

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**Optimización de la relación agua - material cementicio (w/mc)
del concreto UHPC con agregado y adiciones minerales
Huamanga - Ayacucho 2024**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:
Bach. Leeshle AGUIRRE GARCIA

ASESOR:
Msc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre: Alfonso Aguirre
Escalante.

A mi madre Marcelina Lucila García Medina por
todo su amor brindado y apoyo incondicional.

A mis hijos Alfonso Hadrien, Fernando Thiago y
Mhia Isabella.

A mi esposa Marleni A. M. que siempre está
conmigo en esta vida.

AGRADECIMIENTOS

Expresar mi más sincero agradecimiento en primer lugar, a Dios, por estar acompañándome siempre, llevarme por el buen camino de la vida y por la dicha de haberme dado una familia maravillosa y poner excelentes seres humanos en mi camino.

A mí apreciado asesor Ing. Msc. José Ernesto Estrada Cárdenas, por ser el guía en la elaboración y evaluación de esta tesis de investigación, gracias a su amplio conocimiento en los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, al cual siempre estaré muy agradecido.

A mí querida madre Marcelina Lucila García Medina, por su apoyo incondicional, guía constante en la superación y el amor brindado durante la vida.

A mí querido hermano Daivali Aguirre García, por su apoyo incondicional y motor para la ejecución de la presente investigación, al cual estoy muy agradecido.

A mis colaboradores de la presente investigación, que estuvieron presente en los momentos de evaluación, en los ambientes de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Econ. Marleni Allcahuaman Mañuico, Arq. Daivali Aguirre García, Alfonso Hadrien Aguirre Allcahuaman y otros.

A mis queridos hermanos Daivali, Dana y Lhia; por el apoyo constante y sus sabios consejos de superación en la vida profesional.

A mis queridos Tíos Dr. Casiano Aguirre Escalante y Rosita Huamani Ramírez, por el apoyo y sus consejos de superación de la vida.

Asimismo, agradecer a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, quienes contribuyeron exitosamente con sus conocimientos brindados y experiencias profesionales en bien de mi formación profesional.

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
Leeshle Aguirre García

RESUMEN

La presente investigación busca optimizar la relación adecuada de agua - material cementicio (w/mc) de las mezclas en el concreto de ultra alto desempeño - UHPC (Ultra High Performance Concrete) en relación al agregado de la zona y aditivos especiales usados en los diseños de mezcla, realizados en los laboratorios de Concreto y suelos de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Civil, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH). Se prepararon 15 tipos de diseños de mezclas y 1 diseño de referencia, elaborándose 160 probetas cilíndricas de 10 cm x 20 cm y prismas de 2.5 cm x 2.5 cm x 28.5 cm, lo que permitió evaluar la resistencia mecánica a la compresión, reacción álcali agregado y el flujo adecuado.

Encontrándose la relación adecuada de agua/material cementicio (w/mc) de 0.22, con una adición de micro sílice de un 10%, la resistencia mecánica a la compresión máxima que llegó fue de 107.92 Mpa, la resistencia a la compresión promedio para el mejor diseño de mezcla fue 92.34 Mpa (diseño de mezcla 11). El flujo adecuado fue de una relación w/mc de 0.21, 0.20 y 0.19 (Mayor hasta menor trabajabilidad) con diámetros de flujo de 25.03, 24.33 y 21.03 respectivamente, por ser concretos con mayor trabajabilidad para colocación en estructuras. La durabilidad y/o reactividad potencial del agregado con el concreto se encontró que al disminuir la relación w/mc hasta 0.20 se reduce la formación de gel, debido al empaquetamiento que sucede al momento del vaciado de la mezcla, siendo el uso de micro sílice con una adición entre 15% y 20% del peso del cemento reduce la expansión del concreto, siendo efectivo para expansiones reducidas.

Palabras clave: UHPC, diseño de mezcla, resistencia mecánica, compresión, reacción álcali agregado, flujo, concreto.

ABSTRACT

This research seeks to optimize the appropriate water - cementitious material ratio (w/mc) of the mixtures in ultra high performance concrete - UHPC (Ultra High Performance Concrete) in relation to the aggregate of the area and special additives used in the mix designs, carried out in the Concrete and Soil laboratories of the Professional School of Civil Engineering, Faculty of Mining, Geology and Civil Engineering, National University of San Cristobal de Huamanga (UNSCH). 15 types of mix designs and 1 reference design were prepared, making 160 cylindrical specimens of 10 cm x 20 cm and prisms of 2.5 cm x 2.5 cm x 28.5 cm, which allowed to evaluate the mechanical compressive strength, alkali aggregate reaction and adequate flow.

Finding the appropriate water/cementitious material ratio (w/mc) of 0.22, with an addition of 10% micro silica, the maximum compressive strength reached was 107.92 Mpa, the average compressive strength for the best mix design was 92.34 Mpa (mix design 11). The adequate flow was a w/mc ratio of 0.21, 0.20 and 0.19 (Higher to lower workability) with flow diameters of 25.03, 24.33 and 21.03 respectively, since they are concretes with greater workability for placement in structures. Regarding the aggregate's potential durability and/or reactivity with concrete, it was found that decreasing the w/mc ratio to 0.20 reduces gel formation due to the packing that occurs upon pouring the mix. The use of silica fume at an addition of 15% to 20% of the cement weight reduces concrete expansion, making it effective for small expansions.

Keywords: UHPC, mix design, mechanical strength, compression, alkali-aggregate reaction, flow, concrete.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEORICO	3
2.1 Descripción del problema.....	3
2.2 Delimitación del problema	4
2.2.1 Espacial (geográfica).....	4
2.2.2 Temporal	5
2.2.3 Temática y unidad de análisis.....	5
2.3 Formulación del problema	5
2.3.1 Problema general	5
2.3.2 Problemas específicos	6
2.4 Justificación e importancia	6
2.4.1 Justificación social	6
2.4.2 Justificación por su relevancia.....	6
2.5 Limitaciones de la investigación	7
2.6 Objetivos.....	7
2.6.1 Objetivo general	7
2.6.2 Objetivos específicos	7
2.7 Antecedentes del problema	8
2.7.1 Antecedentes a nivel Internacional.....	8
2.7.2 Antecedentes a nivel nacional.....	9
2.8 Bases teóricas	10
2.8.1 Concreto Ultra Alto Performance o Desempeño (UHPC).....	10
2.8.2 Resistencia mecánica.....	11
2.8.3 Durabilidad	12
2.8.4 Cemento	12

2.8.5	Micro sílice.....	14
2.8.6	Agua.....	15
2.8.7	Agregado fino	16
2.8.8	Concreto	21
2.8.9	Diseño de mezcla.....	21
2.8.10	Permeabilidad.....	22
2.8.11	Reacción álcali sílice	22
2.8.12	Relación agua/ material cementicio (w/mc)	24
2.8.13	Aditivos.....	25
2.8.14	Flujo	25
CAPÍTULO III.....		27
MATERIAL Y MÉTODOS		27
3.1	Enfoque.....	27
3.2	Alcance	27
3.3	Tipo y diseño de investigación.....	27
3.3.1	Tipo de investigación.....	27
3.3.2	Diseño de investigación.....	28
3.4	Población y muestra	29
3.4.1	Población	29
3.4.2	Muestra	30
3.5	Hipótesis	32
3.5.1	Hipótesis general.....	32
3.5.2	Hipótesis específicas.....	32
3.6	Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional	33
3.6.1	Variables	33
3.6.2	Indicadores	34
3.6.3	Medidas.....	34
3.7	Técnicas e instrumentos.....	34
3.7.1	Instrumentos de recolección de datos.....	34
3.7.2	Recolección de datos.....	36
3.7.3	Técnicas de procesamiento de datos	39
3.7.4	Técnicas de análisis e interpretación de la información	39
3.8	Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	39

3.8.1	Diseño estadístico.....	39
3.9	Elección del diseño de mezcla	40
3.10	Desarrollo del trabajo de tesis.....	44
3.10.1	Materiales.....	45
3.10.2	Etapa experimental	49
3.10.3	Ensayos realizados.....	55
CAPÍTULO IV	65
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1	Resistencia a la compresión	65
4.1.1	Resistencia a la compresión en probetas.....	65
4.1.2	Resistencia a la compresión vs peso	69
4.1.3	Resistencia a la compresión vs flujo.....	71
4.1.4	Resistencia a la compresión máxima y mínima.....	73
4.2	Flujo	75
4.3	Reactividad potencial álcali agregado	78
4.4	Relación w/mc	85
4.5	Contrastación de hipótesis	89
4.5.1	Hipótesis general.....	89
4.5.2	Hipótesis específica 1	90
4.5.3	Hipótesis específica 2	91
CAPÍTULO V	94
CONCLUSIONES	94
CAPÍTULO VI	96
RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
LISTA DE ABREVIATURAS	100
GLOSARIO	101
ANEXOS	102

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Diseños de mezcla de referencia - UHPC.....	13
Tabla 2: Propiedades químicas de micro sílice.	15
Tabla 3: Diseños de mezcla de referencia - UHPC.....	22
Tabla 4: Diseño de mezcla base, tomado como referencia en cantidades para producir 1 m ³ de mezcla UHPC.....	40
Tabla 5: Cantidad de materiales para producir 1 m ³ de los diseños de mezcla de concreto UHPC.....	42
Tabla 6: Diseños de mezcla preparados, tomado como referencia en cantidades para producir 1 m ³ de mezcla UHPC.....	43
Tabla 7: Diseños de mezcla preparados, tomado como referencia en cantidades para producir 1 m ³ de mezcla UHPC.....	44
Tabla 8: Descripción de los granos encontrados en el agregado fino.....	48
Tabla 9: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos con relaciones w/mc de 0.16 a 0.18. ..	65
Tabla 10: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos con relaciones w/mc de 0.17 a 0.20. ..	67
Tabla 11: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos con relaciones w/mc de 0.19 a 0.22. ..	68
Tabla 12: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos vs el peso de las muestras.....	70
Tabla 13: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos vs el flujo.	72
Tabla 14: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos máximos y mínimos.....	74
Tabla 15: Resultados de las pruebas de flujo a cada diseño de mezcla realizado.	76
Tabla 16: Cambio de longitud en promedio para los diseños de mezclas.	78
Tabla 17: Expansión en porcentaje para los diseños de mezclas del 1 al 5 (ASTM C 1260).....	79
Tabla 18: Expansión en porcentaje para los diseños de mezclas del 6 al 10 (ASTM C 1260).....	80
Tabla 19: Expansión en porcentaje para los diseños de mezclas del 11 al 15 (ASTM C 1260).....	82
Tabla 20: Expansión en porcentaje para los todos los diseños de mezclas (ASTM C 1260).....	84

Tabla 21: Relación agua/material cementicio con resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo	86
Tabla 22: Diseños de mezcla de diferentes relaciones agua/material cementicio relacionados con la resistencia a la compresión.	88
Tabla 23: Relación agua/material cementicio con resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo	90
Tabla 24: Expansión en porcentaje para los todos los diseños de mezclas (ASTM C 1260).....	92

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Diagrama de esfuerzo- deformación para UHPC.....	11
Figura 2: Ficha técnica de Cemento Andino Tipo I.	13
Figura 3: Microestructura densa de UHPC con partículas agregadas angulares.....	14
Figura 4: Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera La cazadora	16
Figura 5: Granulometría del agregado fino de la cantera La cazadora.....	17
Figura 6: Ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio – referencia ASTM C88/C88M-18.....	18
Figura 7: Análisis de composición química por difracción de rayos X.	18
Figura 8: Difractograma de la muestra de la difracción de rayos X.....	19
Figura 9: Características físicas del agregado agregados de la cantera del Rio Huayhuacondo	20
Figura 10: Características químicas del agregado agregados de la cantera del Rio Huayhuacondo	21
Figura 11: Reacción Álcali sílice en la estructura.....	24
Figura 12: Tamaño muestral mínimo para los ensayos, según el R.N.E.	29
Figura 13: Matriz de recolección de datos – Ensayo de Resistencia a la compresión molde de 10 cm x 20 cm concreto UHPC.	37
Figura 14: Matriz de recolección de datos – Ensayo de Resistencia a la compresión molde de 5 cm x 10 cm concreto UHPC.	37
Figura 15: Matriz de recolección de datos – Ensayo de Durabilidad concreto UHPC.....	38
Figura 16: Matriz de recolección de datos – Ensayo de Flujo concreto UHPC.	38
Figura 17: Ubicación de la cantera La Cazadora, Huayhuacondo, Distrito de Tambillo, Huamanga, Ayacucho.	45
Figura 18: Extracción de agregado fino de la cantera La Cazadora.	46
Figura 19: Proceso de lavado y selección de agregado fino de la cantera la cazadora, Huayhuacondo, Distrito de Tambillo, Huamanga, Ayacucho.....	47
Figura 20: Secado de agregado en horno.....	48
Figura 21: Tamizado del agregado con malla 3/8”.....	49
Figura 22: Materiales listos para la preparación del concreto UHPC.	50
Figura 23: Mezclado en seco de los componentes como: Cemento portland, Humo de sílice y agregado fino.	51

Figura 24: Mezcla de los componentes como: agua y superplastificante.....	52
Figura 25: Mezcla de todos los componentes de forma manual del concreto UHPC.....	53
Figura 26: Mezcla del concreto UHPC, etapa en la cual se observa las esferas antes de la conformación de la mezcla final.	54
Figura 27: Mezcla de componentes con batidora manual del concreto UHPC.	55
Figura 28: Ensayo de flujo, después de 2 minutos +/- 5 segundos.	56
Figura 29: Llenado de probetas con mezcla UHPC.....	57
Figura 30: Probetas con los 15 diseños de mezcla más el diseño en referencia y/o control.....	58
Figura 31: Ensayo de resistencia a la compresión, a probetas a los 28 días.	59
Figura 32: Ensayo de resistencia a la compresión, a probetas a los 28 días.	60
Figura 33: Colocación de concreto UHPC, para la preparación de primas del ensayo de Durabilidad.....	61
Figura 34: Primas de los diseños para la evaluación de la Durabilidad.....	62
Figura 35: Toma de datos de la longitud en primas, con fines de deformación. ..	63
Figura 36: Medición de la longitud en primas, toma de datos en deformación. ...	64
Figura 37: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) a los 28 días, w/mc de 0.16 a 0.18 en probetas.....	66
Figura 38: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) a los 28 días, w/mc de 0.17 a 0.20 en probetas.....	67
Figura 39: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) a los 28 días, w/mc de 0.19 a 0.22 en probetas.....	68
Figura 40: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) a los 28 días, en todos los diseños de mezcla propuestos.	69
Figura 41: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) vs el peso de las muestras a los 28 días.....	71
Figura 42: Variación del flujo por diseño de mezcla de UHPC.....	73
Figura 43: Resistencia a la compresión máxima y mínima, por diseño de mezcla de UHPC.....	75
Figura 44: Variación del flujo por diseño de mezcla de UHPC.....	77
Figura 45: Expansión a 14 días según ASTM C1260 para prismas elaborados con las mezclas del diseño 1 a diseño 5.	80
Figura 46: Expansión a 14 días según ASTM C1260 para prismas elaborados con las mezclas del diseño 6 a diseño 10.	81
Figura 47: Expansión a 14 días según ASTM C1260 para prismas elaborados con las mezclas del diseño 11 a diseño 15.	83
Figura 48: Expansión a 14 días según ASTM C1260 para prismas elaborados con las mezclas de todos los diseños en estudio.	85

Figura 49: Representación de la relación existente entre agua/material cementicio y la resistencia a la compresión a los 28 días.	87
Figura 50: Relación agua/cementante y el flujo.	89
Figura 51: Relación entre agua/material cementicio y la resistencia a la compresión.....	91
Figura 52: Expansión a 14 días para prismas elaborados con las mezclas de todos los diseños en estudio.	93

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1: Matriz de consistencia	102
Anexo 2: Mapa de ubicación de cantera La cazadora.....	103
Anexo 3: Base de datos de recolección de datos de Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC.....	104
Anexo 4: Base de datos de recolección de datos de Ensayo de Reacción Álcali-Agregado de Concreto UHPC.....	120
Anexo 5: Base de datos de recolección de datos de Ensayo de Flujo de Concreto UHPC.....	128
Anexo 6: Panel fotográfico de trabajos.....	131
Anexo 7: Análisis granulométrico, ensayo de durabilidad del agregado fino de la cantera La cazadora.....	154
Anexo 8: Análisis de composición química por difracción de rayos X del agregado fino de la cantera La cazadora	158
Anexo 9: Procedimiento de cálculo de Diseños de mezclas.....	160
Anexo 10: Certificado de calibración de equipo de roturas.....	191
Anexo 11: Ficha técnica de cemento andino.....	194
Anexo 12: MSDS – Hoja de Datos de Seguridad del Material – Cemento Portland	196
Anexo 13: Hoja técnica de Microsílica Z.....	199
Anexo 14: Hoja de seguridad de MICROSÍLICA Z	200
Anexo 15: Hoja técnica de Z FLUIDIZANTE SR-1000	206

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la tecnología del concreto presenta enormes adelantos, logrando el desarrollo de nuevos tipos de concreto, como el denominado concreto de ultra alto desempeño - UHPC (Ultra High Performance Concrete), es el cual habitualmente se elabora con relaciones agua/cemento de entre 0.15 y 0.25 (w/c) Jaramillo *et al.* (2020).

Ofreciendo propiedades mecánicas adecuadas como es la resistencia a la compresión de hasta 150 MPa, una durabilidad adecuada en comparación con otros tipos de concretos que existen en la actualidad Jaramillo *et al.* (2020). Generalmente este tipo de concreto presenta como materiales al cemento portland tipo I, agua, agregados finos, materiales adicionantes como la micro sílice y con ayuda de aditivos como es el caso de reductores de agua se logra obtener este tipo de concreto de alta resistencia a la compresión y adecuada durabilidad, en otras situaciones se utiliza cuarzo (polvo) para mejorar el diseño mezcla desarrollado Abellán *et al.* (2020).

Actualmente en el departamento de Ayacucho existe escaso conocimiento del concreto UHPC; así mismo, existe bajo conocimiento para la producción de este tipo de concreto con agregados de la zona, por lo que en la presente investigación se ha seleccionado el agregado de la localidad de Guayhuacondo por la presencia de cuarzo. Así mismo, es necesario el conocimiento de una adecuada relación de agua y material cementicio (cemento y sílice fume) w/mc para poder alcanzar a una adecuada resistencia a la compresión, una durabilidad y un flujo adecuados para el depósito del concreto en las estructuras civiles. Como lo señala Ban (2020), que para la reducción de la huella de carbono es más significativa cuando se diseña un concreto de alto rendimiento.

La presente investigación se basó en determinar la óptima relación de agua - material cementicio (w/mc) de las mezclas en el concreto de ultra alto desempeño, denominado UHPC (Ultra High Performance Concrete) en relación con el agregado de la zona y aditivos especiales usados en la mezcla, con la cual se determinó la resistencia mecánica a la compresión del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) mediante un diseño de mezcla adecuado y así como, se determinó la durabilidad del concreto de ultra alto desempeño (UHPC), de un diseño de mezcla adecuado.

Lo que permitió demostrar la importancia de conocer la adecuada relación w/mc en concretos de ultra alto desempeño en la ciudad de Ayacucho. Tomándose datos en el laboratorio de los correspondientes ensayos al concreto UHPC en estado fresco y endurecido, mediante la utilización del material cementoso, así como de suplementario en porcentaje en peso del cemento, denominado adición mineral como: humo de sílice (SF); así como, aditivo químico como: súper plastificante siendo el reductor de agua.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Descripción del problema

El uso concreto de ultra alto desempeño, se denomina UHPC (Ultra High Performance Concrete) que permite minimizar las dimensiones de la sección estructural, aprovechando las propiedades de resistencia mecánica mejorada y la impermeabilidad, lo que hace que el material sea resistente a la corrosión y al deterioro que a menudo se asocia con estructuras de concreto armado y acero. Esta resistencia se correlaciona directamente con una vida útil más larga que se puede lograr con el uso del UHPC, lo que lo convierte en un material ideal para una serie de aplicaciones estructurales y arquitectónicas en la infraestructura en general.

El concreto es uno de los materiales de construcción que históricamente ha sido utilizado más ampliamente alrededor del mundo. Debido a su composición, a diferencia de los concretos convencionales o de Alto Desempeño, el comportamiento de estos concretos UHPC no solo exhiben una alta resistencia a la compresión y tracción, sino que cuenta con una alta capacidad de deformación a tensión a un esfuerzo sostenido, que le permite contar con un comportamiento dúctil sin necesidad de contar con algún tipo de confinamiento por medio de estribos.

Este tipo de concreto, se ha utilizado en elementos estructurales en Asia, USA y Europa Occidental, de acuerdo a recomendaciones técnicas específicas relativas al material, aumentando la durabilidad de las estructuras con mantenimientos mínimos. Además, es muy importante tener en cuenta que la expansión de las obras de infraestructuras está presente cada vez más en ambientes agresivos. En estas circunstancias, la durabilidad debe considerarse como una de las principales premisas de diseño. Es entonces pertinente remitirnos al entorno local y evidenciar la falta de análisis de las propiedades de materiales asequibles en el país, que puedan dar inicio

al diseño, utilización y producción de concreto UHPC y de esta manera reducir la brecha en el desarrollo de estos nuevos materiales acercándonos a su implementación y a la comercialización de este tipo de productos.

