

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-
HUANCAVELICA**

TESIS



**“INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN
PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA
CIUDAD DE HUANCVELICA, 2020”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

ESTRUCTURA Y CONCRETO

PRESENTADO POR:

Bach. PAITAN MENDEZ, César Augusto

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAVELICA, PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 28 días del mes de diciembre del año 2022, a horas 11:00 a.m., se reunieron los miembros del jurado calificador conformado de la siguiente manera:

PRESIDENTE : M.Sc. Hugo Rubén LUJAN JERI
<https://orcid.org/0000-0002-7995-6296>
DNI N° 28591429

SECRETARIO : Arq. Abdón Dante OLIVERA QUINTANILLA
<https://orcid.org/0000-0003-0247-7737>
DNI N° 19878788

VOCAL : Mg. Jorge Luis ORTEGA VARGAS
<https://orcid.org/0000-0003-3028-6014>
DNI N° 21549765

Designados con Resolución de Decano N° 314-2019-FCI-UNH, de fecha 23 de diciembre del 2019, a fin de proceder el acto académico de evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN PROPIEDADES DEL CONCRETO f c= 210Kg/cm2 EN LA CIUDAD DE HUANCAVELICA,2020", presentado por el Bachiller Cesar Augusto PAITAN MENDEZ con DNI N° 41834421; con presencia del M.Sc. Marco Antonio López Barrantes, <https://orcid.org/0000-0002-7481-650X> y DNI N° 21441702, Asesor de la presente tesis a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Civil; Finalizado la evaluación a horas 12:00 p.m.; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los jurados, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO POR... UNANIMIDAD

DESAPROBADO POR.....

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Vocal

Vº Bº Decano

Título

“Influencia del aditivo superplastificante en propiedades del
concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la ciudad de Huancavelica,
2020”

Autor

Bach. PAITAN MENDEZ, César Augusto

Asesor

M. Sc. LÓPEZ BARRANTES, Marco Antonio

Código orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7481-650X>

DNI N°21441702

Dedicatoria

Plácidamente de forma muy especial para mis padres Agustín y Edilbertha por sus abnegados esfuerzos, por lo que me brindaron su humilde amor en todo momento y al todopoderoso por no perder la fe siempre.

El autor

Agradecimiento

A la UNH, alma máter de la Tierra del Mercurio, asimismo es un menester mencionar a todos mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Huancavelica, que me brindaron sus valiosos conocimientos durante la permanencia en los recintos universitarios en beneficio de formación profesional.

De igual manera, mi jovial gratitud a mi asesor al M. Sc. López Barrantes, Marco Antonio, por impartirme sus sapiencias como profesional y mentor de mi trabajo de investigación.

También, agradezco a mis jurados: M. Sc. Hugo Rubén, Lujan Jeri; Arq. Abdón Dante Olivera Quintanilla y al Mg. Jorge Luis Ortega Vargas, que con sus amplios conocimientos y experiencias aportaron en la investigación.

Igualmente, al practicante y especialmente al Tec. Lab. Alfredo Mendoza Soto encargado del “Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil-Huancavelica” quienes afectuosamente me permitieron la realización de mis ensayos de mi investigación.

A todos ustedes mi respeto, ya que sin su aporte no hubiera culminado este trabajo satisfactoriamente.

El investigador

Tabla de contenido

Portada	i
Acta de sustentación	ii
Título.....	iii
Autor	iv
Asesor	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Tabla de contenido.....	viii
Tabla de contenido de tablas	xiv
Tabla de contenido de figuras	xvii
Resumen	xviii
Abstract	xix
Introducción.....	xx
CAPÍTULO I.....	21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1. Descripción y formulación del problema.....	21
1.1.2. Formulación del problema.....	23
1.1.2.1. <i>Problema general</i>	23

1.1.2.2.	<i>Problemas específicos</i>	23
1.2.	Objetivos	23
1.2.1.	Objetivo general	23
1.2.2.	Objetivos específicos	23
1.3.	Justificación.....	24
1.3.1.	Justificación teórica	24
1.3.2.	Justificación práctica.....	24
1.3.3.	Justificación metodológica.....	24
1.3.4.	Justificación social.....	25
CAPÍTULO II.....		26
MARCO TEÓRICO		26
2.1.	Antecedentes	26
2.1.1.	Antecedentes internacionales	26
2.1.2.	Antecedentes nacionales	29
2.1.3.	Antecedentes locales.....	31
2.2.	Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	33
2.2.1.	Concreto	33
2.2.2.	Cemento	35
2.2.3.	Agua.....	38

2.2.4.	Agregados	39
2.2.5.	Aditivos.....	44
2.2.6.	Propiedades del concreto	47
2.2.6.1.	<i>Propiedades del concreto en estado fresco</i>	47
2.2.6.2.	<i>Propiedades del concreto en estado endurecido</i>	48
2.2.6.2.1.	Resistencia a la compresión.....	48
2.2.6.2.2.	Factores que influyen en la resistencia a la compresión.	48
2.2.7.	Diseño de mezclas	50
2.3.	Bases conceptuales	51
2.3.2.1.	<i>Propiedades del concreto en estado fresco</i>	52
2.3.2.2.	<i>Propiedades del concreto en estado endurecido</i>	52
2.3.2.2.1.	Resistencia a la compresión.....	52
2.4.	Definición de términos.....	52
2.5.	Hipótesis.....	54
2.5.1.	Hipótesis general.....	54
2.5.2.	Hipótesis específicas	54
2.6.	Variables	55
2.7.	Operacionalización de variables.....	56
CAPÍTULO III		58

MATERIALES Y MÉTODOS.....	58
3.1. Ámbito temporal y espacial	58
3.2. Tipo de investigación	58
3.3. Nivel de investigación.....	59
3.4. Población, muestra y muestreo	60
3.4.1. Población	60
3.4.2. Muestra.....	60
3.4.3. Muestreo	60
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
3.5.1. Técnicas.....	61
3.5.2. Instrumentos	61
3.6. Técnicas y procesamiento de análisis de datos	61
CAPÍTULO IV	63
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
4.1. Análisis de información	63
4.1.1. Selección de materiales.....	63
4.1.1.1. Aditivo Sikament 290N.....	63
4.1.1.2. Agregado fino.....	64
4.1.1.3. Agregado grueso	65

4.1.1.4.	<i>Cemento</i>	65
4.1.1.5.	<i>Agua</i>	66
4.1.2.	Estudio de las propiedades de los agregados	66
4.1.2.1.	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso</i>	66
4.1.2.2.	<i>Análisis granulométrico del agregado fino</i>	69
4.1.2.3.	<i>Peso unitario suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC) del agregado grueso</i>	71
4.1.2.4.	<i>Peso unitario suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC) del agregado fino</i>	72
4.1.2.5.	<i>Peso específico y absorción del agregado grueso</i>	73
4.1.2.6.	<i>Peso específico y absorción del agregado fino</i>	74
4.1.2.7.	<i>Contenido de humedad del agregado grueso</i>	75
4.1.2.8.	<i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	75
4.1.2.9.	<i>Resumen de las características físicas de los agregados</i>	76
4.1.3.	Diseño de mezcla.....	76
4.1.4.	Análisis de la consistencia del concreto en estado fresco	77
4.1.5.	Análisis de la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido	79
4.1.5.1.	<i>Resistencia promedia a compresión del concreto convencional y concreto experimental</i>	81
4.2.	Prueba de hipótesis	83
4.2.1.	Prueba de hipótesis específica	83

4.2.2. Prueba de hipótesis general	90
4.3. Contrastación de resultados.....	92
Conclusiones	95
Recomendaciones	96
Referencias bibliográficas	97
Apéndice	101
Apéndice a: matriz de consistencia.....	102
Apéndice d: constancia de los ensayos de laboratorio.....	124
Apéndice e: boleta del producto Sikament 290N.....	125
Apéndice f: ficha técnica del Aditivo Sikament 290N	126
Apéndice g: ficha técnica del cemento	128
Apéndice h: Constancia de sintaxis y ortografía	130
Apéndice i: Constancia de Turnitin	131

Tabla de contenido de tablas

Tabla 1 <i>Porcentaje típicos de los compuestos químicos principales del cemento ...</i>	36
Tabla 2 <i>Límites permisibles para el agua de mezcla y curado</i>	38
Tabla 3 <i>Requisitos granulométricos del agregado fino</i>	40
Tabla 4 <i>Límites máximos de sustancias perjudiciales permisibles del agregado fino</i>	40
Tabla 5 <i>Definiciones de trabajabilidad de varias instituciones</i>	47
Tabla 6 <i>Trabajabilidad de acuerdo al Slump.....</i>	48
Tabla 7 <i>Operacionalización de variables e indicadores.....</i>	56
Tabla 8 <i>Resultados de la granulometría del agregado grueso</i>	67
Tabla 9 <i>Límites granulométricos del agregado grueso</i>	67
Tabla 10 <i>Resultados de la granulometría del agregado fino</i>	69
Tabla 11 <i>Límites granulométricos del agregado fino</i>	70
Tabla 12 <i>Peso unitario suelto (P.U.S) del agregado grueso.....</i>	71
Tabla 13 <i>Peso unitario suelto (P.U.C) del agregado grueso</i>	72
Tabla 14 <i>Peso unitario suelto (P.U.S) del agregado fino</i>	72
Tabla 15 <i>Peso unitario suelto (P.U.C) del agregado fino (P.U.C) del agregado fino.</i>	73
Tabla 16 <i>Peso específico y absorción del agregado grueso</i>	73
Tabla 17 <i>Peso específico y absorción del agregado fino.....</i>	74

Tabla 18 <i>Contenido de humedad del agregado grueso</i>	75
Tabla 19 <i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	75
Tabla 20 <i>Resumen de las características físicas de los agregados</i>	76
Tabla 21 <i>Dosificación en peso para un metro cubico (1 m³) de concreto</i>	77
Tabla 22 <i>Resultados del asentamiento del concreto convencional y concreto experimental</i>	78
Tabla 23 <i>Resultados de resistencias a compresión del concreto patrón</i>	79
Tabla 24 <i>Resultados de resistencias a compresión del concreto experimental</i>	80
Tabla 25 <i>Resistencias promedias a compresión del concreto convencional y concreto experimental</i>	81
Tabla 26 <i>Variación porcentual de la resistencia a compresión</i>	82
Tabla 27 <i>Registro de la resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental</i>	83
Tabla 28 <i>Registro de la resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental</i>	84
Tabla 29 <i>Prueba de normalidad para la hipótesis 1</i>	85
Tabla 30 <i>Análisis de varianza (ANOVA) con prueba F del asentamiento del concreto patrón y concreto experimental</i>	86
Tabla 31 <i>Registro de la resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental</i>	87
Tabla 32 <i>Prueba de normalidad para la hipótesis 2</i>	88

Tabla 33 <i>Análisis de varianza (ANOVA) con prueba F de las resistencias a compresión del concreto patrón y concreto experimental</i>	89
Tabla 34 <i>Registro de la resistencia a compresión y asentamiento del concreto patrón y concreto</i>	90
Tabla 35 <i>Análisis de varianza (ANOVA) con prueba F general del asentamiento y resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental</i>	91

Tabla de contenido de figuras

Figura 1 <i>Contenido del concreto</i>	34
Figura 2 <i>Distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno</i>	41
Figura 3 <i>Condiciones de humedad de los agregados</i>	43
Figura 4 <i>Aditivo superplastificante Sikament 290N</i>	64
Figura 5 <i>Agregado fino</i>	64
Figura 6 <i>Agregado grueso</i>	65
Figura 7 <i>Cemento Andino tipo I</i>	66
Figura 8 <i>Curva granulométricos del agregado grueso</i>	68
Figura 9 <i>Curva granulométricos del agregado fino</i>	70
Figura 10 <i>Resultados del asentamiento del concreto convencional y concreto experimental</i>	78
Figura 11 <i>Resistencias promedias a compresión del concreto convencional y concreto experimental</i>	82

Resumen

Se realizó una investigación de tipo aplicada con un nivel explicativo y un diseño experimental además se utilizó como técnica las Normas NTP y ASTM, con una muestra de 50 diseños de mezclas agrupados (25 muestras patrón sin adición de aditivo) y 25 muestras experimental con adición del aditivo Sikament 290N). Además para la prueba de hipótesis se utilizó el DCA y el DFCA, además se aplicó el test de normalidad de Shapiro Wilk. Para el objetivo 1 el valor de Fisher (F crítica), con nivel de significancia de 5%, grado de libertad del tratamiento 1 y grado de libertad de error 2 obteniendo F crítica =18.51 y F calculado de la tabla ANOVA es 154.38, por lo tanto, F calculado $>$ F crítica, contrastando así que el uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en la consistencia del concreto $f^c=210$ kg/cm². Para el objetivo 2 el valor de Fisher (F crítica), con nivel de significancia de 5%, grado de libertad del tratamiento 1 y grado de libertad de error 48 obteniendo F crítica =4.04 y F calculado de la tabla ANOVA es 9.38, por lo tanto F calculado $>$ F crítica, contrastando así el uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto $f^c=210$ kg/cm², y es así que para el objetivo general es tabulando el valor de Fisher (F crítica), con nivel de significancia de 5%, también cumple F calculado $>$ F crítica, contrastando y concluyendo que el uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en las propiedades del concreto $f^c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

Palabras clave: aditivo superplastificante, Sikament 290N, trabajabilidad, resistencia mecánica.

Abstract

An applied research was carried out with an explanatory level and an experimental design, in addition, the NTP and ASTM Standards were used as a technique, with a sample of 50 grouped mix designs (25 standard samples without addition of additive) and 25 experimental samples with addition of Sikament 290N additive), and the DCA and DFCA were used for hypothesis testing, and the Shapiro Wilk normality test was also applied. For objective 1, Fisher's value (critical F), with a significance level of 5%, degree of freedom of treatment 1 and degree of freedom of error 2 obtained critical F =18.51 and calculated F from the ANOVA table is 154.38, therefore, calculated F > critical F, thus proving that the use of the superplasticizer admixture does significantly influence the consistency of the concrete $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. For objective 2 Fisher's value (critical F), with significance level of 5%, degree of freedom of treatment 1 and degree of freedom of error 48 obtaining critical F =4.04 and calculated F from the ANOVA table is 9.38, therefore F calculated > F critical, thus contrasting the use of the superplasticizer admixture if it significantly influences the mechanical strength of concrete $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, and so for the general objective is tabulating Fisher's value (F critical), with a significance level of 5%, also meets F calculated > F critical, contrasting and concluding that the use of superplasticizing admixture does significantly influence the properties of concrete $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, in the fresh and hardened state, in the city of Huancavelica, 2020.

Keywords: superplasticizing admixture, Sikament 290N, workability, mechanical strength.

Introducción

El trabajo de investigación denominado “Influencia del aditivo superplastificante en propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huancavelica, 2020” ha sido realizado con un propósito de optar el título profesional de ingeniero civil y crear una base para futuras investigaciones, de igual forma para la comunidad científica relacionados a la ingeniería de la construcción en el Perú.

El desarrollo metodológico del presente trabajo de investigación, se ha estructurado en relación al tema materia de investigación, en cuatro capítulos: en el Capítulo I: Planteamiento del problema, contiene la descripción y formulación del problema, objetivos y la justificación. En el Capítulo II: Marco teórico, contiene los antecedentes, las bases teóricas del tema materia de investigación, bases conceptuales, definición de términos, hipótesis, variables y la operacionalización de variables. En el Capítulo III: Materiales y métodos, contiene el ámbito temporal y espacial, el tipo de investigación, el nivel de investigación, el método de investigación, diseño de la investigación, la población, muestra y muestreo, instrumentos y técnicas para la recolección de datos y las técnicas de procesamiento de análisis de datos. En el Capítulo V: Discusión de resultados, contiene el proceso del análisis de información de los diferentes ensayos realizados en el laboratorio y el proceso de prueba de hipótesis. Finalmente, se precisa las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y el apéndice.

El investigador

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema

1.1.1. Descripción del problema

Según, (American Concrete Institute, 2015) indica que en los últimos 50 años la tecnología ha realizado grandes progresos, esto se debe al control que se ha obtenido sobre la reología del concreto, lo cual se ha podido lograr utilizando aditivos reductores de agua de alto rango y aditivos modificadores de viscosidad; por lo antes indicado el concreto ya no depende únicamente del agua; sino más bien de un equilibrio razonable entre el agua y la dosis de algún reductor de agua de alto rango o de un modificador de viscosidad.

Según datos de European Cement Research Academy (2005). Actualmente se estima que en continente de Europa más del 90% de los hormigones preparados

contienen algún tipo de aditivo, de los que más del 70% son aditivos plastificantes o superplastificantes manteniéndose esa misma tendencia en los últimos años.

Por otro lado, Pasquel (1998), señala que en nuestro país, no es frecuente el empleo de aditivos superplastificantes por la creencia generalizada de que su alto costo no justifica su utilización en el concreto de manera rutinaria; pero si se hace un estudio detallado del incremento en el costo del m³ de concreto (incremento que normalmente oscila entre el 0.5 al 5% dependiendo del producto en particular), y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras etc., se concluye en que el costo extra es solo aparente en la mayoría de los casos, en contraposición a la gran cantidad de beneficios que se obtienen.

Asimismo, en el Perú, especialmente en la ciudad de Huancavelica, no es frecuente el empleo de aditivos superplastificantes, debido al desconocimiento sobre su uso y potencialidades, ya que al no ser un producto de gran disponibilidad y consumo en el mercado local, son relativamente pocos los profesionales que tienen la oportunidad de emplearlos e investigar para mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido (trabajabilidad, tiempo de fraguado y resistencia mecánica), debido a estas razones la informalidad alcanzada en la fabricación y utilización del concreto es del 77% respecto su producción total (Pasquel, 2010).

