)

TÍTULO II: DE LA RELACION CON EL PÚBLICO.

Los informes objetivos que presenten los ingenieros deben ser sencillos y fáciles de comprender. Las opiniones que expresen los ingenieros deben estar basadas en un adecuado análisis. Los ingenieros deben estar en capacitación constante a fin de desarrollar proyectos innovadores y útiles a la sociedad, además los ingenieros no deben prestarse para promover proyectos de terceros con fines malévolos. (CIP, 2012)

TÍTULO III: DE LA COMPETENCIA Y PERFECCIONAMIENTO DE PROFESIONALES.

Los ingenieros solo realizarán trabajos de ingeniería cuando cuenten con el conocimiento y la experiencia necesaria, si tuvieron problemas para seguir con el desarrollo normal del proyecto, están en la obligación de consultar con especialistas o expertos en el tema en el cual estén trabajando, caso contrario los ingenieros deben estar en la constante actualización de los temas de su campo asistiendo a cursos, seminarios, etc. Aceptar los trabajos sin la experiencia necesaria, emitir consejos profesionales sin certeza y falsificar datos académicos será sancionado e inhabilitado según sea el caso. (CIP, 2012)

TÍTULO IV: DEL EJERCICIO PROFESIONAL.

Los ingenieros podrán hacer la publicidad de sus servicios profesionales de manera verídica, podrán mencionar los lugares de donde hayan prestado sus servicios o donde actualmente están laborando. También podrán publicar sus servicios profesionales en órgano o directorios reconocidos, así como hacer unos paneles o carteles haciendo de conocimiento de sus servicios o el rubro de su empresa.

La competencia entre ingenieros debe ser leal, no aceptarán contratos en los cuales no hayan sido seleccionados, negociaran de forma justa y equitativa de acuerdo a la capacidad de los ingenieros para la obtención de un contrato.

Los ingenieros deben informar a sus clientes cuando el proyecto en desarrollo no se tiene los resultados esperados, así mismo toda la información que se maneja entre el ingeniero y el empleador debe mantenerse en absoluta discreción, los ingenieros dependientes no pueden actuar por sí mismo. Deberán contar con un respaldo en la toma de decisiones.

Los ingenieros que actúen como empleadores o funcionarios deberán ser imparciales al momento de contrataciones, premios o sanciones para los empleados, deberán actuar sin perjuicios, debe velar y cuidar por el bienestar del personal que está bajo su mando. Debe respetar y hacer respetar las normas de la empresa. (CIP, 2012)

TÍTULO V: DE LA RELACION CON LOS COLEGAS.

Los ingenieros que trabajen para el sector público pueden y están en la obligación de revisar y dar su opinión si así lo requieren, sin dañar la reputación del autor del proyecto. No deberán asociarse con firmas para realizar proyectos fraudulentos, no deben apropiarse de proyectos que no hayan sido elaborados por sí mismo. Actos contrarios al código será sancionado según sea la gravedad del caso. (CIP, 2012)

TÍTULO VI: LOS DEBERES CON EL COLEGIO.

Los ingenieros deberán tener una activa participación con el colegio, así como si son propuestos para tener cargos de responsabilidad deberán aceptarlos salvo que presenten una justificación válida para no aceptar el cargo. Deberán animar a los demás ingenieros a que sean parte del colegio de ingenieros (que obtenga su colegiatura). (CIP, 2012)

TÍTULO VII: LAS SANCIONES.

Son actos en contra de la institución faltar a cualquiera de las normas establecidas en este título, así como cualquier acto que cause perjuicio a la institución, su nombre y/o prestigio, las mismas que deberán ser sancionadas de acuerdo a su gravedad. (CIP, 2012)

TÍTULO VIII: ALCANCE Y CUMPLIMIENTO DEL CODIGO DE ÉTICA.

Las normas de este código rigen el ejercicio de la ingeniería en toda su extensión y en todo el territorio nacional y ninguna circunstancia puede impedir su incumplimiento. Las sanciones que se aplican a los miembros son las siguientes:

Amonestación: exhortar al sancionado a cumplir con sus deberes profesionales y ceñirse al código de ética profesional. Suspensión: inhabilitar temporalmente como miembro del CIP. Expulsión: pena máxima del CIP. Solo aplicable por mandato judicial o por causas de extrema gravedad. (CIP, 2012)

CAPÍTULO III

RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1 Determinar las propiedades físicas de los agregados (granulometría, peso unitario, contenido de humedad, peso específico y absorción).

3.1.1 Granulometría.

3.1.1.1 Procedimiento de ensayo granulométrico del agregado fino.

El ensayo de granulometría del agregado fino se realizó teniendo en cuenta la NTP 400.012 AGREGADOS.

Se ensayó una muestra de 500 gramos (gr) de agregado fino procedente de la cantera La Victoria, el agregado fino en estado seco es separada a través de una serie de mallas o tamices que van ordenadas de una abertura mayor a una abertura menor (N°3/8" hasta N°100), se determinó el tamaño de partículas que pasan y quedan retenidos en cada malla.



Figura 14. Juego de tamices o mallas, N°3/8" hasta N°100.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8*Granulometría del agregado fino por tamizado.*

Dimensión de la Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
1/2"	12.70	0.000	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.520	0.000	0.000	0.000	100.000
N.º 004	4.750	0.000	0.000	0.000	100.000
N.º 008	2.360	0.075	15.000	15.000	85.000
N.º 016	1.180	0.135	27.000	42.000	58.000
N.º 030	0.600	0.094	18.800	60.800	39.200
N.º 050	0.300	0.088	17.600	78.400	21.600
N.º 100	0.150	0.064	12.800	91.200	8.800
FONDO		0.044	8.800	100.000	0.000

Fuente: Elaboración Propia

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

$$\text{Módulo de fineza: MF} = \frac{0 + 15 + 42 + 60.8 + 78.4 + 91.2}{100}$$

$$\text{Módulo de fineza: MF} = 2.87$$

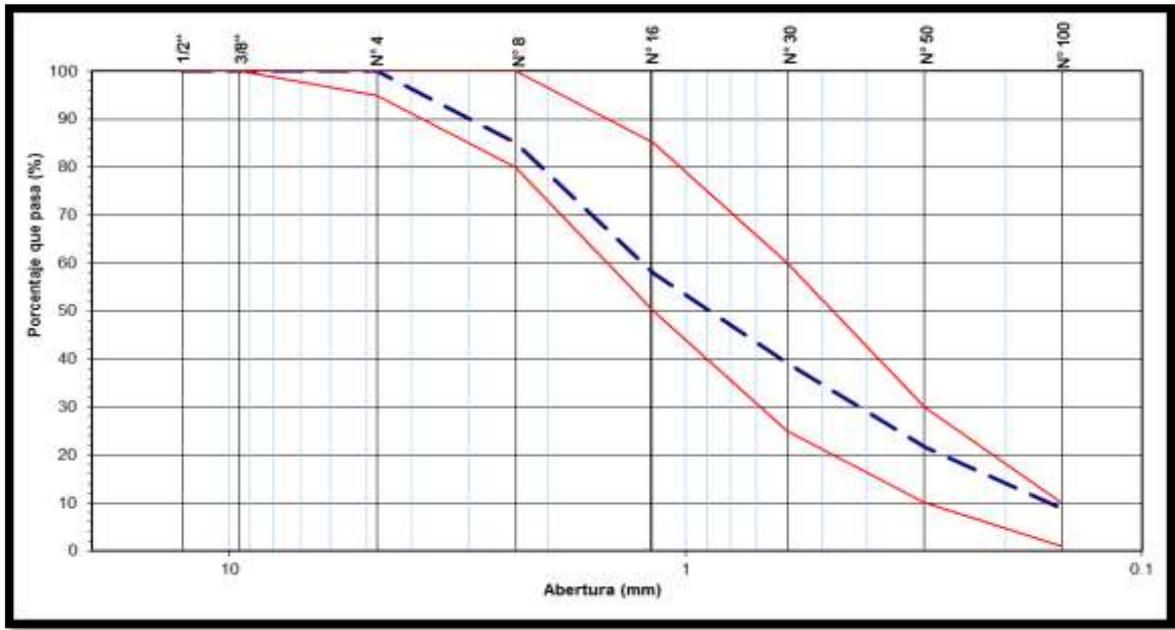


Figura 15. Detalle de la Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 15. Al observar la curva granulométrica del agregado fino de la cantera La Victoria, se comprobó resultado del agregado fino es el adecuado para la realización del diseño de mezclas de concreto, estando dentro de los parámetros (límites máximos y mínimos) de la norma NTP 400.012-2001, obteniéndose un módulo de fineza de 2.87

3.1.1.2 Procedimiento de ensayo para la determinación del análisis granulométrico del agregado grueso.

El ensayo de granulometría del agregado grueso se realizó teniendo en cuenta la NTP 400.012 AGREGADOS.

Se ensayó una muestra de 3000 gramos (gr) de agregado grueso procedente de la cantera La Victoria, tamaño máximo del agregado 1/2 pulg; tamaño máximo nominal 1 pulg.

El agregado grueso en estado seco es separada a través de una serie de mallas que van ordenadas de una abertura mayor a una menor (N°2 hasta N°4), para determinar el tamaño de partículas que pasan y quedan retenidos en cada malla.



Figura 16. Juego de tamices o mallas, N°2 hasta N°4.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

Granulometría del agregado grueso por tamizado.

Dimensión de la 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	0.023	0.767	0.767	99.233
3/4"	19.000	0.370	12.333	13.100	86.900
1/2"	12.700	1.435	47.833	60.933	39.067
3/8"	9.520	0.561	18.700	79.633	20.367
N.º 004	4.750	0.573	19.100	98.733	1.267
FONDO		0.038	1.267	100.000	0.000

Fuente: Elaboración Propia

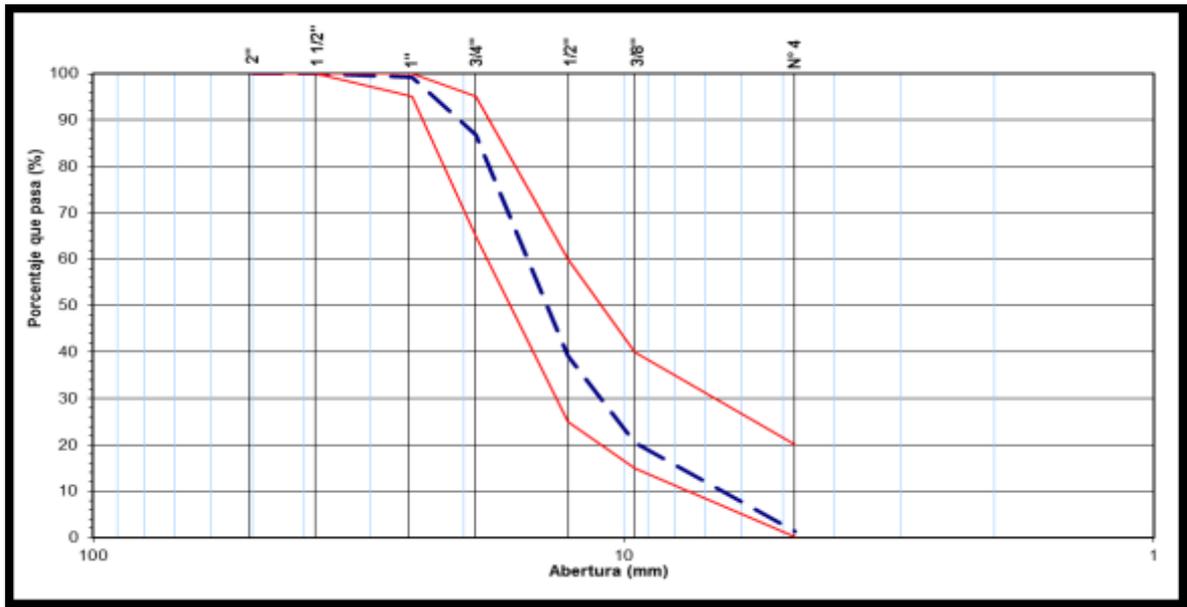


Figura 17. Detalle de la Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 17. Al observar la curva granulométrica del agregado grueso de la cantera La Victoria, se encontró con el resultado del agregado grueso es el adecuado para la realización del diseño de mezclas del concreto, estando en los parámetros (límites máximos y mínimos) de la norma NTP 400.012-2001, obteniéndose un tamaño máximo del agregado de 1'' y un tamaño máximo nominal de 1/2''.

3.1.2 Peso Unitario.

3.1.2.1 Procedimiento de ensayo para la determinación del peso unitario del agregado fino.

El ensayo del peso unitario del agregado fino se realizó teniendo como base la NTP 400.017 AGREGADOS. Este procedimiento 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 por cada capa con 25 golpes y así obteniéndose el peso unitario compactado.

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



Figura 18. Molde con agregado fino para obtención del Peso unitario.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Peso Unitario del agregado fino.

1.- PESO UNITARIO SUELTO			
a.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7375	7375
b.- Peso del recipiente	(gr.)	3020	3020
c.- Peso de muestra	(gr.)	4355	4355
d.- Constante o Volumen	(m ³)	0.0027	0.0027
e.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1622	1622
f.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1622	
g.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m³)	1606	
2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
a.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7825	7825
b.- Peso del recipiente	(gr.)	3020	3020
c.- Peso de muestra	(gr.)	4805	4805
d.- Constante o Volumen	(m ³)	0.0027	0.0027
e.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1789	1789
f.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1789	
g.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m³)	1772	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior luego del ensayo del peso unitario del agregado fino se obtuvieron como resultados un peso unitario suelto seco de 1606 (kg/m³) y un peso unitario compactado seco de 1772 (kg/m³).