El uso de concreto de UHPC en obras civiles en el Perú se ha incrementado considerablemente en los últimos años, debido a sus múltiples beneficios como mayor tiempo de vida útil de las estructuras, permite diseñar menores secciones estructurales, incrementa el rendimiento en la ejecución del proyecto, poca o muy poca compactación y buen comportamiento en climas extremos. (UNICON, 2019)

La relación w/b en los concretos UHPC son bajas por lo cual requieren mejorar las propiedades mecánicas del concreto en estado fresco; por tal debemos tener un claro entendimiento principalmente de la relación w/b pues está relacionada directamente a la resistencia del concreto. La aplicación más común del concreto de alta resistencia ha sido en las columnas de edificios altos donde el concreto normal resultaría en secciones transversales inaceptablemente grandes.

Se ha demostrado que la utilización de mezclas de concreto de alta resistencia, aunque son más costosas, tienen muchos beneficios como aumentar el área de piso utilizable, asimismo el costo del concreto de alta resistencia resulta más económico que aumentar la cantidad de acero de refuerzo. (Nilson, 2001)

En la región de Ayacucho actualmente se viene ejecutando proyectos de envergadura las cuales conlleva al uso de concreto de alta resistencia. Por lo que la presente investigación ha tenido como propósito determinar la relación adecuada w/mc la cual permitió obtener concretos con alta trabajabilidad, resistencia a los 28 días y durabilidad en el tiempo.

2.2 Delimitación del problema

El tipo de delimitación del presente estudio se clasifica de la siguiente manera.

2.2.1 Espacial (geográfica)

La investigación experimental se llevó a cabo en los ambientes de los laboratorios de Concreto y suelos de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería

de Minas Geología y Civil, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - UNSCH del distrito de Ayacucho:

- Departamento : Ayacucho
- Provincia : Huamanga
- Distrito : Ayacucho
- Coordenada : 13° 09' 31.61'' S 74° 13' 23.56'' W

El empleo del agregado fue de origen volcánico y otros materiales que se emplean en las obras que se desarrollan en la ciudad de Ayacucho

2.2.2 Temporal

La investigación se desarrolló durante el año 2024, con una duración de 5 meses con muestras que consistieron en diseñar distintos tipos diseños de mezclas de concreto UHPC para determinar la adecuada relación óptima agua/cementicio (w/mc) en concretos de alta resistencia.

2.2.3 Temática y unidad de análisis

El desarrollo de la investigación consistió en diseñar distintos tipos de mezclas de concreto UHPC, diseñados con los parámetros, los cuales se utilizaron para la elaboración de probetas, que permitió el análisis de información ante ensayos de compresión simple y ensayo de durabilidad para cada tipo de diseño de mezcla de concreto planteado.

La población que se consideró para la investigación fueron las muestras consideradas de los ensayos tanto en estado fresco y endurecido para UHPC; se evaluaron 32 ensayos de asentamiento, 160 ensayos de resistencia a la compresión y 48 prismas para la evaluación de durabilidad.

2.3 Formulación del problema

2.3.1 Problema general

¿De qué manera influyen la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) en el diseño de mezcla?

2.3.2 Problemas específicos

1. ¿En qué medida resultara la resistencia mecánica a compresión del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) de un diseño de mezcla?
2. ¿En qué medida resultara la durabilidad del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) de un diseño de mezcla?

2.4 Justificación e importancia

2.4.1 Justificación social

El concreto UHPC hoy en día es un material innovador y que su uso es importante en las aplicaciones de la industria de estructuras especiales de grandes tramos largos de luces y del Concreto Arquitectónico. Este tipo de concreto posee características de resistencia a la compresión de alrededor tres veces y de seis veces respectivamente a las alcanzadas por concretos de alto desempeño utilizados típicamente en la industria del Concreto prefabricado y pre esforzado, todo debido a estas excelentes propiedades es posible tener una gran durabilidad en el tiempo.

2.4.2 Justificación por su relevancia

La presente investigación permitió demostrar la importancia de conocer la adecuada relación w/mc (agua/ material cementicio) en concretos de ultra alto desempeño UHPC, buscando reducir el contenido del agua usado en las mezclas mediante la sustitución por aditivos suplementarios.

Según Ban (2020), menciona que para la reducción de la huella de carbono es más significativa cuando se diseña un concreto de alto rendimiento.

El punto de inicio se determinó mediante la toma de información de investigaciones pasadas de diseños de mezclas y ensayos de UHPC en estado fresco y endurecido, se evaluó la relación w/mc óptima, mediante la utilización de diferentes materiales cementosos suplementarios en porcentajes en peso del cemento, tales como:

- Adición mineral como: humo de sílice (SF).
- Aditivo químico como: reductores de agua (súper plastificante).

Los componentes de los concretos UHPC incluyen cemento Portland tipo I de uso general, micro sílice, arena fina, aditivo súper plastificante, agua. Cada uno de estos componentes se mezcló en la cantidad óptima para obtener sus extraordinarias propiedades de resistencia y durabilidad. De la misma forma la presente investigación tuvo un importante aporte teórico a la industria del concreto de ultra alto desempeño en el Perú, que brindará a optimizar las mezclas y a la industria de la construcción en el departamento de Ayacucho.

Por lo que el concreto UHPC es un nuevo material que ya ha sido introducido en la industria de la construcción en un gran número de países.

2.5 Limitaciones de la investigación

La investigación se realizó en la ciudad de Huamanga – Ayacucho empleando los agregados de origen volcánicos y otros materiales que se emplean en las obras que se desarrollan en la ciudad.

La limitación que se conto es la de reducción de la cantidad de vacíos existentes en los diseños de mezclas, para así lograr la impermeabilización del concreto UHPC.

2.6 Objetivos

2.6.1 Objetivo general

Determinar la óptima relación w/mc del concreto de ultra alto desempeño (UHPC), mediante un diseño de mezcla adecuado.

2.6.2 Objetivos específicos

1. Determinar la resistencia mecánica a la compresión del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) mediante un diseño de mezcla adecuado.
2. Determinar la durabilidad del concreto de ultra alto desempeño (UHPC), de un diseño de mezcla adecuado.

2.7 Antecedentes del problema

2.7.1 Antecedentes a nivel Internacional

A la fecha a nivel mundial existen diversos avances en la aplicación de concreto de ultra alto desempeño – UHPC (Ultra High Performance Concrete), dichos países son China, Emiratos Árabes, Malasia, España, Singapur, Iran, Taiwan, Alemania, etc.

Esto concreto es considerado también como de alto desempeño por su trabajabilidad y durabilidad. Este tipo de concreto resuelve el problema de peso y durabilidad en edificios y estructuras, posee puntos fuertes comparables con el concreto normal.

La industria de la construcción mundial, presenta una inclinación marcada hacia el uso del concreto como principal material en la construcción de proyectos de infraestructura, teniendo en cuenta las múltiples zonas de fabricación del producto. Existe una diversidad múltiple de tipos de concretos que se preparan de acuerdo a cada necesidad viable.

En el país de China el concreto de ultra alto desempeño, es objeto de numerosas investigaciones en el mundo, Wang *et al.* (2012) lo define como aquel con resistencias a la compresión superiores a 150 MPa. Otros países como Emiratos Árabes mencionan que “El concreto UHPC pueden ser reforzados con fibras y mostrar un aumento de su desempeño mecánico y una durabilidad mejorada en comparación con los concretos de alta resistencia” (El-Dieb, 2009).

Del mismo modo, los concretos UHPC tienen típicamente una relación agua/material cementante (a/mc) inferior a 0.2, llegando a ser densos y con altas resistencia a la compresión. La adición de fibras, permite mejorar las características en este tipo de concreto, esto permite establecer diferentes condiciones de mezclas y dosificación de materiales que inciden en las necesidades que se requieran satisfacer.

Las mezclas de concreto con las adiciones realizadas de nanosílice y/o superplastificante logran ser superiores al 10% de la resistencia a la compresión respecto a concretos tradicionales. (Mosqueira, 2020).

La mezcla de concreto con la adición de nanosílice y superplastificante al 0.60% se llega a +16.54% de la resistencia diseñada, y la adición al 1.20% se llega a +51.80 %,

de la resistencia a la compresión diseñada con resistencia de 500 kg/cm^2 (Mosqueira, 2020).

Existen estudios de UHPC con el uso de materiales como es el caso de Agüero *et al* (2019) en la cual encontró resistencia a la compresión de 138,12 Mpa. El concreto de UHPC es un material innovador y que promete importantes aplicaciones en la industria de estructuras especiales de grandes luces y del Concreto Arquitectónico.

Este nuevo material ha mostrado contar con resistencias a la compresión y a la tensión de alrededor tres veces y de seis veces respectivamente a las alcanzadas por concretos de Alto Desempeño utilizados típicamente en la industria del Concreto prefabricado y pre esforzado. Adicionalmente, este nuevo material ha exhibido excepcionales características de durabilidad, baja porosidad, virtualmente impermeable, prácticamente sin retracción, limitado flujo plástico y alta resistencia ante la corrosión.

2.7.2 Antecedentes a nivel nacional

Existen investigaciones realizadas por Cabanillas(2020), en la cual expone que las mezclas de concreto con las adiciones realizadas de nanosílice y/o superplastificante logran ser superiores al 10% de la resistencia a la compresión diseñada con resistencia de 500 kg/cm^2 que se planteó de hipótesis Las mezclas de concreto con la adición de nanosílice y superplastificante al 0.60% se llega a +16.54% de la resistencia diseñada, y la adición al 1.20% se llega a +51.80 %, de la resistencia a la compresión diseñada con resistencia de 500 kg/cm^2 . La utilización de la adición de nanosílice y/o del superplastificante no perjudica la trabajabilidad.

De la misma forma Gonzales (2016) en su investigación relacionado a la resistencia a la compresión en la comparación que se hace con el concreto convencional, el micro sílice al 10% es nuestra proporción optima en comparación a las otras proporciones del estudio, así también a lo largo del tiempo puede incrementar su resistencia, se observó que a un año puede llegar a una resistencia de 650 kg/cm^2 . La alta resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido, se debe a una buena dosificación de micro sílice, lo cual para esta investigación la dosis apropiada para obtener una alta resistencia a la compresión es de 10 %, esto se puede aumentar de acuerdo al diseño

y al uso del concreto, obteniéndose una mejor resistencia a lo ensayado en esta investigación.

2.8 Bases teóricas

La presente investigación determino la óptima relación w/mc del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) con agregados locales, realizando las pruebas en laboratorio, análisis e interpretación de los resultados. En la cual se pretende evidenciar y optimizar la relación agua-material cementicio en la zona, aumentar la resistencia mecánica del concreto y la durabilidad de la misma.

Así mismo, el concreto UHPC, es un tipo de concreto con características especiales en su desempeño, sus materiales deben tener un estricto control de calidad tanto en sus cantidades como en su mezclado.

Se evaluó el comportamiento de los concretos de ultra alto desempeño, estudiándose los materiales empleados en la fabricación, así como las propiedades mecánicas y durabilidad.

2.8.1 Concreto Ultra Alto Performance o Desempeño (UHPC)

Se caracteriza por una resistencia muy alta a la compresión, así como la durabilidad y trabajabilidad del concreto, la que ofrece ventajas estructurales, arquitectónicas y constructivas, permitiendo el uso de elementos ligeros y de formas complejas lo que proporcionaría mayor libertad a los diseñadores arquitectónicos e ingenieros.

El UHPC generalmente se proporciona con arena fina, alto contenido de cemento, micro sílice o sílica fume, cuarzo y superplastificante. Pueden añadirse fibras metálicas para mejorar la ductilidad. En consecuencia, la arena fina se vuelve el equivalente al agregado grueso y el cemento cumple el papel de agregado fino mientras que la micro sílice o sílica fume asume el papel del cemento. Cuando se usa en dosis óptimas, el superplastificante reduce el agua a proporción de materiales cementosos al tiempo que mejora la trabajabilidad del concreto. La adición de micro sílice en el hormigón cumple la triple función de mejorar las propiedades mecánicas de la pasta al rellenar los huecos (densidad creciente), mejorando la reología (fortaleciendo la zona de transición interfacial entre el cemento matriz y arena) y produciendo hidratos

secundarios. La menor relación de agua-material cementicio (w / mc) reduce la porosidad de la pasta de cemento y mejora la durabilidad.

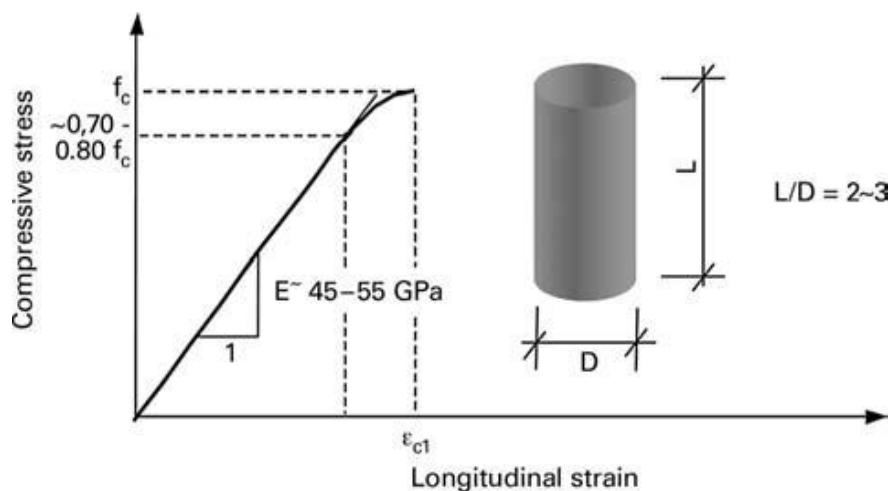
Fehling *et al.* (2014) el excelente rendimiento del UHPC, que en comparación con los concretos de resistencia normal o incluso de alta resistencia, se debe principalmente a su matriz de cemento endurecido mucho más densa y prácticamente sin capilares; por lo tanto, su microestructura interna es mucho más homogénea.

2.8.2 Resistencia mecánica

La resistencia a la compresión simple y el Modulo de Elasticidad permiten profundizar y analizar el comportamiento mecánico del material, teniendo en cuenta la edad del material en el momento del ensayo, la clase de curado al que ha estado sometido (estado de saturación), tamaño y forma de probetas y por ultimo las condiciones de ensayo (cargas permanentes o instantáneas) para la obtención del f_c (resistencia a la compresión). Para ello seguiremos la normativa del ASTM C1856/C1856M-17.

Fehling *et al.* (2014) debido a su microestructura densa, el concreto de ultra alto rendimiento (UHPC) tiene una alta resistencia y también una mayor rigidez (expresada por el módulo de elasticidad) en comparación con los concretos de resistencia normal y alta.

Figura 1: Diagrama de esfuerzo- deformación para UHPC.



FUENTE: Fehling *et al.* (2014).

Fehling *et al.* (2014) normalmente, se deben utilizar probetas cilíndricas con una relación de esbeltez (altura/diámetro) de 2 para determinar la resistencia a la compresión. El diámetro debe ser de al menos 100 mm.

2.8.3 Durabilidad

La durabilidad en los concretos UHPC hace referencia en garantizar la vida de servicio de las estructuras en un medio ambiente específico, preservando propiedades principales de seguridad y estética, que eviten costos de mantenimiento e interrupciones de servicio. Para determinar las características de durabilidad del UHPC existen diversos ensayos, en el presente estudio seguiremos los lineamientos del ASTM C1260-01 que mide la potencial reactividad del álcali-agregado.

Fehling *et al.* (2014) debido a su microestructura densa y similar a la cerámica, el concreto de ultra alto rendimiento (UHPC) exhibe una resistencia mucho mayor a las sustancias que atacan y dañan el concreto o las armaduras que el concreto de resistencia normal o alta. La resistencia a medio agresivos es resultado de la microestructura muy densa del UHPC, su resistencia a la difusión de iones de cloruro originados por sales de deshielo o que se producen en entornos marinos es significativamente mayor que la del hormigón de resistencia normal.

2.8.4 Cemento

Fehling *et al.* (2014) los cementos que se utilizan generalmente para el UHPC son los cementos Portland de bajo contenido alcalino, preferentemente con una alta resistencia a los sulfatos y un bajo calor de hidratación. El cemento usado fue el cemento portland tipo I.

Figura 2: Ficha técnica de Cemento Andino Tipo I.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO ANDINO PREMIUM	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	6	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.03	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	386	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.18	No específica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	257	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	321	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	420	Mínimo 286
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	122	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	1.6	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.6	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.2	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.5	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C3S	%	55	No específica
C2S	%	16	No específica
C3A	%	7	No específica
C4AF	%	10	No específica
ÁLICALIS EQUIVALENTES			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.53	Máximo 0.60*

*Requisito opcional

FUENTE: UNACEM (2024)

La composición química del cemento es compuesto como se muestra en el siguiente cuadro; así mismo, este cemento cumple con la Norma Técnica Peruana NTP - 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Tabla 1: Diseños de mezcla de referencia - UHPC.

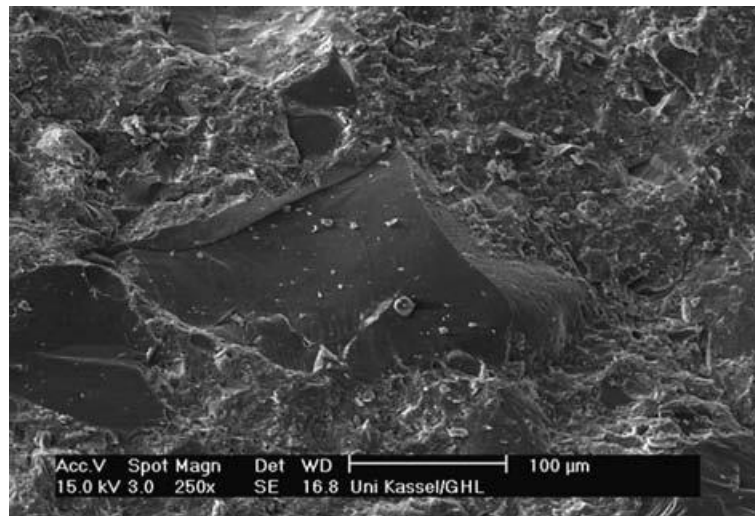
Compuesto	Abreviatura	Formula química
Silicato Tricálcico	C3S	3CaO.SiO ₂
Silicato Dicálcico	C2S	2CaO.SiO ₂
Aluminato Tricálcico	C3A	3CaO.Al ₂ O ₃
Ferroaluminato tetra cálcico	C4AF	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃
Sulfato de Calcio dihidrato		CaSO ₄ .H ₂ O
Carbonato de Calcio		CaCO ₃

Fuente: UNACEM

2.8.5 Micro sílice

Fehling *et al.* (2014) el Humo sílice funciona esencialmente como un micro relleno físico, contribuye parcialmente a la formación de fases de hidrato, formadoras de resistencia adicionales. Como se muestra en la Figura 3, la microestructura está libre de poros y es prácticamente impermeable.

Figura 3: Microestructura densa de UHPC con partículas agregadas angulares.



Fuente: Fehling *et al.* (2014)

El humo de sílice o denominado micro sílice, es un producto inorgánico que básicamente está conformado por partículas de gran finura que se originan de la reducción de cuarzo con carbón, es producto de la obtención de silicio metal y ferro silicio de los hornos eléctricos, cuyo material es en polvo.

Kosmatka *et al.* (2014) el humo de sílice condensado es esencialmente dióxido de silicio (normalmente más del 85 %) en forma no cristalina (amorfa). Dado que es un material suspendido en el aire, como las cenizas volantes, tiene forma esférica. Es extremadamente fino, con partículas de menos de 1 µm de diámetro y con un diámetro medio de unos 0,1 µm, unas 100 veces más pequeñas que las partículas de cemento.

El humo de sílice se utiliza en aplicaciones donde se necesita un alto grado de impermeabilidad y en concreto de alta resistencia. El humo de sílice debe cumplir con la norma ASTM C1240.

El micro sílice es en polvo denso de materiales ultra finos rellenos de microestructuras porosas. ASTM C 204. El concreto sufre una reacción química para formar más gel de silicato de calcio para aumentar la resistencia y la impermeabilidad del concreto físicamente, llena los huecos entre las partículas de cemento, creando un concreto ultra impermeable.

Tabla 2: Propiedades químicas de micro sílice.

Compuesto	Cantidad
SiO%	98
Densidad (g/ml) Máx	160
PH(5G100MLH2O)%	6.0 – 7.0
Absorción de aceite D.B.P	280-300
Residuo sobre malla 325 Mesh	% max
Pérdidas por ignición 1050 C	
Pérdidas por humedad a 105 C	

Fuente: Z aditivos

2.8.6 Agua

Kosmatka *et al.* (2014) menciona que el agua potable puede ser utilizado para la mezcla en la producción de concreto. Siendo el agua en la construcción es un recurso importante el cual es utilizado en varias etapas del proceso constructivo, como es el caso de la preparación de mezclas de concreto, mortero y otros materiales de construcción.

Por lo que, desempeña un rol crítico en lo que se refiere a la hidratación del cemento, logrando que los materiales conformantes de la mezcla adquieran resistencia y dureza (Nawy, 2008).

El agua como material de construcción, según la norma técnica peruana N.T.P. 399.088 se recomienda utilizar agua potable en la preparación de la mezcla de concreto.

El control adecuado del contenido de agua en la mezcla de concreto es fundamental, ya que tanto un exceso como una insuficiencia de agua pueden afectar negativamente la calidad y la durabilidad de las estructuras construidas (Mehta *et al.*, 2006).

2.8.7 Agregado fino

Agregado de rocas o piedras proveniente de la desintegración natural, que pasa por el tamiz normalizado 9.5mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037 (NTP 339.047).