“Los aditivos Sika son sustancias químicas que ayudan a los concretos y morteros a mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, tales como dureza, impermeabilidad, resistencia a la fisuración, adherencia, plasticidad, fluidez, entre otros”.

Lo que nos permite formular la siguiente pregunta de investigación. ¿De qué manera influye el aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020?

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye el aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020?

1.1.2.2. Problemas específicos

a) ¿De qué manera influye el aditivo superplastificante en la consistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020?

b) ¿De qué manera influye el aditivo superplastificante en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020

1.2.2. Objetivos específicos

a) Determinar la influencia del aditivo superplastificante en la consistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020.

b) Determinar la influencia del aditivo superplastificante en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

La presente investigación se justifica porque contribuye al conocimiento teórico de la perspectiva de las nuevas tendencias respecto al uso del superplastificante orientado hacia el concreto $f_c=210$ kg/cm² en la ciudad de Huancavelica, por ello las actividades propuestas de investigación contempló acciones para una realidad concreta. Además, el estudio que se somete a consideración, ya que constituye un valioso aporte teórico referencial en función al análisis de las propiedades del concreto como son tiempo del fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica.

1.3.2. Justificación práctica

La investigación aporta conocimientos prácticos originales y novedosos en vista de haber observado que en la actualidad no existen bibliografía práctica suficiente acerca de la perspectiva del aditivo superplastificante en propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm², que armonice con el entorno para satisfacer las necesidades de información sobre este tema de tecnología de concreto en tiempo real en Huancavelica para que en forma práctica los profesionales tenga la oportunidad de revisar y ponerlos en práctica y llevarlo a campo.

1.3.3. Justificación metodológica

Metodológicamente se justifica, si un estudio se propone buscar nuevos métodos o técnicas para generar conocimientos, buscar nuevas formas de hacer investigación, entonces en referencia a nuestra investigación podemos decir que la investigación medida la influencia de la variable independiente respecto a la variable dependiente.

1.3.4. Justificación social

La investigación desarrollada aporta conocimientos que, desde su aplicación e investigación sobre el tema, la generalización de esos hechos encontrados contribuye al bienestar social de los beneficiarios en las diferentes construcciones en la ciudad de Huancavelica para que así se implemente la utilización de aditivos en el diseño de mezcla para evitar futuros problemas en sus construcciones aportando así a la sociedad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Carvajal y Cortés (2019), realizaron la tesis “*Evaluación del uso de aditivos sobre la mezcla convencional de concreto en morteros de cemento ART para el aumento de su resistencia*” para obtener el título profesional de Ingeniero Químico de la Fundación Universidad América Facultad de Ingenierías del Departamento de Ingeniería Química Bogotá D.C . Objetivo: evaluar el uso de aditivos sobre la mezcla convencional de concreto en morteros de cemento ART para lograr un aumento en su resistencia, se hace uso de aditivos plastificantes (SikaPlast MO), acelerantes (SikaSet NC) y plastificantes-acelerantes (Sika ViscoCrete 10 HE), Metodología: con un total de 29 pruebas realizadas, en donde, como primer paso se presenta la caracterización de la materia prima que compone un mortero de cemento (cemento, agua, arena y aditivos a estudiar), para el cemento se determinan propiedades tales como finura,

densidad, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, análisis químico (dióxido de silicio, dióxido de calcio, óxido de magnesio, óxido férrico, dióxido de titanio, pentóxido de fósforo) y consistencia. Para el agua se realiza un análisis fisicoquímico en donde se determinan propiedades tales como pH, temperatura, sólidos disueltos totales, alcalinidad, cloruros, dureza total, nitratos y sulfatos, además, se determinaron características organolépticas como color, olor y sustancias flotantes. Para los agregados se realiza la caracterización con pruebas como absorción, granulometría y densidad, finalmente, para el estudio de los aditivos se realizan pruebas tales como color (cualitativo), viscosidad, densidad y porcentaje de sólidos. Una vez realizada la caracterización de materiales se define la dosificación de aditivos a utilizar en la mezcla y se decide trabajar con tres valores de dosificación para cada aditivo (1%, 1,25% y 1,5% del peso del cemento), esto con el fin de determinar la dosificación adecuada y proceder a elaborar las mezclas con aditivos para su posterior estudio en las pruebas de desempeño a los morteros. Las pruebas de desempeño al mortero comprenden resistencia a la compresión y ensayo de absorción, ambas tomadas a los 14 y 28 días. Resultados: se obtiene que el aditivo que presenta un mejor desempeño sobre los morteros de cemento es el plastificante- acelerante (SikaViscoCrete 10 HE) con una dosificación de 1,5%, mostrando un aumento en la resistencia a la compresión aproximado del 15,8% con respecto a la mezcla convencional (sin presencia de aditivo). Conclusión: la presencia de aditivo en la mezcla del mortero aumenta el costo del producto final (tubería de acero recubierta con mortero de cemento), sin embargo, se presenta un aumento aproximado del 0,8% sobre el precio de fabricación total del producto, lo cual representa un proyecto financieramente viable.

Bedoya (2016), realizó la tesis, "*Avances en la tecnología del concreto, clasificación de los concretos especiales según su aplicación, cementos ARGOS S.A.*" para optar el título de Tecnólogo en construcción de acabados arquitectónicos en el Instituto Tecnológico Metropolitano de la Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas Tecnología en Construcción de Acabados Arquitectónicos Medellín Colombia. Objetivo: realizar una clasificación de los tipos de concretos, con énfasis en los

concretos especiales desde las aplicaciones, a partir de información reciente para así vincular los conocimientos adquiridos en la tecnología de construcción de acabados arquitectónicos del ITM y en la empresa Argos S.A. Metodología: la metodología empleada para la realización de esta recopilación de información acerca de los concretos especiales, fue obtenida de fuentes como libros, sitios web y documentos del Centro Argos para la innovación. Resultados: presenta la clasificación de cada uno de los concretos por aplicación, organizado desde su aplicación, tipo de concreto, características mecánicas y beneficios que tiene al ser utilizado Conclusión: por otra parte, al realizar esta clasificación se identificó que el concreto arquitectónico, el concreto de altas y ultra altas resistencias, el concreto ligero y autocompactado son uno de los concretos que se desempeñan muy bien en diferentes aplicaciones de la construcción.

Rodríguez (2016), realizo la tesis, *“Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante.”* para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la carrera de Ingeniería Civil Ambato Ecuador. Metodología: los niveles de investigación a ser aplicados son: experimental y descriptivo, el universo es conformado por tres canteras, que son las principales fuentes de abasto de agregados para la confección de hormigones empleados en las diferentes obras civiles de la ciudad de Ambato. Las canteras analizadas son: canteras Villacrés (Paso Lateral), canteras Acosta (Vía Santa Rosa) y mina San Sebastián (Vía Aguaján). Resultados: a continuación, se muestran los datos obtenidos sobre los agregados finos, gruesos, así como también para el cemento, el cual es uno de los más comúnmente utilizados en las obras civiles de nuestro medio local, mediante ensayos determinamos las propiedades mecánicas de los materiales de los diferentes orígenes en estudio. Posteriormente diseñamos hormigones de resistencias a los 28 días de 210kg/cm² y 240kg/cm² y utilizamos aditivo impermeabilizante en muestras de las mencionadas resistencias.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Aguilar y Michilot (2019), para optar el grado de ingeniero civil, sustentó en la Universidad César Vallejo; la tesis denominada, *“Incorporación de mezcla de aditivos en concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para mejorar su resistencia y calidad en obras civiles de climas cálidos – Piura, 2019”*. Objetivo: adicionar aditivos a través de una muestra en concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para establecer una dosificación idónea en los diferentes tipos de concreto para la mejora de resistencia y trabajabilidad perfeccionando la calidad estructural en aquellas obras de construcción ubicadas en zonas cálidas. Metodología: se efectuó mediante el diseño experimental para la comprobación de las variables estudiadas. Por ello, se emplearon informes descriptivos y la observación como instrumentos científicos para la recaudación de información. Resultados: por tanto, se ejecutaron diversos ensayos en laboratorio para establecer la veracidad de las hipótesis formuladas, igualmente, la trascendencia del estudio abarca los efectos nocivos en las estructuras de las edificaciones en la Región Piura, Conclusión: se propone que el uso de aditivos y otras recomendaciones favorecen la solución de dicha problemática en las fases de hidratación u otras que se alteran por la presencia de elevadas temperaturas.

La tesis de Coapaza y Cahui (2018), titulada *“Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno”* presentada a la Universidad Nacional del Altiplano en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil para optar el título profesional. Metodología: investigación es del tipo correlacional, nivel explicativo, método cuantitativo. Conclusión: incorporando el aditivo en el estudio mencionado, el concreto tiene una mejoría favorable cada vez que se adhiera el superplastificante.

Ramos (2018) , en su trabajo de investigación *“Adición del Aditivo Sikament-290N en la elaboración de concreto de alta resistencia”*, para optar el título Profesional de Ingeniería Civil en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería

Civil de la Universidad César Vallejo con sede Lima. Objetivo: determinar los beneficios que genera la adición del aditivo Sikament-290N en la elaboración del concreto de alta resistencia con cemento andino tipo I. Metodología: la población a estudiar fueron dos (02) concretos patrones de diferentes resistencias $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 490 \text{ kg/cm}^2$ para las edades de (7,14, 21 y 28 días) y dos (02) concretos de las mismas resistencias con adición del aditivo a diferentes proporciones las cuales fueron tres (03) dosificaciones de 0.5%, 0.7% y 1.4% en las mismas edades; de tal manera que fueron 9 probetas por cada diseño haciendo un total de noventa y seis (96) testigos de concreto de alta resistencia de 15cm x 15 cm. La indagación es de diseño experimental ya que se puede manipular la variable independiente y tuvo como técnica la recolección de datos a través de fichas técnicas, así como también tuvo la observación del procedimiento de la elaboración de concreto tanto el patrón como el estudio. Resultados: por lo antes expuesto se realizó ensayos al concreto en estado fresco y endurecido, para de esta manera poder identificar los beneficios que al adicionar este aditivo se genere. Conclusión: los resultados que se obtuvieron en el laboratorio fueron satisfactorios obteniendo como resultado que adicionándole el aditivo en las proporciones mencionadas aumenta considerablemente la trabajabilidad y la resistencia a compresión hasta en un 18 % a comparación del concreto patrón.

Mayta (2014), en su trabajo de investigación *“Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo”*, para optar el título Profesional de Ingeniero Civil en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú San Agustín de Arequipa. Objetivo: analizar el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido (trabajabilidad, tiempo de fraguado y resistencia mecánica), debido a la incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto. Metodología: Para esto primeramente se prepararon los diseños mezclas patrones (sin el aditivo mencionado) de relaciones $a/c = 0.40$, 0.50 y 0.60 , según el método de agregado global y para un asentamiento de cono de 4"; luego sin variar los componentes iniciales del concreto patrón, se incorporaron diferentes dosis de aditivo

superplastificante (250, 450, 650 ,850 y 1050 ml por cada 100 kg de cemento), obteniéndose así los diseños de mezclas experimentales. Todas las variantes hacen un total de 18 diseños de mezcla. En cada una de las mezclas (patrón y experimental) se efectuaron ensayos de segregación estática, asentamiento, temperatura, exudación, peso unitario, tiempo de fraguado, en el concreto fresco; resistencia a la compresión, en el concreto endurecido. Resultados: los resultados obtenidos de los ensayos, son sometidos a un análisis comparativo entre las mezclas experimentales respecto a las mezclas patrones. Conclusión: el aditivo superplastificante ocasiona lo siguiente: aumenta la trabajabilidad del concreto, retrasa brevemente el tiempo de fraguado, y además se obtuvieron resistencias a la compresión por encima del 70% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en 3 días, para dosis de 650 ml del aditivo superplastificante.

2.1.3. Antecedentes locales

Landeo (2019), en su Trabajo de investigación titulado *“Influencia de las propiedades de los agregados en la calidad del concreto premezclado empleado en la construcción de obras civiles en la ciudad de Huancavelica”*, La investigación realizada se centra en el análisis del efecto que tiene la variación de la granulometría del agregado grueso, procedente de la cantera de Yauli, en la calidad del concreto premezclado; también se estudió la significancia que tiene la propiedad de abrasión en la resistencia del concreto, así como el análisis del efecto que tiene la variación de la granulometría de los agregados en el diseño de mezcla. Las propiedades evaluadas del concreto premezclado en este trabajo son: el contenido de aire, peso unitario de acuerdo a la norma ASTM C-138, slump de acuerdo a la norma ASTM C-143/C-143-10a, la resistencia a la compresión ASTM C-39; y de los agregados son: abrasión ASTM C-131/ NTP 400.019-400.020 y granulometría ASTM C-136/ NTP 400.037. Se realizó el diseño de mezcla para resistencias de: $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$, según el método del comité 211 del ACI, teniendo como datos los resultados de los diversos ensayos realizados a la cantera en estudio. Se tomó en cuenta el nivel de confianza de 95%, con un coeficiente de confiabilidad (z) = 1.96 y con un error estimado de 0.05 utilizado

para muestras no poblacionales, donde se obtuvo la muestra de 0.248 m³, equivalente a 30 ensayos del concreto en estado fresco (10 ensayos de slump, 10 ensayos de peso unitario y 10 ensayos de contenido de aire) y 24 ensayos para concreto en estado endurecido (12 ensayos con piedra de ½” y 12 ensayos con piedra de ¾”) y para la obtención de la muestra en diseño de mezcla será de 4 ensayos por tipo de agregado; esto a través del muestreo no probabilístico por conveniencia del investigador. Se llegó a la conclusión de que las propiedades de los agregados influyen significativamente en la calidad del concreto premezclado empleado en la construcción de obras civiles en la ciudad de Huancavelica.

Gonzales (2018), en su tesis titulada “*Análisis de la resistencia del concreto mediante redes neuronales haciendo uso del agregado de la cantera Santa Rosa Huancavelica*” para optar el grado académico de ingeniero civil de la Universidad Nacional de Huancavelica. Objetivo: hallar el resultado de la resistencia del concreto mediante el método de redes neuronales artificiales. Metodología: el tipo de investigación es experimental, nivel de investigación es explicativo, se utilizó el método analítico, diseño descriptivo experimental. Se tomo como población a las canteras de agregados de la localidad de Huancavelica, provincia de Huancavelica, de la región Huancavelica, se tomó como grupo de muestra a la cantera de agregados Santa Rosa ubicada en el margen izquierdo del río Ichu de la localidad de Huancavelica Resultados: sus características y propiedades, el segundo la elaboración y ensayo de las probetas de concreto y por último el diseño de una red neuronal artificial que prediga la resistencia del concreto. Conclusión: la red neuronal diseñada para estimar la resistencia del concreto a compresión registró un buen comportamiento al calcular la resistencia del concreto, siendo evaluado mediante el error medio cuadrático MSE y el factor de correlación R red de una capa de entrada con 11 variables 2 capas ocultas de 20 variables cada una y una capa de salida de una variable RNA [11 20 20 1], con un valor $R = 0.99113$ con significancia de 1% lo cual indica que la predicción de la resistencia del concreto es bastante precisa.

Belito y Paucar (2018), en su tesis titulada “*Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto*” para optar el grado académico de ingeniero civil de la Universidad Nacional de Huancavelica. Metodología: para conocer el comportamiento de los agregados se evaluaron sus características físicas y mecánicas del agregado fino (arena gruesa) y agregado grueso (piedra chancada) de ambas canteras de acuerdo al ASTM C 33 y NTP 400. 037. Además, según el método del comité 211 del ACI, teniendo como datos los resultados de los diversos ensayos realizados a las canteras en estudio. Para ello se realizó el estudio de 90 unidades de probetas cilíndricas. Las probetas fueron curadas, sumergidas en agua en condiciones de laboratorio, de esta manera se calculó su resistencia a la compresión según ASTM C 39 o NTP 339.034 a la edad de 28 días. En el estudio de las tres resistencias de diseño se obtuvo que a la edad de 28 días las probetas elaboradas con agregado de la cuenca del río Mantaro alcanzaron mayor resistencia que las probetas con agregado de la cuenca del río Ichu. Conclusión: de acuerdo al análisis de varianza (diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3) con una probabilidad de error del 2E-16 % al menos uno de los tratamientos (combinaciones de los agregados de diferentes procedencias en los diseños de mezcla $f'c = 175, 210, 245 \text{ kg/cm}^2$.) tienen diferente efecto sobre la resistencia del concreto. Como el análisis de varianza que se obtuvo fue altamente significativo ($p < 0.01$).

2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1. Concreto

2.2.1.1. Definición

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción (Pasquel, 1998).

Aparte como se manifiesta boletín de ingeniería EB201, descrito por la Portland Cement Association [PCA].

Los aditivos químicos comúnmente se emplean para (1) el ajuste del tiempo de fraguado o de endurecimiento, (2) la reducción de la demanda de agua, (3) el aumento de la trabajabilidad (manejabilidad, docilidad), (4) la inclusión intencional de aire y (5) el ajuste de otras propiedades del concreto fresco o endurecido.(S. H. Kosmatka et al., 2004, p. 2)

2.2.1.2. Materiales componentes del concreto

Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento (Pasquel, 1998).

Figura 1

Contenido del concreto

Aire = 1 % a 3 %
Cemento = 7 % a 15 %
Agua = 15 % a 22 %
Agregados = 60 % a 75 %

Nota. Extraído de Abanto (1994).

2.2.2. Cemento

2.2.2.1. Definición

Se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad de fraguar y endurecer, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables (Rivva, 2010).