3.1.2.2 Procedimiento de ensayo para la determinación del peso unitario del agregado grueso.

El ensayo del peso unitario del agregado grueso se realizó teniendo como base la NTP 400.017 AGREGADOS. Este procedimiento 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 hasta el reboce, así determinándose el peso unitario suelto.



Figura 19. Molde con agregado grueso para obtención del Peso unitario.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

Peso Unitario del agregado grueso.

1.- PESO UNITARIO SUELTO			
a.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	31865	31865
b.- Peso del recipiente	(gr.)	11030	11030
c.- Peso de muestra	(gr.)	20835	20835
d.- Constante o Volumen	(m ³)	0.01375	0.01375
e.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1515	1515
f.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1515	

g.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1505	
<u>2.-PESO UNITARIO COMPACTADO</u>			
a.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	33140	33140
b.- Peso del recipiente	(gr.)	11030	11030
c.- Peso de muestra	(gr.)	22110	22110
d.- Constante o Volumen	(m ³)	0.0138	0.0138
e.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1608	1608
f.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1608	
g.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1597	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior luego del ensayo del peso unitario del agregado grueso se obtuvieron como resultados un peso unitario suelto seco de 1505 (kg/m³) y un peso unitario compactado seco de 1597 (kg/m³).

3.1.3 Peso específico y absorción.

3.1.3.1 Procedimiento de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

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.

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 fino.



*Figura 20.*Muestra del agregado fino saturada por 24h.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 21.*Muestra del agregado fino saturada superficialmente seca.

Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Volumen del agregado fino por el método gravimétrico.

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Muestra seca del agregado fino después de 24h de colocado en el horno.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12*Peso Específico y absorción del agregado fino.***I. DATOS**

a.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	903.0
b.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	601.0
c.- Peso del agua	(gr)	302.0
d.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	597.0
e.- Peso del frasco	(gr)	101.0
f.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	496.0
g.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.0

II.- RESULTADOS

a.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.505
b.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.557
c.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.557
d.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.81

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior luego del ensayo del peso específico y absorción del agregado fino se obtuvieron como resultados un peso específico de 2505 (kg/m³) y un % de absorción de 0.81.

3.1.3.2 Procedimiento de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

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.

Una muestra de agregado grueso es saturada en agua por 24 h para llenar los poros. Posteriormente 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 la masa se determinó de nuevo.

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.



Figura 24. Muestra del agregado gruesa saturada por 24h

Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Secado del agua de la superficie de las partículas del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia



*Figura 26.*Muestra del agregado grueso en canastilla sumergida en agua.

Fuente: Elaboración propia



*Figura 27.*Muestra seca el agregado grueso después de 24h de colocado en el horno.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13*Peso Específico y absorción del agregado grueso.*

<u>I. DATOS</u>		
a.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	2997.0
b.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	3029.0
c.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	2797.0
d.- Peso de la canastilla	(gr)	903.0
e.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1894.0
<u>II.- RESULTADOS</u>		
a.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.641
b.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.669
c.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.717
d.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.1

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior luego del ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso se obtuvieron como resultados un peso específico de 2641 (kg/m³) y un % de absorción de 1.1

3.1.4 Contenido de humedad.

3.1.4.1 Procedimiento 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 procedimiento de ensayo determinó el porcentaje de humedad evaporable en la 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.



Figura 28. Muestra del agregado fino secada al horno por 24h.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Contenido de Humedad del agregado fino.

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500	500
b.- Peso de muestra seca	(gr)	495	495
c.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
d.- Contenido de humedad	(%)	1.01	1.01
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.01	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior luego del ensayo del contenido de humedad del agregado fino se obtuvieron como resultados un porcentaje del contenido de humedad de agregado fino de 1.01.

3.1.4.2 Procedimiento 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 procedimiento de ensayo determinó el porcentaje de humedad evaporable en la 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.



Figura 29. Muestra del agregado grueso secada al horno por 24h.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Contenido de Humedad del agregado grueso.

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	750	750
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	745	745
c.- Peso de recipiente	(gr.)	0	0
d.- Contenido de humedad	(gr.)	0.67	0.67
e.- Contenido de humedad (promedio)	(gr.)	0.67	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior luego del ensayo del contenido de humedad del agregado grueso se obtuvieron como resultados un porcentaje del contenido de humedad de agregado grueso de 0.67

3.1.5 Resumen del análisis de los agregados.

Tabla 16

Conglomerado del análisis de los agregados.

I.) Datos del agregado grueso:	Cantera La Victoria - Pátapo	
a.-Tamaño máximo nominal	1/2"	Pulg.
b.-Peso específico seco de masa	2641	Kg/m ³
c.-Peso Unitario compactado seco	1597	Kg/m ³
d.-Peso Unitario suelto seco	1505	Kg/m ³
e.-Contenido de humedad	0.67	%
f.-Contenido de absorción	1.1	%

II.) Datos del agregado fino:

Cantera La Victoria - Pátapo

g.-Peso específico seco de masa	2505	Kg/m ³
h.-Peso unitario seco suelto	1606	Kg/m ³
i.-Contenido de humedad	1.01	%
j.-Contenido de absorción	0.81	%
k.-Módulo de fineza (adimensional)	2.87	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior luego de los ensayos de los agregados, se obtuvieron los resultados de las propiedades físicas, para luego realizar el diseño de mezclas del concreto para sus diferentes diseños ($f'c$ de 280, 350 y 420 kg/cm²)

3.2 Elaborar diseños de mezclas patrón, para resistencias especificadas a la compresión del concreto ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm².**3.2.1 Metodología para la obtención del diseño patrón del concreto.**

El diseño de mezclas patrón con las resistencias especificadas a la compresión del concreto ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm², para dicha elaboración se realizó con el Método del Comité 211 del ACI. (American Concrete Institute)

Luego de la obtención de datos de los ensayos de los agregados, que sirven para la realización del diseño de mezclas para cada resistencia, se obtuvo las tandas para cada diseño, según los cálculos establecidos y luego se procedió hacer el vaciado en los moldes para las probetas, que finalmente serán curadas por edades de 7,14 y 28 días que permitirán ver la resistencia a la compresión por cada diseño respectivamente.

3.2.2 Diseño del concreto patrón ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$).

En el diseño de mezclas patrón para un $f'c$ de 280 kg/cm^2 se obtuvo como resultados los siguientes datos:

Tabla 17

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

Resultados del diseño de mezcla:			
Asentamiento obtenido:	4		Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco:	2410		Kg/m^3
Factor cemento por M^3 de concreto:	13.0		Bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño:	0.50		
	Cantidad de materiales por metro cúbico:		
Cemento	553	Kg/m^3	: Tipo MS Mochica
Agua	276	L	: Potable de la zona
Agregado fino (Af)	706	Kg/m^3	: Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado grueso (Ag)	874	Kg/m^3	: Piedra 1/2" Cantera La Victoria - Pátapo

Fuente: Elaboración Propia

El diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm^2 obtuvo un asentamiento de 4 pulgadas, un peso unitario de 2410 kg/m^3 y una relación $a/c = 0.50$. Se obtuvo las proporciones en peso para un metro cúbico de mezcla de 553 kg/m^3 de cemento, 276 litros de agua, 706 kg/m^3 de agregado fino y 874 kg/m^3 de agregado grueso. Para más detalles ver **Anexo 2.1**

3.2.3 Diseño del concreto patrón ($f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$).

En el diseño de mezclas patrón para un $f'c$ de 350 kg/cm^2 se obtuvo como resultados los siguientes datos:

Tabla 18

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

Resultados del diseño de mezcla:			
Asentamiento obtenido:	3.2		Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco:	2366		Kg/m^3
Factor cemento por M^3 de concreto:	14.5		Bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño:	0.40		
	Cantidad de materiales por metro cúbico:		
Cemento	618	Kg/m^3	: Tipo MS Mochica
Agua	247	L	: Potable de la zona
Agregado fino (Af)	668	Kg/m^3	: Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado grueso (Ag)	832	Kg/m^3	: Piedra 1/2" - Cantera La Victoria - Pátapo

Fuente: Elaboración Propia

El diseño de mezcla patrón de 350 kg/cm² obtuvo un asentamiento de 3.2 pulgadas, un peso unitario de 2366 kg/m³ y una relación a/c = 0.40. Se obtuvo las proporciones en peso para un metro cúbico de mezcla de 618 kg/m³ de cemento, 247 litros de agua, 668 kg/m³ de agregado fino y 832 kg/m³ de agregado grueso. Viéndose incrementados las proporciones en peso del cemento respecto al diseño de anterior de diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm². Para más detalles ver **Anexo 2.2**

3.2.4 Diseño del concreto patrón (f'c) = 420 kg/cm².

En el diseño de mezclas patrón para un f'c de 420 kg/cm² se obtuvo como resultados los siguientes datos:

Tabla 19

Diseño de mezcla final concreto patrón de f'c = 420 kg/cm².

Resultados del diseño de mezcla:			
Asentamiento obtenido:	3.2	Pulgadas	
Peso unitario del concreto fresco:	2327	Kg/m ³	
Factor cemento por M3 de concreto:	17.5	Bolsas/m ³	
Relación agua cemento de diseño:	0.39		
Cantidad de materiales por metro cúbico:			
Cemento	743	Kg/m ³	: Tipo MS Mochica
Agua	290	L	: Potable de la zona
Agregado fino (Af)	584	Kg/m ³	: Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado grueso (Ag)	711	Kg/m ³	: Piedra 1/2" Cantera La Victoria - Pátapo

Fuente: Elaboración Propia

El diseño de mezcla patrón de 420 kg/cm² obtuvo un asentamiento de 3.2 pulgadas, un peso unitario de 2327 kg/m³ y una relación a/c = 0.39. Se obtuvo las proporciones en peso para un metro cúbico de mezcla de 743 kg/m³ de cemento, 290 litros de agua, 584 kg/m³ de agregado fino y 711 kg/m³ de agregado grueso. Viéndose incrementados las proporciones en peso del cemento respecto a los diseños anteriores de diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm² y 350 kg/cm². Para más detalles ver **Anexo 2.3**

3.2.5 Resumen del Diseño del concreto patrón ($f'c$) = 280, 350 y 420 kg/cm^2 .

Tabla 20

Conglomerado del diseño del concreto patrón.

Diseño de mezcla patrón	Cemento Kg/m^3	Agua Lt	Ag. Fino Kg/m^3	Ag. Grueso Kg/m^3	Asentamiento Pulgadas	Peso Unitario Kg/m^3	Factor Cemento bolsas/ m^3	R a/c
280	553	276	706	874	4	2410	13	0.50
350	618	247	668	832	3.2	2366	14.5	0.40
420	743	290	584	711	3.2	2327	17.5	0.39

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se puede ver que a medida que la resistencia del concreto es mayor, se necesitó más cantidad de cemento, menos cantidades de agregados, el peso unitario del concreto en estado fresco baja. Para más detalles ver **Anexo 2**

3.3 Elaborar las proporciones (peso y volumen) del concreto patrón y del concreto con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440 para resistencias especificadas a la compresión del concreto ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm^2 .

3.3.1 Metodología para la obtención del diseño de mezclas patrón.

El diseño de las mezclas patrón con las resistencias especificadas a la compresión del concreto ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm^2 , para dicha elaboración se realizó con el Método del Comité 211 del ACI. (American Concrete Institute)

Luego de la obtención de datos de los ensayos de los agregados, que sirven para la realización del diseño de mezclas para cada resistencia, se obtuvo las tandas para cada diseño por m^3 , tanto proporciones en peso como en volumen, según los cálculos establecidos.

3.3.1.1 Diseño de mezclas de concreto patrón ($f'c$) = 280 kg/cm^2 .

En el diseño de mezclas patrón para un $f'c$ de 280 kg/cm^2 se obtuvo como proporciones en peso y volumen los siguientes resultados:

Tabla 21

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

Cantidad de materiales por metro cúbico:						
Cemento	553	Kg/m ³	: Tipo MS Mochica			
Agua	276	L	: Potable de la zona			
Agregado fino	706	Kg/m ³	: Cantera La Victoria - Pátapo			
Agregado grueso	874	Kg/m ³	: Piedra 1/2" Cantera La Victoria - Pátapo			
Proporción en peso:		Cemento	Arena	Piedra	Agua	Lts/pie ³
		1.0	1.28	1.58	21.3	
Proporción en volumen:		1.0	1.20	1.58	21.3	Lts/pie ³

Fuente: Elaboración Propia. Para más detalles ver **Anexo 2.1**

3.3.1.2 Diseño de mezclas de concreto patrón ($f'c$) = 350 kg/cm².

Tabla 22

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

Cantidad de materiales por metro cúbico:						
Cemento	618	Kg/m ³	: Tipo MS Mochica			
Agua	247	L	: Potable de la zona			
Agregado fino	668	Kg/m ³	: Cantera La Victoria - Pátapo			
Agregado grueso	832	Kg/m ³	: Piedra 1/2" Cantera La Victoria - Pátapo			
Proporción en peso:		Cemento	Arena	Piedra	Agua	Lts/pie ³
		1.0	1.08	1.35	17	
Proporción en volumen:		1.0	1.01	1.35	17	Lts/pie ³

Fuente: Elaboración Propia. Para más detalles ver **Anexo 2.2**

3.3.1.3 Diseño de mezclas de concreto patrón ($f'c$) = 420 kg/cm².

Tabla 23

Proporciones en peso y volumen del diseño de mezcla de concreto patrón $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$.