Figura 4: Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera La cazadora

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera	:	La Cazadora
Muestra	:	Arena Lavada
Prof. (m.)	:	3.00
Referencia	:	Huayhuacondo - Huamanga - Ayacucho

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM C136/C136M-19
Procedimiento interno AT-PR.15

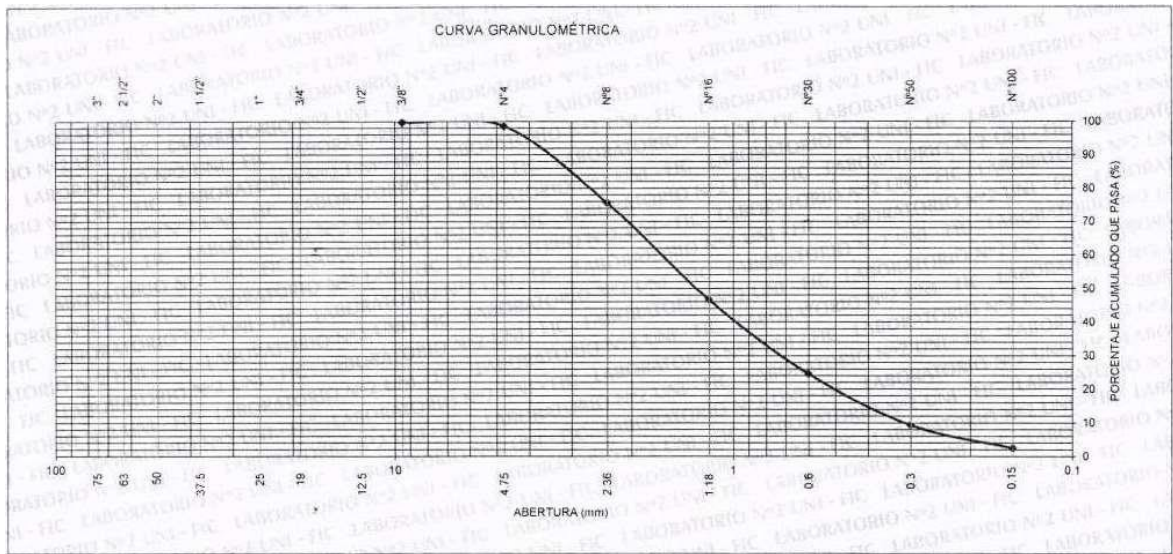
Tamiz	Abertura (mm)	Parcial Retenido (%)	Acumulado (%)	
			Retenido	Pasa
3/8"	9.500	0.2	0.2	99.8
Nº4	4.750	1.2	1.5	98.5
Nº8	2.360	22.9	24.4	75.6
Nº16	1.180	29.0	53.4	46.6
Nº30	0.600	22.1	75.5	24.5
Nº50	0.300	15.2	90.7	9.3
Nº100	0.150	6.9	97.5	2.5
FONDO		2.5		

Módulo de Fineza ASTM C125 : 3.4

Fuente: Informe Nº S24 – 232-1 – Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil

El módulo de fineza del agregado fino se mantendrá dentro del límite de más o menos 0.5 de valor asumido, siendo recomendable este valor asumido entre 2.35 y 3.15; siendo el límite entre 2.55 y 3.35; por lo que fuera de este limite el agregado tiene que ser rechazado por cuestiones granulométricas (Rivva, 2015).

Figura 5: Granulometría del agregado fino de la cantera La cazadora.



Fuente: Informe N° S24 – 232-1 – Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil

El análisis granulométrico representa la distribución de los tamaños que posee el agregado. La norma NTP 400.012 establece el procedimiento para su distribución mediante el tamizado, obteniéndose la masa de las fracciones del agregado retenidas en cada uno de los tamices. Eventualmente se calcula la masa retenida y/o que pasa, también los porcentajes parciales y acumulados se toma como referencia a la norma ASTM C136/C136M-19.

Figura 6: Ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio – referencia ASTM C88/C88M-18.

ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO - REFERENCIA ASTM C88/C88M-18							
Procedimiento interno AT-PR.14							
Cantera	:	La Cazadora					
Muestra	:	Arena Lavada					
Prof. (m.)	:	3.00					
Referencia	:	Huayhuacondo - Huamanga - Ayacucho					
II. AGREGADO FINO							
ANÁLISIS CUALITATIVO DEL AGREGADO FINO							Pérdidas (%) :
							6
Tamaño	Masa Requerida (g)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdidas		Gradación Original (%)	Pérdidas Corregidas (%)
				Masa (g)	(%)		
3/8" a N°4	100	100	-	-	-	1.2	-
N°4 a N°8	100	100	85.3	14.7	14.70	23.0	3.381
N°8 a N°16	100	100	94.4	5.6	5.60	29.1	1.630
N°16 a N°30	100	100	97.1	2.9	2.90	22.1	0.641
N°30 a N°50	100	100	97.2	2.8	2.80	15.2	0.426
N°50 a N°100	-	-	-	-	-	6.9	-
Pasa N°100	-	-	-	-	-	2.5	-
TOTALES						100.0	6.077

Fuente: Informe N° S24 – 232-1 – Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Civil

El desgaste del agregado con sulfato de magnesio, según norma la pérdida máxima para el agregado fino es el 15%, por lo que el agregado está dentro de los porcentajes permisibles. Este rango de reacción del agregado presenta una durabilidad ante el intemperismo, es decir son resistentes a los agentes climáticos que podrían modificar a sus características del agregado en lo físico o químicos.

Figura 7: Análisis de composición química por difracción de rayos X.

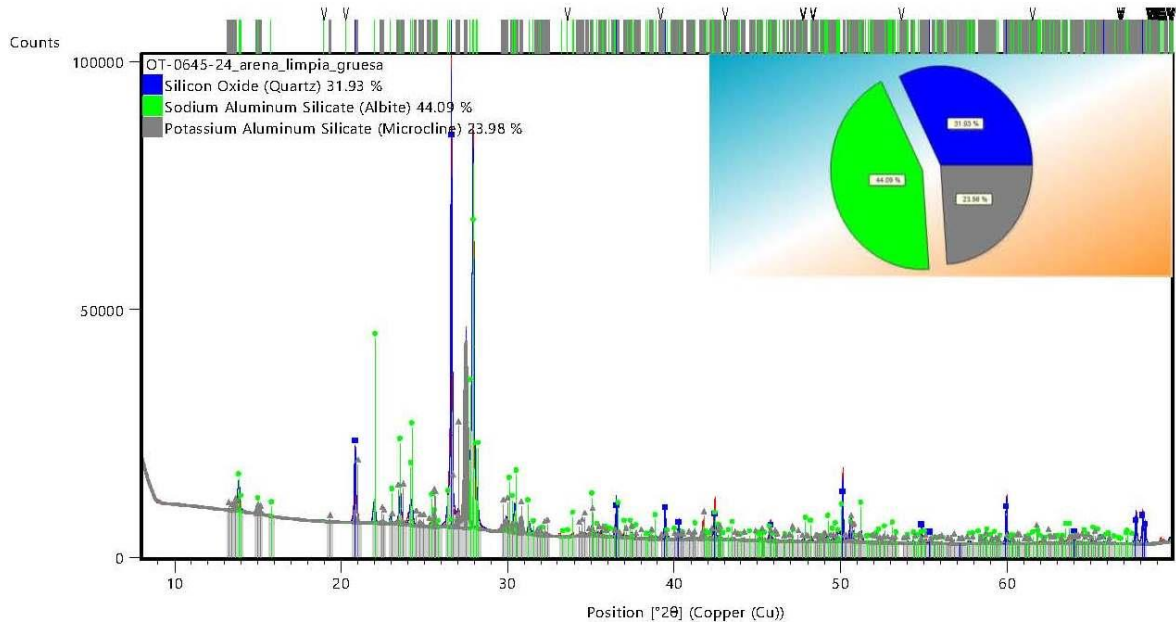
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA (1)
Óxido de silicio (Cuarzo), SiO ₂	31.93	%	Difracción de Rayos X (2)
Silicato de sodio y aluminio (Albita), NaAlSi ₃ O ₈	44.09	%	
Silicato de potasio y aluminio (Microclina), KAlSi ₃ O ₈	23.98	%	

(1) Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

(2) La identificación de las fases cristalinas es el resultado con mayor probabilidad (Score) brindado por el software HighScore Plus V4.9 de Malvern Panalytical utilizando la Base de datos PDF4+ 2024. El análisis semicuantitativo se basa en uso del Método de Refinamiento Rietveld, considerando un balance de las fases cristalinas al 100%. Equipo: DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X. PANALYTICAL, EMPYREAN. Ver difractograma en Anexo, Figura N°1.

Fuente: Informe de ensayo N° 1082 – 24 – Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ciencias, Laboratorio LABICER.

Figura 8: Difractograma de la muestra de la difracción de rayos X.



Fuente: Informe de ensayo N° 1082 – 24 – Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ciencias, Laboratorio LABICER.

De acuerdo al análisis de composición química del informe N° 1082-24 y Arce, W. y Yañez, R. (2013) en la cual se determina que la cantera es adecuada para la elaboración de concreto, por el contenido de cuarzo, siendo este material favorable para la elaboración de concreto de ultra alto desempeño – UHPC, así como en investigaciones realizadas afirman el uso del agregado con un contenido alto en cuarzo, siendo este un componente principal para la producción del concreto en estudio.

Figura 9: Características físicas del agregado agregados de la cantera del Rio Huayhuacondo

N°	ENSAYO	RESULTADO	RANGO ACEPTABLE DE LOS RESULTADOS SEGÚN NORMA	DESCRIPCIÓN
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS ARENA				
1	Ensayo Humedad del agregado fino w(%)	4.87%	No especifica	Cumple
2	Ensayo normalizado para determinar el peso específico y absorción del agregado fino NTP 400.022:2002 Y ASTM C128-2004	2.51 8.079	PE 2.5 - 2.75	Cumple
3	Ensayo Peso Unitario seco y suelto de Agregado Fino Kg/m ³	1545.86	N.A	Cumple
4	Ensayo Peso Volumetrico seco y Varillado del agregado Fino Kg/m ³	1594.42	N.A	Cumple
5	Ensayo Humedad del agregado Grueso w(%)	3.75	N.A	Cumple
6	Ensayo del porcentaje de Absorción del Agregado Grueso a%	3.211	N.A	Cumple
7	Pasante malla N° 200 (%)	2.52	Ensayo para determinar la granulometría o análisis granulométrico en arena, ASTM C136	Cumple
8	Ensayo normalizado para determinar el peso específico agregado fino NTP 400.022:2002	2.62	NTP	Cumple
9	Ensayo Peso Unitario seco y suelto de Agregado Grueso Kg/m ³	1594.45	N.A	Cumple
10	Ensayo Peso Volumetrico seco y Varillado del agregado Grueso Kg/m ³	1687.04	N.A	Cumple

Fuente: Arce, W. y Yañez, R. (2013). "Calidad del agregado de la cantera del rio Guayacondo, Distrito de Tambillo-Huamanga-Ayacucho, con fines de elaboración de concreto." (Tesis, Universidad Nacional de Huancavelica).

De acuerdo a la Norma NTP 400.013 el agregado fino no deberá de indicar la presencia de materia orgánica, así como el porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado fino no debe de exceder los límites para aquellas partículas más finas que la malla N° 200 entre el 3% y 5%; siendo el agregado utilizado por debajo de los límites.

Figura 10: Características químicas del agregado agregados de la cantera del Rio Huayhuacondo

CARACTERISTICAS QUÍMICAS ARENA				
1	• Determinación del pH del agregado Grueso	7.15	(ITINTEC 400.014)	Cumple
2	• Determinación del pH del agregado Fino	7.74	(ITINTEC 400.014)	Cumple
3	Determinación de los Cloruros Kg Cl./Kg Agreg. del agregado Grueso (ITINTEC 400.014)	0.0443	(ITINTEC 400.014)	Cumple
4	Determinación de los Cloruros Kg Cl./Kg Agreg. del agregado Fino	0.0531	(ITINTEC 400.014)	Cumple
5	IMPUREZAS ORGÁNICAS OK	NO CONTIENE	NO DEBE CONTENER	Cumple

Fuente: Arce, W. y Yañez, R. (2013). "Calidad del agregado de la cantera del rio Guayacondo, Distrito de Tambillo-Huamanga-Ayacucho, con fines de elaboración de concreto." (Tesis, Universidad Nacional de Huancavelica).

2.8.8 Concreto

Es una mezcla, adecuadamente dosificada, de cemento, agua y agregado fino y grueso. Adicionalmente también puede tener en su composición aditivos, adiciones y fibra. En casos muy especiales se le puede incorporar intencionalmente aire para incrementar su durabilidad en bajas temperaturas.

2.8.9 Diseño de mezcla

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 no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas, y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y/o las especificaciones de la obra.

Fehling *et al.* (2014) el diseño de una mezcla de UHPC comienza con la selección y definición de los materiales ultra finos necesarios para lograr una densidad de empaquetamiento óptima. El objetivo del diseño es lograr una relación agua/finos máxima y al mismo tiempo bajos requisitos de agua y superplastificante.

Tabla 3: Diseños de mezcla de referencia - UHPC.

Diseño de mezcla base	Kg/M3
Cemento	900
Silica Fume	220
Agregado Fino	1005
Super Plastificante	40
Agua	162

Fuente: Shamshad *et al* (2014)

Shamshad *et al.* (2014) existen diferentes tipos de mezclas de concreto de ultra alto rendimiento (UHPC) en la cual se usan diversos tipos de materiales las cuales son de producto natural y artificial, las mismas que en remplazo del humo de sílice y la arena se puede utilizar en los diseños de mezclas la puzolana natural, la ceniza leica, polvo de piedra caliza, polvo de horno de cemento y la escoria de acero pulverizada.

2.8.10 Permeabilidad

De acuerdo con la información existente acerca de la permeabilidad, encontramos que las variables que más afectan la permeabilidad en los concretos de ultra alto desempeño son la relación agua / materiales cementantes y la dosificación de superplastificante. Cuando se reduce la relación agua / materiales cementantes se obtienen menores coeficientes de permeabilidad, lo que puede ser atribuido a pequeños poros con bajas relaciones agua / materiales cementantes y un volumen de gel bruto de hidróxido de calcio hidratado que forman cristales en bloques que desconectan los poros capilares. (Tam *et al.*, 2012)

2.8.11 Reacción álcali sílice

Es una reacción química perjudicial con un proceso de múltiples etapas y reacciones secuenciales. En algunos agregados, los componentes activos de sílice reaccionan con los álcalis en los materiales cementantes, produciendo un gel de sílice-álcali. El producto de la reacción (gel) es higroscópico, con una notable capacidad para absorber agua. En presencia de humedad, el gel se expande, lo que se agrava con las condiciones climáticas variables (como la temperatura, la humedad relativa) y, posteriormente, conduce a grietas y otros problemas inducidos por la reacción alcali-sílice. Una cantidad insuficiente de sílice en los agregados, la concentración de álcali y la humedad no darán como resultado una cantidad de gel capaz de causar efectos perjudiciales. (Fania, 2021)

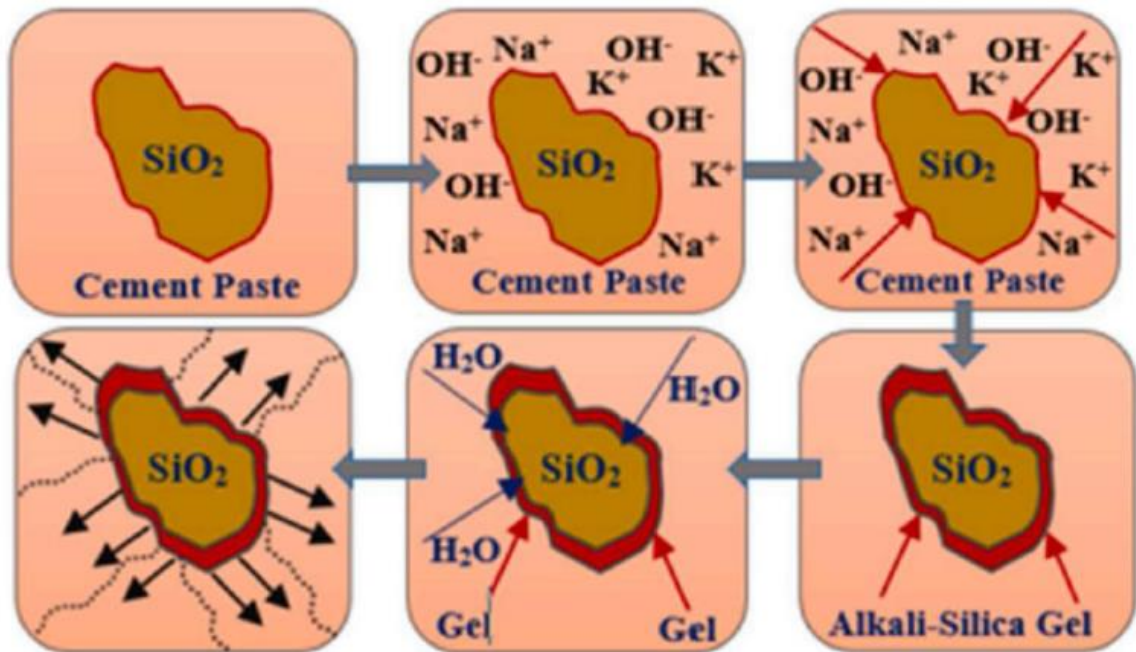
Es una reacción química entre la sílice reactiva en los agregados y los iones hidroxilo en la solución de los poros del hormigón. El estado de la sílice (SiO_2) en los agregados es químicamente pasivo (en forma de cuarzo) y principalmente estructurado como grupos siloxano ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$). Sin embargo, el desorden de la sílice cristalina en la superficie hace que tengan la afinidad de atraer agua y producir sílice hidratada amorfa (grupo silanol [$\equiv\text{Si-OH}$]). A partir de entonces, la(s) sílice(s) se inclinan hacia la disolución en presencia de iones hidroxilo altamente concentrados neutralizando primero los grupos silanol ($\equiv\text{SiOH}$) y luego neutralizando los grupos siloxano ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$). (Fania, 2021)

Según Bolívar, S. y Torres, N. (2018) en su estudio de ensayo acelerado de barras de mortero con la norma ASTM C 1260 para la detección de agregados potencialmente reactivos, define que la reacción álcali – sílice como un fenómeno producido por los álcalis (sodio o potasio) del cemento, las cuales reaccionan con la sílice presente en algunos agregados, esta asociación forma un gel que en las condiciones de humedad generan micro fisuras y esfuerzos internos en el concreto.

Bolívar, S. y Torres, N. (2018) menciona que existen materiales mitigantes de la reacción álcali – sílice como la ceniza volante, micro sílice y mata caolín, que son componentes para reducir la reacción álcali – sílice en cierta proporción de remplazo, así como de las propiedades mecánicas más afectadas por esta reacción son el modulo elástico y la resistencia a flexión y la resistencia a compresión se ve afectada en menor porcentaje durante el tiempo.

Bolívar, S. y Torres, N. (2018) menciona que existen materiales mitigantes de la reacción álcali – sílice como la ceniza volante, micro sílice y mata caolín, que son componentes para reducir

Figura 11: Reacción Álcali sílice en la estructura.



Fuente: Fania, 2021

2.8.12 Relación agua/ material cementicio (w/mc)

El efecto de la dosificación del superplastificante en la mezcla de los UHPC, no es tan significativo como la relación del agua / materiales cementantes, sin embargo, una dosificación óptima de superplastificante puede reducir el contenido de agua y la cantidad de poros, ayudando a dispersar mejor las partículas del material, dando como resultado una pasta densa y muy compacta con baja porosidad. Por el contrario, una dosificación insuficiente, dará como resultado dificultades de compactación y alta porosidad además de interconectar los poros predominantes. Por otra parte, el exceso de superplastificante, puede producir problemas de compatibilidad química que conduzca a la segregación de la mezcla, generando una alta porosidad y consecuentemente una mayor permeabilidad al agua. (Tam *et al.*, 2012).

Fehling *et al.* (2014) la reducción del agua avanzo en el tiempo, con el avance práctico, el desarrollo de un superplastificante especialmente eficiente que permitió la producción de concreto con una alta proporción de partículas ultra finas óptimamente compactadas y al mismo tiempo una relación agua/ligante extremadamente baja de solo alrededor de 0,20 con una consistencia de fácil flujo.

Nawy (2005) para el concreto de alta resistencia y alto rendimiento, se utilizan minerales puzolanas o aditivos químicos que reemplazan parte del cemento en un diseño de mezcla en particular. Por lo tanto, la relación agua/cemento no sería el criterio rector para los requisitos de resistencia, sino la relación agua/material cementicio $W/(C+P)$.

2.8.13 Aditivos

El aditivo súper fluidificante se empleó en combinación con un reductor de agua de alta eficiencia y retardador del fraguado, para mejorar así la plasticidad del concreto y controlar el tiempo de fraguado de la mezcla. La selección de tipo de marca, tipo de dosificación de todos los aditivos (mezclas) debe basarse en el funcionamiento con los otros materiales, siendo considerados o seleccionados por uso en el proyecto. Aumentos significantes en resistencias compresivas, control de la velocidad de endurecimiento, ganancia acelerada de resistencia, mejoramiento de trabajabilidad y durabilidad son contribuyentes que pueden esperarse de los aditivos electos.

Fehling *et al.* (2014) los superplastificantes eficaces para UHPC se basan en éteres de policarboxilato; la experiencia demuestra que para UHPC con una gran cantidad de humo de sílice, los superplastificantes son especialmente adecuados, debido a que desaglomeran adecuadamente tanto el cemento como las otras partículas finas.

Nawy (2005) los superplastificantes poseen propiedades, junto con la adición de humo de sílice, ayudan al concreto a lograr alta resistencia y reducción de agua sin pérdida de trabajabilidad.