El cemento es un material que, combinado con la arena, la piedra y el agua, crea una mezcla capaz de endurecerse hasta adquirir la consistencia de una piedra. El cemento se vende en bolsas de un pie cúbico que pesan 42.5 kg. Existen diferentes marcas y variedades, siendo los más usados los tipos I e IP; todas las características se encuentran impresas en sus respectivas bolsas. (Construyendo seguro, 2018, párr. 3)

Cuando se adiciona la pasta (cemento y agua) a los agregados (arena y grava, piedra triturada, piedra machacada, pedrejón u otro material granular), la pasta actúa como un adhesivo y une los agregados para formar el concreto, el material de construcción más versátil y más usado en el mundo. (PCA, 2004)

2.2.2.2. Compuestos químicos del cemento Portland

Como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una fórmula química, no obstante, hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento.

Cada uno de los cuatro compuestos principales del cemento Portland contribuye en el comportamiento del cemento, cuando pasa del estado plástico al endurecido después de la hidratación (Abanto, 1994).

Tabla 1

Principales químicos según el porcentaje en el cemento

Designación	Fórmula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C ₃ S	30% a 50%
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C ₂ S	15% a 30%
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C ₃ A	4% a 12%
Ferro aluminato tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C ₄ AF	8% a 13%
Cal libre	CaO		
Magnesia libre (Periclusa)	MgO		

Nota. Extraído del libro Curso Básico de Tecnología del Concreto. (Torre, 2004, p. 10)

2.2.2.3. Tipos de cemento

Respecto a los tipos de cemento “En la actualidad se fabrican diferentes tipos de cemento portland para aplicaciones específicas. Estos se producen de acuerdo con las especificaciones normativas según el país que corresponda”(CEMEX, 2019, párr. 5).

Según CEMEX (2019), “En el caso de nuestro país contamos con las NTP (Normativa Técnica Peruana) NTP 334.009 (Cementos Portland. Requisitos), basada en la ASTM C 150 contemplando 5 tipos de cementos”(párr. 6):

Tipo I: uso común. “Apropiado para todos los usos donde no se requiere las propiedades específicas de otros cementos. Su empleo en concreto incluye pavimentos, pisos, puentes, tanques, embalses, tuberías, unidades de mampostería y productos de concreto prefabricado entre otras cosas”(Cemex, 2019, párr. 7).

Tipo II: acreditado como Portland modificado según las normas.

Con un índice mayor de calor desarrollado que la del tipo IV, y un índice de aumento de desarrollo de resistencia similar al de tipo I. El cemento tipo II es recomendado para estructuras que están expuestas a la acción moderada de sulfatos o en las que es deseable un bajo calor de hidratación. (Coapaza y Cahui, 2018, p. 37)

Tipo III: “Este cemento se caracteriza por su desarrollo rápido de resistencia. Se recomienda emplear cuando se quiera adelantar el desencofrado. Al fraguar, produce alto calor, por lo que es aplicable en climas fríos”(Construyendo seguro, 2018, párr. 14).

Tipo IV: “Al fraguar produce bajo calor, recomendable para vaciados de grandes masas de concreto (hormigón masa), tales como grandes presas por gravedad, donde la subida de temperatura derivada del calor generado durante el endurecimiento debe ser minimizada”(Construyendo seguro, 2018, párr. 16).

Tipo V: este cemento portland es resistente a los sulfatos.

De muy alta resistencia al ataque de sales, recomendable cuando el elemento de concreto esté en contacto con agua o ambientes salinos. Aplicaciones: estructuras, canales, alcantarillado en contacto con suelos, ácidos y/o aguas subterráneas, uso en obras portuarias expuestas a aguas marinas, piscinas o acueductos. (Construyendo seguro, 2018, párr. 18)

Recuerda: los cementos tipo III y IV no son fabricados en nuestro país.

Según Coapaza y Cahui (2018) “Los cementos adicionados usan una combinación de cemento portland o Clinker y yeso mezclados o molidos juntamente con puzolanas, escorias o cenizas” (p. 38). La ASTM C 595 establece cinco clases principales de cementos adicionados: (S. Kosmatka et al., 2004)

2.2.2.4. *Cemento tipo IP*

Se puede especificar el tipo P con bajo calor de hidratación (LH), moderada resistencia a los sulfatos (MS) o aire incorporado (A), (S. Kosmatka et al., 2004).

2.2.3. **Agua**

2.2.3.1. *Definición*

El agua es el componente del concreto que entra en contacto con el cemento generando el proceso de hidratación, que desencadena una serie de reacciones que terminan entregando al material sus propiedades físicas y mecánicas, su buen uso se convierte en el parámetro principal de evaluación para establecer el eficiente desempeño del concreto en la aplicación.(Osorio, 2022, párr. 1)

Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer su habilidad para el consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto (Pasquel, 1998).

La NTP 339.088 establece como requisitos para agua de mezcla y curado lo siguiente:

Tabla 2

Límites permisibles para el agua de mezcla y curado

Descripción	Límite Permisible	
Sólidos en suspensión	5000 ppm	Máxim
Materia Orgánica	3 ppm	Máxim
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm	Máxim
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm	Máxim
Cloruros (ión Cl ⁻)	1000 ppm	Máxim
pH	5 a 8	

Nota. NTP 339.088.

2.2.4. Agregados

2.2.4.1. Definición

Los agregados también son llamados áridos, que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros (Abanto, 1994).

Se clasifican en:

- Agregados finos
- Agregados gruesos
- Hormigón: corresponde a mezcla natural de Grava y Arena, este agregado se utiliza para preparar un concreto de baja calidad como el empleado en cimentaciones corridas, falsos pisos, falsas zapatas, calzaduras, algunos muros, etc. (Abanto, 1994).

2.2.4.1.1. Agregado fino.

“El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037”(Coapaza y Cahui, 2018, p. 41).

2.2.4.1.1.1. Requisitos granulométricos.

Es importante tener considerar lo siguiente:

- “La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 de la serie de Tyler” (Coapaza y Cahui, 2018, p. 41).

Tabla 3*Requisitos granulométricos del agregado fino*

Malla	% Que Pasa
Nº4	95 - 100
Nº8	80 - 100
Nº16	50 - 85
Nº30	25 - 60
Nº50	10 - 30
Nº100	02 - 10

*Nota. NTP 400.037.***2.2.4.1.1.2. Límites de sustancias perjudiciales.**

Como menciona Coapaza y Cahui (2018), “El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado fino no deberá exceder los límites fijados por la norma NTP 400.037, los cuales están indicados en la Tabla siguiente”(p. 42).

Tabla 4*Límites máximos de sustancias perjudiciales permisibles del agregado fino*

Sustancias Perjudiciales	% Máx.
Lentes de arcilla y partículas desmenuzables Material más fino que la Malla Nº75	
a) Concretos sujetos a abrasión	3.00%
b) Otros concretos	3.00%
Carbón:	
a) Cuando la apariencia superficial del concreto es importante	0.50%
b) Otros Concretos	1.00%

*Nota. NTP 400.037.***2.2.4.1.2. Agregado grueso.**

“La NTP 400.011 señala que los agregados gruesos son partículas retenidas en el tamiz Nº4 (4.75 mmm), provenientes de la desintegración natural o mecánica de las rocas” (Coapaza & Cahui, 2018, p. 43).

2.2.4.1.2.1. *Requisitos granulométricos.*

Tal como menciona Coapaza y Cahui (2018), “El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037”(2018, p. 43).

Es importante considerar lo siguiente:

- “La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 11/2” y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4” (Coapaza & Cahui, 2018, p. 43).

2.2.4.2. *Propiedades físicas de los agregados*

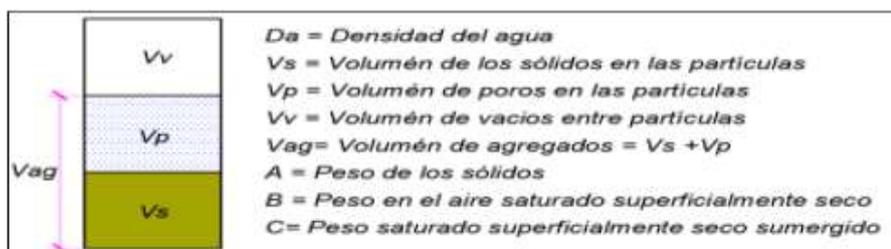
Pasquel (1998), considera que las propiedades físicas de mayor importancia son la de peso específico, peso unitario, humedad, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación.

2.2.4.2.1. *Peso específico*

“El peso específico (densidad relativa) de un agregado es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamientos de mezclas y control” (GCC, 2020, p. 1).

Figura 2

Distribución de volúmenes de sólidos, poros y vacíos para agregado secado al horno



Nota. Extraído del libro de (Torre, 2004).

2.2.4.2.2. *Peso unitario.*

- **Peso unitario suelto**

$$P.U.S = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

- **Peso unitario compactado**

$$P.U.C = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

2.2.4.2.3. *Absorción.*

“Las normas NTP 400.021 y 400.022 establecen la metodología para su determinación expresada en la siguiente fórmula” (Coapaza & Cahui, 2018, p. 47):

$$\%Abs = \frac{W_{SSS} - W_S}{W_S} \times 100$$

2.2.4.2.4. *Humedad.*

La estructura interna de una partícula de agregado, se constituye de materia sólida y de vacíos que pueden contener o no agua. El contenido de humedad, es la relación entre el peso del agua contenido en el agregado y el peso del agregado sólido seco, expresado en porcentaje. Según la norma NTP 339.185. (Coapaza y Cahui, 2018, p. 47)

Figura 3

Condiciones de humedad de los agregados



Nota. Extraído del libro de tecnología del concreto de (Abanto, 1994, p. 38).

$$\text{Contenido de Humedad del Agregado Fin} = \frac{(\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

2.2.4.2.5. Granulometría.

El ensayo o análisis granulométrico consiste en la medición y gradación de los granos o partículas constitutivas de una muestra de suelo o formación sedimentaria con el fin de determinar sus propiedades mecánicas, cálculos de abundancia, y la separación de los componentes del sustrato. (ABC Geotechnical consulting, 2022, párr. 1)

2.2.4.2.6. Módulo de fineza de los agregados gruesos y finos.

El módulo de fineza nos indica el grosor promedio del agregado, pero no nos determina la continuidad de su granulometría. Es un factor importante pues nos indica en forma directa la influencia en la plasticidad, la cantidad de agua y hasta la cantidad de cemento, este dato se determina de la suma de los porcentajes acumulados retenidos de las mallas Standard, hasta la malla Nro. 100, dividiendo luego este valor entre 100 (Zapata, 2007).

En el caso del agregado grueso, hallar un valor muy alto de módulo de fineza indicará que se trata de un agregado, de altos porcentajes de material retenido en las mallas más gruesas, por lo tanto, al tener menor superficie específica que cubrir se reducirá la cantidad de pasta de cemento (Zapata, 2007).

2.2.4.2.7. *Tamaño máximo.*

“La NTP 400.011 lo define como aquel tamaño de la abertura del tamiz que deja pasar todo el agregado” (Coapaza & Cahui, 2018, p. 49).

2.2.4.2.8. *Tamaño máximo nominal.*

“La NTP 400.011 lo define como aquel tamaño de la abertura del tamiz que produce el primer retenido del agregado” (Coapaza y Cahui, 2018, p. 49).

2.2.5. Aditivos

2.2.5.1. *Definición*

En nuestro país, no es frecuente el empleo de aditivos por la creencia generalizada de que su alto costo no justifica su utilización en el concreto de manera rutinaria; pero si se hace un estudio detallado del incremento en el costo del m³. de concreto (incremento que normalmente oscila entre el 0.5 al 5% dependiendo del producto en particular), y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras etc., se concluye en que el costo extra es sólo aparente en la mayoría de los casos, en contraposición a la gran cantidad de beneficios que se obtienen (Pasquel, 1998).

2.2.5.2. *Clasificación*

Como menciona la norma NTP 334.088 y ASTM C 494 se diferencian 7 tipos de aditivos:

- Tipo A: reductor de agua.
- Tipo B: retardador de fraguado.
- Tipo C: acelerador de fraguado.
- Tipo D: reductor de agua y retardador.
- Tipo E: reductor de agua y acelerador.
- Tipo F: reductor de agua de alto rango.
- Tipo G: reductor de agua de alto rango y retardador. (Coapaza y Cahui, 2018, pp. 50-51)

2.2.5.3. Aditivos superplastificantes o reductores de agua de alto rango

“La norma NTP 334.088 y ASTM C 494 denominan propiamente como aditivos superplastificantes o reductores de agua de alto rango a los que se encuentran en la categoría “Tipo F” (Coapaza y Cahui, 2018, p. 51).

2.2.5.3.1. Compatibilidad cemento-aditivo superplastificante.

A pesar de las ventajas obvias que el uso de aditivos superplastificantes produce sistemas cementosos, en la práctica el uso de estos superplastificantes a veces conduce a efectos anormales o indeseables, como la segregación de la pasta, mala trabajabilidad inicial, pérdida de fluidez, dificultad en el bombeo, retención de fluidez, retrasos de fraguado excesivos y breves (Coapaza y Cahui, 2018).

En estas situaciones, se considera que existe un problema de incompatibilidad aditivo-cemento (Alonso, 2011).

Es importante precisar que cuando se trata del concreto, existen tres tipos de factores que perturban a la compatibilidad cemento-aditivo que a continuación se detallan:

a. Factores asociados a los aditivos

En cuanto a su comportamiento y efecto fluidificante recalcan los factores:

- dosificación.
- peso molecular y distribución de pesos moleculares.
- composición química.
- naturaleza de la contracción.

2.2.5.4. Recomendaciones de empleo y precauciones

El gran incremento de resistencia del hormigón cuando se usan superplastificantes es debido a la notable disminución de la porosidad de la pasta (reducción en el agua de la mezcla) y otras características del concreto también se ven beneficiadas, éstas son la reducción de la permeabilidad y el incremento en la durabilidad del concreto (Rivera, 2001).

Entre los errores más frecuentes tenemos:

- Exceso de dosificación local debido al mal reparto del producto. La homogeneidad y la buena distribución del aditivo en la masa de los morteros o de los hormigones es fundamental.
- Las incompatibilidades con ciertos conglomerantes. Esta es la razón por la cual conviene siempre controlar los productos en la obra, mediante ensayos preliminares y luego durante la producción del hormigón.
- La utilización simultanea de varios tipos de aditivos que pueden no ser compatibles (consultar con el distribuidor especializado), (Rivera, 2001).

2.2.6. Propiedades del concreto

2.2.6.1. Propiedades del concreto en estado fresco

2.2.6.1.1. Trabajabilidad.

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones (Abanto, 1994).

Un componente muy importante de la trabajabilidad es la consistencia o fluidez de la mezcla de concreto. La consistencia de una mezcla de concreto es un término general que se refiere al carácter de la mezcla con respecto a su grado de fluidez; y abarca todos los grados de fluidez, desde la más seca hasta la más fluida de todas las mezclas posible (McMillan & Tuthill, 1989).

Tabla 5

Definiciones de trabajabilidad de varias instituciones

INSTITUCION		DEFINICION
American Institute (ACI)	Concrete	Es la propiedad del concreto o mortero en estado fresco la cual determina la facilidad y homogeneidad con la cual puede ser mezclado, colocado, compactado y terminado.
British Standards Institution		Es la propiedad del concreto o mortero en estado fresco, la cual determina la facilidad con la cual puede ser manejado y completamente compactado.
Association of Engineers Japan	Concrete	Es la propiedad de la mezcla de concreto o mortero que determina la facilidad con que puede ser mezclado, colocado y compactado, debido a su consistencia, la homogeneidad con la cual puede ser elaborado el concreto, y el grado con el cual puede resistir a la separación de los materiales.

Nota. Extraído del libro de Tecnología del Concreto de Alto Desempeño (Portugal, 2007).

La trabajabilidad debería definirse solamente como una propiedad física del concreto fresco, sin hacerse referencia a las circunstancias específicas de un tipo de construcción (Neville, 1989).

Tabla 6

Trabajabilidad de acuerdo al Slump

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy Trabajable	Chuseado

Nota. Extraído de (Abanto, 1994).

2.2.6.2. Propiedades del concreto en estado endurecido

2.2.6.2.1. Resistencia a la compresión.

Según Rivva (2000). “La resistencia es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse”

2.2.6.2.2. Factores que influyen en la resistencia a la compresión.

Abrams informó en 1918 que, en un conjunto de materiales y condiciones de trabajo, el factor de resistencia era la relación agua cemento de diseño, de la cual se excluye el agua absorbida por el agregado. En esta teoría, las resistencias son cuanto mayor es la disminución de la relación agua-cemento (Coapaza y Cahui, 2018).

Por consiguiente, la relación agua / cemento es el factor más sustancial que afecta la resistencia a la compresión del concreto (Coapaza y Cahui, 2018).

Sin embargo, según Coapaza y Cahui (2018), menciona en su investigación citada que “Gilkey y Walker próximamente demostraron que la resistencia era función de cuatro factores:

- relación agua-cemento,
- relación cemento-agregado,

- granulometría, dureza, resistencia, perfil y textura superficial del agregado,
- tamaño máximo del agregado”(p. 58).

El concepto anterior se ha complementado por Powers con las teorías sobre grado de hidratación, relación gel-espacio y resistencia por adherencia pasta-agregado.

A la fecha se acepta que la resistencia a la compresión que puede ser desarrollada a una edad determinada por una mezcla de materiales dados, varía en función de:

- la marca, tipo, antigüedad, superficie específica y composición química del cemento.
- la calidad del agua
- la dureza, resistencia, perfil, textura superficial, porosidad, limpieza, granulometría, tamaño máximo y superficie específica del agregado.
- las adiciones minerales empleadas
- los aditivos químicos empleados.
- la resistencia de la pasta
- la relación agua libre de la mezcla al material cementante
- la relación material cementante-agregado.
- la relación del agregado fino al agregado grueso.
- la relación de la pasta a la superficie específica del agregado
- la resistencia por adherencia pasta-agregado
- la porosidad de la pasta
- la permeabilidad del concreto
- el grado de hidratación del cemento
- la relación gel-espacio
- la presencia intencional en la pasta de fibra metálica, de vidrio o plástica

- las condiciones del proceso de puesta en obra (Rivva, 2000).