Cantidad de materiales por metro cúbico:						
Cemento	743	Kg/m ³	: Tipo MS Mochica			
Agua	290	L	: Potable de la zona			
Agregado fino	584	Kg/m ³	: Cantera La Victoria - Pátapo			
Agregado grueso	711	Kg/m ³	: Piedra 1/2 Cantera La Victoria - Pátapo			
Proporción en peso:		Cemento	Arena	Piedra	Agua	Lts/pie ³
		1.0	0.79	0.96	16.6	
Proporción en volumen:		1.0	0.74	0.96	16.6	Lts/pie ³

Fuente: Elaboración Propia. Para más detalles ver **Anexo 2.3**

3.3.2 Metodología para la obtención del diseño de mezclas patrón con aditivo.

El diseño de las mezclas patrón con las resistencias especificadas a la compresión del concreto ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm², para dicha elaboración se realizó con el Método del Comité 211 del ACI. (American Concrete Institute)

Luego de la obtención de datos de los ensayos de los agregados, que sirven para la realización del diseño de mezclas para cada resistencia, se obtuvo las tandas para cada diseño por m³, tanto proporciones en peso como en volumen, según los cálculos establecidos.

Se procedió a ver las dosificaciones de los aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440, que ya están establecidas en el producto, con una dosificación de 0.7% a 2% del peso del cemento; para la investigación se determinó en porcentajes de 0.7%, 1.35% y 2% para el aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440 en las resistencias evaluadas de ($f'c$) de 280, 350 y 420 kg/cm².

3.3.2.1 Descripción de los aditivos.

Los aditivos Sikament® TM-140 y Chemament 440 son aditivos Superplastificantes, reductor de agua de alto poder y economizador de cemento, que en climas calurosos mantiene la trabajabilidad del concreto.

La composición química del aditivo Sikament® TM-140 es una solución acuosa conteniendo un polímero nafténico y del aditivo Chemament 440 es una solución acuosa de condensado de naftaleno – formaldehído y aditivos especiales.

Siendo el ácido naftaleno la obtención por extracción cáustica de los destilados de petróleo, principalmente de las fracciones de querosene y diésel.

Por otro lado, el formaldehído viene hacer un compuesto químico que procede de la deshidrogenación del alcohol metílico; se emplea en la fabricación de plásticos, fluidos de corte, medicamentos, telas, cosméticos, etc.

Tabla 24*Composición de los aditivos.*

Aditivo	Densidad g/cm ³	Apariencia	Color	pH
Sikament TM-140	1.19 - 1.25	Líquido	Café	7.5 - 10.5
Chemament 440	1.24	Líquido	Marrón oscuro	5.5 - 6.5

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se pudo ver que el aditivo Sikament TM – 140 es menos denso y menos ácido según el pH en comparación que el aditivo Chemament 440, que es más denso y más ácido.

3.3.2.2 Diseño de mezclas del concreto ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440).

Tabla 25*Proporciones en peso y volumen del diseño de mezcla de concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con Aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440.*

Cantidad de materiales por metro cúbico:						
Cemento	553	Kg/m ³	: Tipo MS - Mochica			
Agua	276	L	: Potable de la zona			
Agregado fino	706	Kg/m ³	: Cantera La Victoria - Pátapo			
Agregado grueso	874	Kg/m ³	: Piedra 1/2" Cantera La Victoria - Pátapo			
Porcentaje	0.7%		1.35%		2.00%	
Aditivo Sikament TM-140	3.87	L	7.47	L	11.06	L
Aditivo Chemament 440	3.87	L	7.47	L	11.06	L
Proporción en peso:		Cemento	Arena	Piedra	Agua	
		1.0	1.28	1.58	21.3	Lts/pe ³
Proporción en volumen:		1.0	1.20	1.58	21.3	Lts/pe ³

Fuente: Elaboración Propia. Para más detalles ver **Anexo 3.1**

3.3.2.3 Diseño de mezclas del concreto ($f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440).

Tabla 26

Proporciones en peso y volumen del diseño de mezcla de concreto patrón $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ con Aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440.

Cantidad de materiales por metro cúbico:						
Cemento	618	Kg/m ³	: Tipo MS Mochica			
Agua	247	L	: Potable de la zona			
Agregado fino	668	Kg/m ³	: Cantera La Victoria - Pátapo			
Agregado grueso	832	Kg/m ³	: Piedra 1/2" Cantera La Victoria - Pátapo			
Porcentaje	0.7%		1.35%		2.00%	
Aditivo Sikament TM-140	4.33	L	8.34	L	12.36	L
Aditivo Chemament 440	4.33	L	8.34	L	12.36	L
Proporción en peso:		Cemento	Arena	Piedra	Agua	
		1.0	1.08	1.35	17	Lts/pie ³
Proporción en volumen:		1.0	1.01	1.35	17	Lts/pie ³

Fuente: Elaboración Propia. Para más detalles ver **Anexo 3.2**

3.3.2.4 Diseño de mezclas del concreto ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ con aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440).

Tabla 27

Diseño de mezclas del concreto ($f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440.

Cantidad de materiales por metro cúbico:						
Cemento	743	Kg/m ³	: Tipo MS Mochica			
Agua	290	L	: Potable de la zona			
Agregado fino	584	Kg/m ³	: Cantera La Victoria -Pátapo			
Agregado grueso	711	Kg/m ³	: Piedra 1/2 Cantera La Victoria - Pátapo			
Porcentaje	0.7%		1.35%		2.00%	
Aditivo Sikament TM-140	5.20	L	10.03	L	14.86	L
Aditivo Chemament 440	5.20	L	10.03	L	14.86	L
Proporción en peso:		Cemento	Arena	Piedra	Agua	
		1.0	0.79	0.96	16.6	Lts/pie ³
Proporción en volumen:		1.0	0.74	0.96	16.6	Lts/pie ³

Fuente: Elaboración Propia. Para más detalles ver **Anexo 3.3**

3.3.2.5 Resumen del diseño de mezclas del concreto patrón con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440.

Tabla 28

Conglomerado de las proporciones en peso y volumen.

Diseño de mezcla		Cemento	Arena	Piedra	Agua (Lt)	Aditivo (Lt)
f'c 280	Peso	1	1.28	1.58	21.3	0.00
	Volumen	1	1.20	1.58		
f'c 280 + Sikament TM-140 y Chemament 440 (0.7%)	Peso	1	1.28	1.58	21.3	3.87
	Volumen	1	1.20	1.58		
f'c 280 + Sikament TM-140 y Chemament 440 (1.35%)	Peso	1	1.28	1.58	21.3	7.47
	Volumen	1	1.20	1.58		
f'c 280 + Sikament TM-140 y Chemament 440 (2.00%)	Peso	1	1.28	1.58	21.3	11.06
	Volumen	1	1.20	1.58		
f'c 350	Peso	1	1.08	1.35	17	0.00
	Volumen	1	1.01	1.35		
f'c 350 + Sikament TM-140 y Chemament 440 (0.7%)	Peso	1	1.08	1.35	17	4.33
	Volumen	1	1.01	1.35		
f'c 350 + Sikament TM-140 y Chemament 440 (1.35%)	Peso	1	1.08	1.35	17	8.34
	Volumen	1	1.01	1.35		
f'c 350 + Sikament TM-140 y Chemament 440 (2.00%)	Peso	1	1.08	1.35	17	12.36
	Volumen	1	1.01	1.35		
f'c 420	Peso	1	0.79	0.96	16.6	0.00
	Volumen	1	0.74	0.96		
f'c 420 + Sikament TM-140 y Chemament 440 (0.7%)	Peso	1	0.79	0.96	16.6	5.20
	Volumen	1	0.74	0.96		
f'c 420 + Sikament TM-140 y Chemament 440 (1.35%)	Peso	1	0.79	0.96	16.6	10.03
	Volumen	1	0.74	0.96		
f'c 420 + Sikament TM-140 y Chemament 440 (2.00%)	Peso	1	0.79	0.96	16.6	14.86
	Volumen	1	0.74	0.96		

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se puede ver que a medida que la resistencia del concreto es mayor, las proporciones de la cantidad de agregados y de agua en la mezcla disminuyeron; pero tiene un incremento en la dosificación de los aditivos. Para más detalles ver **Anexo 2 y Anexo 3**

3.4 Evaluar la eficiencia de las propiedades físicas y mecánicas de los diseños de mezclas patrón y de los diseños con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440.

3.4.1 Propiedades Físicas del Concreto.

3.4.1.1 Procedimiento de ensayo para la determinación del asentamiento del concreto.

El procedimiento de ensayo del asentamiento (Slump) del concreto fresco se realizó según NTP 339.035 CONCRETO. Procedimiento de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams.

Se realizó el ensayo luego de hacer la mezcla del concreto, se observó que la trabajabilidad del concreto disminuyó al aumentar la dosis de los aditivos, y la fluidez aumenta al incrementar el porcentaje de los aditivos. El Asentamiento depende principalmente de la absorción de agua.

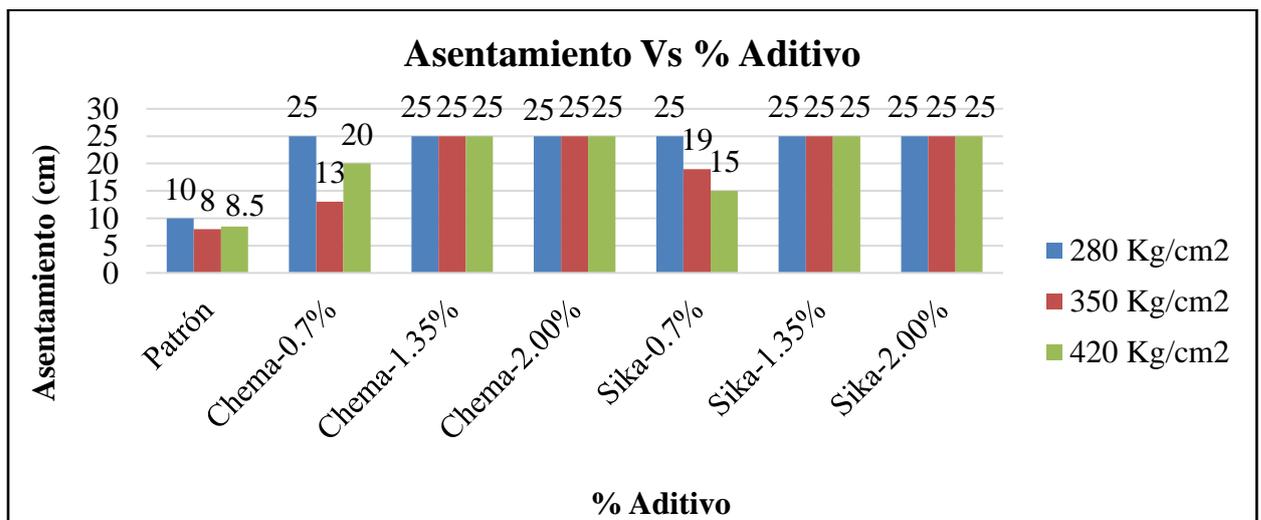


Figura 30. Asentamiento por diseño de mezcla y adición de aditivos.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 30. Se observa que la altura del asentamiento en los diseños patrón es normal, con un Slump de 7.5cm a 10cm, con la adición de los aditivos tanto Sikament TM-140 como Chemament 440, se observa un incremento en la altura del asentamiento, los diseños con adición de aditivos vienen hacer más fluidos que el diseño patrón original.

El diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm² tuvo un Slump de 10 cm, incrementándose a 25, 25 y 25 cm (incrementos a 250, 250 y 250% del Slump de diseño), al adicionarse aditivo Chemament 440 y Sikament TM-140, incrementos de 25,25 y 25 cm (incrementos a 250,250 y 250 %) ambos en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 % respecto al peso del cemento.

El diseño de mezcla patrón de 350 kg/cm² tuvo un Slump de 8cm, incrementándose a 13, 25 y 25 cm (incrementos a 163, 313 y 313% del Slump de diseño), al adicionarse aditivo Chemament 440 e incrementándose a 19, 25 y 25 cm (incrementos a 238, 313 y 313% del Slump de diseño), al adicionarse aditivo Sikament TM-140, ambos en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 % respecto al peso del cemento.