2.8.14 Flujo

Según la ASTM C1856/C1856 (2017) menciona que para concretos UHPC para agregados con tamaño máximo nominal de 5 mm (1/4 ") debe tener un flujo de entre 200 y 250 mm (8" a 10"), con un tiempo de evaluación de 2 minutos +/- 5 segundos, con mediciones del diámetro máximo y mínimo siendo este método para la medición del flujo con valores promedios.

La prueba de flujo del asentamiento, viene hacer una prueba alternativa para mezclas de concreto altamente trabajables. Con fines de medición este asentamiento es simplemente la medida del diámetro del concreto después del hundimiento en una

prueba de asentamiento convencional. Esta prueba tiene la ventaja de que cuando la trabajabilidad de un concreto es difícil de determinar y el asentamiento es muy alto (Aminul, 2009).

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Enfoque

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, se realizó la recolección de datos a través de la producción de probetas y prismas de concreto UHPC con diferentes tipos de diseños de mezcla, realizándose la medición numérica.

3.2 Alcance

La presente investigación tiene un alcance del tipo correlacional, planteándose la relación óptima agua-material cementicio (w/mc), para ser usados en los diseños de concretos de ultra alto desempeño, mediante el uso de aditivo superplastificante y adición de minerales.

3.3 Tipo y diseño de investigación

3.3.1 Tipo de investigación

- a) De acuerdo a la orientación es “Aplicada”, ya que se resuelve problemas prácticos de diseño y análisis del concreto.
- b) De acuerdo a las técnicas de contrastación es “Explicativa y experimental”, ya que estas se relacionan con la relación “ w/mc ” respecto a la resistencia mecánica, durabilidad y otros; con datos obtenidos de los ensayos experimentales.
- c) De acuerdo con la direccionalidad es “Prospectiva”, porque se estudió la causa en el presente y efecto en el futuro.
- d) De acuerdo con el tipo de fuente de recolección de datos es “Prolectiva”, los resultados a alcanzar, beneficiará a los proyectos futuros.

- e) De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado es “Longitudinal”, se comparó los resultados en diferentes ocasiones.

3.3.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación se clasifica según su propósito de estudio la cual fue experimental, porque se busca la efectividad en las propiedades del concreto al incrementar los porcentajes de aditivos y adiciones.

Según el número de mediciones fue longitudinal porque la variable tuvo varios indicadores que señalan distintas mediciones en sus distintas etapas de ocurrencia, además se relaciona las variables en distintas etapas temporales. Para obtener los datos de las variables en análisis.

Así mismo, la técnica de observación de campo, se realizó con la utilización de muestras para recopilar datos de campo las cuales son la obtención de los resultados producto de las pruebas realizadas.

Según la cronología de las observaciones, fue retro prospectivo porque las mejoras de las propiedades del concreto de alta resistencia se generan en el presente y la variable dependiente son las causas en el pasado.

Experimental básico

Ante la necesidad de estudiar la relación w/mc de las mezclas de concreto UHPC, elaboradas con materias primas locales, en la Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Civil de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, se planteó el estudio para determinar la óptima relación w/mc y así mismo, el comportamiento mecánico y de durabilidad, las cuales permitieron establecer lineamientos para su desarrollo y comercialización en los años venideros en infraestructuras civiles.

Nivel investigación

El nivel de investigación de acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne las características de una investigación de nivel IV porque el tema es un aporte al conocimiento nuevo dentro de la tecnología del concreto y predictiva II porque los

resultados finales se validarán con la estadística inferencial con la finalidad de interpretar hechos o fenómenos relacionados a la resistencia mecánica del concreto.

3.4 Población y muestra

La investigación se realizó en la ciudad de Huamanga – Ayacucho, empleando los agregados de origen volcánicos y otros materiales que se emplean en las obras que se desarrollan en la ciudad. Se desarrolló dentro de las instalaciones de los laboratorios de tecnología del concreto y mecánica de suelos de la escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

El tamaño muestral se realizó de acuerdo al Reglamento de Edificaciones RNE en la Norma E-060 art. 5.3.3.1 en la que menciona: ... "Se aceptan anotaciones de pruebas de menos de 30, más no menos de 10 pruebas consecutivas." (Ver anexo).

Figura 12: Tamaño muestral mínimo para los ensayos, según el R.N.E.

5.3.3.1 Cuando se empleen registros de ensayos para demostrar que las dosificaciones propuestas para el concreto producirán la resistencia promedio requerida f'_{cr} (véase 5.3.1 y 5.3.2), dichos registros deben representar los materiales y condiciones similares a las esperadas. Los cambios en los materiales, condiciones y dosificaciones dentro de los registros de ensayos no deben ser más restrictivos que los de la obra propuesta. Con el propósito de documentar la resistencia promedio potencial, pueden aceptarse registros de ensayos que consistan en menos de 30, pero no menos de 10 ensayos consecutivos siempre que abarquen un período no menor de 45 días. La dosificación requerida para el concreto puede establecerse por interpolación entre las resistencias y las dosificaciones de dos o más registros de ensayo, siempre y cuando cumpla con los otros requisitos de esta Sección.

Fuente: Norma E.060 Concreto Armado.

3.4.1 Población

Durante el proceso de la investigación se diseñó 15 tipos de mezclas y 01 diseño referencia de concreto UHPC, diseñados con los parámetros anteriormente citados, los cuales se utilizaron para la elaboración de probetas cilíndricas, que permitió el análisis de información ante ensayos en estado fresco se evaluó el flujo que presento del diseño y ensayos en estado endurecido; se evaluó la compresión simple y ensayo de durabilidad para cada tipo de diseño de mezcla de concreto.

Los quince (15) tipos de diseños de mezclas de concreto UHPC y un (1) diseño referencia, utilizando materias primas locales, como la arena fina, el cemento portland tipo I; unidos con la micro sílice en porcentaje de 10, 15, 20, 25 y 30%, aditivo superplastificante y agua, en diferentes proporciones, generaron tipos de mezclas a evaluar, enfocados en configurar una mezcla de consistencia de media trabajabilidad, de resistencia adecuada y durable.

Así mismo, con el desarrollo de las mezclas de concreto, se establecieron los métodos, las normas y los procesos para satisfacer los objetivos de la investigación.

3.4.2 Muestra

Las muestras consideradas de los ensayos tanto en estado fresco y endurecido para UHPC.

3.4.2.1 Estado fresco

Ensayo de flujo

Para la determinación del flujo se tomaron 02 ensayos (asentamiento) para los 15 tipos de diseño de mezcla y 01 diseño de mezcla en referencia, según la norma ASTM C 230/C 230M, realizando este ensayo en cada volumen de producción. Según la norma ASTM C1856/C1856M.

- 32 muestras para el ensayo de flujo.

3.4.2.2 Estado endurecido

Ensayo de Resistencia a la compresión

Para la determinación de la resistencia a compresión se prepararon 10 probetas por cada tipo de diseño de mezcla (15 diseño de mezcla y 01 diseños de mezcla de referencia) variando la cantidad de la micro sílice en porcentajes de 10, 15, 20, 25 y 30%. Logrando de esta manera elaborar 10 probetas cilíndricas de diámetro de 10 cm y altura de 20 cm por cada diseño de mezcla propuesto; lográndose en total preparar 160 probetas para determinar la resistencia a la compresión. Las muestras se

mantuvieron bajo curado estándar en la cámara de curado del laboratorio según norma ASTM C31M. Estas muestras se ensayaron en la maquina universal del laboratorio, mediante el ensayo ASTM C39/C39M a la edad de 28 días después de su fabricación.

Probetas de UHPC de diseño de referencia

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.18, con 10% de microsilice – Diseño 1

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.18, con 15% de microsilice – Diseño 2

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.18, con 20% de microsilice – Diseño 3

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.18, con 25% de microsilice – Diseño 4

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.18, con 30% de microsilice – Diseño 5

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.20, con 10% de microsilice – Diseño 6

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.20, con 15% de microsilice – Diseño 7

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.20, con 20% de microsilice – Diseño 8

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.20, con 25% de microsilice – Diseño 9

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.20, con 30% de microsilice – Diseño 10

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.22, con 10% de microsilice – Diseño 11

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.22, con 15% de microsilice – Diseño 12

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.22, con 20% de microsilice – Diseño 13

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.22, con 25% de microsilice – Diseño 14

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Probetas de UHPC de w/c a 0.22, con 30% de microsilice – Diseño 15

- 10 muestras para el ensayo a compresión a los 28 días de edad.

Por lo que en total se tuvo en total 160 probetas de concreto de 16 dosificaciones y/o diseños de mezclas propuestos.

Ensayo de durabilidad

Para la determinación de la durabilidad se realizó a través del ensayo de la reacción álcali-agregado de cada tipo de concreto UHPC, se tomó en cuenta la norma ASTM C 490/C 490M-08, para lo cual se prepararon muestras de 03 prismas de dimensión de 2.54 cm x 2.54 cm x 28.5 cm de longitud por cada diseño de mezcla propuesto.

Para el presente caso los tamaños de las muestras, la toma de datos y el tiempo de medición, fueron a los 3, 7 y 14 y días, bajo la norma ASTM C 490, y para la toma de lecturas se utilizaron el aparato de medición de longitud denominado micrómetro de cuadrante, con este dispositivo se midió a los prismas de concreto en el laboratorio de ingeniería civil, a cada una de las 3 prismas analizadas para cada tipo de mezcla y edad de ensayo definido, es decir bajo esta metodología de ensayo, se analizarán 48 probetas tipo prisma para cada tipo de diseño de mezcla de concreto UHPC.

Prismas de UHPC

- 48 muestras para el ensayo de durabilidad hasta los 14 días de edad.

Por lo que se tuvo en total 48 prismas de 16 diseños de mezcla.

3.5 Hipótesis

3.5.1 Hipótesis general

Se podrá determinar la relación de agua/material cementicio (w/mc) del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) a través de un diseño de mezcla adecuado.

3.5.2 Hipótesis específicas

1. Se podrá obtener la resistencia mecánica a la compresión adecuada del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) mediante un diseño de mezcla adecuado.

2. Se podrá determinar la durabilidad adecuada del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) de un diseño de mezcla adecuado.

3.6 Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional

Con el desarrollo de la investigación se pretende determinar la relación agua-material cementicio (w/mc) de los diseños de mezcla planteados y de realizar los ensayos respectivos.

Los diseños de mezcla planteados, se realizó variando el porcentaje de intervención del material cementicio o adición mineral (microsilice) del 10, 15, 20, 25 y 30 % y el porcentaje de aditivo súper plastificante.

Hipótesis nula principal (Ho)

Un nuevo diseño de mezcla no podrá aportar en la determinación de la relación de agua/material cementicio (w/mc) del concreto de ultra alto desempeño (UHPC)

Hipótesis nula secundarios (ho)

1. Un nuevo diseño de mezcla no podrá determinar la resistencia mecánica a la compresión adecuada del concreto de ultra alto desempeño (UHPC).

2. Un nuevo diseño de mezcla no podrá determinar la durabilidad adecuada (deformación) del concreto de ultra alto desempeño (UHPC).

3.6.1 Variables

3.6.1.1 Variable independiente

1. Relación agua-material cementicio (w/mc).

3.6.1.2 Variable dependiente

1. Resistencia mecánica a la compresión del concreto UHPC.

2. Durabilidad del concreto UHPC.

3.6.2 Indicadores

3.6.2.1 Indicador asociado a la variable independiente

1. Bajas relaciones de agua-material cementicio (w/mc) al adicionar a la mezcla de concreto UHPC un porcentaje de aditivo superplastificante.
2. Bajas relaciones de agua-material cementicio (w/mc) al adicionar a la mezcla de concreto UHPC un porcentaje de adición mineral.

3.6.2.2 Indicador asociado a la variable dependiente

1. La mezcla en estado endurecido comienza a ganar resistencia mecánica a la compresión del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) con el tiempo.
2. La mezcla en estado endurecido mantiene deformaciones por debajo de lo recomendado del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) con el tiempo.

3.6.3 Medidas

3.6.3.1 Medida asociada a la variable Independiente

1. Dosificación en proporciones de materiales del concreto de ultra alto desempeño (UHPC).

3.6.3.2 Medida asociada a la variable dependiente

1. Ensayo de compresión axial al concreto endurecido. (Resistencia a la compresión)
2. Ensayo de durabilidad al concreto endurecido. (Deformaciones unitarias)

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Instrumentos de recolección de datos

Para llegar al objetivo de la tesis, los ensayos experimentales se realizaron con los equipos disponibles del laboratorio de Tecnología del Concreto de la UNSCH, se planteó los ensayos para determinar el comportamiento mecánico y de durabilidad;

que permitan establecer lineamientos para su desarrollo y comercialización en los años venideros y son los siguientes:

3.7.1.1 Equipos

- Máquina de compresión simple TECNOTEST, digital y de capacidad máxima de 200 Tn.
- Micrómetro de cuadrante digital de 0.001 mm de precisión.
- Balanzas digitales OHAUS R2000
- Horno de laboratorio marca Ecocell
- Termómetro ambiental PyS
- Mesa de flujo
- Batidora de cemento de 1500 Whats (mezcladora manual)
- Equipo de medición de expansión.
- Flexómetro de 5m.
- Laptop ACER NITRO 5. Core i7. Men. Ram 8.0 Gb, 12 mb cache, Con 500GB de memoria.

3.7.1.2 Materiales

- Probeta volumétrica graduada de 1000 ml
- Cono de slump para UHPC abertura inferior de 10 cm x abertura superior de 7 cm y altura de 6 cm.
- Moldes metálicos de probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro x 20 cm de altura.
- Molde metálico de prisma de 2.54 cm de ancho x 2.54 de alto y 28.5 de largo.
- Comba de goma
- Cilindro mezclador de concreto
- Hélice de batidora
- Escobilla de metal
- Llave inglesa
- Badilejo
- Plancha de pulir
- Barra de metal de 1/2"

- Pernos de 3/8 de sujeción

3.7.1.3 Software

- Análisis de datos: Microsoft Office Excel 2016
- Programa de Dibujo: AutoCad
- Microsoft Word
- Arc Gis 10.8
- Google Google Earth
- Impresora Epson L300
- Cámara fotográficas digitales

3.7.2 Recolección de datos

La recolección de datos se realizó a través de la toma directa en tablas según detallado en anexo, se realizó la toma de fotografías y videos que ayudaron evidenciar la recolección de las mismas.

Los datos fueron sometidos a operaciones como: clasificación, registro, tabulación y codificación.

Esta información se almaceno en tablas, con fechas, fotografías y videos.

3.7.3 Técnicas de procesamiento de datos

Los datos fueron registrados en forma digital, las mismas que fueron ordenadas en la laptop a través de programas como Microsoft Excel, sometidos a operaciones como: clasificación, registro y tabulación. Los datos fueron analizados en función a la estadística, que se emplearán para descifrar lo que revelan los datos recolectados.

3.7.4 Técnicas de análisis e interpretación de la información

En esta parte se describen los recursos que fueron utilizados en la toma de análisis y resultados de los datos obtenidos en cada ensayo elaborado en el desarrollo de la investigación. Se fundamentó en establecer las pautas para determinar el desempeño del material frente a las propiedades mecánicas y de durabilidad. Los ensayos, fueron ejecutados bajo los lineamientos técnicos de normas nacionales e internacionales, que para este caso, son las normas técnicas peruanas NTP. Así mismo, se utilizó como referencia y guía las normas ASTM y las normas ACI, proporcionando parámetros y lineamientos en la ejecución de cada uno de los ensayos.

3.8 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

3.8.1 Diseño estadístico

El diseño estadístico involucra al momento de la producción de concreto UHPC, existiendo repetición y dispersiones, por lo que las técnicas estadísticas se basaron al reglamento del ACI, ASTM C39 y normas NPT, utilizando diversas ecuaciones como:

Promedio

Se calculó los promedios de las pruebas realizadas a cada unidad de forma individual realizada.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Dónde:

\bar{X} = Promedio de observaciones

X_n = Conjunto de observaciones.

n = Número de observaciones.

Desviación estándar

La desviación estándar es una medida de extensión o variabilidad en la estadística, se calculó la variación o dispersión en la que los puntos de datos individuales difieren de la media.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

Dónde:

$\bar{\sigma}$ = Desviación estándar

X_i = Valores observados de los elementos de la muestra.

n = Número de observaciones.

3.9 Elección del diseño de mezcla

Se tuvo una primera fase de elección del diseño de mezcla usado, para lo cual se basó en el diseño de mezcla base propuesto por Shamsad *et al* (2014) en la cual se utilizó las siguientes proporciones:

Tabla 4: Diseño de mezcla base, tomado como referencia en cantidades para producir 1 m³ de mezcla UHPC.

Diseño de mezcla base	Kg/M3
Cemento	900
Silica Fume	220
Agregado Fino	1005
Super Plastificante	40
Agua	162

Fuente: Shamshad *et al* (2014)

En este diseño propuesto menciona que llego a la resistencia de 161 MPa, en referencia a este diseño se lograron comportamiento mecánico, y se procedió al diseño de mezcla por peso, acuerdo a las propiedades que presento el agregado. Para lo cual se mantuvo las cantidades de cemento por m³ y las variaciones del silica fume en proporciones del 10 %, 15%, 20%, 25% y 30% (en función a la cantidad de cemento), para el caso del súper plastificante estuvo en relación al 1.75 % (Lopez, J. y Tufino. W. (2020) de la cantidad de cemento y silica fume; la cantidad de agua estuvo en función a la relación de agua y cemento (w/c) las cuales se practicaron en 0.18, 0.20 y 0.22; El agregado estuvo en función al diseño planificado por pesos y las propiedades del agregado que se usó.

Lográndose diseñar en total 15 diseños de mezcla, más 1 diseño de mezcla en referencia a la investigación por Shamshad *et al* (2014).

Tabla 5: Cantidad de materiales para producir 1 m3 de los diseños de mezcla de concreto UHPC.

Diseño de mezcla	Descripción de admisión mineral	ID Mezcla	Cemento (Kg)	Silica fume (Kg)	Agregado fino (Kg)	Súper plastificante (Kg)	Agua (Kg)
Diseño mezcla referencia	Mezcla base	DR	900.00	220.00	1005.00	40.00	162.00
Diseño mezcla 1	Adición 10 % micro sílice	D1	900.00	90.00	1295.46	17.33	162.00
Diseño mezcla 2	Adición 15 % micro sílice	D2	900.00	135.00	1239.87	18.11	162.00
Diseño mezcla 3	Adición 20 % micro sílice	D3	900.00	180.00	1184.28	18.90	162.00
Diseño mezcla 4	Adición 25 % micro sílice	D4	900.00	225.00	1128.68	19.69	162.00
Diseño mezcla 5	Adición 30 % micro sílice	D5	900.00	270.00	1073.09	20.48	162.00
Diseño mezcla 6	Adición 10 % micro sílice	D6	900.00	90.00	1248.20	17.33	180.00
Diseño mezcla 7	Adición 15 % micro sílice	D7	900.00	135.00	1192.60	18.11	180.00
Diseño mezcla 8	Adición 20 % micro sílice	D8	900.00	180.00	1137.01	18.90	180.00
Diseño mezcla 9	Adición 25 % micro sílice	D9	900.00	225.00	1081.41	19.69	180.00
Diseño mezcla 10	Adición 30 % micro sílice	D10	900.00	270.00	1025.82	20.48	180.00
Diseño mezcla 11	Adición 10 % micro sílice	D11	900.00	90.00	1200.93	17.33	198.00
Diseño mezcla 12	Adición 15 % micro sílice	D12	900.00	135.00	1145.33	18.11	198.00
Diseño mezcla 13	Adición 20 % micro sílice	D13	900.00	180.00	1089.74	18.90	198.00
Diseño mezcla 14	Adición 25 % micro sílice	D14	900.00	225.00	1034.15	19.69	198.00
Diseño mezcla 15	Adición 30 % micro sílice	D15	900.00	270.00	978.55	20.48	198.00

Tabla 6: Diseños de mezcla preparados, tomado como referencia en cantidades para producir 1 m3 de mezcla UHPC.

Relación w/c	Relación w/mc	Tipo diseño de adición	Diseño de mezcla	Número de probetas F'c
W/C 0.18	0.18	0.24	Diseño mezcla referencia	10
	0.18	D-10	Diseño mezcla 1 10% ad.min.	10
	0.17	D-15	Diseño mezcla 2 15% ad.min.	10
W/C 0.18	0.17	D-20	Diseño mezcla 3 20% ad.min.	10
	0.16	D-25	Diseño mezcla 4 25% ad.min.	10
	0.16	D-30	Diseño mezcla 5 30% ad.min.	10
	0.20	D-10	Diseño mezcla 6 10% ad.min.	10
	0.19	D-15	Diseño mezcla 7 15% ad.min.	10
W/C 0.20	0.18	D-20	Diseño mezcla 8 20% ad.min.	10
	0.18	D-25	Diseño mezcla 9 25% ad.min.	10
	0.17	D-30	Diseño mezcla 10 30% ad.min.	10
	0.22	D-10	Diseño mezcla 11 10% ad.min.	10
	0.21	D-15	Diseño mezcla 12 15% ad.min.	10
W/C 0.22	0.20	D-20	Diseño mezcla 13 20% ad.min.	10
	0.19	D-25	Diseño mezcla 14 25% ad.min.	10
	0.19	D-30	Diseño mezcla 15 30% ad.min.	10
Total				160

Tabla 7: Diseños de mezcla preparados, tomado como referencia en cantidades para producir 1 m³ de mezcla UHPC.