2.2.7. Diseño de mezclas

2.2.7.1. Definición

Diseñar una mezcla de concreto consiste en determinar la cantidad de materiales (cemento, agregados, agua, aditivos) que deben emplearse para constituir un volumen unitario de concreto fresco cuya calidad sea tal que cumpla con los requisitos especificados para la estructura que se pretende fabricar, para esto es conveniente apoyarse en los siguientes lineamientos básicos:

- Utilizar el tamaño más grande de grava compatible con las dimensiones de la estructura, la separación del acero de refuerzo, las condiciones de colocación del concreto y la magnitud de la resistencia de proyecto.
- Obtener el concreto de la calidad especificada al costo más bajo posible. Como entre los componentes comunes del concreto, el cemento es el de mayor precio, existe la tendencia a emplearlo en la menor cantidad posible, pero sin detrimento en las características requeridas.
- La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica del concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado fresco tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que en el endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y/o especificaciones de la obra (Rivva, 2010).

2.2.7.2. Diseño de mezclas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

El proporcionamiento de la mezcla se refiere al proceso de determinación de las cantidades de los ingredientes del concreto, usando materiales locales, para que se logren las características especificadas. Un concreto adecuadamente proporcionado debe presentar las siguientes cualidades:

- trabajabilidad aceptable del concreto fresco,
- durabilidad, resistencia y apariencia uniforme del concreto endurecido
- Economía (S. Kosmatka et al., 2004).

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Aditivos

Si bien es de conocimiento, los aditivos se adhieren a una mezcla de concreto, pero es muy necesario su conceptualización.

Los aditivos son químicos que se agregan al concreto en la etapa de mezclado para modificar algunas de las propiedades de la mezcla que nunca deben ser considerados un sustituto de un buen diseño de mezcla, de buena mano de obra o del uso de buenos materiales. (Construcción y tecnología, 2006, p. 32)

Sin embargo, “En Perú, es inusual el empleo de aditivos por la creer erróneamente que su alto costo no evidencia su manejo en el concreto de manera habitual; pero si se hace un estudio detallado del incremento en el costo del m³” (Coapaza y Cahui, 2018), de concreto (incremento que normalmente oscila entre el 0.5 al 5% dependiendo del producto en particular), y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras etc., se concluye en que el costo extra es sólo aparente en la mayoría de los casos, en contraposición a la gran cantidad de beneficios que se obtienen (Pasquel, 1998).

Portugal (2007) señala que los aditivos superplastificantes pueden ser usados para tres funciones principales:

- ✓ incrementar la trabajabilidad (Función superplastificante),
- ✓ incrementar la resistencia (Función reductor de agua),
- ✓ reducir la cantidad de cemento.

2.3.2. Propiedades del concreto

2.3.2.1. *Propiedades del concreto en estado fresco*

2.3.2.1.1. Trabajabilidad.

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones (Abanto, 1994).

La trabajabilidad debería definirse solamente como una propiedad física del concreto fresco, sin hacerse referencia a las circunstancias específicas de un tipo de construcción (Neville, 1989).

2.3.2.2. *Propiedades del concreto en estado endurecido*

2.3.2.2.1. Resistencia a la compresión.

Según Rivva (2000), “La resistencia es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse”.

2.4. Definición de términos

- **Adición:** material inorgánico finamente dividido, utilizado en el concreto para mejorar ciertas propiedades o lograr propiedades especiales. Existen dos tipos de adiciones inorgánicas: adiciones inertes (Tipo I) y adiciones hidráulicas latentes o puzolánicas (Tipo II).

- **Aditivo Sikament 290N:** aditivo superplastificante reductor de agua de mezclado de alto rango.

- **Arena manufacturada:** agregado fino producido al triturar roca, grava, escorias de hierro de altos hornos, o concreto de cemento hidráulico.

- **Bachada:** Cantidad de materiales mezclados, que en cada ciclo produce una revoladora o planta mezcladora.

- **Cemento hidráulico:** material con características cementantes o aglutinantes que reacciona con agua y es usado para unir entre sí todos los agregados para producir concreto hidráulico.

- **Clínker:** caliza cocida.

- **Cohesión:** identificada con el esfuerzo de cedencia, representa la resistencia que la mezcla opone para deformarse e iniciar el flujo del concreto.

- **Componentes del concreto:** son aquellos materiales que en conjunto constituyen el concreto, los cuales básicamente son agregados (arena y grava) y pasta (cemento Pórtland y agua); los aditivos y adiciones son incluidos en la mezcla como componentes especiales.

- **Concreto fresco:** mezcla de concreto recién elaborada, la cual es una masa plástica que puede ser moldeada con relativa facilidad, y que a temperatura normal de prueba permanece en ese estado durante pocas horas. Inicia desde que el concreto está recién mezclado, hasta el principio de la rigidez del mismo.

- **Consistencia:** es una medida de la trabajabilidad referida a la movilidad y la compactación del concreto, en términos de la apariencia que exhibe al ser manipulada y expresada con base en resultados de alguna prueba específica.

- **DRUW (Dry Rodded Unit Weight):** peso unitario secado al horno ó peso unitario seco de los agregados grueso y fino).

- **Filler:** material fino, compuesto por arena molida y seca.

- **Grava triturada:** producto resultante de una trituración artificial de la grava, donde la mayoría de las partículas poseen por lo menos una cara resultante de la fractura.

- **Mezclado:** es la incorporación de los componentes del concreto hasta el grado en que las reacciones entre sí se completen; esta puede llevarse a cabo mediante medios manuales o mecánicos.

- **Mortero:** la fracción de concreto consistente en la pasta junto con los agregados de tamaño inferior a 4.75 mm (malla N° 4).

- **Pasta:** se refiere a la mezcla de cemento, agua, aire (naturalmente atrapado o intencionalmente incorporado) y aditivos (cuando son empleados).

- **Relación agua/cemento (A/C):** la razón de la cantidad de agua en peso, excluyendo solo aquella absorbida por los agregados, a la cantidad en peso de cemento en la pasta aglutinante.

- **Segregación:** la separación involuntaria de los constituyentes del concreto o las partículas de agregado, causando una falta de uniformidad en su distribución.

- **Trabajabilidad del concreto:** es la propiedad que determina el esfuerzo necesario para manipular, una cantidad de mezcla fresca de concreto con la mínima pérdida de homogeneidad.

- **Viscosidad:** es una medida de la resistencia de un material para fluir debido a la fricción interna (y es la relación de esfuerzo aplicado respecto a la tasa de corte).

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

2.5.2. Hipótesis específicas

a) El uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en la consistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020.

b) El uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020.

2.6. Variables

2.6.1. Variable independiente

- Aditivo superplastificante

2.6.2. Variable dependiente

- Propiedades del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Dimensiones

- Trabajabilidad (Consistencia)
- Resistencia mecánica

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 7

Operacionalización de variables e indicadores

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente Aditivo superplastificante	Es una sustancia química, que la dosificación deberá de ser <5% del peso del cemento ya que este aditivo es diferente de los demás componentes del concreto; por lo tanto, este se adiciona durante la elaboración de la mezcla de esta manera el aditivo logra modificar las propiedades del concreto según sean los requerimientos en obra, ya que existen variedad de ellos. (Sika, 2018). Estas sustancias pueden ser añadidas antes o durante el desarrollo de la mezcla de concreto, siempre teniendo en cuenta la cantidad del cemento donde no puede superar el 5% de la masa para	El aditivo Sikament 290N se caracteriza por modificar la relación agua / cemento para economizar y obtener una alta resistencia; esto no quiere decir que sustituya a los agregados.	Aditivo Tipo A: Reductor de agua Aditivo Tipo F: Reductor de agua de alto rango	✓ Plastificante (0,5%-0,7%) ✓ Superplastificante (0,7%-1,4%)

así el aditivo pueda aumentar las propiedades del mortero, ya sea en estado fresco o endurecido, para que estén determinadas definitivamente (Rodríguez, 2003).

Variable dependiente	El concreto es especial ya que sus propiedades de resistencia no se logran con lo que normalmente se utiliza para la mezcla, es por ello que se requiere de una mejor dosificación. Según (Contreras y Aire, 1997). Se les llama concreto de alto comportamiento a aquellos que tiene un gran desempeño ya que cuentan otras características además de su alta resistencia, podrían ser como la baja permeabilidad, resistencia a los sulfatos, etc. Manifiesta (Mc Cormack, Jack y Brown, Rusell, 2011).	El concreto convencional es un concreto simple; a la vez este concreto nos ayuda a obtener una regular resistencia a la compresión, proporcionando un regular tiempo de vida útil.	Trabajabilidad (Consistencia)	✓Asentamiento (slump) de cono alcanzado por las mezclas de pruebas
Propiedades del concreto			Resistencia mecánica (Resistencia a compresión)	✓Valores registrados de la rotura de probetas de 15x30 cm.

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito temporal y espacial

La presente investigación se realizó durante el año 2020 en la ciudad de Huancavelica, ubicada en el distrito de Huancavelica de la región Huancavelica.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de la investigación se ubica en un tipo de investigación aplicada que según Valderrama “la investigación aplicada busca conocer para hacer, actuar, construir y modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad concreta. Este tipo de investigación es el que realizan (o deben realizar) los egresados de pregrado y posgrado de las universidades para conocer la realidad social, económica, política y cultural de su ámbito, y plantear soluciones concretas, reales, factibles y necesarias a los problemas reconocidos” (Valderrama, 2013, pp. 39-40). En ese sentido, la investigación es aplicada.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación según Hernández (2010), los estudios de alcance explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos ó del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández, 2010, pp. 83-84). El presente trabajo de investigación pretendió corroborar la utilización del aditivo superplastificante influye directamente en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², para el estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

➤ **Diseño de investigación**

Hernández et al. (2014) dice que “El diseño es un plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento” (p.128).

Diseño general: cuasi investigación

Diseño específico: cuasi experimental con dos grupos de equivalentes y con pretest y postest.

GE: 01 X 02

.....

GC: 03 04

Donde:

G.E. Grupo experimental.

G.C. Grupo de control.

01 y 03 pretest

02 y 04 postest

X: Manipulación de la variable independiente.

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Quezada (2012, p. 38) refiere que, la población representa una colección completa de elementos (sujetos, objetos, fenómenos o datos) que poseen algunas características comunes.

Se investigó la influencia del aditivo superplastificante en la, trabajabilidad (consistencia) y resistencia mecánica (resistencia a compresión) del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica,2020.

Población objetivo: el universo poblacional estuvo constituido por los 50 probetas divididos en 25 probetas patrón y 25 probetas experimental con la adición del aditivo superplastificante (Sikament 290N).

3.4.2. Muestra

Por otro lado, según Alvarado (2009, p. 385), a muestra, es un medio utilizado para inferir algo acerca de una población mediante la selección de una parte de la misma.

Para esta investigación la muestra se consideró 50 probetas agrupados (25 muestras patrón y 25 muestras experimental).

3.4.3. Muestreo

El muestreo implica determinar una porción de la población para luego basándose en la inferencia tomar decisiones bajo certeza (Álvarez, 2006, p. 83). Para esta investigación no se aplicó muestreo.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

- Pruebas estandarizadas. Normas NTP y ASTM de igual forma como la norma ACI (American Concrete Institute), dónde encontramos los procedimientos para realizar los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.

3.5.2. Instrumentos

- Instrumentos o aparatos de medición. Tales como cono de Abrams y endurecido (prensa para rotura de probeta), mezcladora, probetas, barra compactadora de acero liso.

3.6. Técnicas y procesamiento de análisis de datos

Dentro de la investigación cuantitativa, para el procesamiento de datos se recurre a la estadística descriptiva e inferencial. Ñaupas et al. (2014) lo definen del siguiente modo:

- La estadística descriptiva tiene como objeto fundamental procesar, resumir y analizar un conjunto de datos obtenidos de las variables estudiadas. Estudia un conjunto de medidas o estadígrafos mediante los cuales es posible comprender la magnitud de las variables estudiadas, como las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión.
- La estadística inferencial, o inferencia estadística, es aquella que ayuda al investigador a encontrar significatividad a sus resultados.

Ademas, según Sánchez y Reyes (p. 110), citado por Ñaupas et al. (2014), la estadística inferencial compara dos o más grupos de datos para poder determinar si las posibles diferencias entre ellos son diferencias reales o son debidas al azar.

Para el análisis de datos, se hizo uso del paquete estadístico R Stathistic. Sergio y Mateos (2014) describen al software R como “(...) un lenguaje de programación

interpretado, de distribución libre, bajo licencia GNU, y se mantiene en un ambiente para el computo estadístico y gráfico. (...) un sistema totalmente planificado y coherente (...)"

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información

4.1.1. Selección de materiales

4.1.1.1. Aditivo Sikament 290N

Este aditivo se utiliza según sus especificaciones técnicas como:

- plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento,
- superplastificante: del 0,7 % - 1,4 % del peso del cemento.

Figura 4

Aditivo superplastificante Sikament 290N



Nota. Toma propia del producto.

4.1.1.2. Agregado fino

El agregado fino que se utilizó en la elaboración de la tesis, proviene de la cantera del río Mantaro – Huancayo.

Figura 5

Agregado fino



Nota. Toma propia a los exteriores del laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

4.1.1.3. Agregado grueso

El agregado grueso (piedra chancada) que se utilizó en la elaboración de la tesis, provienen de la cantera del río Mantaro – Huancayo.

Figura 6

Agregado grueso



Nota. Toma propia a los exteriores del laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

4.1.1.4. Cemento

El cemento que se usó en la elaboración de la tesis es el Andino tipo I, dicho cemento es más comercial en la ciudad de Huancavelica.

Figura 7

Cemento Andino tipo I



Nota. Toma propia del cemento tipo I.

4.1.1.5. Agua

El agua que se usó es del laboratorio de tecnología del concreto de la Universidad Nacional de Huancavelica, tanto para la elaboración y curado de las probetas cilíndricas del concreto convencional y concreto con incorporación de aditivo superplastificante Sikament – 290N (concreto experimental).

4.1.2. Estudio de las propiedades de los agregados

4.1.2.1. Análisis granulométrico del agregado grueso

El análisis granulométrico del agregado grueso (piedra chancada) se realizó conforme a la Norma Técnica Peruana NTP 400.012 y NTP 400.037.

Tabla 8*Resultados de la granulometría del agregado grueso*

Tamiz	Peso	%	%	%
	Retenido	Retenido	Pasa	Acumulado
2 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00
1 "	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	538.32	8.47	91.53	8.47
1/2"	3658.62	57.60	33.93	66.07
3/8"	1579.75	24.87	9.06	90.94
4	255.72	4.03	5.03	94.97
Fondo	319.80	5.03	0.00	100.00

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

El ensayo granulométrico se realizó en el laboratorio con una muestra de 6352.21 gramos de agregado grueso cumpliendo con las especificaciones técnicas en cuanto a la cantidad de muestra para dicho ensayo, en donde el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso es 3/4".

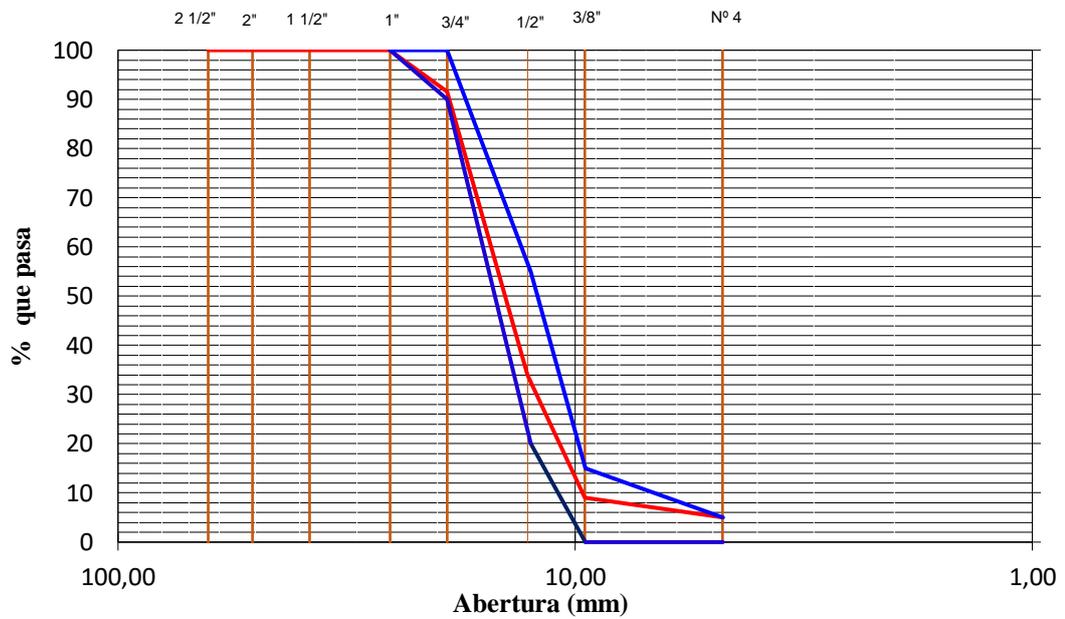
Tabla 9*Límites granulométricos del agregado grueso*

Tamiz	Abertura (mm)	Límites de agregado (%)	
		Mín.	máx.
1"	25	100	100
3/4"	19	90	100
1/2"	12.5	20	55
3/8"	9.5	0	15
N° 4	4.75	0	5

Nota. Teniendo en cuenta NTP 400.037.