El diseño de mezcla patrón de 420 kg/cm² tuvo un Slump de 8.5 cm, incrementándose a 20, 25 y 25 cm (incrementos a 235, 294 y 294 % del Slump de diseño), al adicionarse aditivo Chemament 440 e incrementándose a 15, 25 y 25 cm (incrementos a 176, 294 y 294 % del Slump de diseño), al adicionarse aditivo Sikament TM-140 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 % respecto al peso del cemento. Para más detalles ver **Anexo 4.1**

3.4.1.2 Procedimiento de ensayo para la determinación del peso unitario del concreto.

El ensayo de Peso unitario del concreto fresco se realizó según NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

Se procedió a pesar en el molde las muestras de diseño del concreto fresco patrón y con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440, obteniéndose los siguientes resultados:

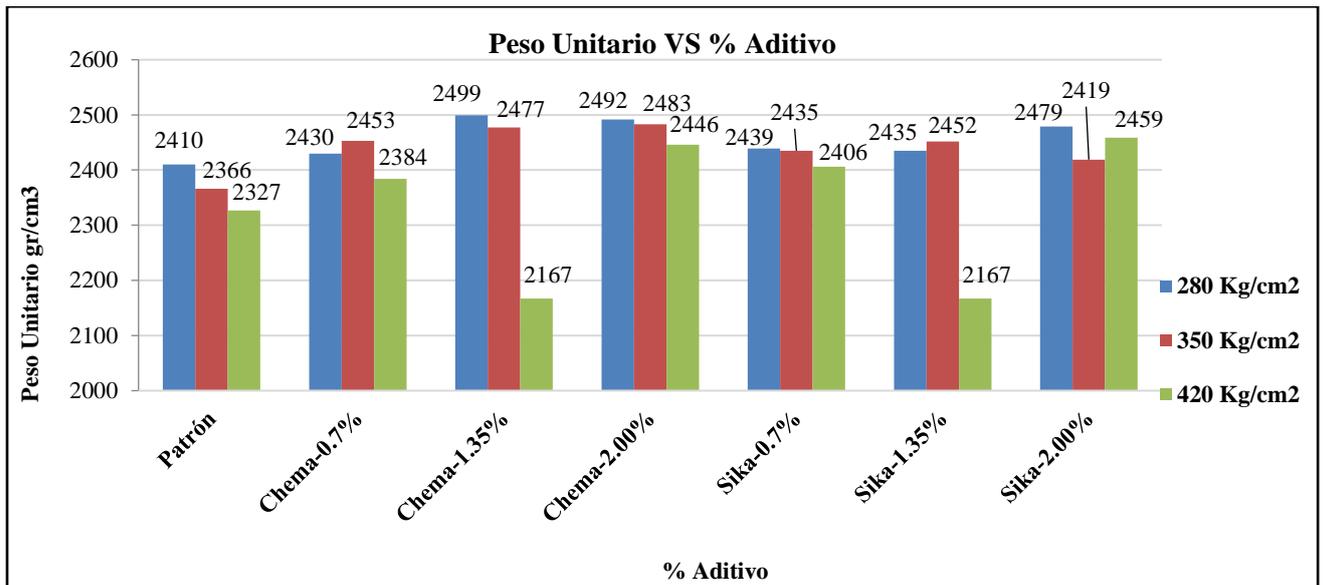


Figura 31. Peso unitario por diseño de mezcla y adición de aditivos.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 31. Se observó que el peso unitario con el diseño patrón, viene afectándose por la adición de los aditivos Sikament TM-140 como Chemament 440, viendo un incremento respecto al diseño patrón.

El diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm² tuvo un peso unitario de 2410 kg/cm³, incrementándose a 2430, 2499 y 2492 kg/cm³ (incrementos al 101, 104 y hasta 103% del Peso unitario de diseño), al adicionarse aditivo Chemament 440 e incrementándose a 2439, 2435 y 2475 kg/cm³ (incrementos al 101, 101 y hasta 103 % del Peso unitario de diseño), al adicionarse aditivo Sikament TM-140, ambos en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 %.

El diseño de mezcla patrón de 350 kg/cm² tuvo un peso unitario de 2366 kg/cm³, incrementándose a 2453, 2477 y 2483 kg/cm³ (incrementos al 104, 105 y hasta 105 % del Peso unitario de diseño), al adicionarse aditivo Chemament 440 e incrementándose a 2435, 2452 y 2419 kg/cm³ (incrementos al 103, 104 y hasta el 102 % del Peso unitario de diseño), al adicionarse aditivo Sikament TM-140, ambos en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 %.

El diseño de mezcla patrón de 420 kg/cm² tuvo un peso unitario de 2327 kg/cm³, incrementándose a 2384, 2167 y 2446 kg/cm³ (incremento a 102, una disminución a 93 y hasta un incremento al 105 % del Peso unitario de diseño), al adicionarse aditivo Chemament 440 e incrementándose a 2406, 2167 y 2456 kg/cm³ (incrementos al 103, una disminución a 93 y hasta un incremento al 106 % del Peso unitario de diseño), al adicionarse aditivo Sikament TM-140 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 %. Para más detalles ver **Anexo 4.2**

3.4.1.3 Procedimiento de ensayo para la determinación del contenido de aire del concreto.

El ensayo del contenido de aire atrapado se realizó según NTP 339.083 (CONCRETO). Método de ensayo que determina la cantidad de aire que puede contener el concreto recién mezclado excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados.

Una vez verificado el Slump, se procedió a determinar la cantidad de aire atrapado que varía respecto al diseño inicial de 2.5% de aire atrapado con el diseño de concreto con aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440 con los porcentajes de 0.7, 1.35 y 2.00%, con ayuda del equipo de la Olla de Washington.

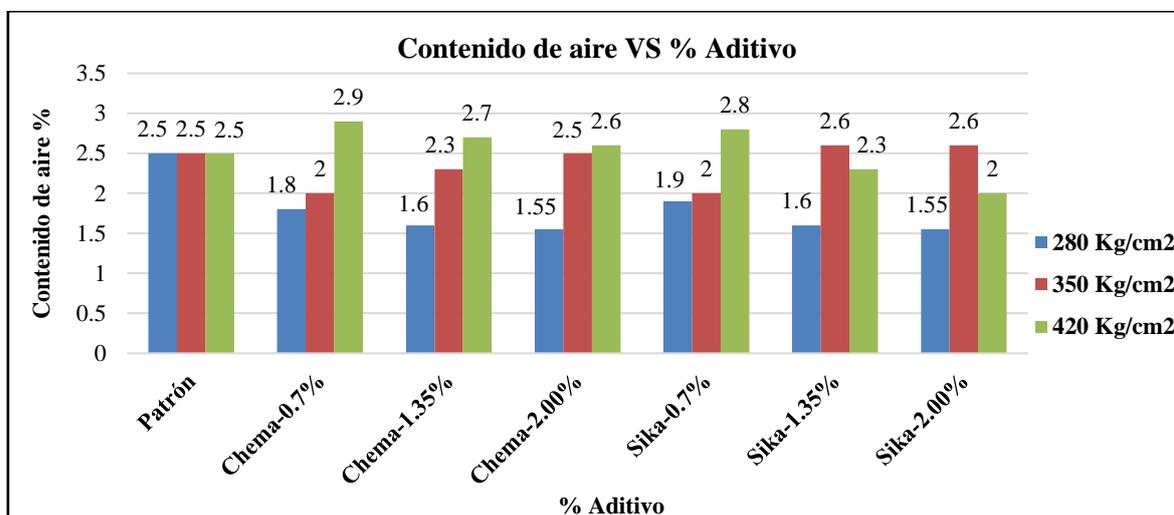


Figura 32. Contenido de aire atrapado por diseño de mezcla y adición de aditivos.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 32. Se observa que el contenido de aire tiene variaciones respecto a la adición de los aditivos en el diseño del concreto patrón.

El diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm² tiene variaciones en el contenido de aire atrapado respecto al contenido de aire inicial de 2.5% a 1.8, 1.6 y 1.55 % (disminución al 72, 64 y 62 % respecto al contenido de aire atrapado de diseño), al adicionarse aditivo Chemament 440 y disminución a 1.9, 1.6 y 1.55 % (disminución al 76, 64 y 62 % respecto al contenido de aire atrapado de diseño), al adicionarse aditivo Sikament TM-140 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 %.

El diseño de mezcla patrón de 350 kg/cm² tiene variaciones en el contenido de aire atrapado respecto al contenido de aire inicial de 2.5% a 2, 2.3 y 2.5 % (disminución del 80, 92 y 0% respecto al contenido de aire atrapado de diseño), al adicionarse aditivo Chemament 440 y variación de 2, 2.6 y 2.6 % (disminución al 80% e incrementos hasta 104 y 104% respecto al contenido de aire atrapado de diseño), al adicionarse aditivo Sikament TM-140 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00%.

El diseño de mezcla patrón de 420 kg/cm² tiene variaciones en el contenido de aire atrapado respecto al contenido de aire inicial de 2.5% a 2.9, 2.7 y 2.6 % (incremento hasta 116, 108 y 104% respecto al contenido de aire atrapado de diseño), al adicionarse aditivo Chemament 440 y variación de 2.8, 2.3 y 2 % (aumento a 112%, y disminución al 98% y 80% respecto al contenido de aire atrapado de diseño), al adicionarse aditivo Sikament TM-140 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 %. Para más detalles ver **Anexo 4.3**

3.4.1.4 Procedimiento de ensayo para la determinación de la temperatura del concreto.

El ensayo de temperatura del concreto se realizó según NTP 339.184:2013. (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto.

La adición los aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00% respecto al peso del concreto para los diseños de mezclas de 280, 350 y 420 kg/cm², no afecta en gran medida la temperatura del concreto, obteniéndose temperaturas del concreto que van desde los 27 °C hasta los 30°C. Para más detalles ver **Anexo 4.4**

3.4.1.5 Procedimiento de ensayo para la determinación de la exudación del concreto.

La presente Norma Técnica Peruana NTP 339.077 (CONCRETO) establece el procedimiento para la determinación de la cantidad relativa de agua (Exudación) presente en la mezcla del concreto en estado fresco.

Se realizó el ensayo de la exudación pasando la mezcla del concreto por la malla N°4, obteniéndose una muestra que se llenó en un recipiente, controlándose en intervalos de 30 minutos hasta obtener la exudación total una vez que el concreto está en el estado endurecido. El ensayo se realizó con el aditivo Sikament TM-140 con un porcentaje del 2.00%, siendo este aditivo el más favorable en la realización de las propiedades del concreto.



Figura 33. Obtención de la exudación.

Fuente: Elaboración propia.

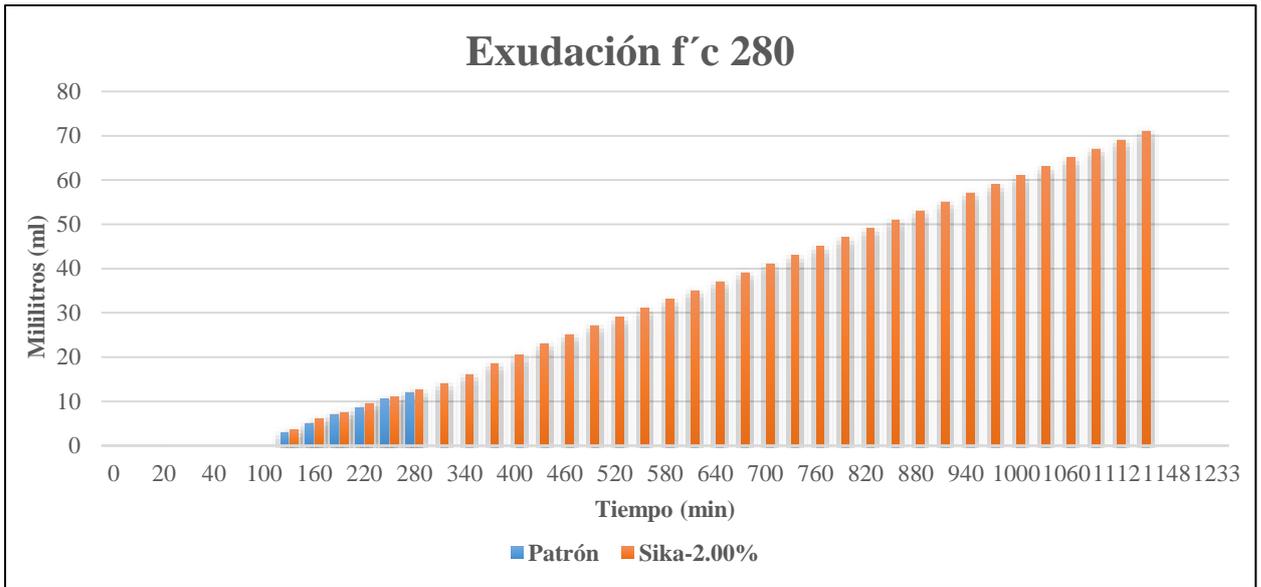


Figura 34. Porcentaje de exudación de f'c 280.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 34. Se observa que con la adición del aditivo Sikament TM-140 al 2% la exudación viene hacer mayor que el concreto patrón de 280min con un volumen de 12.5 ml a 1128min con un volumen de 71ml con él aditivo; teniendo un mayor tiempo de fraguado para llegar al endurecimiento del concreto. Para más detalles ver Anexo 4.5