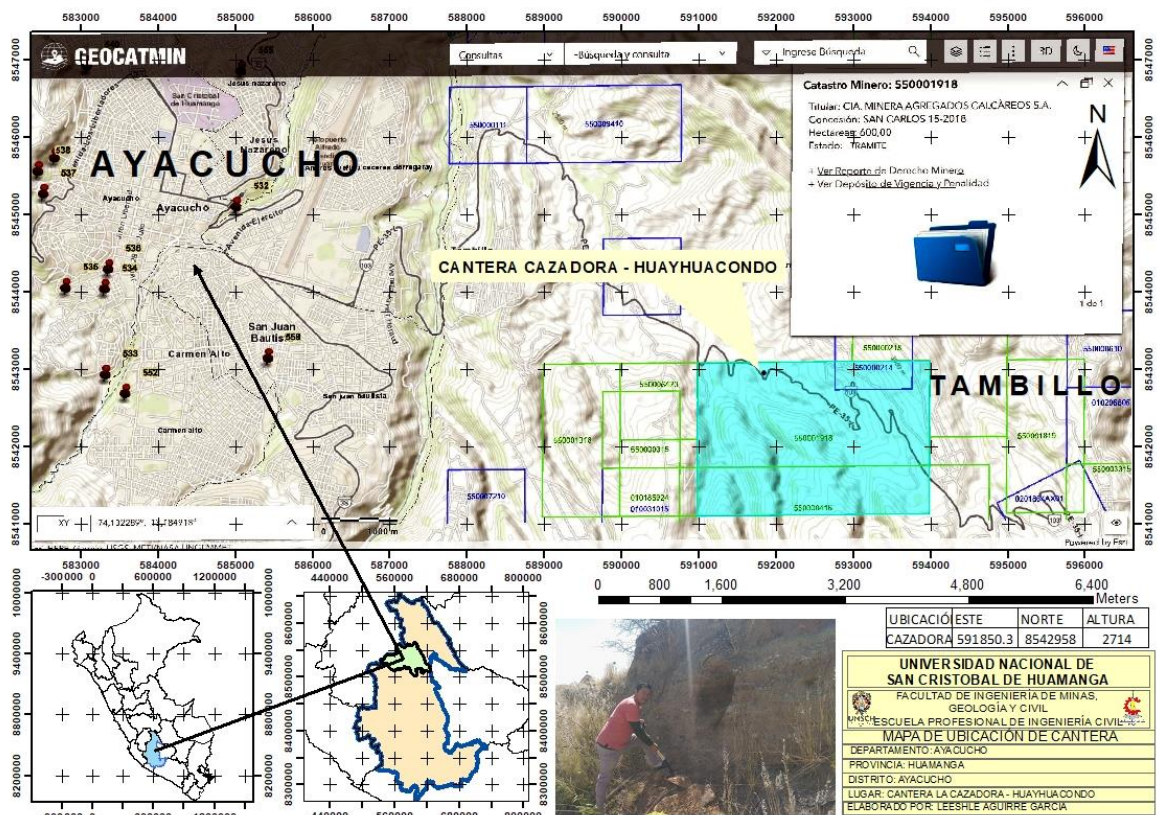
Relación w/c	Relación w/mc	Tipo diseño de adición	Diseño de mezcla	Número de prismas
W/C 0.18	0.18	0.24	Diseño mezcla referencia	3
	0.18	D-10	Diseño mezcla 1 10% ad.min.	3
	0.17	D-15	Diseño mezcla 2 15% ad.min.	3
W/C 0.18	0.17	D-20	Diseño mezcla 3 20% ad.min.	3
	0.16	D-25	Diseño mezcla 4 25% ad.min.	3
	0.16	D-30	Diseño mezcla 5 30% ad.min.	3
	0.20	D-10	Diseño mezcla 6 10% ad.min.	3
	0.19	D-15	Diseño mezcla 7 15% ad.min.	3
W/C 0.20	0.18	D-20	Diseño mezcla 8 20% ad.min.	3
	0.18	D-25	Diseño mezcla 9 25% ad.min.	3
	0.17	D-30	Diseño mezcla 10 30% ad.min.	3
	0.22	D-10	Diseño mezcla 11 10% ad.min.	3
	0.21	D-15	Diseño mezcla 12 15% ad.min.	3
W/C 0.22	0.20	D-20	Diseño mezcla 13 20% ad.min.	3
	0.19	D-25	Diseño mezcla 14 25% ad.min.	3
	0.19	D-30	Diseño mezcla 15 30% ad.min.	3
Total				48

3.10 Desarrollo del trabajo de tesis

Se trabajó con el agregado provenientes de la cantera La Cazadora en la localidad de Huayhuacondo, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, Departamento de

Ayacucho, existen investigaciones de esta cantera por Prado y Pariona (2013), Bendezu (2020); sobre todo por la presencia de Cuarzo en el agregado y la calidad del concreto, siendo favorable para la elaboración de concreto UHPC. Así mismo, se eligió estos materiales por ser disponible y cercano en la ciudad de Huamanga, se acopio de igual forma elementos como el cemento portland tipo I, aditivos superplastificante y Humo de sílice (Silica Fume) disponibles en el mercado local.

Figura 17: Ubicación de la cantera La Cazadora, Huayhuacondo, Distrito de Tambillo, Huamanga, Ayacucho.



Fuente: Elaboración propia.

3.10.1 Materiales

Se procedió con el acopio del agregado de la cantera la Cazadora – Huayhuacondo, posteriormente se procedió con el traslado del material al laboratorio de tecnología de concreto de UNSCH.

Figura 18: Extracción de agregado fino de la cantera La Cazadora.



Se procedió con un pequeño lavado del agregado fino por estar presente material orgánico, extrayendo ramas, hierbas y otro material orgánico que fuese dañino para la producción del concreto. El secado del agregado con la ayuda del Horno que se encuentra presente en el laboratorio.

Posteriormente se seleccionó del agregado fino, realizando el tamizado para el agregado que pasa la malla N°4 y almacenado para la producción del concreto.

Figura 19: Proceso de lavado y selección de agregado fino de la cantera la cazadora, Huayhuacondo, Distrito de Tambillo, Huamanga, Ayacucho.



3.10.1.1 Estudio petrográfico

Del informe de ensayo N° 1082 – 24 – Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ciencias, Laboratorio LABICER, adjuntado en los anexos se logró determinar que:

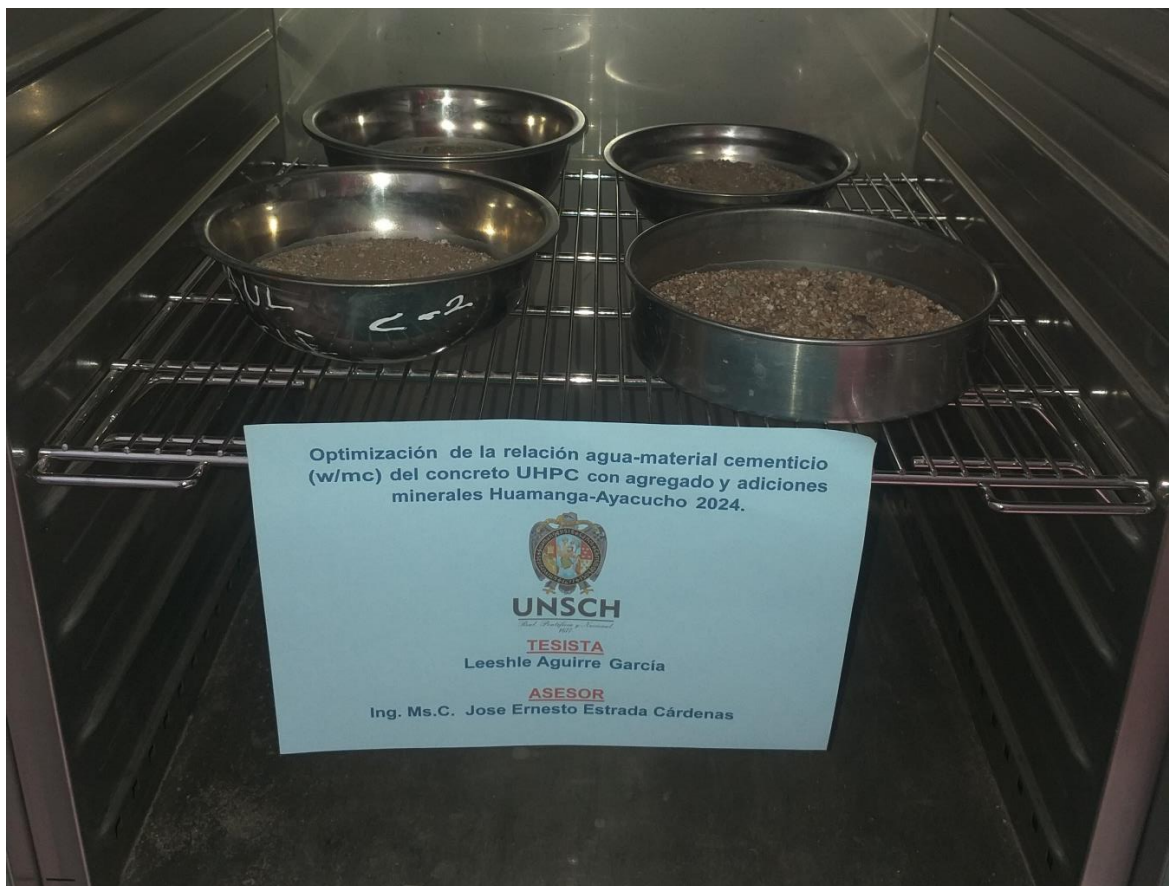
- Textura de la muestra es porfídica, granos de minerales espaciados en matriz micro granular.
- La génesis de la arena es un material detrítico residual que se forma por erosión de rocas ígneas intrusivas del grupo del granito (granito granodiorita).
- Edad geológica de la arenisca gruesa del Cuaternario reciente, depósitos aluviales.
- Granito de color blanco rosado, textura granular hipodiorfíca con finos de orto plagioclasa cuarzo y horblenda.

Tabla 8: Descripción de los granos encontrados en el agregado fino.

Granos de minerales	Composición química	Porcentaje	Color	Dureza escala de Mohs
Cuarzo	Si O ₂	35%	Incoloro Vitreo	7
Feldespatos plagioclasa (albita/oligoclasa)	Na (Al Si ₃ O ₈)	30%	Blanco lechoso-incoloro	6
Feldespatos alcalinos (microclina-ortosa)	K(Al Si ₃ O ₈)	25%	Rosado carne	6
Matriz cementante	Si O ₂	6%	Vitreo/incoloro	7
Cuarzo microgranular	Si O ₂	6%	Vitreo/incoloro	7
Calcita microgranular	CO ₃ Ca	2%	Tornasolado	3
Yeso microgranular	SO ₄ Ca 2H ₂ O	2%	Incoloro	2

Fuente: consulta Ing. Portugal Paz Andres, Informe de ensayo N° 1082 – 24 – Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ciencias, Laboratorio LABICER

Figura 20: Secado de agregado en horno.



3.10.2 Etapa experimental

3.10.2.1 Selección del agregado

Se inició con la eliminación de piedras grandes que existieran en el agregado, posteriormente se procedió con selección del material con el uso de la malla 3/8", de tal forma se obtuvo el agregado fino a usarse para los procesos de preparación.

Figura 21: Tamizado del agregado con malla 3/8".



3.10.2.2 Pesado de materiales

Se procedió con el proceso de preparación de lo componente que ingresaron a la mezcla como es el pesado del Cemento Portland Tipo I, silica fume, arena fina, agua y superplastificante, de acuerdo a los diseños de mezcla escogidos.

Figura 22: Materiales listos para la preparación del concreto UHPC.



3.10.2.3 Mezcla seca

Se procedió al mezclado en seco de los componentes seco: arena fina, cemento portland tipo I (Andino) y Silica fume (Z aditivos); este mezclado se realizó en el cilindro por un lapso de 5 a 7 minutos hasta que la mezcla en seco sea homogénea, para esto se empleó badilejo y la mezcladora manual de concreto.

Figura 23: Mezclado en seco de los componentes como: Cemento portland, Humo de sílice y agregado fino.



3.10.2.4 Mezcla líquida

Posteriormente se procedió con la mezcla de los líquidos: agua y superplastificante (Z aditivos) por un tiempo de 2 minutos aproximadamente, hasta que la mezcla sea homogénea. Según mencionan es mucho más adecuado cuando se mezcla ambos componentes líquidos.

Figura 24: Mezcla de los componentes como: agua y superplastificante.



3.10.2.5 Mezcla general

Se procedió a la mezcla de todos los componentes tanto líquidos como secos por un primer proceso de 2 minutos hasta obtener una mezcla homogénea, esta labor se hizo con fines de evitar pérdidas por movimientos bruscos durante la operación con maquinaria menor.

Figura 25: Mezcla de todos los componentes de forma manual del concreto UHPC.



Posteriormente por alrededor 8 minutos se procedió con el mezclado con el uso de la batidora manual, hasta que la mezcla sea de consistencia pastosa seca, en un primer momento se formaron grumos (esferas pequeñas).

Figura 26: Mezcla del concreto UHPC, etapa en la cual se observa las esferas antes de la conformación de la mezcla final.



Se continuo con la mezcla de concreto UHPC por otros 6 a 8 minutos, tiempo en la cual la mezcla se convierte en una mezcla homogénea y trabajable, así como se vea lista para la colocación en los moldes correspondientes.

Figura 27: Mezcla de componentes con batidora manual del concreto UHPC.



3.10.3 Ensayos realizados

3.10.3.1 Ensayo fresco

Se procedió con el ensayo en estado fresco del concreto, para lo cual se extrajo una cantidad para la determinación del flujo que presenta el concreto preparado, en la cual se empleó el mini cono de asentamiento de abertura inferior de 10 cm, abertura superior de 7 cm y la altura de 6 cm según norma ASTM C 230/C 230M, realizando este ensayo en cada tanda de producción. Según la norma ASTM C1856/C1856M y MTC E 701, que una vez vertido la mezcla en el molde, se proceda a levantar el molde y la espera de 2 minutos +/- 5 segundos, transcurrido el tiempo se midió el diámetro máximo y mínimo. El flujo esparcido del concreto se obtuvo como el diámetro promedio (\emptyset m.) de la medida en dos direcciones perpendiculares, como se muestran en la figuras de la parte inferior es el valor del flujo de la mezcla.

$$\varnothing_m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 \varnothing_i$$

Dónde:

\varnothing_m = Diámetro promedio de flujo

\varnothing_i = Diámetro en una dirección

Figura 28: Ensayo de flujo, después de 2 minutos +/- 5 segundos.



3.10.3.2 Ensayo seco

Ensayo de resistencia a la compresión

Se procedió con la colocación de la mezcla preparada en los moldes limpios y ajustados de dimensiones de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura (ensayos definitivos) y en moldes de 5 cm de diámetro por 10 cm de altura (ensayos de seguimiento). Se colocó la mezcla preparada y se llenó en los moldes en un solo momento por moldes y se procedió con el golpeteo en todo el contorno de la mezcla con 30 golpes según la norma ASTM C1856/C1856M. Esto por ser una mezcla pastosa y seca.

Figura 29: Llenado de probetas con mezcla UHPC.



Se procedió el acabado correspondiente, e inmediatamente se procedió a la colocación de plástico para evitar la pérdida de humedad en la parte superior y se reseque. Posteriormente se procedió con el desmolde a las 36 horas después del llenado y el curado correspondiente inmediatamente en agua. Transcurrido los 28 días

se procedió con la rotura de las muestras y/o especímenes de dimensiones de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura.

Figura 30: Probetas con los 15 diseños de mezcla más el diseño en referencia y/o control.

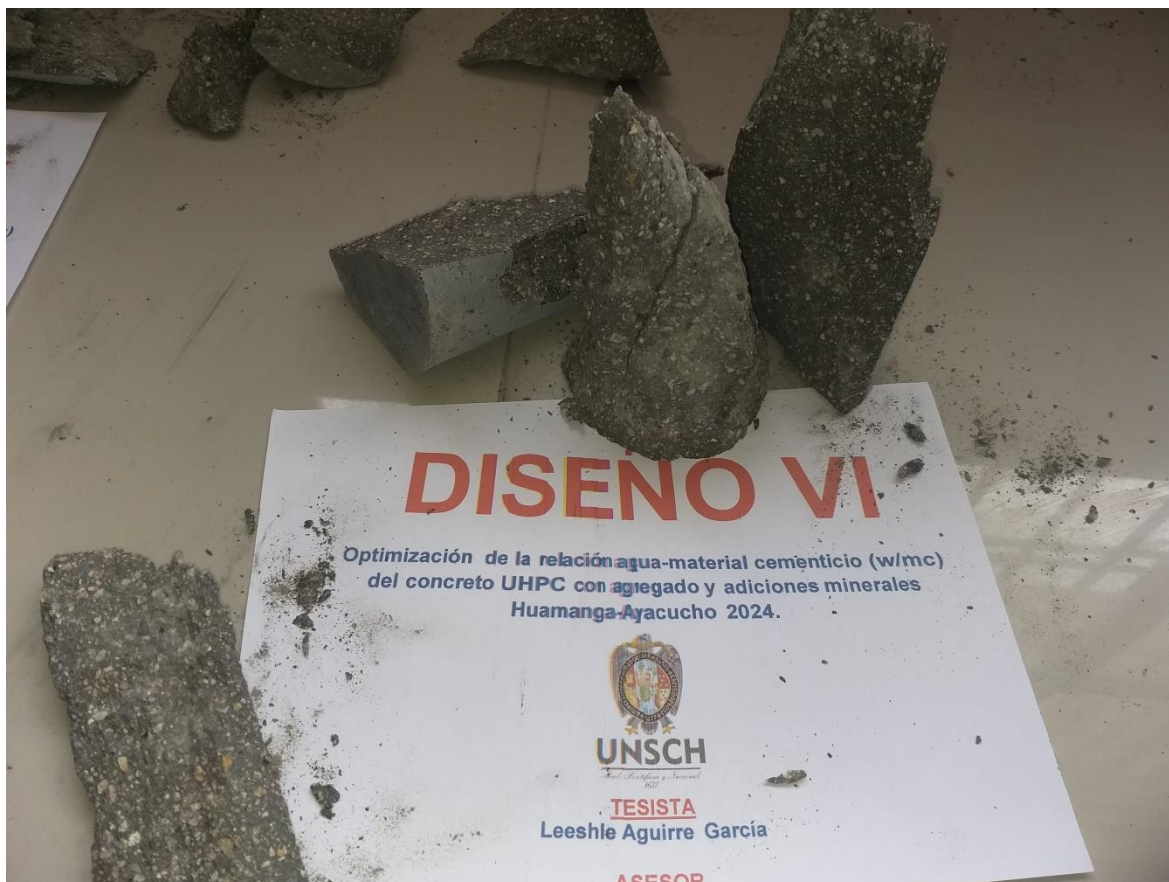


Trascurrido el tiempo de 28 días de curado continuo, se procedió al registro del peso y dimensiones de diámetro y altura, las mismas que se apoyó con el Vernier, posterior a ellos se procedió con las roturas de las muestras de probetas cilíndricas

Figura 31: Ensayo de resistencia a la compresión, a probetas a los 28 días.



Figura 32: Ensayo de resistencia a la compresión, a probetas a los 28 días.



Ensayo de durabilidad

Así mismo, se procedió a la colocación de la mezcla en moldes primaticos de dimensiones de 2.54 cm x 2.54 cm x 28.5 cm de largo, las mismas que previamente de realizo la preparación y colocación de pernos de sujeción para el concreto que se depositara en este.

Figura 33: Colocación de concreto UHPC, para la preparación de primas del ensayo de Durabilidad.



Se realizó la medición según la barra metálica inicial, se utilizó el equipo para la medición del cambio de longitud de pasta según ASTM C 490/C 490M. En dichos moldes se colocó la mezcla preparada y relleno en los moldes y se evaluó según ASTM C 1260-01. Realizando el desmolde pasado las 36 horas y a la medición de las mismas de una lectura inicial y las lecturas diarias de cada prisma y la barra metálica previamente.

Figura 34: Primas de los diseños para la evaluación de la Durabilidad.



El curado de los primas se realizó en agua, por el transcurso de las evaluaciones que duraron, al momento de la medición se secaron, posteriormente se midió la longitud del día de evaluación, con la comparación de la barra metálica propuesta.

Figura 35: Toma de datos de la longitud en primas, con fines de deformación.



Se procedió con la toma de datos de longitud de cada barra, registrándose cada información en una tabla de recolección de datos, se tomó los datos diariamente así como la temperatura registrada cada día.

Figura 36: Medición de la longitud en primas, toma de datos en deformación.



Para los cálculos de cambio en longitud se tomó en cuenta la siguiente forma según ASTM C490/C490 – 08.

$$L = \frac{L_x - L_i}{G} \times 100$$

Dónde:

L = Cambio de la longitud por edad en %

L_x = Lectura final del comparador de la muestra a x edad en mm.

L_i = Lectura inicial del comparador de la muestra a x edad en mm

G = Longitud del calibre.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resistencia a la compresión

Se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión respectivos al concreto UHPC de los diseños de mezcla propuestos (15 diseños de mezcla y 1 diseño de referencia), con los diferentes tipos de relaciones w/c para así determinar la relación adecuada de w/mc y las respectivas adiciones mineralógicas (humo de sílice) realizadas en las proporciones de 10, 15, 20, 25 y 30 % del peso del cemento.