Figura 8

Curva granulométricos del agregado grueso



Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

La curva granulométrica del agregado grueso como se observa en la figura cumple con la NTP 400.037 respecto al límite granulométrico mínimo y límite granulométrico máximo del agregado grueso, ya que el porcentaje que pasa del agregado grueso está dentro de dichos límites granulométricos.

4.1.2.2. Análisis granulométrico del agregado fino

El análisis granulométrico del agregado fino se realizó conforme a la Norma Técnica Peruana NTP 400.012 y NTP 400.037.

Tabla 10

Resultados de la granulometría del agregado fino

Tamiz	Peso	%	%	%
	Retenido	Retenido	Pasa	Acumulado
3/8"	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 4	189.48	4.97	95.03	4.97
N° 8	409.56	10.74	84.29	15.71
N° 16	603.79	15.83	68.46	31.54
N° 30	984.77	25.82	42.64	57.36
N° 50	962.26	25.23	17.41	82.59
N° 100	418.29	10.97	6.44	93.56
N° 200	224.06	5.87	0.57	99.43
Fondo	21.61	0.57	0.00	100.00

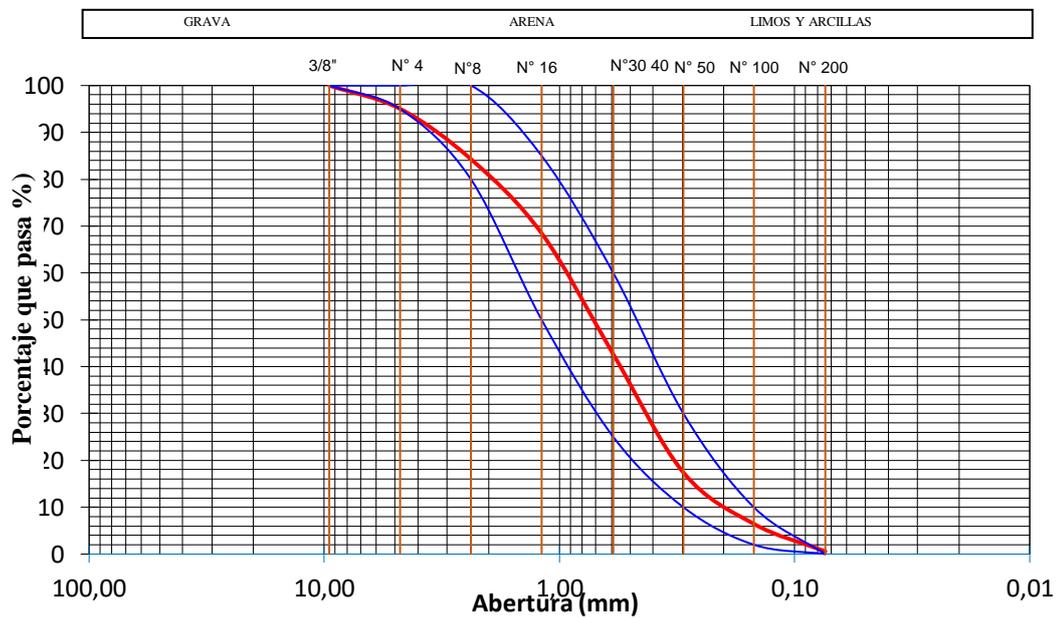
Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

El ensayo granulométrico se realizó en el laboratorio con una cantidad de muestra de 3813.82 gramos de agregado fino; en la tabla se muestra el análisis granulométrico del agregado fino donde se calcula el módulo de fineza que es igual a 2.857, dicho valor está dentro de los rangos que indica la norma respecto al módulo de fineza del agregado fino (2.3 – 3.1).

Tabla 11*Límites granulométricos del agregado fino*

Tamiz	Abertura (mm)	Límites de agregado (%)	
		Mín.	Máx.
3/8"	9.5	100	100
N° 4	4.75	95	100
N° 8	2.36	80	100
N° 16	1.18	50	85
N° 30	0.6	25	60
N° 50	0.3	5	30
N° 100	0.15	0	10
N° 200	0.075	0	0

Nota. Tomando en cuenta NTP 400.037.

Figura 9*Curva granulométricos del agregado fino*

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la figura se aprecia la curva granulométrica del agregado fino está dentro de los parámetros granulométricos, cumpliendo con la Norma Técnica Peruana (NTP 400.037).

4.1.2.3. Peso unitario suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC) del agregado grueso

El peso unitario suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC) del agregado grueso, se realizaron en el laboratorio de tecnología del concreto conforme a las indicaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 400.017.

Tabla 12

Peso unitario suelto (PUS) del agregado grueso

Identificación		Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 3	
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	17830.00	17835.00	17955.00
2	Peso del recipiente	kg	10130.00	10130.00	10130.00
3	Peso de la muestra (1-2)	kg	7700.00	7705.00	7825.00
4	Constante del recipiente	-	180.00	180.00	180.00
5	PUS húmedo (3*4)/1000	kg/m ³	1386.00	1386.90	1408.50
6	PUS seco ((5)-((5)*C.H../100))	kg/m ³	1386.00	1386.90	1408.50
7	Promedio PUS seco	kg/m ³		1393.80	

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

Tabla 13*Peso unitario compactado (PUC) del agregado grueso*

Identificación		Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 3
1	Peso de la muestra + recipiente kg	18680.00	18735.00	18765.00
2	Peso del recipiente kg	10130.00	10130.00	10130.00
3	Peso de la muestra (1-2) kg	8550.00	8605.00	8635.00
4	Constante del recipiente -	180.00	180.00	180.00
5	PUC húmedo (3*4)/1000 kg/m ³	1539.00	1548.90	1554.30
6	PUC seco ((5)-((5)*C.H./100)) kg/m ³	1539.00	1548.90	1554.30
7	Promedio PUC compactado kg/m ³		1547.40	

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

4.1.2.4. Peso unitario suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC) del agregado fino

El peso unitario suelto (PUS) y peso unitario compactado (PUC) del agregado fino, se realizaron en el laboratorio de tecnología del concreto conforme a las indicaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 400.017.

Tabla 14*Peso unitario suelto (PUS) del agregado fino*

Identificación		Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 3
1	Peso de la muestra + recipiente kg	18785.00	19025.00	18745.00
2	Peso del recipiente kg	10130.00	10130.00	10130.00
3	Peso de la muestra (1-2) kg	8655.00	8895.00	8615.00
4	Constante del recipiente -	180.00	180.00	180.00
5	PUS húmedo (3*4)/1000 kg/m ³	1557.90	1601.10	1550.70
6	PUS seco ((5)-((5)*C.H./100)) kg/m ³	1557.90	1601.10	1451.43
7	Promedio PUS seco kg/m ³		1536.81	

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

Tabla 15*Peso unitario suelto (PUC) del agregado fino*

Identificación		Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 3	
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	19695.00	19720.00	19655.00
2	Peso del recipiente	kg	10130.00	10130.00	10130.00
3	Peso de la muestra (1-2)	kg	9565.00	9590.00	9525.00
4	Constante del recipiente	-	180.00	180.00	180.00
5	PUC húmedo (3*4)/1000	kg/m ³	1721.70	1726.20	1714.50
6	PUS seco ((5)-((5)*C.H../100))	kg/m ³	1721.70	1726.20	1714.50
7	Promedio PUC seco	kg/m ³		1720.80	

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

4.1.2.5. *Peso específico y absorción del agregado grueso*

Los ensayos de peso específico y absorción del agregado grueso, se realizaron en laboratorio de tecnología del concreto conforme a las indicaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 400.021.

Tabla 16*Peso específico y absorción del agregado grueso*

I. Datos		Unidad	Ensayo N° 1
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B)	gr	3000
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr	825.2
3	Peso de la muestra saturada + peso de la canastilla dentro del agua	gr	2720
4	Peso de la saturada dentro del agua (3-2) (C)	gr	1895
5	Peso de la tara	gr	400
6	Pes de la tara + muestra seca	gr	3366
7	Peso de la muestra seca (6-5) (A)	gr	2966
II. Resultados			
8	Peso específico de masa ((A)/(B-C))	gr/cm ³	2.68
9	Peso específico de masa saturada superficialmente seco ((B/B(B-C))	gr/cm ³	2.71
10	Peso específico aparente ((A)/(A-C))	gr/cm ³	2.77
11	Porcentaje de absorción ((B-A)/A)*100	%	1.15

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

4.1.2.6. *Peso específico y absorción del agregado fino*

Los ensayos de peso específico y absorción del agregado fino, se realizaron en laboratorio de tecnología del concreto conforme a las indicaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 400.021.

Tabla 17

Peso específico y absorción del agregado fino

	I. Datos	Unidad	Ensayo N°1
1	Peso de la arena S.S.S. (D)	gr	500.00
2	Peso del balón seco	gr	161.12
3	Peso de la arena S.S.S. + peso del balón (1+2)	gr	661.12
4	Peso de la arena S.S.S. + peso del balón + Peso del agua	gr	971.43
5	Peso del agua (4-3) (W)	gr	310.31
6	Peso de la tara	gr	130.60
7	Peso de la tara + arena seca	gr	623.47
8	Peso de la arena seca (7-6) (A)	gr	492.87
9	Volumen del balón (V)	cm ³	500.00
II. Resultados			
10	Peso específico de masa ((A/(V-W))	gr/cm ³	2.60
11	Peso específico de masa saturada superficialmente seco ((d/(v-w))	gr/cm ³	2.64
12	Peso específico aparente ((A/(V-W)-(D-A))	gr/cm ³	2.70
13	Porcentaje de absorción ((D-A)/A)*100	%	1.45

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

4.1.2.7. Contenido de humedad del agregado grueso

Se realizó el ensayo de contenido de humedad del agregado grueso en laboratorio de tecnología del concreto conforme a la Norma Técnica Peruana NTP 400.185.

Tabla 18

Contenido de humedad del agregado grueso

Identificación	Unidad	Ensayo N° 1
1 Peso de la tara	gr	41.5
2 Peso de la tara + muestra húmeda	gr	712.8
3 Peso de la tara + muestra seca	gr	707.4
4 Peso del agua contenida (2-3)	gr	5.4
5 Peso de la muestra seca (3-1)	gr	665.9
6 Contenido de humedad (4/5)*100	%	0.81

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

4.1.2.8. Contenido de humedad del agregado fino

Se realizó el ensayo de contenido de humedad del agregado fino en laboratorio de tecnología del concreto conforme a la Norma Técnica Peruana NTP 400.185.

Tabla 19

Contenido de humedad del agregado fino

Identificación	Unidad	Ensayo N° 1
1 Peso de la tara	gr	30.28
2 Peso de la tara + muestra húmeda	gr	204.8
3 Peso de la tara + muestra seca	gr	194.3
4 Peso del agua contenida (2-3)	gr	10.5
5 Peso de la muestra seca (3-1)	gr	164.02
6 Contenido de humedad (4/5)*100	%	6.40

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

4.1.2.9. Resumen de las características físicas de los agregados

A continuación, se muestra el resumen de la caracterización del agregado fino y agregado grueso.

Tabla 20

Resumen de las características físicas de los agregados

Características físicas	Agregado fino	Agregado grueso	Unidad
Peso unitario compactado	1.55	1.725	gr/cm ³
Peso unitario suelto	1.39	1.54	gr/cm ³
Peso específico	2.60	2.68	gr/cm ³
Absorción	1.45	1.15	%
Contenido de humedad	6.40	0.81	%
Módulo de fineza	2.857	-	-
Tamaño máximo nominal (TMN)	-	3/4	pulg.

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

4.1.3. Diseño de mezcla

A partir de los datos de la caracterización de los agregado fino y grueso, se procedió a la elaboración del diseño de mezcla del concreto patrón y el concreto experimental con el aditivo superplastificante Sikament – 290N con resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, consistencia plástica y asentamiento de 3 a 4 pulgadas; donde se utilizó el método ACI (Instituto Americano de Concreto). A continuación, se muestra la dosificación en peso para un metro cubico de mezcla de concreto patrón y concreto con adición de aditivo superplastificante Sikament – 290N.

Tabla 21*Dosificación en peso para un metro cubico (1 m³) de concreto*

Materiales	Concreto convencional (patrón)	Concreto con aditivo Sikament – 290N	Unidad
Cemento	367.12	367.12	kg
Agregado fino	880.08	880.08	kg
Agregado grueso	958.23	958.23	kg
Agua	164.68	164.68	lt
Aditivo Sikament – 290N	-	2.57	lt

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la tabla se muestra la dosificación en peso de los materiales por metro cubico de concreto para el concreto patrón y el concreto experimental con aditivo superplastificante Sikament – 290N. Cabe señalar que a la dosificación del concreto patrón se añadió el aditivo Sikament – 290N en 0.70% respecto al peso del cemento.

4.1.4. Análisis de la consistencia del concreto en estado fresco

El ensayo de consistencia llamado también revenimiento o ‘slump test’ de la mezcla de concreto con el cono Abrams se hizo de acuerdo a la NTP 339.0.35, la mezcla del concreto se realizó en dos tandas del concreto patrón y dos del concreto experimental. En la siguiente tabla se muestra los asentamientos de los diferentes tipos de concreto:

Tabla 22

Resultados del asentamiento del concreto convencional y concreto experimental

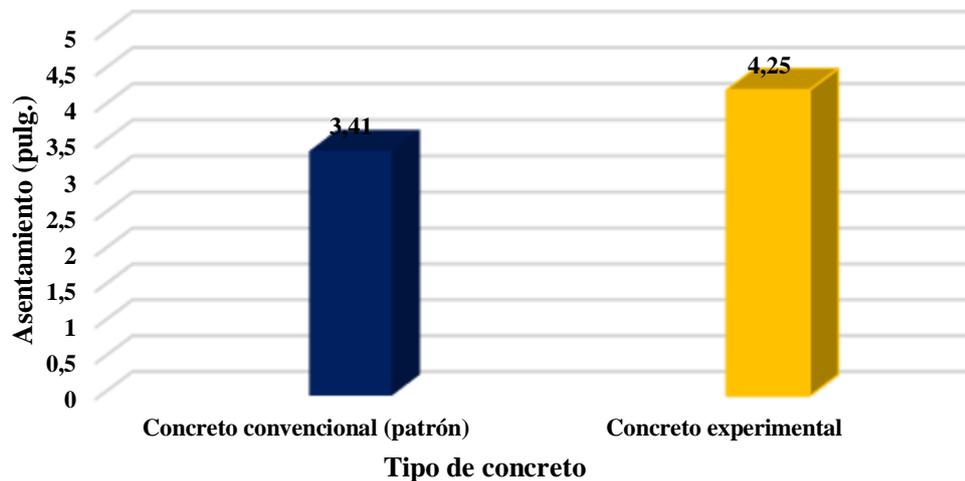
Tipo de concreto	N° de ensayo	Asentamiento (pulg.)	Promedio de asentamiento (pulg.)	Variación del asentamiento con respecto al concreto patrón (%)
Concreto patrón	1	3.46	3.41	-
	2	3.35		
Concreto experimental	1	4.29	4.25	24.82
	2	4.21		

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la tabla apreciamos la variación porcentual del asentamiento del concreto experimental con aditivo superplastificante Sikament – 290N aumenta en 24.82 % respecto al concreto convencional.

Figura 10

Resultados del asentamiento del concreto convencional y concreto experimental



Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la figura apreciamos el asentamiento del concreto patrón que es de 3.41 pulgadas, cumpliendo con el asentamiento de diseño (3- 4 pulgadas) lo cual es de consistencia plástica y trabajabilidad: trabajable y el asentamiento del concreto experimental con adición del aditivo superplastificante Sikament – 290N es de 4.25 pulgadas, dicha mezcla de concreto es también de consistencia plástica y trabajabilidad: trabajable.

4.1.5. Análisis de la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido

Tabla 23

Resultados de resistencias a compresión del concreto patrón

N° de probetas	Probetas		Diám. Prom. (cm)	Edad	Carga máxima (Kgf)	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)
	Código	Fecha de rotura				
1	CP1	05-05-21	15.10	28	20890	210.03
2	CP2	05-05-21	15.20	28	57730	318.14
3	CP3	05-05-21	15.20	28	55060	303.43
4	CP4	05-05-21	15.20	28	30680	211.41
5	CP5	05-05-21	15.20	28	47180	260.00
6	CP6	05-05-21	15.20	28	31580	214.41
7	CP7	05-05-21	15.30	28	56960	309.81
8	CP8	05-05-21	15.20	28	50260	276.98
9	CP9	05-05-21	15.20	28	51450	283.54
10	CP10	05-05-21	15.20	28	34390	210.87
11	CP11	05-05-21	15.20	28	37660	210.06
12	CP12	31-05-21	15.10	28	40770	227.67
13	CP13	31-05-21	15.10	28	37940	211.86
14	CP14	31-05-21	15.10	28	37720	210.63
15	CP15	31-05-21	15.10	28	37400	210.63
16	CP16	31-05-21	15.10	28	40450	225.88
17	CP17	31-05-21	15.10	28	47220	263.68

N° de probetas	Probetas		Diám. Prom. (cm)	Edad	Carga máxima (Kgf)	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)
	Código	Fecha de rotura				
18	CP18	31-05-21	15.10	28	42840	239.22
19	CP19	31-05-21	15.10	28	38060	212.53
20	CP20	31-05-21	15.10	28	38300	213.87
21	CP21	31-05-21	15.10	28	37370	211.88
22	CP22	31-05-21	15.10	28	41270	230.46
23	CP23	31-05-21	15.10	28	39470	220.41
24	CP24	31-05-21	15.10	28	38400	214.43
25	CP25	31-05-21	15.20	28	38480	212.06

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la tabla se aprecia los resultados de resistencias a compresión del concreto patrón, dichos registros de resistencia supera la resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 24

Resultados de resistencias a compresión del concreto experimental

N° de probetas	Probetas		Diám. Prom. (cm)	Edad	Carga máxima (Kgf)	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)
	Código	Fecha de rotura				
1	CE1	01-06-21	15.10	28	39330	219.62
2	CE2	01-06-21	15.10	28	40440	225.82
3	CE3	01-06-21	15.10	28	39460	220.35
4	CE4	01-06-21	15.10	28	42960	239.89
5	CE5	01-06-21	15.10	28	44360	247.71
6	CE6	01-06-21	15.10	28	41750	233.14
7	CE7	01-06-21	15.10	28	42270	236.04
8	CE8	01-06-21	15.10	28	43130	240.84
9	CE9	01-06-21	15.10	28	49500	276.41
10	CE10	01-06-21	15.10	28	44060	246.04
11	CE11	01-06-21	15.10	28	44050	245.98
12	CE12	01-06-21	15.10	28	44280	247.27

Probetas			Diám. Prom. (cm)	Edad	Carga máxima (Kgf)	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)
Nº de probetas	Código	Fecha de rotura				
13	CE13	04-06-21	15.10	28	52620	293.84
14	CE14	04-06-21	15.10	28	55680	310.92
15	CE15	04-06-21	15.10	28	57890	323.27
16	CE16	04-06-21	15.10	28	38000	212.20
17	CE17	04-06-21	15.10	28	53430	298.36
18	CE18	04-06-21	15.10	28	53000	295.96
19	CE19	04-06-21	15.10	28	50820	283.79
20	CE20	04-06-21	15.10	28	65870	367.83
21	CE21	04-06-21	15.10	28	67230	375.42
22	CE22	04-06-21	15.10	28	49870	278.48
23	CE23	04-06-21	15.10	28	54180	302.55
24	CE24	04-06-21	15.10	28	44250	247.10
25	CE25	04-06-21	15.10	28	57370	320.36

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la tabla se aprecia los resultados de resistencias a compresión del concreto experimental con aditivo superplastificante Sikament – 290N.