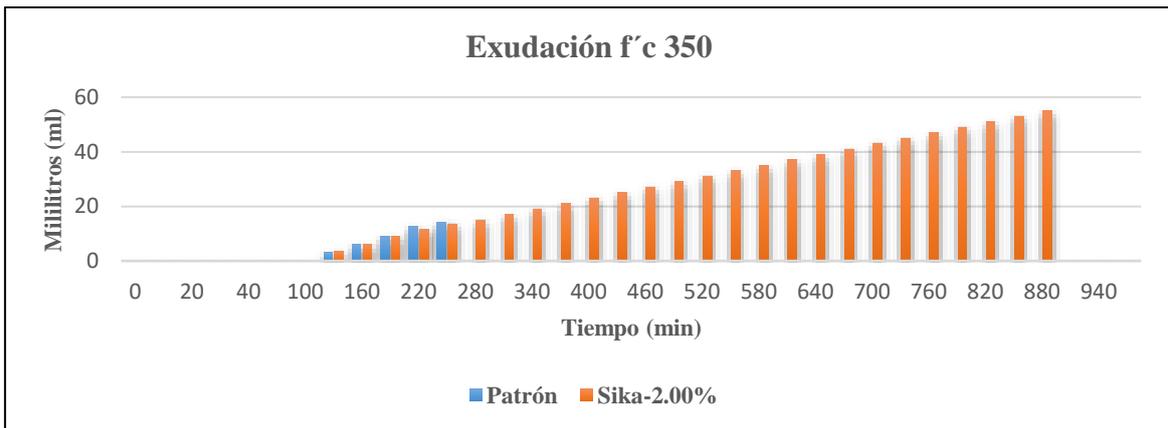


Figura 35. Porcentaje de exudación de f'c 350.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 35. Se observó que con la adición del aditivo Sikament TM-140 al 2% la exudación viene hacer mayor que el concreto patrón de 250min con un volumen de 14 ml a 880min con un volumen de 55ml con él aditivo; teniendo un mayor tiempo de fraguado para llegar al endurecimiento del concreto. Para más detalles ver **Anexo 4.5**

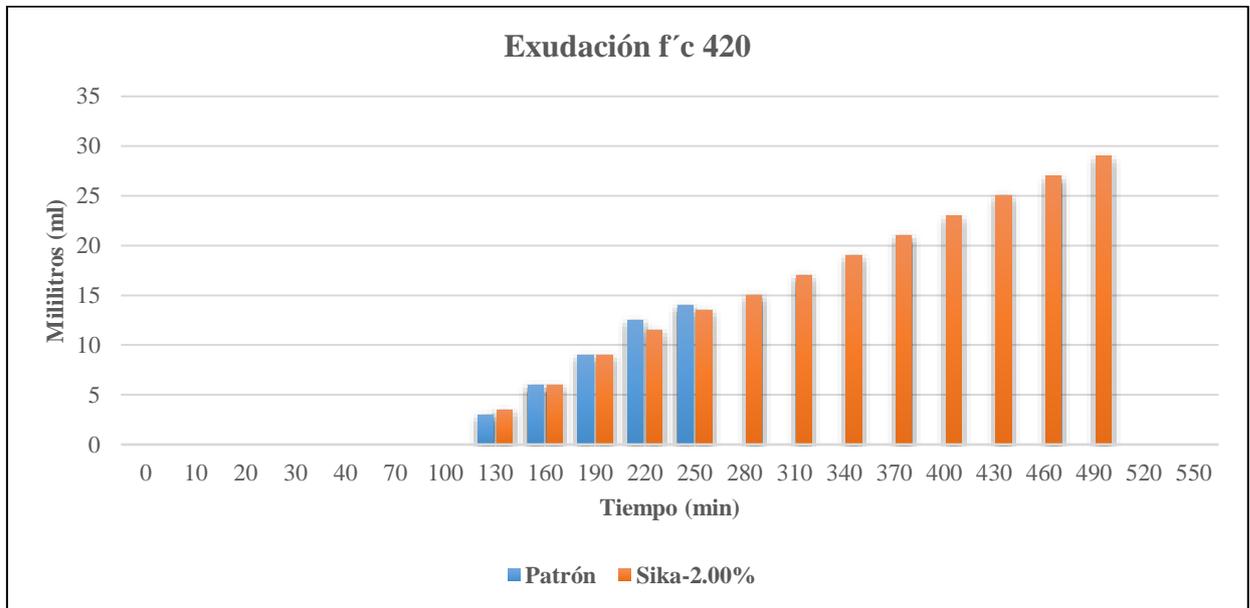


Figura 36. Porcentaje de exudación f'c=420

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 36. Se observó que con la adición del aditivo Sikament TM-140 al 2% la exudación viene hacer mayor que el concreto patrón de 250min con un volumen de 14 ml a 490min con un volumen de 29ml con él aditivo; teniendo un mayor tiempo de fraguado para llegar al endurecimiento del concreto. Para más detalles ver **Anexo 4.5**

3.4.1.6 Procedimiento de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado del concreto.

Este ensayo se realizó teniendo en cuenta la NTP 339.082:2001 (CONCRETO). Debido a que la fragua del concreto es un proceso gradual, cualquier definición de tiempo de fraguado debe necesariamente ser medida.

En este método, el tiempo requerido para que el mortero alcance los valores especificados de resistencia a la penetración son usados para definir el tiempo de fraguado.

Se realizó el ensayo del tiempo de fraguado pasando la mezcla del concreto por la malla N°4, obteniéndose una muestra que se llenó en un recipiente, controlándose en intervalos de 30 minutos para luego hacer la resistencia a la penetración con el equipo del Penetrómetro, inicialmente se dejó secar durante 2 horas. El ensayo se realizó con el aditivo Sikament TM-140 con un porcentaje del 2.00%, siendo este aditivo el más favorable en la realización de las propiedades del concreto.



*Figura 37.*Ensayo del tiempo de fraguado con el equipo del Penetrómetro.

Fuente: Elaboración propia

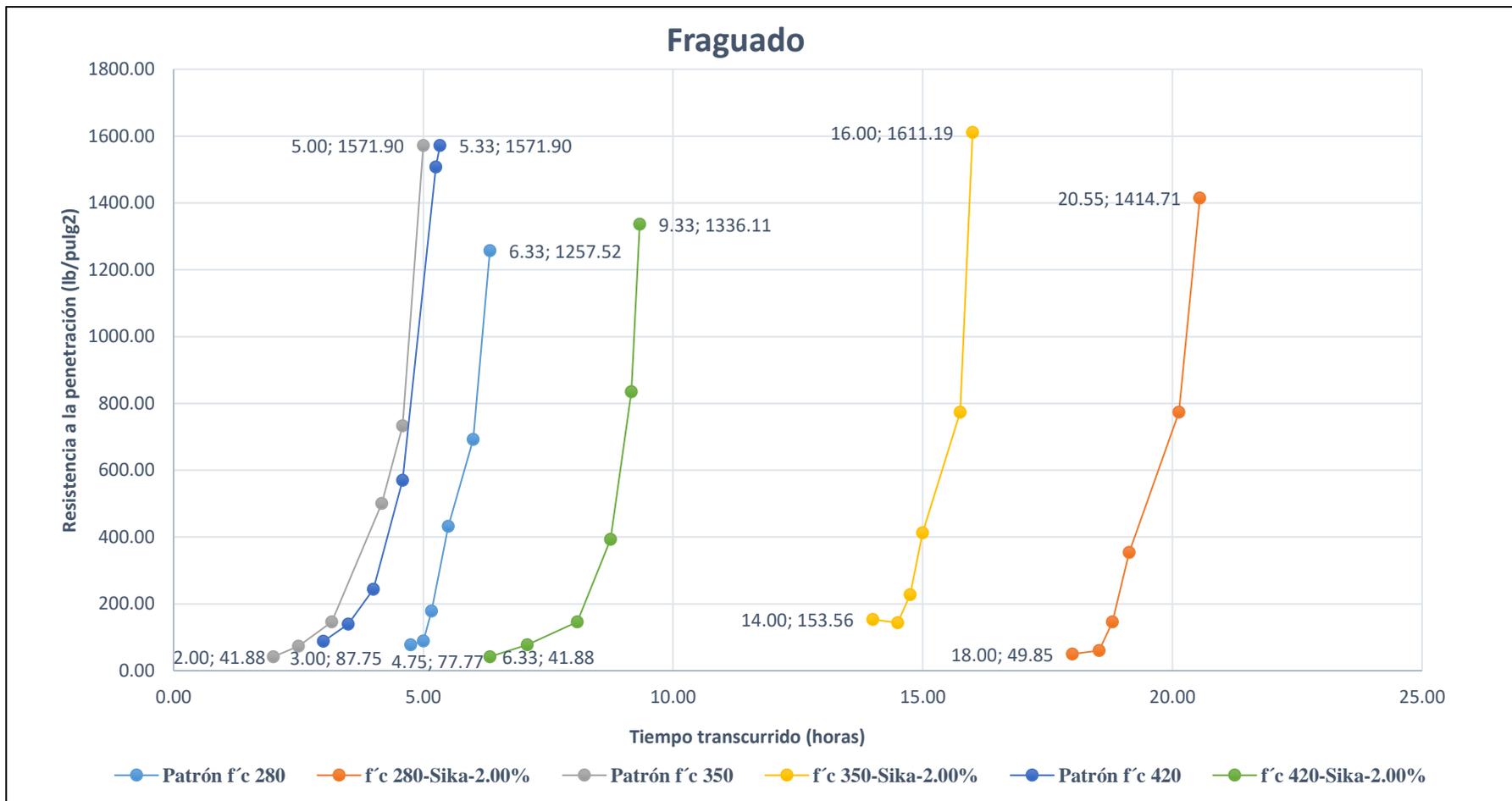


Figura 38. Resistencia a la penetración del diseño patrón y con aditivo.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 38. Se observa que con la adición del aditivo Sikament TM-140 al 2% el tiempo de fraguado es mayor; a diferencia de la resistencia a la penetración que no se ven muy distantes los diseños del concreto patrón con el diseño del concreto con aditivo. Para más detalles ver **Anexo 4.6**

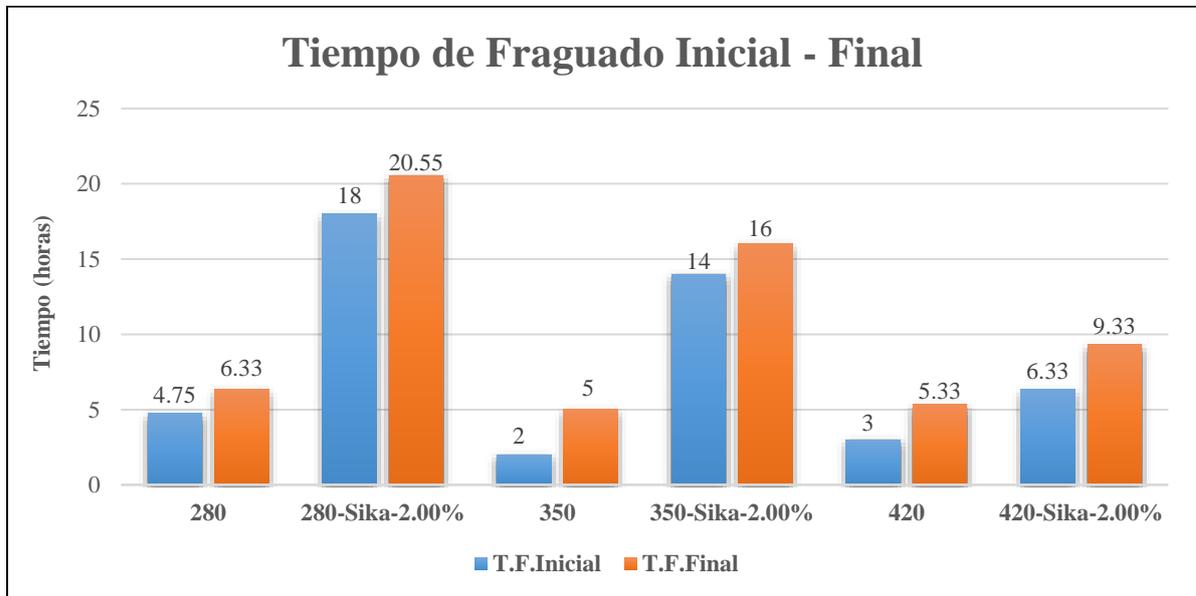


Figura 39. Tiempo de fraguado.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 39. Se observó que con la adición del aditivo Sikament TM-140 al 2% el tiempo de fraguado es mayor. El diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm² tiene un tiempo de fraguado inicial de 4.75 horas y un tiempo final de 6.33 horas; a diferencia del diseño con aditivo Sikament TM-140 que se incrementa con un tiempo de fraguado inicial de 18 horas y un tiempo final de 20.55horas.

El diseño de mezcla patrón de 350 kg/cm² tiene un tiempo de fraguado inicial de 2 horas y un tiempo final de 5 horas; a diferencia del diseño con aditivo Sikament TM-140 que se incrementó con un tiempo de fraguado inicial de 14 horas y un tiempo final de 16 horas.

El diseño de mezcla patrón de 420 kg/cm² tiene un tiempo de fraguado inicial de 3 horas y un tiempo final de 5.33 horas; a diferencia del diseño con aditivo Sikament TM-140 que se incrementó con un tiempo de fraguado inicial de 6.33 horas y un tiempo final de 9.33 horas. Para más detalles ver **Anexo 4.6**

3.4.1.7 Procedimiento de ensayo para la determinación del Fisuramiento del concreto.

De acuerdo con la Norma del ACI 224 La retracción por secado del hormigón es la disminución de volumen provocada por la pérdida de agua. La retracción por secado se puede definir como la deformación lineal dependiente del tiempo a temperatura constante.

Se procedió a realizar 12 paneles de 0.50m x 0.50 x 0.05 m, con el proceso de curado y sin curado de concreto con el diseño patrón y el uso del aditivo Sikament TM-140 en los porcentajes de 0.7%, 1.35% y 2.00%. Se determinó la hora de ensayo y su temperatura, luego se hizo el control de fisuración, medidas en edades de 7, 14 y 28 días, haciendo uso de la regla de fisuras. Para más detalles ver **Anexo 4.7**



*Figura 40.*Elaboración de los paneles.

Fuente: Elaboración propia



Figura 41. Fisurómetro y regla de fisuras para el control de la fisuración.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Control de la temperatura de los paneles.