4.1.1 Resistencia a la compresión en probetas

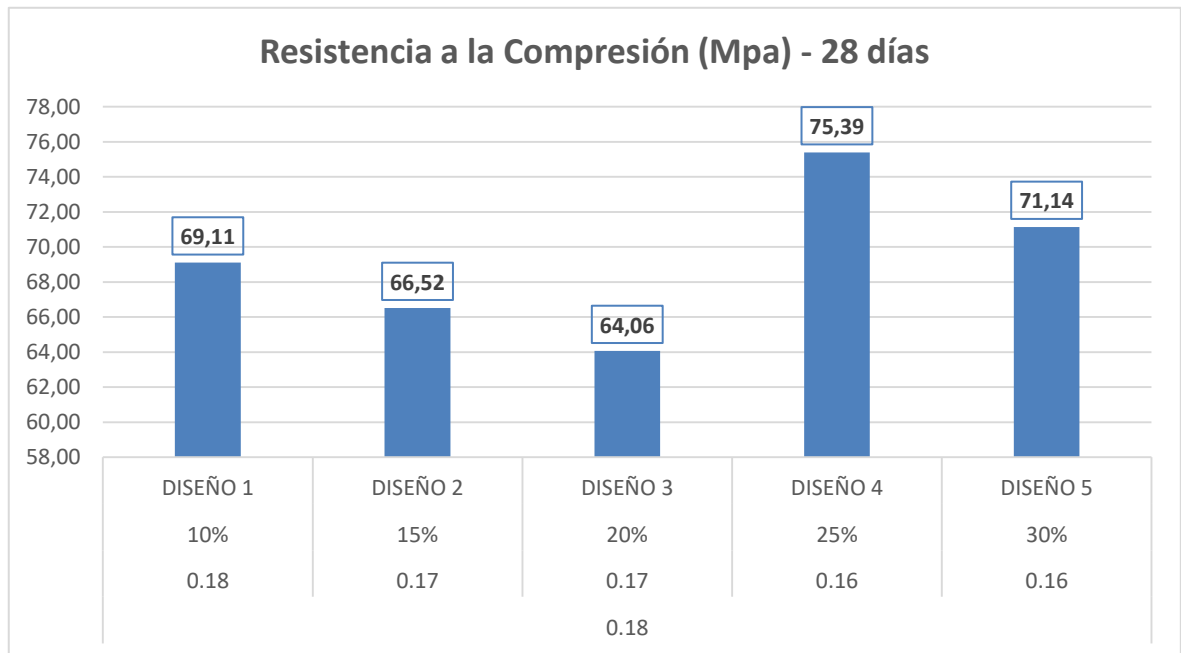
En tabla 9 se observa los resultados de resistencia a la compresión promedio para una relación de w/c de 0.18, logrando obtenerse las relaciones w/mc que inicia desde 0.16 a 0.18, esta variación está influenciada por los porcentajes de adición de micro sílice que están desde 10% hasta 30%, los resultados de resistencia a la compresión promedio se registra desde 69.11 Mpa hasta los 71.14 Mpa, tal como se aprecia en la tabla inferior.

Tabla 9: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos con relaciones w/mc de 0.16 a 0.18.

Relación w/c	Relación w/mc	Porcentaje micro sílice	Diseño de mezcla	Resistencia promedio (Mpa)
0.18	0.18	10%	Diseño 1	69.11
	0.17	15%	Diseño 2	66.52
	0.17	20%	Diseño 3	64.06
	0.16	25%	Diseño 4	75.39
	0.16	30%	Diseño 5	71.14

En la figura 37 se puede observar que para bajas relaciones de w/mc, a medida que se aumenta las adiciones minerales hasta un 25% aumenta la resistencia a la compresión, mientras que a mayor adición de micro sílice disminuye la resistencia a la compresión.

Figura 37: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) a los 28 días, w/mc de 0.16 a 0.18 en probetas.



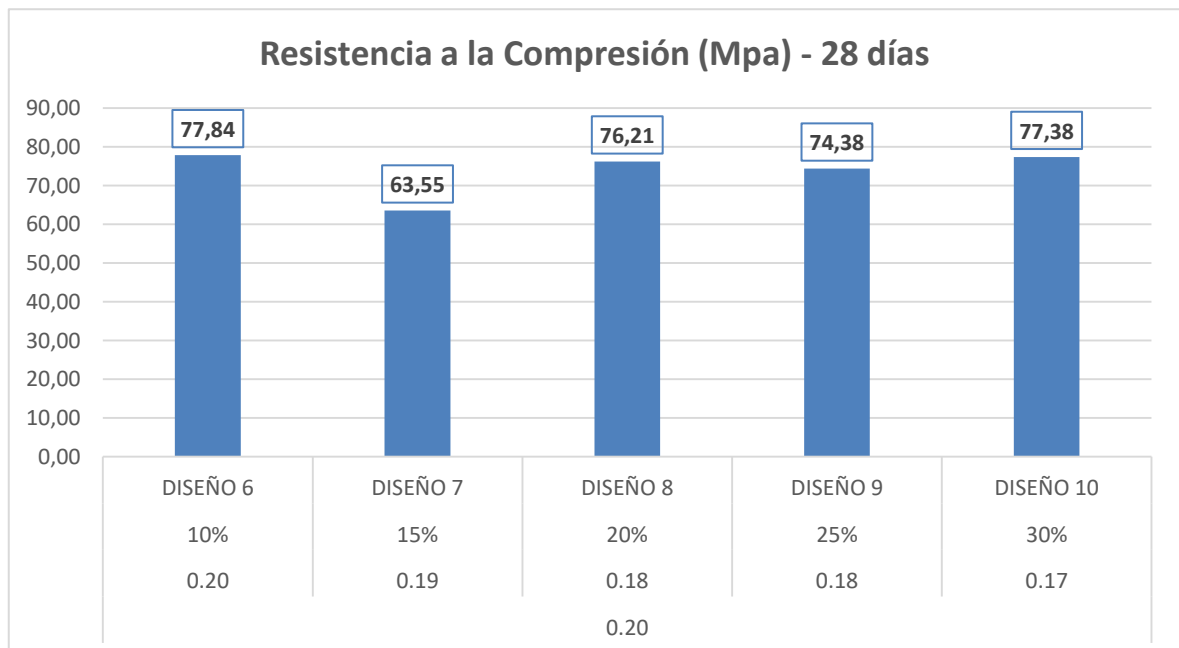
En tabla 10 se observa los resultados de resistencia a la compresión promedio para una relación de w/c de 0.20, logrando obtenerse las relaciones w/mc que van desde 0.17 a 0.20, esta variación está influenciada por los porcentajes de adición de micro sílice que están desde 10% hasta 30%. El resultado de resistencia a la compresión promedio registrados se aprecia desde 77.84 Mpa hasta los 77.38 Mpa, tal como se aprecia en la tabla inferior.

Tabla 10: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos con relaciones w/mc de 0.17 a 0.20.

Relación w/c	Relación w/mc	Porcentaje micro sílice	Diseño de mezcla	Resistencia promedio (Mpa)
0.20	0.20	10%	Diseño 6	77.84
	0.19	15%	Diseño 7	63.55
	0.18	20%	Diseño 8	76.21
	0.18	25%	Diseño 9	74.38
	0.17	30%	Diseño 10	77.38

En la figura 38 se puede observar que para mezclas relativamente más fluidas que la anterior, que a medida se reduce la relación de w/mc por la adición de micro sílice desde el 10% hasta 30%, se reduce en mínima proporción la resistencia a la compresión, lo contrario con lo sucedido con las anteriores mezclas diseñadas.

Figura 38: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) a los 28 días, w/mc de 0.17 a 0.20 en probetas.



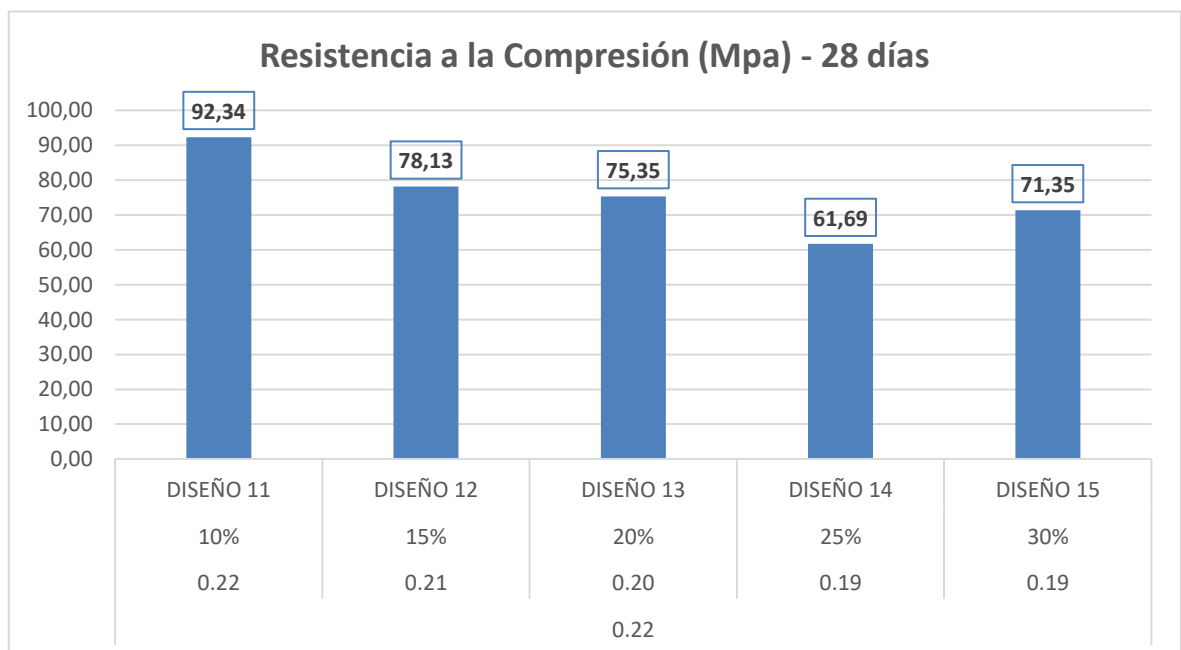
En tabla 11 se observa los resultados de resistencia a la compresión promedio para una relación de w/c de 0.22, logrando obtenerse las relaciones w/mc que van desde 0.19 hasta 0.22, esta variación de la misma forma está influenciada por los porcentajes de adición de micro sílice que están desde 10% a 30%. Los resultados de resistencia a la compresión promedio se registran desde 92.34 Mpa hasta los 71.35 Mpa, tal como se aprecia en la tabla inferior.

Tabla 11: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos con relaciones w/mc de 0.19 a 0.22.

Relación w/c	Relación w/mc	Porcentaje micro sílice	Diseño de mezcla	Resistencia promedio (Mpa)
0.22	0.22	10%	Diseño 11	92.34
	0.21	15%	Diseño 12	78.13
	0.20	20%	Diseño 13	75.35
	0.19	25%	Diseño 14	61.69
	0.19	30%	Diseño 15	71.35

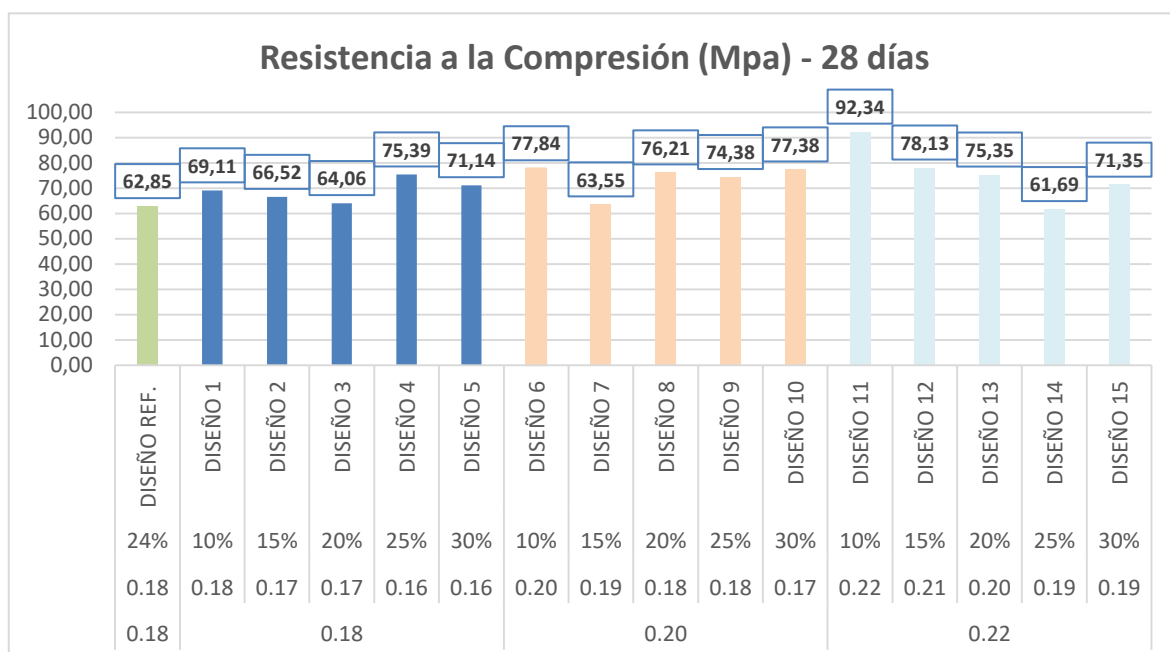
En la figura 39 se puede observar que para mezclas relativamente más fluidas que la anterior, que a medida se reduce la relación de w/mc por la adición de micro sílice desde el 10% hasta 30%, se reduce la resistencia a la compresión.

Figura 39: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) a los 28 días, w/mc de 0.19 a 0.22 en probetas.



En la figura 40 se puede observar en el diseño en referencia llego a un resistencia promedio de 62.85 Mpa; así mismo, la mayor resistencia obtenida fue de 92.34 Mpa por parte del diseño 11 con una relación w/mc de 0.22, seguida del diseño de mezcla 12 con una resistencia a la compresión de 78.13 Mpa y con una relación w/mc de 0.21, para una adición de 10 y 15 % de los diseños respectivamente.

Figura 40: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) a los 28 días, en todos los diseños de mezcla propuestos.



Hurtado, J. (2020) en su investigación de concreto UHPC encuentra los resultados de resistencia a la compresión a los 28 días con un promedio entre 104 a 108 Mpa y un valor máximo alcanzado a los 64 días de 138 Mpa. Comparando los resultados con estudios similares se encontró que los valores de resistencia a la compresión están dentro de los rangos obtenidos en la presente investigación.

López, J. y Tufino. W. (2020) que se logró obtener una mayor resistencia de 117 Mpa en concreto de alta resistencia para una relación de w/b de 0.22.

4.1.2 Resistencia a la compresión vs peso

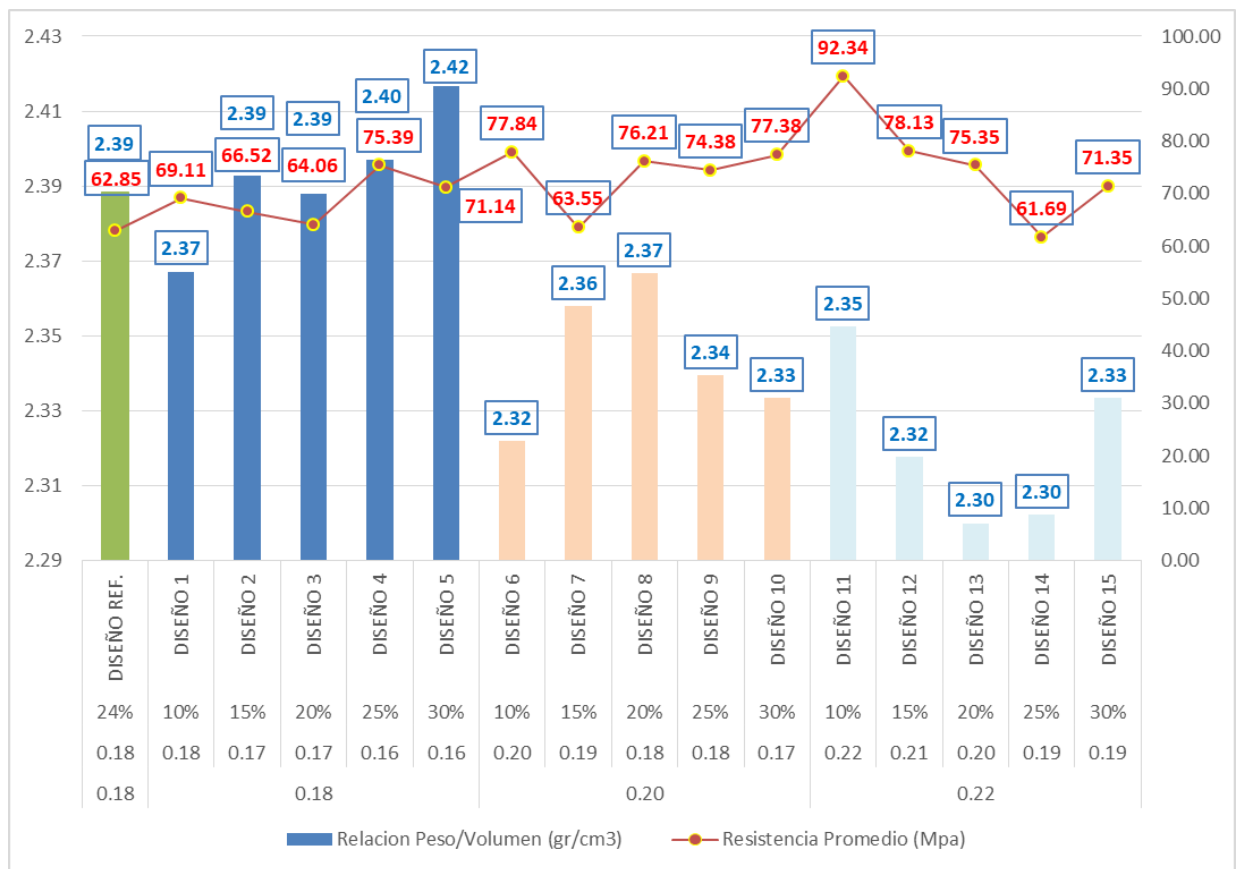
En tabla 12 se observa los resultados de resistencia a la compresión promedio y el peso/volumen registrada en cada muestra evaluadas y registradas en peso, volumen y resistencia a la compresión, para diferentes relaciones de w/mc y las variaciones de los porcentajes de adición de micro sílice que están desde 10% hasta 30%. El peso promedio obtenido por el diseño en referencia fue de 2.39 gr/cm³ para una relación w/mc de 0.18; el mayor resultado de peso obtenido fue el diseño 5 de 2.42 gr/cm³ para una relación w/mc de 0.16. Siendo así que la mayor resistencia a la compresión obtenida en el diseño 11 llegando a un peso de 2.35 gr/cm³. Observándose que el peso no es un indicativo para las mayores resistencia.

Tabla 12: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos vs el peso de las muestras.

Relación w/c	Relación w/mc	Porcentaje micro sílice	Diseño de mezcla	Relación peso/volumen (gr/cm ³)	Resistencia promedio (Mpa)
0.18	0.18	24%	Diseño referencia	2.39	62.85
0.18	0.18	10%	Diseño 1	2.37	69.11
	0.17	15%	Diseño 2	2.39	66.52
	0.17	20%	Diseño 3	2.39	64.06
	0.16	25%	Diseño 4	2.40	75.39
	0.16	30%	Diseño 5	2.42	71.14
0.20	0.20	10%	Diseño 6	2.32	77.84
	0.19	15%	Diseño 7	2.36	63.55
	0.18	20%	Diseño 8	2.37	76.21
	0.18	25%	Diseño 9	2.34	74.38
	0.17	30%	Diseño 10	2.33	77.38
0.22	0.22	10%	Diseño 11	2.35	92.34
	0.21	15%	Diseño 12	2.32	78.13
	0.20	20%	Diseño 13	2.30	75.35
	0.19	25%	Diseño 14	2.30	61.69
	0.19	30%	Diseño 15	2.33	71.35

En la figura 41 se puede apreciar que la mayor resistencia obtenida fue de 92.34 Mpa con una relación de peso de 2.35 gr/cm³ registrado en el diseño 11. Mientras que el mayor peso registrado fue de 2.42 gr/cm³ registrando una resistencia de 71.14 Mpa para el diseño 5.

Figura 41: Resistencia a la compresión promedio (Mpa) vs el peso de las muestras a los 28 días.



Hurtado, J. (2020) en su investigación de concreto UHPC evaluó pruebas de densidad para sus mezclas de trabajo, encontrando valores máximos de 2420 kg/m³ y un valor mínimo de 2386 kg/m³. También, Graybeal, B.A. (2006) en su estudio de concreto UHPC los pesos varían entre 2400 kg/m³ a 2470 kg/m³, asociando estos valores con la resistencia a la compresión entre los 100 Mpa y 150 Mpa.

Los resultados encontrados en la presente investigación se encuentran dentro del rango encontrados por otras investigaciones realizadas.