4.1.5.1. Resistencia promedia a compresión del concreto convencional y concreto experimental

Tabla 25

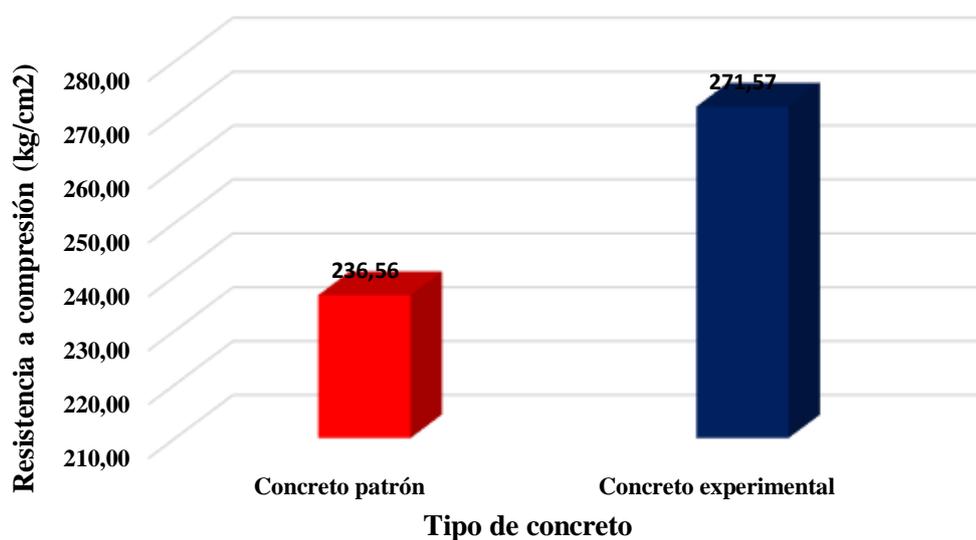
Resistencias promedias a compresión del concreto convencional y concreto experimental

Tipo de concreto	Resistencia a compresión (kg/cm ²)
Concreto convencional (patrón)	236.56
Concreto experimental	271.57

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

Figura 11

Resistencias promedio a compresión del concreto convencional y concreto experimental



Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la tabla y figura se aprecia las resistencias promedio a compresión del concreto convencional y concreto experimental con aditivo superplastificante Sikament – 290N, dando un valor de 236.56 y 271.57 kg/cm².

Tabla 26

Variación porcentual de la resistencia a compresión

Tipo de concreto	Resistencia a compresión (kg/cm2)	Variación porcentual (%)
Concreto convencional (patrón)	236.56	0.00
Concreto experimental	271.57	14.80

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la tabla se observa la variación porcentual de resistencia a compresión del concreto experimental con aditivo superplastificante Sikament – 290N se incrementa en 14.80% con respecto al concreto convencional.

4.2. Prueba de hipótesis

Para el análisis de los datos obtenidos en laboratorio de tecnología del concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) y el Diseño Factorial Completamente Aleatorio.

4.2.1. Prueba de hipótesis específica

Para la prueba de hipótesis específica de la tesis se utilizó el análisis de datos mediante el Diseño Completamente Aleatorio (DCA).

El análisis estadístico se realizó con un nivel de confianza del 95% y nivel de significancia del 5%.

- **Hipótesis específica 1**

Tabla 27

Registro de la consistencia del concreto patrón y concreto experimental

Tratamientos	Numero de repeticiones	
	1	2
Concreto convencional	3.46	3.35
Concreto experimental	4.29	4.21

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

Tabla 28*Registro de la consistencia del concreto patrón y concreto experimental*

Numero de repeticiones	Asentamiento (pulg.)	
	Tratamientos	
	Concreto patrón	Concreto experimental
1	3.46	4.29
2	3.46	4.29
3	3.46	4.29
4	3.46	4.29
5	3.46	4.29
6	3.46	4.29
7	3.46	4.29
8	3.46	4.29
9	3.46	4.29
10	3.46	4.29
11	3.46	4.29
12	3.46	4.29
13	3.46	4.21
14	3.35	4.21
15	3.35	4.21
16	3.35	4.21
17	3.35	4.21
18	3.35	4.21
19	3.35	4.21
20	3.35	4.21
21	3.35	4.21
22	3.35	4.21
23	3.35	4.21
24	3.35	4.21
25	3.35	4.21

Nota. Resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

Para realizar el análisis de varianza procederemos a verificar el supuesto de normalidad, es decir los datos o la muestra sigue una distribución homogénea.

La muestra tiene 25 datos es menor que 50 por ello aplicaremos el test de normalidad de Shapiro-Wilk, que permite verificar si el conjunto de datos de la

muestra sigue o no una distribución homogénea. A continuación, se muestra los procedimientos:

Prueba de normalidad

H0 = la muestra tiene una distribución homogénea

H1= la muestra no tiene una distribución homogénea

Tabla 29

Prueba de normalidad para la hipótesis 1

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	,639	25	,183
Experimental	,639	25	,097

Nota. Base de datos extraídos del laboratorio en base a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

Al observar los datos se muestra que

Como el p-valor obtenido ($p=0.183; 0,097 > \alpha=0.05$), entonces existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa. Este resultado confirma que los datos siguen son homogéneos.

Planteamiento de la hipótesis específica 1

Hipótesis nula:

El uso del aditivo superplastificante no influye significativamente en la consistencia del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

Hipótesis alterna:

El uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en la consistencia del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

Tabla 30

Análisis de varianza (ANOVA) con prueba F del asentamiento del concreto patrón y concreto experimental

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	1	0.71402500	0.71402500	154.38	0.0064
Error	2	0.00925000	0.00462500		
Total, corregido	3	0.72327500			

Nota. Base de datos extraídos del laboratorio en base a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la tabla de análisis de varianza (ANOVA) con prueba F del asentamiento del concreto patrón y concreto experimental, se aprecia que el valor de Pr = 0.0064 es menor que el nivel de significancia de 0.05 por lo tanto se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Otra manera de verificar lo anterior mencionado es tabulando el valor de Fisher (F crítica), con nivel de significancia de 5%, grado de libertad del tratamiento 1 y grado de libertad de error 2 obteniendo F crítica =18.51 y F calculado de la tabla ANOVA es 154.38, por lo tanto F calculado > F crítica, entonces se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: el uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en la consistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

- **Hipótesis específica 2**

Tabla 31

Registro de la resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental

Número de repeticiones	Tratamientos	
	Concreto convencional (patrón)	Concreto experimental
1	210.03	219.62
2	318.14	225.82
3	303.43	220.35
4	211.41	239.89
5	260.00	247.71
6	214.41	233.14
7	309.81	236.04
8	276.98	240.84
9	283.54	276.41
10	210.87	246.04
11	210.06	245.98
12	227.67	247.27
13	211.86	293.84
14	210.63	310.92
15	210.63	323.27
16	225.88	212.20
17	263.68	298.36
18	239.22	295.96
19	212.53	283.79
20	213.87	367.83
21	211.88	375.42
22	230.46	278.48
23	220.41	302.55
24	214.43	247.10
25	212.06	320.36

Nota. Base de datos extraídos del laboratorio en base a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

Para realizar el análisis de varianza procederemos a verificar el supuesto de normalidad, es decir los datos o la muestra sigue una distribución homogénea.

La muestra tiene 25 datos, es menor que 50 por ello aplicaremos el test de normalidad de Shapiro – Wilk, que permite verificar si el conjunto de datos de la muestra sigue o no una distribución homogénea. A continuación, se muestra los procedimientos:

Prueba de normalidad

H_0 = la muestra **tiene** una distribución homogénea

H_1 = la muestra **no tiene** una distribución homogénea

Tabla 32

Prueba de normalidad para la hipótesis 2

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	,639	25	,228
Experimental	,639	25	,265

Nota. Base de datos extraídos del laboratorio en base a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

Al observar los datos se muestra que:

Como el p-valor obtenido ($p=0.228;0,265 > \alpha=0.05$), entonces existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa. Este resultado confirma que los datos siguen una distribución homogénea.

Planteamiento de la hipótesis específica 2

Hipótesis nula:

El uso del aditivo superplastificante no influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

Hipótesis alterna:

El uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

Tabla 33

Análisis de varianza (ANOVA) con prueba F de las resistencias a compresión del concreto patrón y concreto experimental

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	1	15323.00180	15323.00180	9.38	0.0036
Error	48	78385.80987	1633.03771		
Total, corregido	49	93708.81167			

Nota. Base de datos extraídos del laboratorio en base a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la tabla de análisis de varianza (ANOVA) con prueba de las resistencias a compresión del concreto patrón y concreto experimental, se aprecia que el valor de Pr = 0.0036 es menor que el nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Otra manera de verificar lo anterior mencionado es tabulando el valor de Fisher (F crítica), con nivel de significancia de 5%, grado de libertad del tratamiento 1 y grado de libertad de error 48 obteniendo F crítica =4.04 y F calculado de la tabla ANOVA es 9.38, por lo tanto F calculado > F crítica, entonces se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: el uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

4.2.2. Prueba de hipótesis general

Para la prueba de hipótesis general de la tesis se utilizó el análisis de datos mediante el Diseño Factorial Completamente Aleatorio (DFCA).

Tabla 34

Registro de la resistencia a compresión y asentamiento del concreto patrón y concreto

Numero de repeticiones	Asentamiento (pulg.)		Compresión (kg/cm ²)	
	Tratamientos		Tratamientos	
	Concreto patrón	Concreto experimental	Concreto patrón	Concreto experimental
1	3.46	4.29	210.03	219.62
2	3.46	4.29	318.14	225.82
3	3.46	4.29	303.43	220.35
4	3.46	4.29	211.41	239.89
5	3.46	4.29	260.00	247.71
6	3.46	4.29	214.41	233.14
7	3.46	4.29	309.81	236.04
8	3.46	4.29	276.98	240.84
9	3.46	4.29	283.54	276.41
10	3.46	4.29	210.87	246.04
11	3.46	4.29	210.06	245.98
12	3.46	4.29	227.67	247.27
13	3.46	4.21	211.86	293.84
14	3.35	4.21	210.63	310.92
15	3.35	4.21	210.63	323.27
16	3.35	4.21	225.88	212.2
17	3.35	4.21	263.68	298.36
18	3.35	4.21	239.22	295.96
19	3.35	4.21	212.53	283.79
20	3.35	4.21	213.87	367.83
21	3.35	4.21	211.88	375.42
22	3.35	4.21	230.46	278.48
23	3.35	4.21	220.41	302.55

Numero de repeticiones	Asentamiento (pulg.)		Compresión (kg/cm ²)	
	Tratamientos		Tratamientos	
	Concreto patrón	Concreto experimental	Concreto patrón	Concreto experimental
24	3.35	4.21	214.43	247.1
25	3.35	4.21	212.06	320.36

Nota. Base de datos extraídos del laboratorio en base a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

Planteamiento de la hipótesis general

Hipótesis nula:

El uso del aditivo superplastificante no influye significativamente en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

Hipótesis alterna:

El uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

Tabla 35

Análisis de varianza (ANOVA) con prueba F general del asentamiento y resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	3	1580755.714	526918.571	645.32	<.0001
Error	96	78385.925	816.520		
Total, corregido	99	1659141.639			

Nota. Base de datos extraídos del laboratorio en base a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de tecnología de concreto EAPICH.

En la tabla de análisis de varianza (ANOVA) con prueba F general del asentamiento y resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental, se aprecia que el valor de $Pr = 0.0001$ es menor que el nivel de significancia de 0.05 por lo tanto se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Otra manera de verificar lo anterior mencionado es tabulando el valor de Fisher (F crítica), con nivel de significancia de 5%, grado de libertad del tratamiento 3 y grado de libertad de error 96 obteniendo F crítica =2.70 y F calculado de la tabla ANOVA es 645.32, por lo tanto $F \text{ calculado} > F \text{ crítica}$, entonces se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: El uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020.

4.3. Contrastación de resultados

En esta investigación se determinó la influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020, cuyo valor en la tabla de análisis de varianza (ANOVA) con prueba F general del asentamiento y resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental, se aprecia que el valor de $Pr = 0.0001$ es menor que el nivel de significancia de 0.05 por lo tanto se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Así mismo se realizó otra manera de verificar lo anterior mencionado es tabulando el valor de Fisher (F crítica), con nivel de significancia de 5%, grado de libertad del tratamiento 3 y grado de libertad de error 96 obteniendo F crítica =2.70 y F calculado de la tabla ANOVA es 645.32, por lo tanto $F \text{ calculado} > F \text{ crítica}$, entonces se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: el uso del aditivo superplastificante si influye significativamente en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020. Así mismo, se determinó la influencia de la variable independiente aditivo

superplastificante y las dimensiones de la variable dependiente propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (trabajabilidad, resistencia mecánica).

A continuación, se discuten los principales hallazgos de este estudio.

Los resultados demuestran que el concreto que se experimentó añadiendo el aditivo superplastificante Sikament – 290N al concreto en estado fresco, la resistencia a compresión se incrementa respecto al concreto convencional.

Con respecto a la consistencia del concreto en estado fresco al añadir el aditivo superplastificante Sikament – 290N en 0.7% con respecto al peso del cemento, el asentamiento se ve influenciado con dicho aditivo incrementándose, pero la consistencia y la trabajabilidad se mantiene en plástica y trabajable respectivamente, respecto al concreto convencional.

De los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir que existen diferencias entre el aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020, siendo estos, en lo que refiere a la trabajabilidad, y la resistencia mecánica.

Así pues, de nuestra hipótesis general donde establece que; el uso del aditivo superplastificante influye significativamente en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020, pues aquí establecemos en función a la teoría y la lógica, respecto a la utilización del aditivo superplastificante Sikament 290N, si en las propiedades de trabajabilidad y resistencia mecánica, entonces se logrará un concreto que se mantiene en estado plástico y por consiguiente trabajable , respecto al concreto convencional.

En nuestro resultado del objetivo general, podemos concluir la influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020. En tal sentido concuerda con la tesis de Coapaza y Cahui (2018) titulada “Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ como alternativa de mejora en los

vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno”. Donde se concluye que la adición de aditivo superplastificante en concreto $f'c=210$ kg/cm² y concreto producido en techos de vivienda autoconstruidos en Puno, mejora considerablemente las propiedades del concreto, específicamente la resistencia a compresión y la trabajabilidad de la mezcla; además, se concluye que éstos incrementan parcialmente conforme aumenta la cantidad de aditivo superplastificante considerada. Asimismo, López y Mamani (2017) titulada: “Influencia del nanosílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo de la ciudad de Puno”. Para su investigación consideró la resistencia a compresión y la porosidad del concreto. donde concluye que se ha logrado demostrar que el concreto a mayor adición de nanosílice aumenta su resistencia a compresión y disminuye la porosidad del concreto, y en consecuencia mejora la durabilidad del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo.

En tanto Ramos (2018), en su trabajo de investigación “Adición del Aditivo Sikament-290N en la elaboración de concreto de alta resistencia”, en su obtuvieron resultados favorables. Finalmente, Mayta (2014), en su trabajo de investigación “Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo” da a conocer sus resultados obtenidos de los ensayos, que fueron sometidos a un análisis comparativo entre las mezclas experimentales respecto a las mezclas patrones.

Conclusiones

1. El uso del aditivo superplastificante sí influye significativamente en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020, notándose que el asentamiento del concreto en estado fresco y la resistencia a compresión en estado endurecido se incrementaron adicionando el aditivo superplastificante Sikament – 290N respecto al concreto patrón.
2. El uso del aditivo superplastificante sí influye significativamente en la consistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Huancavelica, 2020, dado que el asentamiento con la adición del aditivo superplastificante Sikament – 290N a la mezcla de concreto aumentó en 24.82 % respecto al asentamiento del concreto patrón.
3. El uso del aditivo superplastificante sí influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Huancavelica, 2020, dado que la resistencia a compresión del concreto con la adición del aditivo superplastificante Sikament – 290N aumentó en 14.80 % respecto al asentamiento del concreto convencional.