Diseño	T° Ambiente	T° Concreto	Hora
280 Curado	27	29.7	4.3
280 sin curado	27	28.8	4.35
280-Sika 2 % - Curado	26	28.1	4.1
280-Sika 2 % - Sin Curado	26	28.2	4.15
350 Curado	26	28.4	3.1
350 sin curado	26	28.5	3.15
350-Sika 2 % - Curado	26	28.2	3.35
350-Sika 2 % - Sin Curado	26	28.5	3.4
420 Curado	27	30.7	12.4
420 sin curado	27	30.5	12.45
420-Sika 2 % - Curado	28	28.7	3.15
420-Sika 2 % - Sin Curado	28	29.1	3.2

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se muestran las temperaturas que fueron medidas en la elaboración de los paneles, obteniéndose temperaturas entre 27° C y 30° C del concreto con una temperatura ambiente de 26° a 28°, siendo las temperaturas más elevadas entre las 3.00 y 4.00 pm. Para más detalles ver **Anexo 4.7**

Tabla 30*Control de las fisuras máximas en los paneles.*

Diseño	Fisuras máximas					
	7 días		14 días		28 días	
	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)
280 Curado	0	0	0	0	0	0
280 sin curado	0	0	0	0	0	0
280-Sika 2 % - Curado	5	115	5	128	20	140
280-Sika 2 % - Sin Curado	10	138	10	145	40	188
350 Curado	0	0	0	0	0	0
350 sin curado	0	0	0	0	0	0
350-Sika 2 % - Curado	0	0	0	0	0	0
350-Sika 2 % - Sin Curado			5	66	20	80
420 Curado	0	0	0	0	0	0
420 sin curado			5	80	10	86
420-Sika 2 % - Curado	0	0	0	0	0	0
420-Sika 2 % - Sin Curado	5	44	5	200	5	208

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se muestran las fisuras máximas en los paneles, teniendo como resultados mayores fisuras en los paneles que no fueron curados, por lo que en gran medida la fisuración dependerá del tratamiento de curado que se le brinde al concreto. Para más detalles ver **Anexo 4.7**

3.4.2 Propiedades Mecánicas del Concreto.

3.4.2.1 Procedimiento de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto.

Esta NTP 339.034, establece los procedimientos para preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga, de muestras representativas de concreto fresco para un proyecto de construcción.

Después de que hayan sido hechos todos los ajustes in situ de la dosificación de la mezcla, incluyendo la incorporación de agua de mezclado y aditivos. Esta práctica no es satisfactoria para preparar especímenes a partir de concreto que no tenga un asentamiento mensurable o que requiera otros tamaños o formas de especímenes.

Se procedió a la realización de 189 probetas para cada diseño del concreto patrón sin aditivo y con aditivo, para edades de 7, 14 y 28 días.

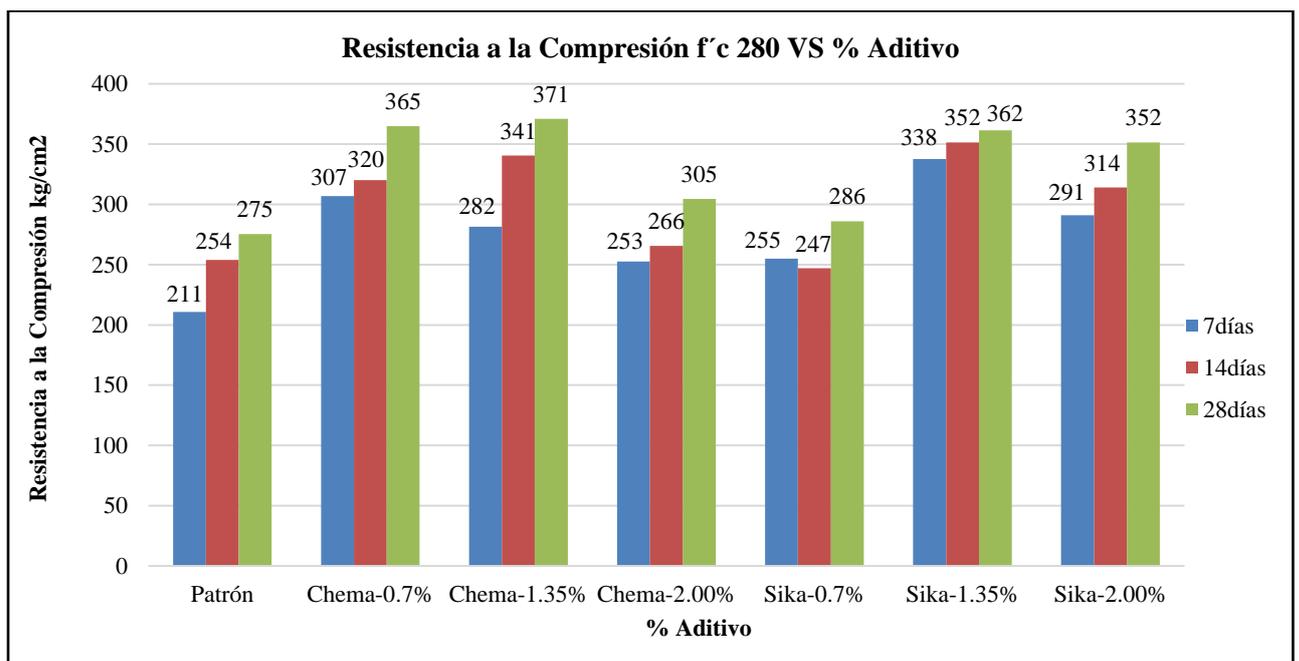


Figura 42. Resistencia a la compresión del f'c 280 con y sin aditivo.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 42. Se observó con la adición del aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440 la resistencia a la compresión a los 28 días va a ser mayor que la del diseño

patrón. Teniendo una ligera ventaja las dosificaciones del aditivo Chemament 440. Para más detalles ver **Anexo 4.8**

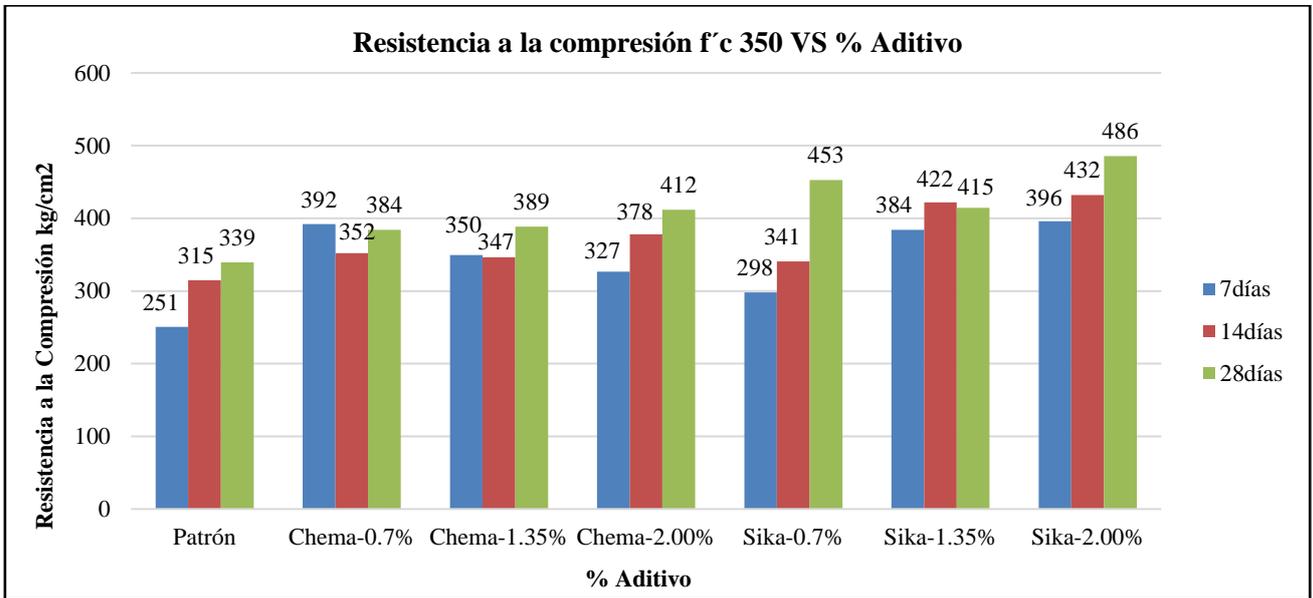


Figura 43. Resistencia a la compresión del f'c 350 con y sin aditivo.

Fuente: Elaboración propia

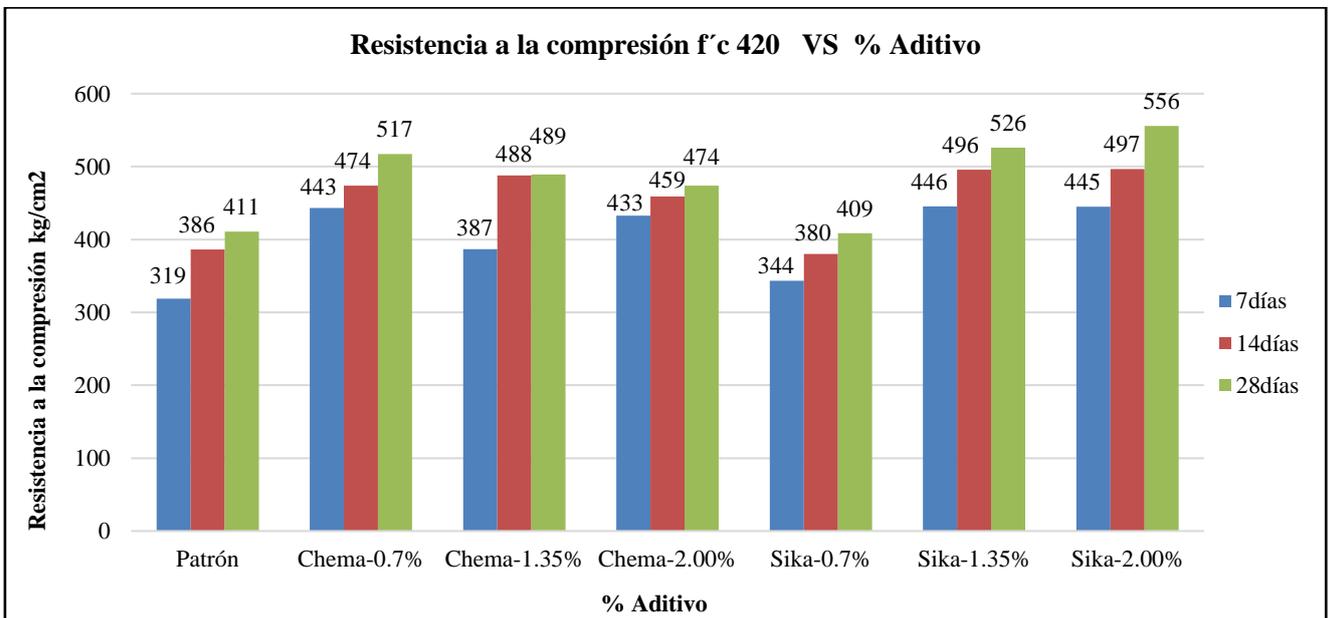


Figura 44. Resistencia a la compresión del f'c 420 con y sin aditivo

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 43 y 44. Se observa que con la adición del aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440 la resistencia a la compresión a los 28 días va a ser mayor que la del diseño

patrón. Teniendo una ligera ventaja las dosificaciones del aditivo Sikament TM-140 al 2%. Para más detalles ver **Anexo 4.8**

3.5 Análisis de costos unitarios en la fabricación del concreto patrón y del concreto con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440.

3.5.1 Diseño de Concreto $f'c$ 280 Kg/cm² + aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440).

Tabla 31

Costo unitario del diseño de concreto de $f'c$ 280 kg/cm² + aditivos reduciendo el agua cumpliendo Slump de diseño.

Diseño de mezcla patrón	Costo Unitario/m ³	S/. (+)	%
$f'c$ 280	557.39	0.00	0.00
$f'c$ 280 + Chema - 0.7%	571.10	13.71	2.46
$f'c$ 280 + Chema - 1.35%	586.49	29.09	5.22
$f'c$ 280 + Chema - 2.00 %	602.50	45.11	8.09
$f'c$ 280 + Sika - 0.7%	569.95	12.55	2.25
$f'c$ 280 + Sika - 1.35%	585.44	28.05	5.03
$f'c$ 280 + Sika - 2.00%	610.70	53.30	9.56

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior con los diferentes porcentajes de aditivo en 0.7, 1.35 y 2.00% para los aditivos Chemament 440 y Sikament TM-140, en el costo unitario en la fabricación del concreto de $f'c = 280$ kg/cm² + aditivos, se presentó que el costo es mayor con uso de aditivos y va incrementándose cuando el porcentaje de aditivo es mayor. Para más detalles ver **Anexo 5**

3.5.2 Diseño de Concreto $f'c$ 350 Kg/cm² + aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440).

Tabla 32

Costo unitario del diseño de concreto de $f'c$ 350 kg/cm² + aditivos reduciendo el agua cumpliendo Slump de diseño.