4.1.3 Resistencia a la compresión vs flujo

En tabla 13 se puede observar los resultados de resistencia a la compresión promedio en cada muestra y el flujo para diferentes relaciones de w/mc y las variaciones de los porcentajes de adición de micro sílice que están desde 10% a 30%. El diseño en referencia presenta una resistencia a la compresión promedio de 62.85 Mpa, presentando un flujo promedio de 13.40 cm para una relación w/mc de 0.18, con una

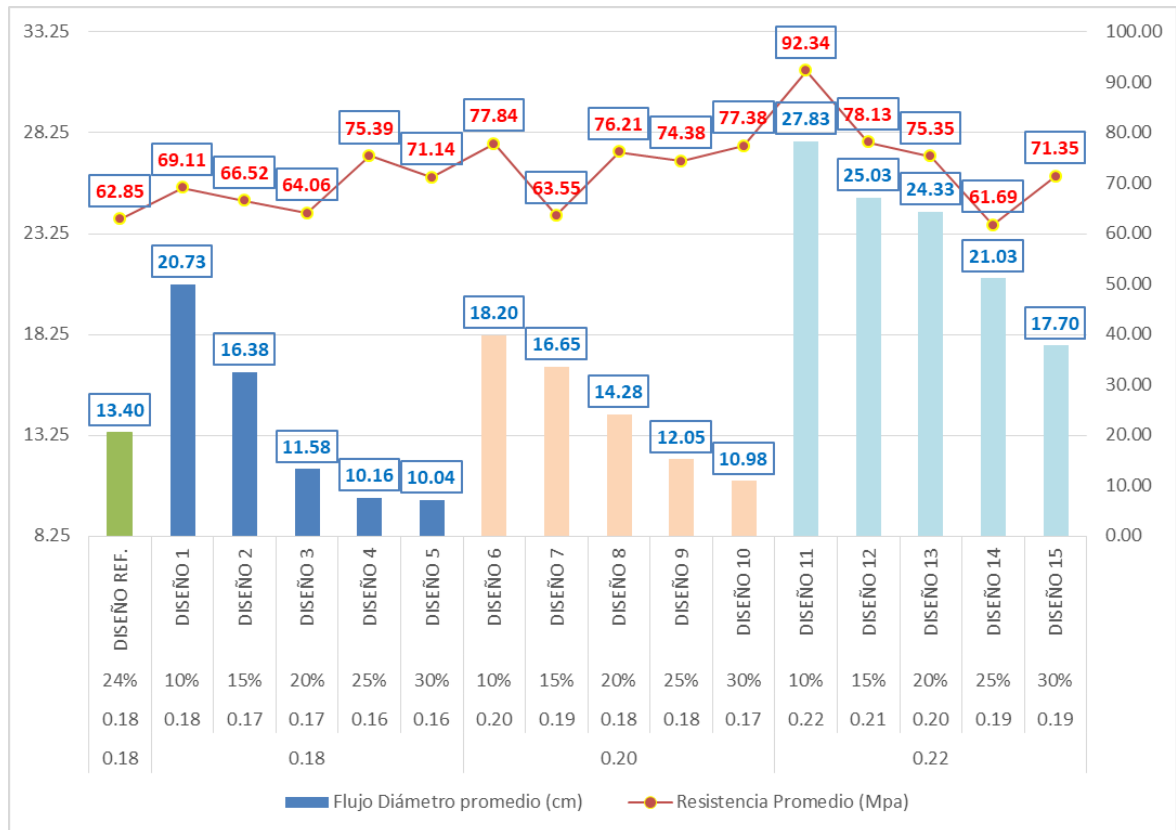
adición de micro sílice de 24 %. Entre tanto para la mayor resistencia de 92.34 Mpa se aprecia el flujo de 27.83 cm para el diseño 11 con una relación w/mc de 0.22, mientras que para el diseño 12 se registra una resistencia a la compresión de 78.13 Mpa con un flujo de 25.03 con una relación w/mc de 0.21; ambos resultados con un porcentaje de 10 y 15 % respectivamente de cada diseño.

Tabla 13: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos vs el flujo.

Relación w/c	Relación w/mc	Porcentaje micro sílice	Diseño de mezcla	Flujo diámetro promedio (cm)	Resistencia promedio (Mpa)
0.18	0.18	0.24	Diseño referencia	13.40	62.85
	0.18	0.10	Diseño 1	20.73	69.11
	0.17	0.15	Diseño 2	16.38	66.52
0.18	0.17	0.20	Diseño 3	11.58	64.06
	0.16	0.25	Diseño 4	10.16	75.39
	0.16	0.30	Diseño 5	10.04	71.14
	0.20	0.10	Diseño 6	18.20	77.84
	0.19	0.15	Diseño 7	16.65	63.55
0.20	0.18	0.20	Diseño 8	14.28	76.21
	0.18	0.25	Diseño 9	12.05	74.38
	0.17	0.30	Diseño 10	10.98	77.38
	0.22	0.10	Diseño 11	27.83	92.34
	0.21	0.15	Diseño 12	25.03	78.13
0.22	0.20	0.20	Diseño 13	24.33	75.35
	0.19	0.25	Diseño 14	21.03	61.69
	0.19	0.30	Diseño 15	17.70	71.35

En la figura 42 se puede apreciar que los mayores flujos se encuentran en las bajas adiciones mineralógicas de humo de sílice, así como de mayor resistencia obtenidas respecto al flujo correspondiente como es el caso del diseño 11, diseño 6 con relaciones de w/mc de 0.22 y 0.20 respectivamente.

Figura 42: Variación del flujo por diseño de mezcla de UHPC.



Shamshad *et al.* (2014) en su investigación en el desarrollo de mezclas de UHPC encuentra rangos de flujo entre 15.0 cm y 25.5 cm los rangos de resistencia a la compresión están entre 125 a 163 Mpa respectivamente (resistencia la compresión a los 28 días).

4.1.4 Resistencia a la compresión máxima y mínima

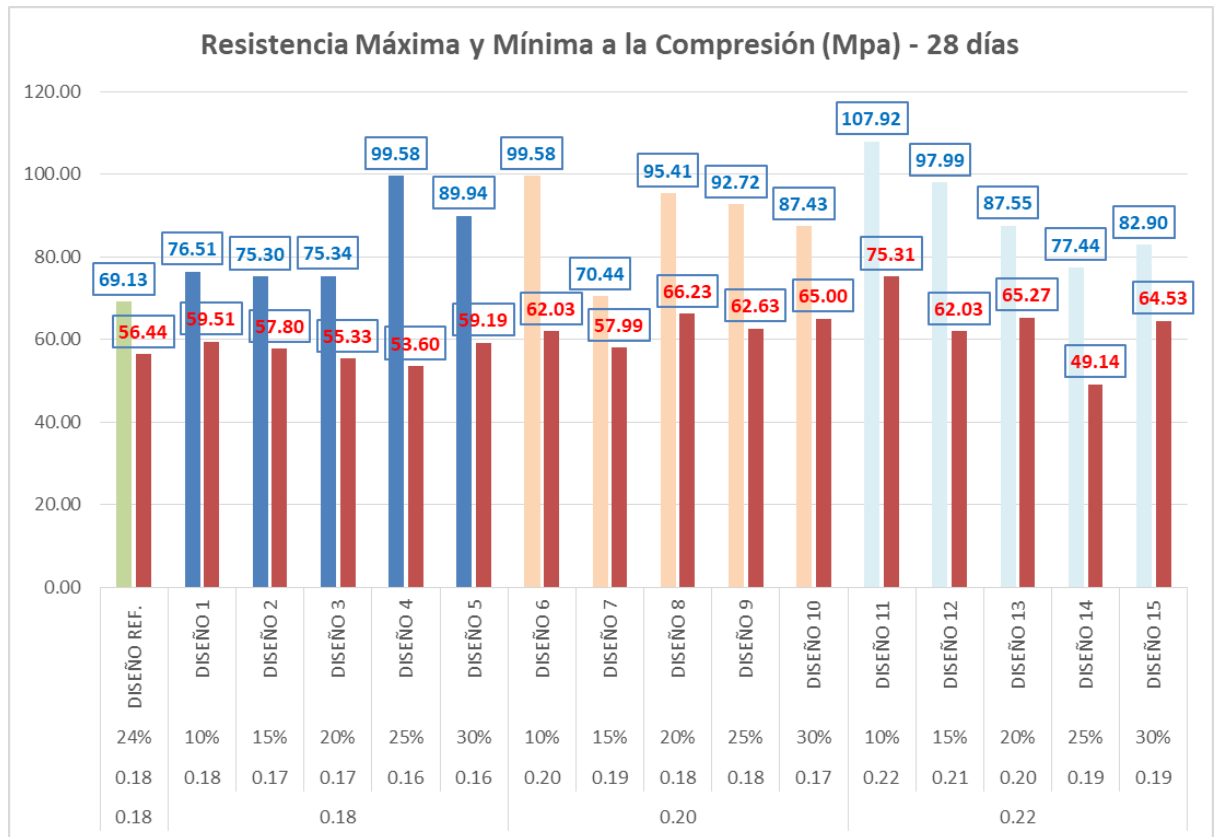
En tabla 14 se observa los resultados de resistencia a la compresión máxima y mínima obtenida de los resultados realizados a las probetas. Observándose que el diseño en referencia presenta una resistencia máxima de 69.13 y 56.44 Mpa. Se puede verificar que el diseño 11 obtuvo una resistencia a la compresión máxima de 107.92 Mpa y presentó una resistencia a la compresión mínima de 75.31 Mpa para una relación w/mc de 0.22; seguido del diseño 12 con una resistencia a la compresión máxima de 97.99 Mpa con una resistencia a la compresión mínima de 62.03 Mpa y del diseño de mezcla 4 con una resistencia a la compresión Máxima de 99.58 Mpa y con la resistencia a la compresión mínima de 53.60 Mpa. Cabe mencionar que la resistencia mínima obtenida del diseño corresponde al diseño de mezcla 12.

Tabla 14: Resultados de la prueba de resistencia a la compresión en los diseños de mezcla propuestos máximos y mínimos.

Relación w/c	Relación w/mc	Porcentaje micro sílice	Diseño de mezcla	Resistencia a la compresión	
				Resistencia máxima (Mpa)	Resistencia mínima (Mpa)
0.18	0.18	24%	Diseño referencia	69.13	56.44
0.18	0.18	10%	Diseño 1	76.51	59.51
	0.17	15%	Diseño 2	75.30	57.80
	0.17	20%	Diseño 3	75.34	55.33
	0.16	25%	Diseño 4	99.58	53.60
	0.16	30%	Diseño 5	89.94	59.19
0.20	0.20	10%	Diseño 6	99.58	62.03
	0.19	15%	Diseño 7	70.44	57.99
	0.18	20%	Diseño 8	95.41	66.23
	0.18	25%	Diseño 9	92.72	62.63
	0.17	30%	Diseño 10	87.43	65.00
0.22	0.22	10%	Diseño 11	107.92	75.31
	0.21	15%	Diseño 12	97.99	62.03
	0.20	20%	Diseño 13	87.55	65.27
	0.19	25%	Diseño 14	77.44	49.14
	0.19	30%	Diseño 15	82.90	64.53

En la figura 43 se observa que as variaciones de las resistencias a la compresión máximas y mínimas en cada diseño de mezcla y correspondientemente para cada relación w/mc. Por lo que el diseño 11 presenta mayor resistencia a la compresión.

Figura 43: Resistencia a la compresión máxima y mínima, por diseño de mezcla de UHPC.



Ravitheja *et al.* (2020) en su investigación encuentra que la resistencia para concretos de alta resistencia obtuvo valores de entre 60 Mpa y 130 Mpa, para una relación mínima de 0.20 y superplastificante de 0.73 a 2.95 %; estando los valores obtenidos dentro del rango de la presente investigación.

4.2 Flujo

El flujo se determinó de acuerdo a la norma C1856/C1856M-17, en la cual menciona que los flujos deben de estar en un rango entre un flujo mínimo de 20.32 cm (8") y un flujo máximo de 25.40 cm (10").

En la tabla 15 se observa los flujos en el concreto UHPC en los 15 diseños de mezcla propuestos y 1 diseño de referencia, se observan flujos que van desde 10.04 cm de diámetro promedio hasta los 27.83 cm de diámetro en promedio.

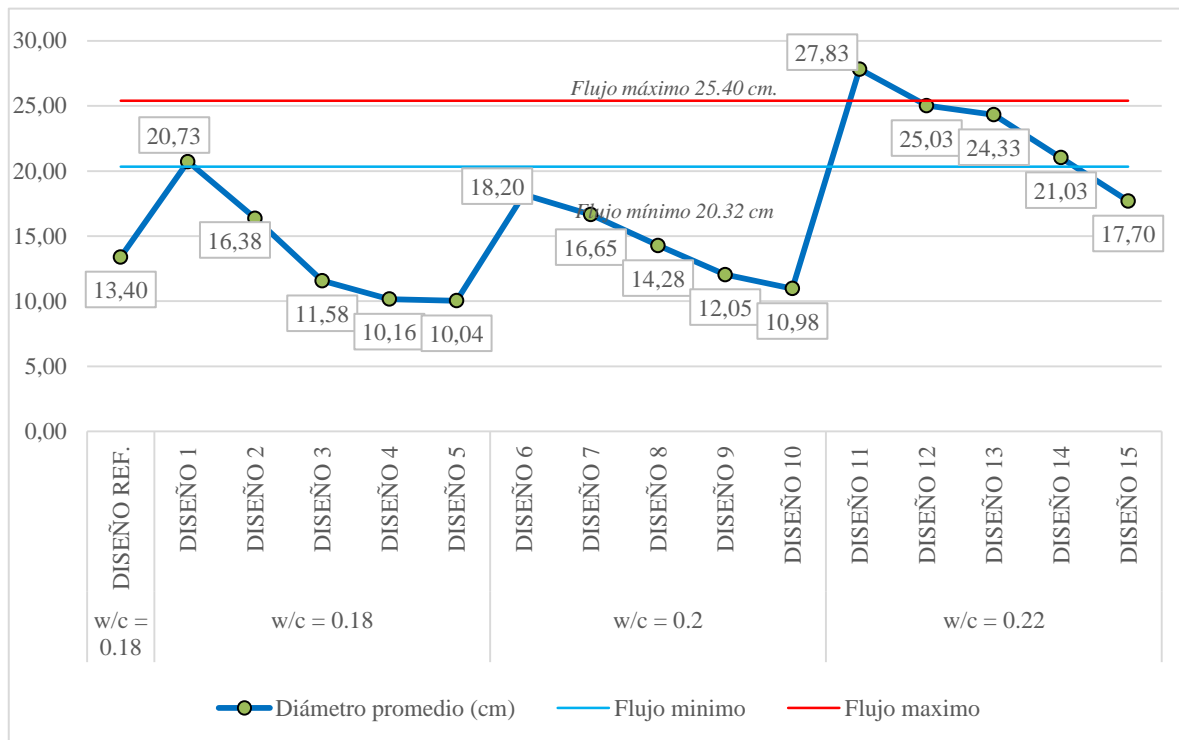
Tabla 15: Resultados de las pruebas de flujo a cada diseño de mezcla realizado.

Relación w/c	Relación w/mc	Diseño de mezcla	Flujo de concreto UHPC		
			Diámetro mínimo promedio (cm)	Diámetro máximo promedio (cm)	Diámetro promedio (cm)
	0.18	Diseño referencia	13.10	13.70	13.40
0.18	0.18	Diseño 1	20.30	21.15	20.73
	0.17	Diseño 2	15.85	16.90	16.38
	0.17	Diseño 3	11.25	11.90	11.58
	0.16	Diseño 4	10.05	10.28	10.16
	0.16	Diseño 5	10.00	10.08	10.04
0.20	0.20	Diseño 6	17.90	18.50	18.20
	0.19	Diseño 7	15.80	17.50	16.65
	0.18	Diseño 8	14.10	14.45	14.28
	0.18	Diseño 9	11.60	12.50	12.05
	0.17	Diseño 10	10.91	11.05	10.98
0.22	0.22	Diseño 11	27.65	28.00	27.83
	0.21	Diseño 12	24.95	25.10	25.03
	0.20	Diseño 13	23.80	24.85	24.33
	0.19	Diseño 14	20.60	21.45	21.03
	0.19	Diseño 15	17.60	17.80	17.70

En la figura 44 observamos los valores de flujo obtenidos para las mezclas de UHPC, cada mezcla se realizó de acuerdo a la adición mineralógica, se observa el valor del diámetro de flujo mínimo de 20.32 cm y Flujo máximo de 25.40 cm, que los valores adecuados de flujo están adecuados para los diseños de mezcla 12, 13 y 14 las mismas que representan los valores de diámetro de flujo de 25.03, 24.33 y 21.03 cm promedio respectivamente.

Según la ASTM C1856/C1856M-17 menciona que el flujo adecuado es el que se encuentra entre 20.32 cm y 25.40 cm de diámetro.

Figura 44: Variación del flujo por diseño de mezcla de UHPC.



Según la ASTM C1856/C1856M-17 menciona que el flujo adecuado es el que se encuentra entre 20.32 cm y 25.40 cm.

López, J. y Tufino. W. (2020) en su investigación mencionan que a medida que se incrementa la relación w/b, también se logra incrementar el slump, por lo que esta relación es directamente proporcional a slump y/o flujo influyendo en la trabajabilidad.

Smarzewski, P. (2019) menciona que la adición del humo de sílice (SF) cumple un rol fundamental en la reacción de hidratación entre el cemento y el agua al momento de reaccionar con el hidróxido de calcio para la formación del gel de silicato de calcio hidratado (CSH), este viene hacer un aglutinante entre los agregados y proporciona al concreto su fuerza necesaria.

López, J. y Tufino. W. (2020) menciona que existe una relación entre w/mc y la trabajabilidad del concreto mencionando que existe una relación entre ambas variables la cual es directamente proporcional, por lo que al incrementar la relación w/mc se incrementa el valor de trabajabilidad (flujo).

4.3 Reactividad potencial álcali agregado

Es conocido como el ensayo de durabilidad se tomó como referencia mediante la evaluación de la metodología de ensayo acelerado de barras de mortero (prismas de concreto) ASTM C 1260; es una referencia para determinar la potencial reactividad álcali-sílice de los agregados.

Se puede observar que en el Tabla 16 de la parte inferior, las expansiones registradas al inicio ó 0 días, a los 3 días, 7 días y 14 días, las cuales se evaluaron siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM C 1260, los resultados están en expresados en milímetros.

Tabla 16: Cambio de longitud en promedio para los diseños de mezclas.

Diseño de mezcla	Microsilice (%)	Relación w/mc	Expansión			
			0 Días (m.m.)	3 Días (m.m.)	7 Días (m.m.)	14 Días (m.m.)
Diseño referencia	0.24	0.18	0.0000	0.0558	0.0783	0.0775
Diseño 1	0.10	0.18	0.0000	0.0083	0.0183	0.0200
Diseño 2	0.15	0.17	0.0000	0.0542	0.0408	0.1042
Diseño 3	0.20	0.17	0.0000	0.0183	0.0500	0.0467
Diseño 4	0.25	0.16	0.0000	0.0058	0.0350	0.0392
Diseño 5	0.30	0.16	0.0000	0.0300	0.0600	0.0542
Diseño 6	0.10	0.20	0.0000	0.0367	0.0233	0.0279
Diseño 7	0.15	0.19	0.0000	0.0233	0.0192	0.0458
Diseño 8	0.20	0.18	0.0000	0.0142	0.0183	0.0342
Diseño 9	0.25	0.18	0.0000	0.0675	0.0567	0.0742
Diseño 10	0.30	0.17	0.0000	0.0300	0.1000	0.1167
Diseño 11	0.10	0.22	0.0000	0.0750	0.0558	0.1054
Diseño 12	0.15	0.21	0.0000	0.0267	0.0675	0.0646
Diseño 13	0.20	0.20	0.0000	0.0033	0.0450	0.0713
Diseño 14	0.25	0.19	0.0000	0.0392	0.0617	0.0658
Diseño 15	0.30	0.19	0.0000	0.1150	0.1233	0.1550

En el Tabla 17, se muestra las expansiones de los diseños de mezcla 1 al diseño de mezcla 5, registradas en porcentaje al inicio ó 0 días, a los 3 días, 7 días y 14 días, las cuales se evaluaron siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM C 1260.

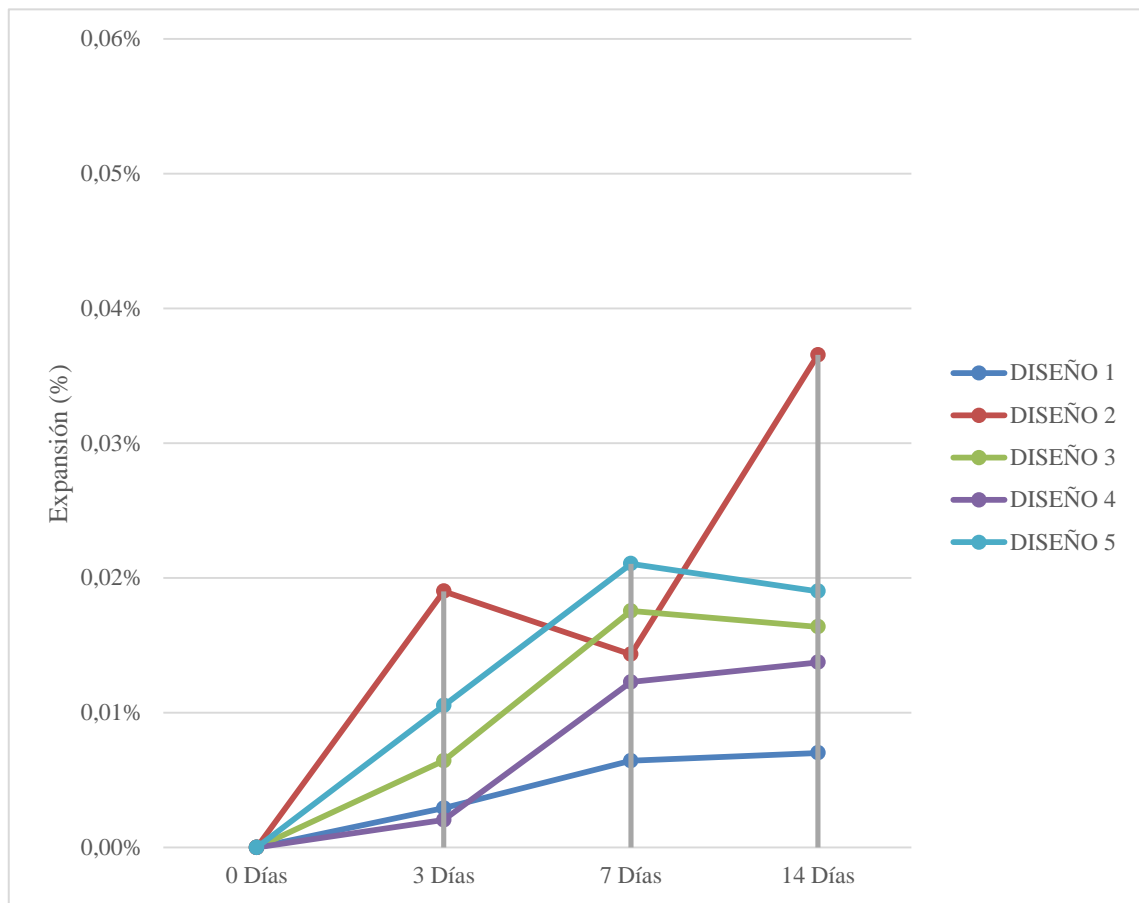
Tabla 17: Expansión en porcentaje para los diseños de mezclas del 1 al 5 (ASTM C 1260).