Recomendaciones

1. Se recomienda que este concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de aditivo superplastificante Sikament 290N, se pueda emplear en diferentes tipos de construcciones que requieran alcanzar la resistencia a la compresión superior al 70% respecto de los 28 días.
2. Es recomendable que se evalúe la adición del mismo aditivo en concretos de mayor resistencia a 210 kg/cm^2 para poder visualizar la trabajabilidad que le pueda proporcionar, así como la resistencia a la compresión del mismo.
3. Realizar concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, pero con diferentes tipos de cemento para dar a conocer, si tiene diferentes reacciones químicas.
4. Evaluar el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo superplastificante a diferentes temperaturas, para conocer la reacción del mismo.
5. Se recomienda que el aditivo Sikament-290N se utilice como superplastificante si se requiere una alta resistencia a la compresión a los 28 días.

Referencias bibliográficas

- Abanto, F. (1994). *Tecnología del concreto*. San Marcos. <http://hebmerma.com/wp-content/uploads/2020/11/TECNOLOGIA-DEL-CONCRETO-Ing.-Flavio-Abanto-Castillo-1.pdf>
- ABC Geotechnical consulting. (2022). *Granulometría—Geotecnia y Mecánica de Suelos* [Granulometría de Suelos por Tamizado e Hidrómetro]. <https://geotecniamecanicasuelosabc.com/granulometria/>
- Aguilar, L., & Michilot, H. (2019). *Incorporación de mezcla de aditivos en concreto $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$ para mejorar su resistencia y calidad en obras civiles de climas cálidos – Piura, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50329/Aguilar-CLF%20-%20Michilot-TEY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarado, L. (2009). *Estadística*. San Marcos.
- Álvarez, O. (2006). *Método para Optar el Título Profesional y los Grados de Magíster y Doctor: Paso a Paso* (1a edición). MEGABYTE S.A.C.
- Bedoya, M. A. (2016). *Avances en la tecnología del concreto, clasificación de los concretos especiales según su aplicación, cementos ARGOS S.A.* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico Metropolitano]. <https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/4435/Rep-Itm-pre-Bedoya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Belito, G., & Paucar, F. (2018). *Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1581>
- Carvajal, M. C. C., & Cortés, G. (2019). *Evaluación del uso de aditivos sobre la mezcla convencional de concreto en morteros de cemento ART para el aumento de su resistencia* [Tesis de pregrado, Fundación Universidad

América].

<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7707/1/6142413-2019-2-IQ.pdf>

Cemex. (2019). *Hablando de Cementos Portland | CEMEX Peru*. Artículos de Construcción. <https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>

Coapaza, H., & Cahui, R. A. (2018). *Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $F'C=210$ kg/cm² como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/7352>

Construcción y tecnología. (2006). *Los aditivos para concreto en seis pasos*. 32-38.

Construyendo seguro. (2018, septiembre 27). Conoce tipos de cemento usados en construcción. *Construyendo Seguro*. <https://www.construyendoseguro.com/conoce-los-diversos-tipos-de-cemento-usados-en-la-construccion/>

GCC. (2020). *Ficha técnica agregados 0620*. <https://www.gcc.com/wp-content/uploads/2020/08/FT-0620-AGREGADOS-P%C3%89TREOS.pdf>

Gonzales, C. J. (2018). *Análisis de la resistencia del concreto mediante redes neuronales haciendo uso del agregado de la cantera Santa Rosa Huancavelica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/222d8904-f98c-4600-b2cb-6339f7128ce1>

Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Educación.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. 471.

Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*.

- Landeo Centeno, K. G. (2019). *Influencia de las propiedades de los agregados en la calidad del concreto premezclado empleado en la construcción de obras civiles en la ciudad de Huancavelica* [Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2625>
- 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*. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/403>
- McMillan, R., & Tuthill, H. (1989). *Cartilla del concreto*. IMCYC. https://www.academia.edu/50834600/Cartilla_del_concreto_IMCYC
- Neville, A. (1989). *Tecnología del concreto*. Limusa, S.A. de C.V.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación Cuantitativa—Cualitativa y Redacción de la Tesis* (Cuarta edición). Ediciones de la U. <https://fdiazca.files.wordpress.com/2020/06/046.-mastertesis-metodologicc81a-de-la-investigacioc81n-cuantitativa-cualitativa-y-redaccioc81n-de-la-tesis-4ed-humberto-ncc83aupas-paitacc81n-2014.pdf>
- Osorio, J. (2022, junio 9). Hidratación del concreto: Agua de curado y agua de mezclado. 360 EN CONCRETO. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/hidratacion-del-concreto-agua-de-curado-y-agua-de-mezclado/>
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú* (Segunda Edición). Colegio de Ingenieros del Perú. https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE_PASQUEL_CARBAJAL_TOPICOS_DE_TECNOLOGIA
- Portugal, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*. ICG. <https://issuu.com/jazminalva/docs/42540958-tecnologia-del-concreto-de>
- Ramos Jaico, J. M. (2018). *Adición del Aditivo Sikament-290N en la elaboración de concreto de alta resistencia* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35707>

- Rivera, G. (2001). *Concreto simple*. Universidad del Cauca. https://www.academia.edu/42358267/CONCRETO_SIMPLE_ING_GERARDO_A_RIVERA_L
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto* (Primera Edición). ACI PERU. <https://www.yumpu.com/es/document/read/63290940/rivva-e-naturaleza-y-materiales-del-concreto-1ra-ed-2000>
- Rivva, E. (2010). *Diseño de mezclas* (Primera edición.). ICG. <http://sbiblio.uandina.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=16563>
- Rodríguez, S. (2016). “*Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante.*” [Título de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23635/1/Tesis%201034%20-%20Rodr%C3%ADguez%20Villac%C3%ADs%20Santiago%20Ismael.pdf>
- Torre, A. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto*. UNI. https://www.academia.edu/11718754/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cualitativa, Cuantitativa y Mixta* (2da Edición). San Marcos E.I.R.L. http://www.editorialsanmarcos.com/index.php?id_product=211&controller=product
- Zevallos, T. (2018). *Adición del Aditivo Sikament-290N en la elaboración de concreto de alta resistencia* [Tesis de pre grado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35707?show=full>

Apéndice

Apéndice a: matriz de consistencia

Título: “Influencia del aditivo superplastificante en propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020”

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	MATERIALES Y MÉTODOS
<p>Problema general ¿De qué manera influye el aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020?</p> <p>Problemas específicos: a. ¿De qué manera influye el aditivo superplastificante en la consistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020? b. ¿De qué manera influye el aditivo</p>	<p>Objetivo general Determinar la influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020.</p> <p>Objetivos Específicos: a. Determinar la influencia del aditivo superplastificante en la consistencia del</p>	<p>Antecedentes</p> <ul style="list-style-type: none"> Rodríguez (2016), realizó la tesis: “<i>Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante.</i>” Michilot (2019), realizó la tesis: “<i>Incorporación de mezcla de aditivos en concreto $f'c=210$ kg/cm² para mejorar su resistencia y calidad en obras civiles de climas cálidos – Piura,</i> 	<p>Hipótesis general El uso del aditivo superplastificante sí influye significativamente en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², en estado fresco y endurecido, en la ciudad de Huancavelica, 2020.</p> <p>Hipótesis específicas: a. El uso del aditivo superplastificante sí influye significativamente en la consistencia del Concreto $f'c=210$ kg/cm², en la ciudad</p>	<p>Identificación de Variables:</p> <p>a. Variable independiente: Aditivo superplastificante .</p> <p>Dimensiones:</p> <ol style="list-style-type: none"> Aditivo Tipo A: Reductor de agua Aditivo Tipo F: Reductor de Agua de alto rango <p>b. Variable dependiente:</p>	<p>Tipo: Aplicada Valderrama (2013).</p> <p>Nivel: Explicativo.</p> <p>Diseño: Cuasi Experimental con prueba únicamente y grupo de control.</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD subgraph Manipulación_Variable_Independiente GE[GE] GC[GC] end subgraph Ausencia_Variable_Independiente O1[O1] O2[O2] end GE --> O1 GC --> O2 </pre> </div> <p>Donde: O₁ = Observación de la Variable independiente. O₂ = Observación de la Variable dependiente.</p> <p>Población y Muestra:</p>

<p>superplastificante en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020 ?</p>	<p>concreto $f_c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020.</p> <p>b. Determinar la influencia del aditivo superplastificante en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020.</p>	<p>2019". Conclusión: Se propone que el uso de aditivos y otras recomendaciones favorecen la solución de dicha problemática en las fases de hidratación u otras que se alteran por la presencia de elevadas temperaturas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ramos (2018), en su trabajo de investigación "Adición del Aditivo Sikament-290N en la elaboración de concreto de alta resistencia". 	<p>de Huancavelica, 2020.</p> <p>b. El uso del aditivo superplastificante sí influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto $f_c=210$ kg/cm², en la ciudad de Huancavelica, 2020.</p>	<p>Propiedades del concreto $f_c=210$ kg/cm²</p> <p>Dimensiones:</p> <ol style="list-style-type: none"> Trabajabilidad (consistencia) Resistencia mecánica. (resistencia a compresión) 	<p>Población</p> <p>La población y muestra estuvo constituida por 50 probetas, 25 muestras patrón y 25 muestras experimental con aditivo superplastificante Sikament 290 N.</p> <p>Muestra: 50 probetas agrupados (25 muestras patrón y 25 muestras experimental).</p> <p>Instrumentos de recolección de datos</p> <p>Los instrumentos cuantitativos empleados en la ejecución de mi estudio experimental son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pruebas estandarizadas. Normas NTP y ASTM, dónde encontramos los procedimientos para realizar los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido. Equipos para medir las propiedades del concreto en estado fresco (cono de abrams) y endurecido (prensa de concreto).
--	---	---	---	---	--

Apéndice b: panel fotográfico

Fotografía 1. *Adquisición del aditivo superplastificante Sikament 290 N (Lima-Lurín)*



Nota. Toma propia.

Fotografía 2. *Agregado grueso y el agregado fino para los ensayos*



Nota. Toma propia.

Fotografía 3. *Caracterización de los agregados para los ensayos*



Nota. Toma propia.

Fotografía 4. *Secado de los agregados grueso y agregado fino para los ensayos*



Nota. Toma propia.

Fotografía 5. Verificación de los equipos para el vaciado de los especímenes



Nota. Toma propia.

Fotografía 6. El Slump del diseño de mezcla



Nota. Toma propia.

Fotografía 7. *Vaciado de las probetas*



Nota. Toma propia.

Fotografía 8. *Curado de los especímenes*



Nota. Toma propia.

Fotografía 9. *Dosificación y rendimiento del aditivo Sikament 290 N*



Nota. Toma propia.

Fotografía 10. *Medición del diámetro de las muestras a los 28 días*



Nota. Toma propia.

Fotografía 11. *Rotura de probetas para la resistencia a compresión*



Nota. Toma propia.

Fotografía 12. *Verificando el espécimen para el buen funcionamiento*



Nota. Toma propia.

Apéndice c: resultados de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
 FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
 LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



RESULTADO DEL LABORATORIO

Universidad	Universidad Nacional de Huancavelica
Facultad	Facultad de Ciencia de Ingeniería
Escuela	Escuela Profesional de Ingeniería Civil- Huancavelica
Tesis	"Influencia del aditivo superplastificante en propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huancavelica, 2020"
Tesista	Paitan Mendez, César Augusto
Laboratorio	Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil- Huancavelica

1. Estudio de las propiedades de los agregados

1.1. Análisis granulométrico del agregado grueso

Tabla 1

Resultados de la granulometría del agregado grueso

Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa	% Acumulado
2 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00
1 "	0.00	0.00	100.00	0.00
3/4"	538.32	8.47	91.53	8.47
1/2"	3658.62	57.60	33.93	66.07
3/8"	1579.75	24.87	9.06	90.94
4	255.72	4.03	5.03	94.97
Fondo	319.80	5.03	0.00	100.00

Nota. Propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA

 Tercio Alfredo Mendez Soto



Tabla 2

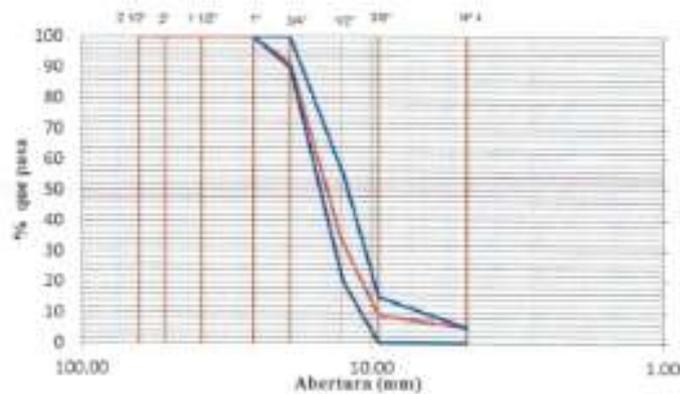
Límites granulométricos del agregado grueso

TAMIZ	Abertura (mm)	Límites de agregado (%)	
		Mín.	más.
1"	25	100	100
3/4"	19	90	100
1/2"	12.5	20	55
3/8"	9.5	0	15
Nº 4	4.75	0	5

Nota: NTP 400.037.

Figura 1

Curvas granulométricas del agregado grueso.



Nota: Propia.

Ing. Lic. Alfredo Mendoza Soto



1.2. Análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 3

Resultados de la granulometría del agregado fino

Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa	% Acumulado
3/8"	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 4	189.48	4.97	95.03	4.97
Nº 8	409.56	10.74	84.29	15.71
Nº 16	603.79	15.83	68.46	31.54
Nº 30	984.77	25.82	42.64	37.36
Nº 50	962.26	25.23	17.41	82.89
Nº 100	418.29	10.97	6.44	93.56
Nº 200	224.06	5.87	0.57	99.43
Fondo	21.61	0.57	0.00	100.00

Nota: Propia.

Tabla 4

Límites granulométricos del agregado fino

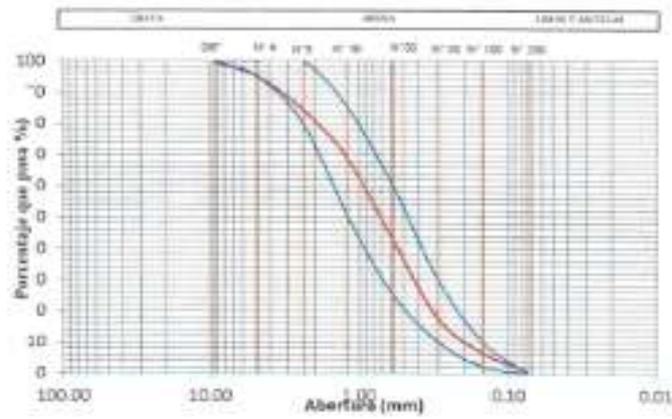
Tamiz	Abertura (mm)	Límites de agregado (%)	
		Mín.	Máx.
3/8"	9.5	100	100
Nº 4	4.75	95	100
Nº 8	2.36	80	100
Nº 16	1.18	50	85
Nº 30	0.6	25	60
Nº 50	0.3	5	30
Nº 100	0.15	0	10
Nº 200	0.075	0	0

Nota: NTP 400.037.



Figura 2

Curva granulométrica del agregado fino.



Nota: Propia.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



1.3. Peso unitario suelto (P.U.S) y peso unitario compactado (P.U.C) del agregado grueso

Tabla 5

Peso unitario suelto (P.U.S) del agregado grueso

Identificación		Ensayo N°		
		1	2	3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg 17830.00	17835.00	17955.00
2	Peso del Recipiente	kg 10130.00	10130.00	10130.00
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg 7700.00	7705.00	7825.00
4	Constante del Recipiente	- 180.00	180.00	180.00
5	P.U.S. Húmedo (3*4)/1000	kg/m ³ 1366.00	1366.90	1408.50
6	P.U.S. Seco (5)+(3*4)-(100))	kg/m ³ 1366.00	1366.90	1408.50
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1393.80	

Nota Propia.

Tabla 6

Peso unitario suelto (P.U.C) del agregado grueso

Identificación		Ensayo N°		
		1	2	3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg 18690.00	18735.00	18765.00
2	Peso del Recipiente	kg 10130.00	10130.00	10130.00
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg 8550.00	8605.00	8635.00
4	Constante del Recipiente	- 180.00	180.00	180.00
5	P.U.S. Húmedo (3*4)/1000	kg/m ³ 1539.00	1548.90	1554.30
6	P.U.S. Seco (7)+(3*4)-(100))	kg/m ³ 1539.00	1548.90	1554.30
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1547.40	

Nota Propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA

Lic. Gerardo Mercedes Soto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



1.4. Peso unitario suelto (P.U.S) y peso unitario compactado (P.U.C) del agregado fino

Tabla 7

Peso unitario suelto (P.U.S) del agregado fino

Identificación		Ensayo N°			
		1	2	3	
1	Peso de la Muestra - Recipiente	kg	18785.00	18925.00	18745.00
2	Peso del Recipiente	kg	10130.00	10130.00	10130.00
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	8655.00	8895.00	8615.00
4	Constante del Recipiente	-	180.00	180.00	180.00
5	P.U.S. Húmedo (3*4)/1000	kg/m ³	1557.90	1601.10	1550.70
6	P.U.S. Seco (5)-(5)*C.H./1000	kg/m ³	1557.90	1601.10	1451.43
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1536.81		

Nota: Propia.