Diseño de mezcla patrón	Costo Unitario/m³	S/. (+)	%
f'c 350	583.31	0.00	0.00%
f'c 350 + Chema - 0.7%	605.44	22.13	3.79%
f'c 350 + Chema - 1.35%	632.47	49.16	8.43%
f'c 350 + Chema - 2.00 %	657.55	74.24	12.73%
f'c 350 + Sika - 0.7%	605.16	21.85	3.75%
f'c 350 + Sika - 1.35%	632.95	49.64	8.51%
f'c 350 + Sika - 2.00%	644.32	61.01	10.46%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior con los diferentes porcentajes de aditivo en 0.7, 1.35 y 2.00% para los aditivos Chemament 440 y Sikament TM-140, en el costo unitario en la fabricación del concreto de $f'c = 350$ kg/cm² + aditivos, se presentó que el costo es mayor con uso de aditivos y va incrementándose cuando el porcentaje de aditivo es mayor. Para más detalles ver **Anexo 5**.

3.5.3 Diseño de Concreto $f'c$ 420 Kg/cm² + aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440).

Tabla 33

Costo del diseño de concreto de $f'c$ 420 kg/cm² + aditivos reduciendo el agua cumpliendo Slump de diseño.

Diseño de mezcla patrón	Costo Unitario/m3	S/ (+)	%
f'c 420	631.03	0.00	0.00%
f'c 420 + Chema - 0.7%	657.13	26.10	4.14%
f'c 420 + Chema - 1.35%	660.72	29.69	4.70%
f'c 420 + Chema - 2.00 %	714.18	83.15	13.18%
f'c 420 + Sika - 0.7%	651.70	20.67	3.28%
f'c 420 + Sika - 1.35%	650.56	19.52	3.09%
f'c 420 + Sika - 2.00%	706.04	75.01	11.89%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior con los diferentes porcentajes de aditivo en 0.7, 1.35 y 2.00% para los aditivos Chemament 440 y Sikament TM-140, en el costo unitario en la fabricación del concreto de $f'c = 420$ kg/cm² + aditivos, se presentó que el costo es mayor con uso de aditivos y va incrementándose cuando el porcentaje de aditivo es mayor. Para más detalles ver **Anexo 5**

CAPÍTULO IV
DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Determinar las propiedades físicas de los agregados.

Dentro de las principales características de los agregados que intervienen en el diseño de mezclas se tiene, Granulometría, peso unitario, peso específico y absorción y contenido de humedad.

Según NTP 400.012 AGREGADOS, que determina el análisis granulométrico (análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global). En general, los agregados que no tienen una gran deficiencia o exceso de cualquier tamaño y presentan una curva granulométrica suave, producirán los resultados más satisfactorios. Los resultados que se obtuvieron en esta investigación presentaron una curva suave en el agregado fino y agregado grueso.

(Según NTP 400.013 AGREGADOS, procedimiento de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y concreto), etc. Se recomienda un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. En esta investigación se obtuvo un módulo de fineza de 2.87 estando dentro de los valores recomendados.

La norma E-060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones, indica respecto al tamaño máximo nominal del agregado grueso que no debe ser superior a, $1/5$ de la menor separación entre los lados del encofrado, $1/3$ de la altura de la losa, $3/4$ del espaciamiento mínimo libre entre las barras de refuerzo, paquetes, tendones o ductos. El tamaño máximo nominal del agregado grueso en esta investigación es $1/2$ pulgada proveniente de la cantera La Victoria, estando dentro de los parámetros recomendados.

(Según NTP 400.017 AGREGADOS, procedimiento de ensayo para la determinación del peso unitario del agregado). El peso unitario aproximado del agregado comúnmente usado en el concreto de peso normal varía de 1200 a 1750 kg/m³. En esta investigación se obtuvieron un peso unitario suelto seco de 1606 kg/m³ y un peso unitario compactado seco de 1772 kg/m³ en el agregado fino y un peso unitario suelto seco de 1505 kg/m³ y un peso unitario compactado seco de 1597 kg/m³ en el agregado grueso, estando entre los valores comúnmente usados.

(Según NTP 400.021 y NTP 400.022 AGREGADOS. Procedimiento de ensayo normalizado para la determinación del peso específico y absorción, de agregado grueso y agregado fino, respectivamente). La mayor parte de los agregados de peso normal tienen pesos específicos comprendidos entre 2400 kg/m³ y 2900 kg/m³. En esta investigación se obtuvo para el agregado fino un peso específico de 2505 kg/m³ y para el agregado grueso un peso específico de 2641 kg/m³, estando entre los rangos recomendados.

4.2. Elaborar diseños de mezclas patrón.

El diseño de las mezclas del concreto patrón con las resistencias especificadas a la compresión del concreto (f'c) de 280, 350 y 420 kg/cm², para dicha elaboración se realizó con el Método del Comité 211 del ACI. (American Concrete Institute)

Se trabajó para el concreto patrón de f'c de 280 kg/cm² una relación agua/cemento (a/c) de 0.50, para el f'c de 350 kg/cm² una relación agua/cemento (a/c) de 0.40 y para el f'c de 420 kg/cm² una relación agua/cemento (a/c) de 0.39.

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Zegarra Agip & Zegarra Suarez, 2016), (Armas Aguilar, 2016), también trabajaron con diseños similares, y una relación agua/cemento que se correlacionan con los diseños de esta investigación.

4.3. Proporciones de peso y volumen del diseño de la mezcla patrón y del diseño del concreto con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440.

Se obtuvieron proporciones de peso y volumen para los diseños de concreto (f'c) de 280 kg/cm² con proporción en peso de 1:1.28:1.58, y proporción en volumen de 1:1.20:1.58 ambos con 21.30 Lt de agua, para el diseño de 350 kg/cm² con proporción en peso de 1:1.08:1.35, y proporción en volumen de 1:1.01:1.35 ambos con 17 Lt de agua y para el diseño de 420 kg/cm² con proporción en peso de 1:0.79:0.96, y proporción en volumen de 1:0.74:0.96 ambos con 16.6 Lt de agua.

Las proporciones obtenidas determinaron que cuando la resistencia del concreto es mayor, las proporciones de los agregados disminuyeron, así como también la cantidad de agua.

Para las proporciones con aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440 para el diseño de concreto ($f'c$) de 280 kg/cm² las proporciones en peso y volumen son las mismas que el diseño del concreto patrón, solo viéndose un cambio en el porcentaje de aditivo para 0.7% una adición de 3.87 L, para 1.35% una adición de 7.47 L y para 2.00% una adición de 11.06 L con ambos aditivos; para el diseño de concreto ($f'c$) de 350 kg/cm² para 0.7% una adición de 4.33 L, para 1.35% una adición de 8.34 L y para 2.00 % una adición de 12.36 L; y para el diseño de concreto ($f'c$) de 420 kg/cm² para 0.7% una adición de 5.20 L, para 1.35% una adición de 10.03 L y para 2.00 % una adición de 14.86 L.

Las proporciones obtenidas determinaron que cuando la resistencia del concreto es mayor, la adición de aditivo aumenta, esto se debió, cuando la resistencia de diseño es más elevada se requiere más cemento.

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Zegarra Agip & Zegarra Suarez, 2016), (Armas Aguilar, 2016), los resultados que se obtuvieron se correlacionan con esta investigación, a mayor resistencia las proporciones de agregados y agua disminuye y de los aditivos aumenta.

4.4. Propiedades del Concreto.

4.4.1. Propiedades Físicas del Concreto.

4.4.1.1. Asentamiento del concreto.

El procedimiento de ensayo para la determinación del asentamiento (Slump) del concreto fresco se realizó según NTP 339.035 CONCRETO.

Se observa que la altura del asentamiento en los diseños patrón es normal, con un Slump de 7.5 a 10 cm, con la adición de los aditivos tanto Sikament TM-140 como Chemament 440, se observa un incremento en la altura del asentamiento, los diseños con adición de aditivos vienen hacer más fluidos que el diseño patrón original, viéndose que para porcentajes de 2.00%, el asentamiento viene a ser muy fluido, llegando hasta cerca del 200% del asentamiento del patrón original.

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Mayta Rojas, 2014), **Sánchez Zárate (2017)**, que tienden a alcanzar asentamientos superiores, debido a que la dosificación del aditivo se realiza en función de la cantidad de cemento.

4.4.1.2. Peso unitario del concreto.

El ensayo de Peso unitario del concreto fresco se realizó según NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

Se observó que el peso unitario, viene afectándose por la adición de los aditivos Sikament TM-140 como Chemament 440 en los diferentes porcentajes de 0.7, 1.35 y 2.00%, viéndose un incremento respecto al diseño patrón cercanos al 100% del peso unitario del concreto patrón de $f'c$ 280, 350 y 420 Kg/cm³.

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Mayta Rojas, 2014), **Sánchez Zárate (2017)**, donde el peso unitario del concreto presentó incrementos en forma proporcional con la dosis suministrada de los aditivos.

4.4.1.3. Contenido de aire del concreto.

El ensayo del contenido de aire atrapado se realizó según NTP 339.083 (CONCRETO). Método de ensayo que determina la cantidad de aire que puede contener el concreto recién mezclado excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados.

Se observó que el contenido de aire tiene variaciones respecto a la adición de los aditivos en el diseño del concreto patrón. El diseño de mezcla patrón de 280 kg/cm² tiene disminución en el contenido de aire atrapado respecto al contenido de aire inicial de 2.5% a 1.8, 1.6 y 1.55 %, al adicionarse aditivo Chemament 440 y disminución de 1.9, 1.6 y 1.55 % al adicionarse aditivo Sikament TM-140 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 %.

El diseño de mezcla patrón de 350 kg/cm² tiene disminuciones en el contenido de aire atrapado respecto al contenido de aire inicial de 2.5% a 2, 2.3 y 2.5 %, al adicionarse aditivo Chemament 440 y variación de 2, 2.6 y 2.6 %, al adicionarse aditivo Sikament TM-140 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00%. y el diseño de mezcla patrón de 420 kg/cm² tiene variaciones en el contenido de aire atrapado respecto al contenido de aire inicial de 2.5% a 2.9, 2.7 y 2.6 %, al adicionarse aditivo Chemament 440 y variación de 2.8, 2.3 y 2 %, al adicionarse aditivo Sikament TM-140 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00 %.

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Armas Aguilar, 2016) que presentó incrementos con la adición de fibra de polipropileno en el concreto y **Sánchez Zárate (2017)** que experimentó decrecimientos del porcentaje del aire atrapado con dosis iguales a 650 ml e incrementos para dosis superiores a 650 ml de aditivo.

4.4.1.4. Temperatura del concreto.

El ensayo de temperatura del concreto se realizó según NTP 339.184:2013. (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto.

La adición los aditivos Sikament TM-140 y Chemament 440 en dosis de 0.7, 1.35 y 2.00% respecto al peso del concreto para los diseños de mezclas de 280, 350 y 420 kg/cm², no afecta en gran medida la temperatura del concreto, obteniéndose temperaturas del concreto que van desde los 27 °C hasta los 30°C.

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Armas Aguilar, 2016), (**Sánchez Zárate, 2017**) los resultados que obtuvieron muestran que no hay una diferencia significativa de la temperatura promedio entre las distintas mezclas. La máxima variación registrada entre las mezclas fue de 1 a 2 °C.

4.4.1.5. Exudación del concreto.

La presente Norma Técnica Peruana NTP 339.077 (CONCRETO) establece el procedimiento para la determinación de la cantidad relativa de agua (Exudación), presente en la mezcla del concreto en estado fresco.

Se observó que con la adición del aditivo Sikament TM-140 al 2% la exudación viene a hacer mayor que el concreto patrón de 280min con un volumen de 12.5 ml a 1128min con un volumen de 71ml con el aditivo para un f'c de 280 Kg/cm², de 250min con un volumen de 14 ml con el concreto patrón a 880min con un volumen de 55ml con el aditivo para un f'c de 350 Kg/cm², de 50min con un volumen de 14 ml con el concreto patrón a 490min con un volumen de 29ml con el aditivo para un f'c de 420 Kg/cm².

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Mayta Rojas, 2014), (**Sánchez Zárate, 2017**), observaron que el porcentaje de exudación aumenta según va incrementándose la dosis de aditivo.

4.4.1.6. Fraguado del concreto.

Este ensayo se realizó teniendo en cuenta la NTP 339.082:2001 (CONCRETO). Debido a que la fragua del concreto es un proceso gradual, cualquier definición de tiempo de fraguado debe necesariamente ser medida.

Se observó que con la adición del aditivo Sikament TM-140 al 2% para un $f'c$ de 280 kg/cm² tiene un tiempo de fraguado inicial de 18 horas y un tiempo final de 20.55horas.

El diseño de mezcla de 350 kg/cm² tiene un tiempo de fraguado inicial de 14 horas y un tiempo final de 16 horas. El diseño de mezcla patrón de 420 kg/cm² tiene un tiempo de fraguado inicial de 6.33 horas y un tiempo final de 9.33 horas. Observándose que hay disminución del tiempo de fraguado cuando mayor es la resistencia con aditivo Sikament TM-140 al 2.00%.

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Mayta Rojas, 2014) , (Sánchez Zárate, 2017), experimentaron en su gran mayoría un breve retraso en el tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón, siendo estos volares mayores según la adición de aditivo.

4.4.1.7. Fisuramiento del concreto.

De acuerdo con la Norma del ACI 224 La retracción por secado del hormigón es la disminución de volumen provocada por la pérdida de agua. La retracción por secado se puede definir como la deformación lineal dependiente del tiempo a temperatura constante.

Se obtuvo como resultados que se presentó unas mayores fisuras en los paneles que no fueron curados, los paneles con 2.00% de aditivo Sikament TM-140 curados, no se presentó ninguna fisura, por lo que en gran medida la fisuración dependerá del tratamiento de curado que se le brinde al concreto.

(Armas Aguilar, 2016), obtuvo ensayos realizados en el túnel de viento mostrando que la adición de fibra de polipropileno en una dosis de 400 gr/m³ logra inhibir la fisuración por hasta en un 65% aproximadamente, mientras que en condiciones ambientales reales esta misma dosis logra inhibir hasta un 90% de la fisuración por contracción plástica.

4.4.2. Propiedades Mecánicas del Concreto.

4.4.2.1. Resistencia a la compresión del concreto.

Esta NTP 339.034, establece los procedimientos para preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga, de muestras representativas de concreto fresco para un proyecto de construcción.

Se observó que con la adición del aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440 la resistencia a la compresión a los 28 días va a ser mayor que la del diseño patrón.

Donde para el diseño de $f'c$ de 280 kg/cm^2 . Se obtuvieron resistencias más elevadas del aditivo Chemament 440 a los 28 días en los porcentajes de 0.7 % (365 Kg/cm^2) y 1.35 % (371 Kg/cm^2) y con Sikament TM-140 fue mayor al 2 % (352 Kg/cm^2).

Para el diseño de $f'c$ de 350 kg/cm^2 . Se obtuvieron resistencias más elevadas del aditivo Sikament TM-140 a los 28 días en los porcentajes de 0.7 % (453 Kg/cm^2), 1.35 % (415 Kg/cm^2) y 2.00 % (486 Kg/cm^2) que el diseño con Chemament 440 a los 28 días.

Finalmente, para el diseño de $f'c$ de 420 kg/cm^2 . Se obtuvieron resistencias más elevadas del aditivo Chemament 440 a los 28 días en los porcentajes de 0.7 % (517 Kg/cm^2) y con el aditivo Sikament TM-140 fue mayor al 1.35 % (526 Kg/cm^2) y 2 % (556 Kg/cm^2). Obteniéndose la mayor resistencia en el porcentaje de 2 % con el aditivo Sikament TM-140.

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Mayta Rojas, 2014), (Sánchez Zárate, 2017), observaron que las probetas alcanzan valores de resistencia mayores al 50% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en tres días, para dosis del aditivo superplastificante para cualquier relación a/c. Esto hace prever que el aditivo se comporta ligeramente como un acelerador de endurecimiento temprano.

4.5. Análisis de costos unitarios en la fabricación del concreto.

Se determinó el costo unitario en el diseño de concreto de $f'c$ 280 kg/cm², con porcentaje de 0.7, 1.35 y 2.00% con aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440, por m³ de concreto, siendo estos costos unitarios mayores al diseño de concreto patrón de $f'c$ 280 kg/cm².

En el costo unitario de concreto de $f'c$ 350 kg/cm², se presentó que el porcentaje de 0.7, 1.35 y 2% con aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440, tuvo un costo unitario por m³ mayor respecto al diseño patrón de $f'c$ 350 Kg/cm².

Se pudo observar que el costo unitario en el diseño de concreto $f'c$ 420 Kg/cm² con aditivo Sikament TM-140 y Chemament 440, en los porcentajes de 0.7, 1.35 y 2.00% tuvo un costo unitario por m³ mayor respecto al diseño de concreto patrón de $f'c$ 420 kg/cm².

Los resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de: (Deza Guzmán & Yovera Capuñay, 2016), obtuvieron que el concreto convencional su costo fue menor con respecto al del concreto Fast Track, por lo que esto es debido a la adición de dos aditivos, del cual estos también tienen un costo, pero mejora sus propiedades.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

El asentamiento (Slump) es mayor con el uso de los aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440), respecto al concreto patrón. Provocó una consistencia fluida y líquida, en la mayoría de los casos resultaron tener un Slump mayor a 20cm.

La mayor dosificación (2%) de aditivo superplastificante (Sikament TM-140) en las mezclas de concreto, provocó un mayor retraso en el tiempo de fraguado con respecto al concreto patrón.

La incorporación de aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440) en la mezcla de concreto ocasionó un aumento considerable en la resistencia especificada a la compresión del concreto. Siendo mayores en ambos casos que el concreto patrón, siendo esta propiedad la más importante la cual mide la calidad del concreto.

Las altas resistencias alcanzadas a menores edades (7 y 14 días) se deben al uso de los aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440). Sobrepasando la resistencia final para la cual fue diseñada.

Para su elaboración del diseño de mezclas de concreto con aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440) no requiere de maquinaria especializada, se elabora igual que el concreto tradicional, solo hay que tener un especial cuidado en las dosificaciones y mezclado.

El peso unitario experimentó una variación con dosis de aditivo de 1.35 %, en 160 Kg menos que el peso del concreto patrón en ambos aditivos, para la resistencia de 420 Kg/cm².

Los valores mínimos y máximos del peso del concreto, obtenidos para las diferentes dosis de aditivos, se encuentran dentro de los límites fijados por el comité ACI.

El costo unitario se ve afectado directamente por la mayor dosificación de aditivo. A mayor porcentaje mayor costo unitario de concreto.

5.2 RECOMENDACIONES.

Utilizar proporciones de aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440) en función del peso del cemento, teniendo en cuenta las dosificaciones que establecen las fichas técnicas de cada aditivo a utilizar.

Usar aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440), para la elaboración de concreto de alta resistencia (Bóvedas, pilotes, estructuras esbeltas, etc.).

Mejora la trabajabilidad de la mezcla; ideal para encofrados de elementos estructurales complejos, además permitirá que el concreto retarde su tiempo de fraguado, ideal para mantener el agua del diseño en temperaturas altas especialmente en clima cálido-desértico.

Para el diseño de mezclas de concreto con aditivos superplastificantes (Sikament TM-140 y Chemament 440) Se recomienda mayor tiempo de mezclado (8-10min.) frente al concreto convencional (3-5min).

Para la elaboración del diseño de mezclas de concreto se recomienda trabajar con el método del ACI, y que cumpla con el asentamiento del diseño.

VI. Bibliografía

- Alarcón Sánchez, A., & Tello Delgado, G. A. (2016). *Uso de la publicidad en redes sociales, caso práctico: RIPLEY, SAGA FALABELLA Y OECHSLE, desde la perspectiva de los usuarios - Chiclayo 2014*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Alonso López, M. d. (2011). *Comportamiento y Compatibilidad de Cementos y Aditivos Superplastificantes basados en Policarboxilatos. Efecto de la Naturaleza de los Cementos y Estructura de los Aditivos*. Instituto de Ciencias de la Comunicación, Madrid.
- Armas Aguilar, C. H. (2016). *Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico*. Universidad Señor de Sipán, Lambayeque, Pimentel.
- Baca Pinelo, J. F., & Boy Sanchez, J. R. (2015). *Influencia del Porcentaje y tipo de Acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto rapido fraguado*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (Tercera edición ed.). (O. F. Palma, Ed.) Bogotá, Colombia: Pearson Educación de Colombia.
- Borja Suárez, M. (2012). *Metología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Cabañas Pérez, A. (2008). *Concreto Presforzado*. Universidad Profesional Adolfo López Mateos, Mexico.
- Carrasco Díaz, S. (2005). *Métodología de la Investigación Científica* (Primera ed.). (A. J. Paredes Galván, Ed.) Lima, Perú: San Marcos.

- Carrasco, F. (2012). *Tecnología del Hormigón*. Santa Fe- Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.
- Chema. (2016). Aditivo Superplastificante con Retardo. *Chemament 440*, 2.
- Chema. (2016). Aditivo súperplastificante con retardo. *CHEMAMENT 440*, 2.
- Chema. (2016). Aditivo súperplastificante con retardo. *CHEMAMENT 440*, 2.
- Chema. (2016). *Chemament 440*. Lima: Iticsa.
- CIP. (2012). *Código Deontológico del Colegio de Ingenieros del Perú*. Congreso Nacional de Consejos Departamentales del Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, Lima.
- Climate-Data.Org. (s.f.). *Climate-Data.Org*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/>
- Dávila Campos, E. S., & Saenz Neria, J. M. (2013). *Propuesta de elaboración de concreto de alta resistencia, con el uso de aditivo superplastificante, adiciones de microsilice y cemento portland tipo 1, en el departamento de Lambayeque-2012*. Universidad Señor de Sipán, Pimentel.
- Deza Guzmán, E. Y., & Yovera Capuñay, T. C. (2016). *Comparación del concreto fast track y el concreto convencional para el diseño de pavimentos rígidos*. Pimentel.
- Dialnet. (1999). Teoría del clima y su función dentro del sistema uniformista de Charles Lyell. En C. Lyell, *La visión cíclica del cambio climático* (págs. 37,49). España: Universidad de Valencia.
- Garay Pichardo, L. Y., & Quispe Cotrina, C. E. (2016). *Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (Reductor de agua de alto rango)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

- García Guillén, G. (2011). *Estudio del Proceso de Hidratación de Pastas de Cemento Portland reemplazadas con escoria granulada de alto horno, ceniza volante y metcaolin, utilizando dos aditivos superplastificantes*. Universidad Autónoma de Nueva León, Mexico.
- Geo Chiclayo. (2008). *Perspectivas del medio ambiente urbano: Geo Chiclayo*. Chiclayo: EMDECOSEGE S.A./Impresiones del Castillo.
- Gerbers. (3 de mayo de 2011). *Secciones de concreto armado*. Obtenido de Secciones de concreto armado: <http://losgerbers.blogspot.pe/2011/05/teoria-de-las-secciones-de-concreto.html>
- H. Y. Ghorab, I. M. (2012). Interacción entre cementos de diferente composición y aditivos superplastificantes. *Materiales de Construcción*, 62(307), 359-380.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta Edición ed.). (J. M. Chacón, Ed.) México, México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INDECOPI. (1999). LIMA-PERU: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
- INDECOPI. (2001). Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
- INDECOPI. (2002). LIMA-PERU: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
- INDECOPI. (2008). LIMA-PERÚ: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales.
- INDECOPI. (2008). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias.
- INDECOPI. (2013). LIMA-PERÚ: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias.

- Laucata Luna, J. E. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo*. Lima.
- Llempén , H., & Peralta, M. (2008). *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano*. Chiclayo: EMDECOSEGE S.A./Impresiones del Castillo.
- Loaysa Moreano, V. A. (2012). *Estudio de las Propiedades del Concreto y la Variabilidad de su Resistencia usando Aditivo Superplastificante y Cemento Portland Tipo 1*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Los Tipos*. (s.f.). Obtenido de Los tipos: <https://lostipos.net/>
- Mayta Rojas, J. W. (2014). *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo*. Huancayo.
- Mena Octavio, J. L. (2012). *Influencia de la Temperatura Ambiental sobre la resistencia del hormigón preparado*. Ciudad Real.
- MTC. (2013). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Lima.
- Ocampo Herrera, L. C., & Macias Pedreros, F. A. (2015). *Estudio a Nivel Colombia de la Influencia del Aditivo Better MIX en estado fresco, semi endurecido y endurecido del Concreto Estructural*. universidad de la Salle, Bogotá.
- Organización Meteorológica Mundial. (2016). *Estado del clima mundial en 2011-2015*. Ginebra: public.wmo.int.
- Pasquel, E. (2010). *issuu*. Obtenido de *issuu*: http://issuu.com/bertoni_salazar/docs/14_mitos_y_realidades_del_concreto_informal

- Portugal Barriga, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. París, Francia: Imprimerie Lafayette.
- Rabanal Gonzales, D. C., & Su Chaquí, A. R. (2017). *Diseño de un concreto Autocompactable*. Universidad Señor de Sipán, Pimentel.
- Reina Cardoza, J. C., Sanchez Blanco, J. M., & Solano Quintanilla, E. R. (2010). *Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y edificado*. Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Rivera, G. (2013). *Concreto Simple*. Universidad del Cauca, Cauca.
- Sánchez Zárate, K. E. (2017). *Aditivo superplastificante y su influencia en la consistencia y desarrollo de resistencia de concreto para $F'c = 175,210,245 \text{ kg/cm}^2$* . Huancayo, 2016. Universidad Continental, Huancayo.
- Senamhi. (s.f.). *Senamhi*. Obtenido de Senamhi: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0004>
- Sika. (2014). *Sikament- TM 140*. Lima: Sika Perú S.A.
- Sika. (2015). BUILDING TRUT. *Sikament TM-140*, 4.
- Ulloque Sandoval, M., Puce López, A. L., Fabián Ramos, A., & Pisfil Llontop, J. E. (2013). *Estudios de precipitación, temperatura y humedad relativa*. Chiclayo: Gobierno Regional de Lambayeque.
- Varona Moya, F., López Juárez, J. A., & Bañón Blázquez, L. (2012). *Apuntes de hormigón Armado. Adaptados a la Instrucción EHE-08*. España: Escuela Politécnica Superior- Universidad de Alicante.
- Vasquez Espinoza, J., & Diez Lara, G. (2009). *Aditivos para el concreto*. Lima: Universidad Alas Peruanas.

Zegarra Agip, A. M., & Zegarra Suarez, J. L. (2016). *Estudio del nivel de efectividad de los aditivos acelerantes de fragua marca Sika-3 y Chema-5 en concretos aplicables a zonas alto andinas de la región Lambayeque*. Universidad Señor de Sipán, Lambayeque, Pimentel.