Tabla 8

Peso unitario suelto (P.U.C) del agregado fino

Identificación		Ensayo N°			
		1	2	3	
1	Peso de la Muestra - Recipiente	kg	19695.00	19720.00	19655.00
2	Peso del Recipiente	kg	10130.00	10130.00	10130.00
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	9565.00	9590.00	9525.00
4	Constante del Recipiente	-	180.00	180.00	180.00
5	P.U.S. Húmedo (3*4)/1000	kg/m ³	1721.70	1726.20	1714.50
6	P.U.S. Seco (5)-(5)*C.H./1000	kg/m ³	1721.70	1726.20	1714.50
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1720.80		

Nota: Propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
Téc. Lcdo. Alfredo Sánchez Soto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



1.5. Peso específico y absorción del agregado grueso

Tabla 9

Peso específico y absorción del agregado grueso

I. Datos	Unidad	Ensayo N°1
1. Peso de la muestra saturada con superficie seca (B)	gr	3000
2. Peso de la canastilla dentro del agua	gr	825.2
3. Peso de la muestra saturada + Peso de la canastilla dentro del agua	gr	2720
4. Peso de la muestra dentro del agua (3-2) (C)	gr	1895
5. Peso de la Taza	gr	400
6. Pes de la taza + Muestra seca	gr	3366
7. Peso de la muestra seca (6-5) (A)	gr	2966

II. Resultados		
8. Peso específico de masa ((A)/(B-C))	gr/cm ³	2.68
9. Peso específico de masa saturada superficialmente seco ((B)/(B-C))	gr/cm ³	2.71
10. Peso específico aparente ((A)/(A-C))	gr/cm ³	2.77
11. Porcentaje de absorción ((B-A)/A)*100	%	1.15

Nota Propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

Yca. Lab. Ricardo Brindiani Soto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
 FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
 LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



1.6. Peso específico y absorción del agregado fino

Tabla 10

Peso específico y absorción del agregado fino

I. Datos	Unidad	Ensayo N°1
1 Peso de la arena S.S.S. (D)	gr	500.00
2 Peso del balón seco	gr	161.12
3 Peso de la arena S.S.S. + Peso del balón (1+2)	gr	661.12
4 Peso de la arena S.S.S. + Peso del balón + Peso del agua	gr	971.43
5 Peso del agua (4-3) (W)	gr	310.31
6 Peso de la tara	gr	130.60
7 Peso de la tara + Arena seca	gr	623.47
8 Peso de la arena seca (7-6) (A)	gr	492.87
9 Volumen del balón (V)	cm ³	500.00
II. Resultados		
10 Peso específico de masa ((A)(V-W))	gr/cm ³	2.60
11 Peso específico de masa saturada superficialmente seco ((D)(V-W))	gr/cm ³	2.64
12 Peso específico aparente ((A)(V-W)-(D-A))	gr/cm ³	2.70
13 Porcentaje de Absorción ((D-A/A)*100	%	1.45

Nota Propia.

1.7. Contenido de humedad del agregado grueso

Tabla 11

Contenido de humedad del agregado grueso.

Identificación	Unidad	Ensayo N° 1
1 Peso de la Tara	gr	41.5
2 Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	712.8
3 Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	707.4
4 Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	5.4
5 Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	665.9
6 Contenido de Humedad (4/5)*100	%	0.81

Nota Propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
 LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

 Luis Soto



1.8. Contenido de humedad del agregado fino

Tabla 12

Contenido de humedad del agregado fino

Identificación	Unidad	Ensayo Nº 1
1 Peso de la Taza	gr	30.28
2 Peso de la Taza + Muestra Humeda	gr	204.8
3 Peso de la Taza + Muestra Seca	gr	194.3
4 Peso del Agua Contenido (2-3)	gr	10.5
5 Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	164.02
6 Contenido de humedad $(4/5) * 100$	%	6.40

Nota Propia

1.9. Resumen de las características físicas de los agregados

Tabla 13

Resumen de las características físicas de los agregados

Características físicas	Agregado fino	Agregado grueso	Unidad
Peso unitario compactado	1.55	1.725	gr/cm ³
Peso unitario suelto	1.39	1.54	gr/cm ³
Peso específico	2.60	2.68	gr/cm ³
Absorción	1.45	1.15	%
Contenido de humedad	6.40	0.81	%
Módulo de finura	2.857	-	-
Tamaño máximo nominal (TMDN)	-	3/4	ulg

Nota Propia

2. Diseño de mezcla

Tabla 14

Dosificación en peso para un metro cúbico (1 m³) de concreto.

Materiales	Concreto convencional (patrón)	Concreto con aditivo Sikament - 290N	Unidad
Cemento	367.12	367.12	kg
Agregado fino	880.08	880.08	kg
Agregado grueso	958.23	958.23	kg
Agua	164.68	164.68	l
Aditivo Sikament - 290N	-	2.57	l

Nota Propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA

 Alfredo Miranda Soto



3. Análisis de la consistencia del concreto en estado fresco

Tabla 15

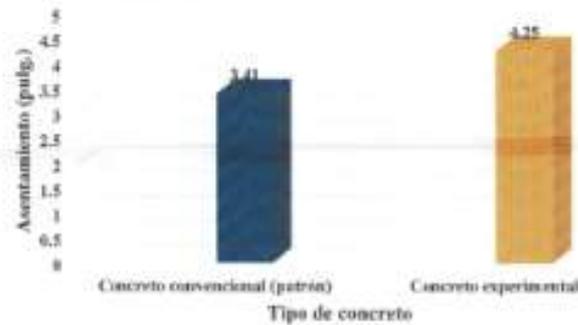
Resultados del asentamiento del concreto convencional y concreto experimental.

Tipo de concreto	Nº de ensayo	Asentamiento (pulg.)	Promedio de asentamiento (pulg.)	Variación del asentamiento con respecto al concreto patrón (%)
Concreto patrón	1	3.46	3.41	-
	2	3.55		
Concreto experimental	1	4.29	4.25	24.82
	2	4.21		

Nota Propia.

Figura 3

Resultados del asentamiento del concreto convencional y concreto experimental.



Nota Propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
Fig. 3
Ing. Juan Carlos Solís



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



4. Análisis de la resistencia a compresión del concreto en estado endurecido

Tabla 16

Resultados de resistencias a compresión del concreto patrón.

N° de probetas	Probetas		Diám. Prom. (cm)	Edad	Carga máxima (Kgf)	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)
	Código	Fecha de rotura				
1	CP1	05-05-21	15.10	28	20890	210.03
2	CP2	05-05-21	15.20	28	37730	318.14
3	CP3	05-05-21	15.20	28	53060	303.43
4	CP4	05-05-21	15.20	28	30680	211.41
5	CP5	05-05-21	15.20	28	47180	260.00
6	CP6	05-05-21	15.20	28	31380	214.41
7	CP7	05-05-21	15.30	28	56960	309.81
8	CP8	05-05-21	15.20	28	50260	276.98
9	CP9	05-05-21	15.20	28	51430	283.54
10	CP10	05-05-21	15.20	28	34390	210.87
11	CP11	05-05-21	15.20	28	37660	210.06
12	CP12	31-05-21	15.10	28	40770	227.67
13	CP13	31-05-21	15.10	28	37940	211.86
14	CP14	31-05-21	15.10	28	37720	210.63
15	CP15	31-05-21	15.10	28	37400	210.63
16	CP16	31-05-21	15.10	28	40430	225.88
17	CP17	31-05-21	15.10	28	47220	263.68
18	CP18	31-05-21	15.10	28	42840	239.22
19	CP19	31-05-21	15.10	28	38060	212.53
20	CP20	31-05-21	15.10	28	38300	213.87
21	CP21	31-05-21	15.10	28	37370	211.88
22	CP22	31-05-21	15.10	28	41270	230.46
23	CP23	31-05-21	15.10	28	39470	220.41
24	CP24	31-05-21	15.10	28	38400	214.43
25	CP25	31-05-21	15.20	28	38480	212.06

Nota: Propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
Firma:
Prof.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



Tabla 17

Resultados de resistencias a compresión del concreto experimental.

N° de probetas	Probetas		Diam. Prom. (cm)	Edad	Carga máxima (Kgf)	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)
	Código	Fecha de rotura				
1	CE1	01-06-21	15.10	28	39330	219.62
2	CE2	01-06-21	15.10	28	40440	225.82
3	CE3	01-06-21	15.10	28	39460	220.35
4	CE4	01-06-21	15.10	28	42960	239.89
5	CE5	01-06-21	15.10	28	44360	247.71
6	CE6	01-06-21	15.10	28	41750	233.14
7	CE7	01-06-21	15.10	28	42270	236.04
8	CE8	01-06-21	15.10	28	43130	240.84
9	CE9	01-06-21	15.10	28	49500	276.41
10	CE10	01-06-21	15.10	28	44960	246.04
11	CE11	01-06-21	15.10	28	44050	245.98
12	CE12	01-06-21	15.10	28	44280	247.27
13	CE13	04-06-21	15.10	28	52620	293.84
14	CE14	04-06-21	15.10	28	55680	310.92
15	CE15	04-06-21	15.10	28	57890	323.27
16	CE16	04-06-21	15.10	28	38000	212.20
17	CE17	04-06-21	15.10	28	53430	298.36
18	CE18	04-06-21	15.10	28	53000	295.96
19	CE19	04-06-21	15.10	28	50820	281.79
20	CE20	04-06-21	15.10	28	65870	367.83
21	CE21	04-06-21	15.10	28	67230	373.42
22	CE22	04-06-21	15.10	28	49870	278.48
23	CE23	04-06-21	15.10	28	54180	302.55
24	CE24	04-06-21	15.10	28	44250	247.10
25	CE25	04-06-21	15.10	28	57370	320.36

Nota Propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
Ing. *[Firma]*
Tecnólogo en Tecnología del Concreto



4.1. Resistencia promedio a compresión del concreto convencional y concreto experimental

Tabla 18

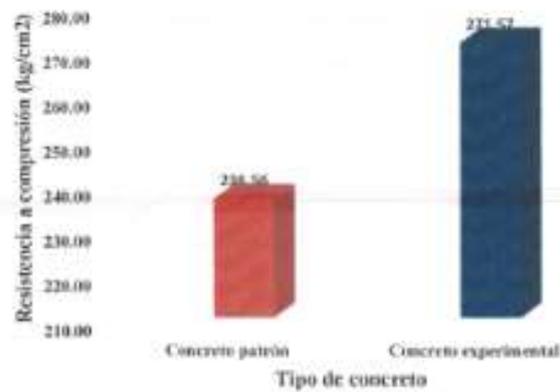
Resistencias promedio a compresión del concreto convencional y concreto experimental.

Tipo de concreto	Resistencia a compresión (kg/cm ²)
Concreto convencional (patrón)	236.56
Concreto experimental	271.57

Nota: Propia.

Figura 4

Resistencias promedio a compresión del concreto convencional y concreto experimental.



Nota: Propia.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-HVCA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO



Tabla 19
Variación porcentual de la resistencia a compresión.

Tipo de concreto	Resistencia a compresión (kg/cm ²)	Variación porcentual (%)
Concreto convencional (patrón)	236.56	0.00
Concreto experimental	271.57	14.80

Nota: Propia.


Alfredo Soto

Apéndice d: constancia de los ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAMELICA
AREA DE PRODUCCION DE LA EPICH



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

EL JEFE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUANCAMELICA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA, otorga la presente:

CONSTANCIA

A: **PATAN BENDEZ, César Augusto**, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Huancavelica, quien ha concluido con el desarrollo los siguientes ensayos en el laboratorio de **TECTOLOGÍA DEL CONCRETO** de la EPICH:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	• CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO Y FINO	1
2	• PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO Y FINO	1
3	• ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO AGREGADO GRUESO Y FINO	1
4	• PESO UNITARIO S.S. F.S.C. (GRUESO Y FINO)	1
5	• CURADO DE TESTIGOS DE CONCRETO	40
6	• COMPRESIÓN DIGITAL DE TESTIGOS DE CONCRETO	40
7	• ENSAYO DE ASENTAMIENTO SLUMP	4

Durante el periodo de ejecución comprendido del 22 de marzo al 06 de junio del 2021, del proyecto de tesis titulado: "INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA, 2020".

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para fines que estimen por conveniente.

Huancavelica, 20 diciembre de 2021.

Nº 012-2021

C. E.
Andrés
47



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANCAMELICA
AREA DE PRODUCCION
JEFE
Judith Martínez Quispe

Apéndice e: boleta del producto Sikament 290N

20/11/2020

Ende Factore - AFP CondeFact



RUC: 20550252580
FACTURA ELECTRÓNICA
N° F001 - 00002318

FREDOL S.A.C.

AV. CANTA CALLAD MZA. 6 LOTE 49 URB. PRO 7MO SECTOR (FIN AV. 2 DE OCT. CON AV. CANTA CALLAD) LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES
SUCURSAL: URB. PRO 7O SECTOR AV. AV. CANTA CALLAD Mz 6 Lote 49, SMP, LIMA 31

Razón Social: PAITAN MENDEZ CESAR AUGUSTO		Fecha Emisión: 26/11/2020	
RUC: 10418344216		Tipo Moneda: SOLES	
Dirección: AV. LOS INCAS 509 HUANCAMELICA		Método pago: CONTADO	
		Vendedor: VENTAS	
DOCUMENTO QUE MODIFICA	SERIE Y NÚMERO QUE MODIFICA	FECHA EMISIÓN QUE MODIFICA	MOTIVO
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
AD10200D41	SIKAMENT 290N X 4 LTS. SUPER PLASTIFICANTE	1.00	36.60
			36.60
SON: TREINTA Y SEIS CON 00/100 SOLES			
Observaciones:			
		OP. GRAVADA:	S/ 31.02
		OP. INAFECTA:	S/ 0.00
		OP. EXONERADA:	S/ 0.00
		OP. EXPORTACION:	S/ 0.00
		OP. GRATUITA:	S/ 0.00
		OTROS CARGOS:	S/ 0.00
		DESCUENTO:	S/ 0.00
		IDV: 18 %	S/ 5.58
		IMPORTE TOTAL:	S/ 36.60
Representación impresa del comprobante electrónico, consulte su documento en: https://web.sandefact.pe/		Fecha de vencimiento: 26/11/2020	

<https://web.sandefact.pe/registrofactura>

111

Apéndice f: ficha técnica del Aditivo Sikament 290N



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikament®-290 N

ADITIVO POLIFUNCIONAL E IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament®-290N es un aditivo polifuncional (plastificante o superplastificante) e impermeabilizante. Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

- Sikament®-290N está particularmente indicado para:
- Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretas con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.
 - En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.
 - Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.
 - Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejas.
- Reductor de agua.

CERTIFICADOS / NORMAS

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

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none">• Dispenser x 1000 L• Cilindro x 200 L• Balde x 20 L• PET x 4 L
Apariencia / Color	Líquido pardo oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
Densidad	1.20 +/- 0.02

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Hoja De Datos Del Producto
Sikament®-290 N
Julio 2020, Versión 03.02
021901011000000113

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento,
- Como superplastificante: del 0,7 % - 1,2 % del peso del cemento.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Como Plastificante impermeabilizante

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

Como Superplastificante impermeabilizante

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

NOTAS

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

NOTAS LEGALES

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

Hoja De Datos Del Producto
Sikomem® 291 H
Sika Perú, Vía Perú 2100,
BELLAVISTA, LIMA 18

2 / 2

Sikomem 291 H (0900) (09) (07) (2022) 0-0.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



Apéndice g: ficha técnica del cemento



Ficha Técnica

CEMENTO ANDINO PREMIUM

Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5,08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0,01	Máximo 0,80
Superficie específica	m ² /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3,15	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	440	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	1,93	Máximo 6,0
SO ₃	%	2,68	Máximo 3,0
Pérdida al fuego	%	1,49	Máximo 3,0
Residuo insoluble	%	0,69	Máximo 1,5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	15,53	No específica
C ₃ S	%	57,35	No específica
C ₃ A	%	7,50	No específica
C ₄ AF	%	10,61	No específica
Álcalis Equivalentes			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0,47	Requisito opcional, máximo 0,60
Resistencia a los Sulfatos			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0,083	0,10 % máx. a 180 días

*Requisito opcional

Apéndice h: Constancia de sintaxis y ortografía



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
(Creada por Ley N° 25265)
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

El que suscribe, Lic. Juan Jaime Carrasco Avilés, docente de la asignatura de Lengua, Literatura y Comunicaciones; expide la presente:

CONSTANCIA

De haber corregido la sintaxis, coherencia, cohesión y ortografía del trabajo de investigación titulado: "INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN PROPIEDADES DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA, 2020" presentado por el bachiller, PAITAN MENDEZ, César Augusto, con DNI N° 41834421, código de matrícula N° 2010151050, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Se expide el presente documento, a solicitud de los interesados para los fines que estime conveniente.

Huancavelica, diciembre 15 de 2022.


Lic. Juan Jaime Carrasco Avilés
Lengua, Literatura y Comunicaciones

Apéndice i: Constancia de Turnitin

 **VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
(Creada por ley N°25265)
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

 **UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO**

turnitin

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación, titulado:
"INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN PROPIEDADES DEL CONCRETO f' c= 210Kg/cm² EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA, 2020"
- Presentado por:
PAITAN MENDEZ, Cesar Augusto.
- Docente asesor:
M.Sc. LÓPEZ BARRANTES, Marco Antonio.
- Para obtener:
El Título Profesional de: INGENIERO CIVIL.

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, **certifica que es un trabajo de investigación original** y que no ha sido presentado ni publicado en revistas científicas nacionales e internacionales, ni en sitio o portal electrónico.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN (realizado por el docente Asesor), se expide el presente.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
77.0 %	23.0 %

El Certificado se expide el 02 de diciembre del año 2022.


DR. ESPERANZA ORDOPE CARLOS GUERRA
AFILIADA A LA CÁRTEL PROFESIONAL DE INGENIEROS

N° 516-2022