Diseño de mezcla	Microsilice (%)	Relación w/mc	Expansión			
			0 Días (%)	3 Días (%)	7 Días (%)	14 Días (%)
Diseño 1	0.10	0.18	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
Diseño 2	0.15	0.17	0.00%	0.02%	0.01%	0.04%
Diseño 3	0.20	0.17	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%
Diseño 4	0.25	0.16	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
Diseño 5	0.30	0.16	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%

Para una mejor visualización se muestra en la figura 45 observamos las expansiones presentadas a los 14 días, en los especímenes de los cinco primeros diseños de mezcla, para una combinación con una relación de w/c a 0.18 y una relación de w/mc de 0.16 a 0.18 presentan expansiones relativamente bajas siendo del orden de 0.01 a 0.04% en promedio.

El diseño 1 con el uso de micro sílice en proporción del 10% presenta una expansión mínima, siendo de esta manera mucho más controlada consecuentemente mínima, con respecto a los otros diseños de mezcla; considerándose los diseños de mezcla como inocuas, es decir la reactividad es mínima del agregado.

Figura 45: Expansión a 14 días según ASTM C1260 para prismas elaborados con las mezclas del diseño 1 a diseño 5.



En el Tabla 18, se muestra las expansiones de los diseños de mezcla 6 al diseño de mezcla 10, registradas en porcentaje al inicio ó 0 días, a los 3 días, 7 días y 14 días, las cuales se evaluaron siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM C 1260.

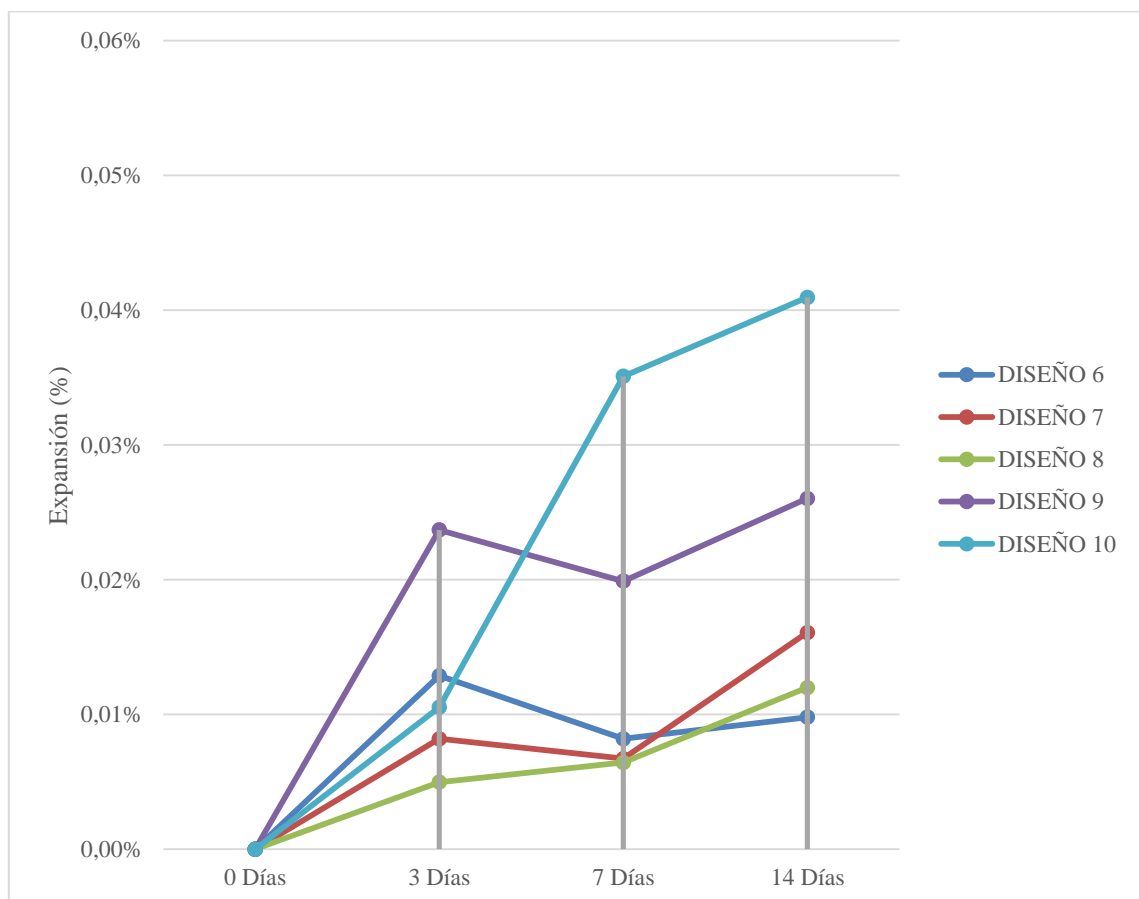
Tabla 18: Expansión en porcentaje para los diseños de mezclas del 6 al 10 (ASTM C 1260).

Diseño de mezcla	Microsilice (%)	Relación w/mc	Expansión			
			0 Días (%)	3 Días (%)	7 Días (%)	14 Días (%)
Diseño 6	0.10	0.20	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%
Diseño 7	0.15	0.19	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%
Diseño 8	0.20	0.18	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
Diseño 9	0.25	0.18	0.00%	0.02%	0.02%	0.03%
Diseño 10	0.30	0.17	0.00%	0.01%	0.04%	0.04%

Mientras que en la figura 46 observamos de la misma forma las expansiones presentadas a los 14 días, en los especímenes de los diseños de mezcla del 6 al 10, para una combinación con una relación de w/c a 0.20 y una relación de w/mc de 0.17 a 0.20 presentan expansiones relativamente bajas siendo del orden de 0.01 a 0.04% en promedio, indicando que la mezcla es potencialmente reactiva frente a esta combinación en específico.

Así mismo, el uso de micro sílice en proporciones moderadas como es el caso de los diseños 6,7 y 8 con adiciones minerales de 10,15% y 20% respectivamente en peso del cemento disminuye la reactividad de un agregado potencialmente reactivo.

Figura 46: Expansión a 14 días según ASTM C1260 para primas elaborados con las mezclas del diseño 6 a diseño 10.



De la figura anterior se observa el diseño 6 con el uso de micro sílice en proporción del 10% presenta una expansión mínima, mientras que el diseño 10 presenta una máxima

de 0.04%, se puede encontrar que los diseños de mezcla de la figura 46 son considerados como mezclas inocuas, es decir la reactividad es mínima del agregado.

En el Tabla 19, se muestra las expansiones de los diseños de mezcla 11 al diseño de mezcla 15, registradas en porcentaje al inicio ó 0 días, a los 3 días, 7 días y 14 días, las cuales se evaluaron siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM C 1260.

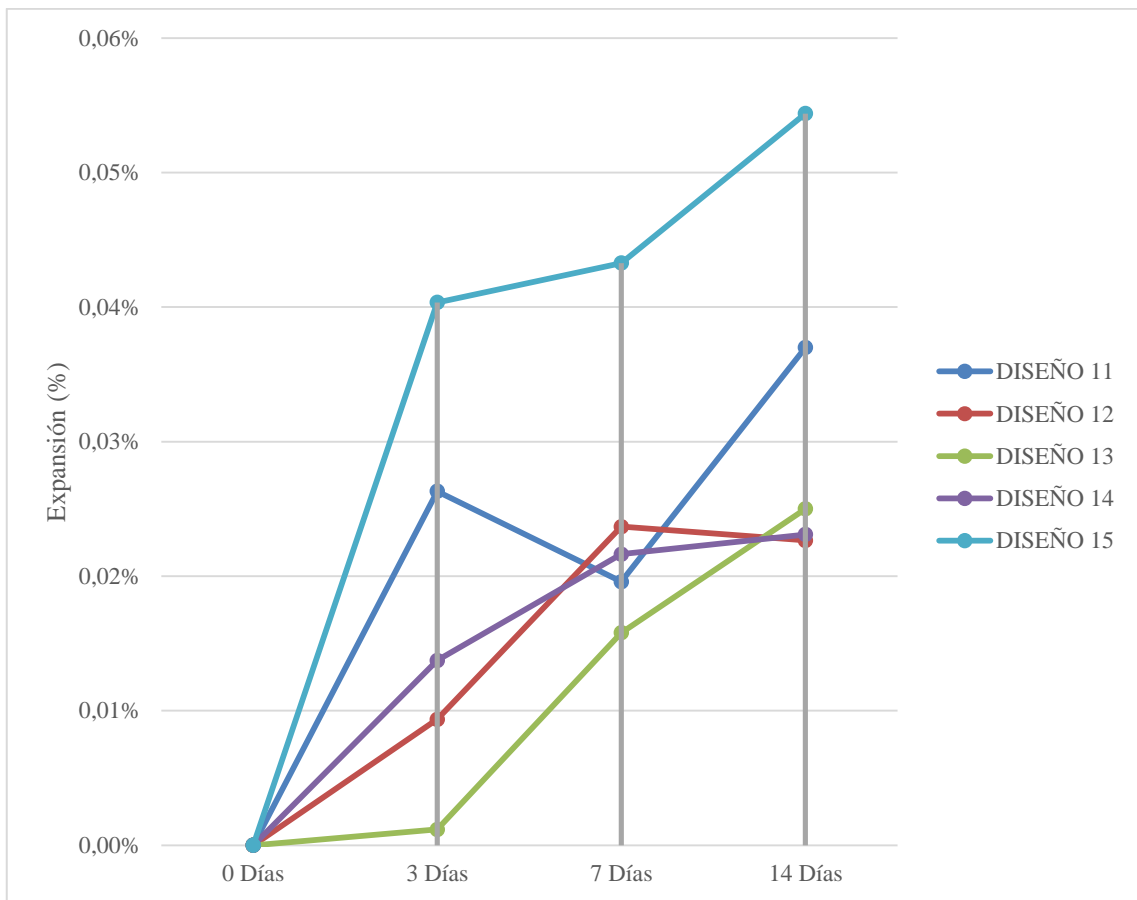
Tabla 19: Expansión en porcentaje para los diseños de mezclas del 11 al 15 (ASTM C 1260).

Diseño de mezcla	Microsilice (%)	Relación w/mc	Expansión			
			0 Días (%)	3 Días (%)	7 Días (%)	14 Días (%)
Diseño 11	0.10	0.22	0.00%	0.03%	0.02%	0.04%
Diseño 12	0.15	0.21	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%
Diseño 13	0.20	0.20	0.00%	0.00%	0.02%	0.03%
Diseño 14	0.25	0.19	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%
Diseño 15	0.30	0.19	0.00%	0.04%	0.04%	0.05%

Por otro lado que en la figura 47 observamos las expansiones presentadas a los 14 días, en los especímenes de los diseños de mezcla del 11 al 15, para una combinación con una relación de w/c a 0.22 y una relación de w/mc de 0.19 a 0.22 presentan expansiones relativamente moderadas siendo del orden de 0.02 a 0.05% en promedio, indicando también que la mezcla posee una combinación reactiva para el diseño de mezcla.

El diseño 12 con el uso de micro sílice en proporción del 10% presenta una expansión mínima, mientras que el diseño 15 presenta una máxima de 0.05%, se puede encontrar que los diseños de mezcla de la figura 47 son considerados como mezclas inocuas, es decir la reactividad es mínima del agregado.

Figura 47: Expansión a 14 días según ASTM C1260 para prismas elaborados con las mezclas del diseño 11 a diseño 15.



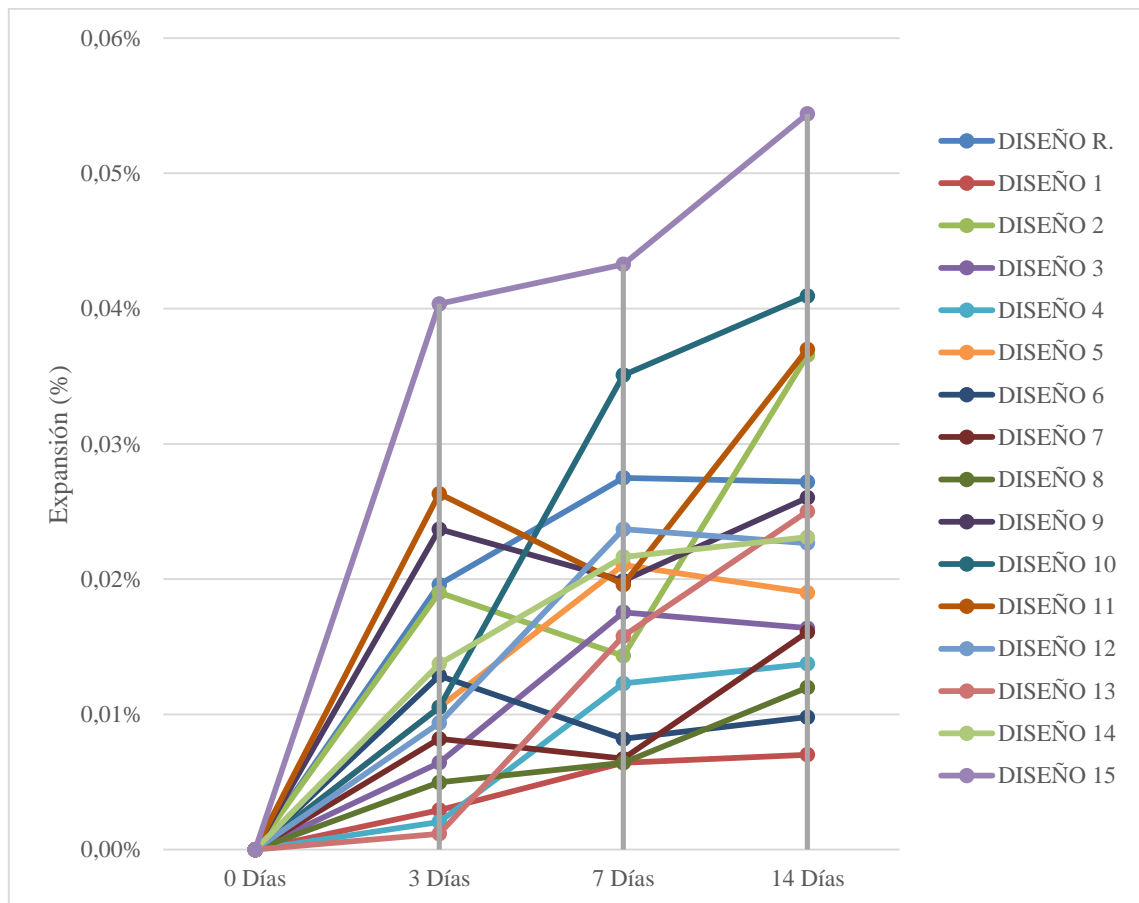
Se puede observar que en el Tabla 20 de la parte inferior, las expansiones registradas en todos los diseños de mezcla al inicio ó 0 días, a los 3 días, 7 días y 14 días, las cuales se evaluaron siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM C 1260, los resultados están expresados en porcentaje.

Tabla 20: Expansión en porcentaje para los todos los diseños de mezclas (ASTM C 1260).

Diseño de mezcla	Microsilice (%)	Relación w/mc	Expansión			
			0 Días (%)	3 Días (%)	7 Días (%)	14 Días (%)
Diseño referencia	0.24	0.18	0.00%	0.02%	0.03%	0.03%
Diseño 1	0.10	0.18	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
Diseño 2	0.15	0.17	0.00%	0.02%	0.01%	0.04%
Diseño 3	0.20	0.17	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%
Diseño 4	0.25	0.16	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
Diseño 5	0.30	0.16	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%
Diseño 6	0.10	0.20	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%
Diseño 7	0.15	0.19	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%
Diseño 8	0.20	0.18	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
Diseño 9	0.25	0.18	0.00%	0.02%	0.02%	0.03%
Diseño 10	0.30	0.17	0.00%	0.01%	0.04%	0.04%
Diseño 11	0.10	0.22	0.00%	0.03%	0.02%	0.04%
Diseño 12	0.15	0.21	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%
Diseño 13	0.20	0.20	0.00%	0.00%	0.02%	0.03%
Diseño 14	0.25	0.19	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%
Diseño 15	0.30	0.19	0.00%	0.04%	0.04%	0.05%

Para una mejor visualización se observa en la figura 48 el resumen de las expansiones de las muestras a los 14 días, en los prismas de los 16 diseños de mezcla elaborados (15 diseños más 1 diseño de referencia). Las cuales se midieron siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM C1260

Figura 48: Expansión a 14 días según ASTM C1260 para prismas elaborados con las mezclas de todos los diseños en estudio.



Según Bolívar, S. y Torres, N. (2018) mencionan que un remplazo del 10 % de micro sílice en los diseños de mezcla disminuye las expansiones en el concreto en la misma cantidad que un 20 % de remplazo con ceniza volante tipo F.

4.4 Relación w/mc

En el cuadro 17 se muestra la relación directa entre el agua/material cementicio con la resistencia a la compresión para el concreto UHPC.

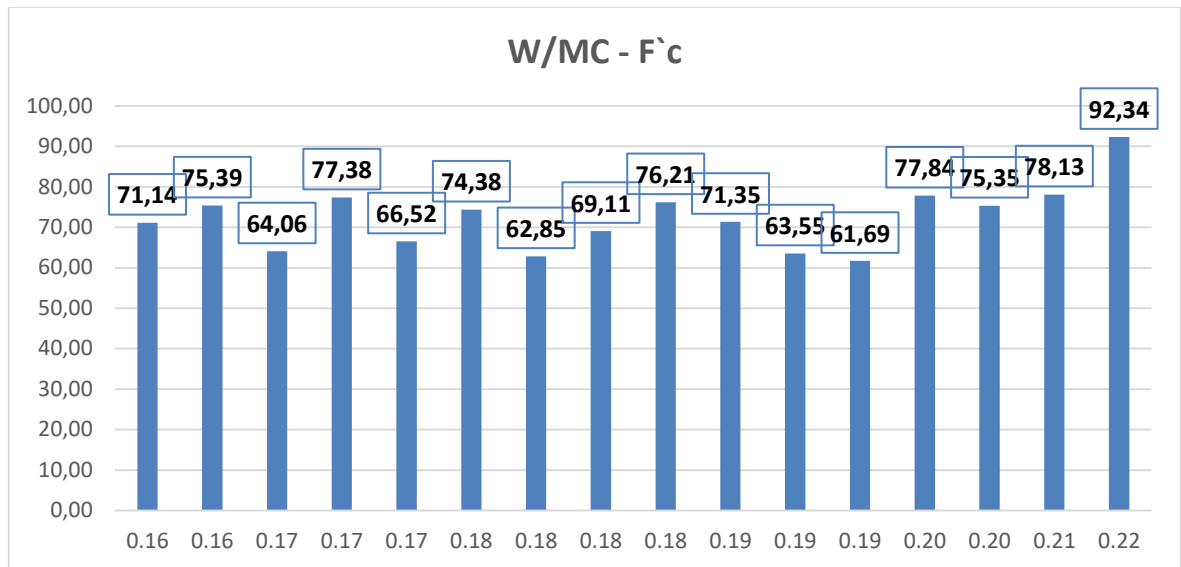
Tabla 21: Relación agua/material cementicio con resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo

Relación w/mc	Resistencia a la compresión (Mpa)
0.156	71.14
0.162	75.39
0.168	64.06
0.171	77.38
0.174	66.52
0.178	74.38
0.180	62.85
0.181	69.11
0.184	76.21
0.187	71.35
0.191	63.55
0.194	61.69
0.199	77.84
0.201	75.35
0.209	78.13
0.218	92.34

En la figura 49 la representación de la resistencia a la compresión y la relación de agua/material cementicio del concreto UHPC, determinándose que la resistencia a la compresión máxima alcanzada por el concreto se incrementa al aumentar la relación w/mc.

Se observa que para una relación de w/mc de 0.22 se obtiene una mayor resistencia mecánica a la compresión de 92.34 Mpa, en relación con las otras relaciones por debajo de esta disminuye la resistencia a la compresión en concreto UHPC.

Figura 49: Representación de la relación existente entre agua/material cementicio y la resistencia a la compresión a los 28 días.



Lo contrastado con Lopez, J. y Tufino. W. (2020) en su investigación mencionan que para una relación de 0.22 agua/cementante (w/b) encuentra una resistencia a la compresión de 115.30 Mpa, así como por debajo de esta relación disminuye drásticamente la resistencia a la compresión, manteniendo la trabajabilidad con características que corresponde a un concreto fluido.

Lopez, J. y Tufino. W. (2020) en su investigación menciona que para concreto de ultra alto desempeño - UHPC el valor de agua y material cementicio (w/mc) adecuado es de 0.22.

En el cuadro 18 se muestra la relación que existe entre el coeficiente w/mc con la el flujo denominado trabajabilidad del concreto UHPC. La información de este tipo de concreto con flujos a partir de 20.32 cm (203.2 mm.) según especificación ASTM C1856/C1856M.

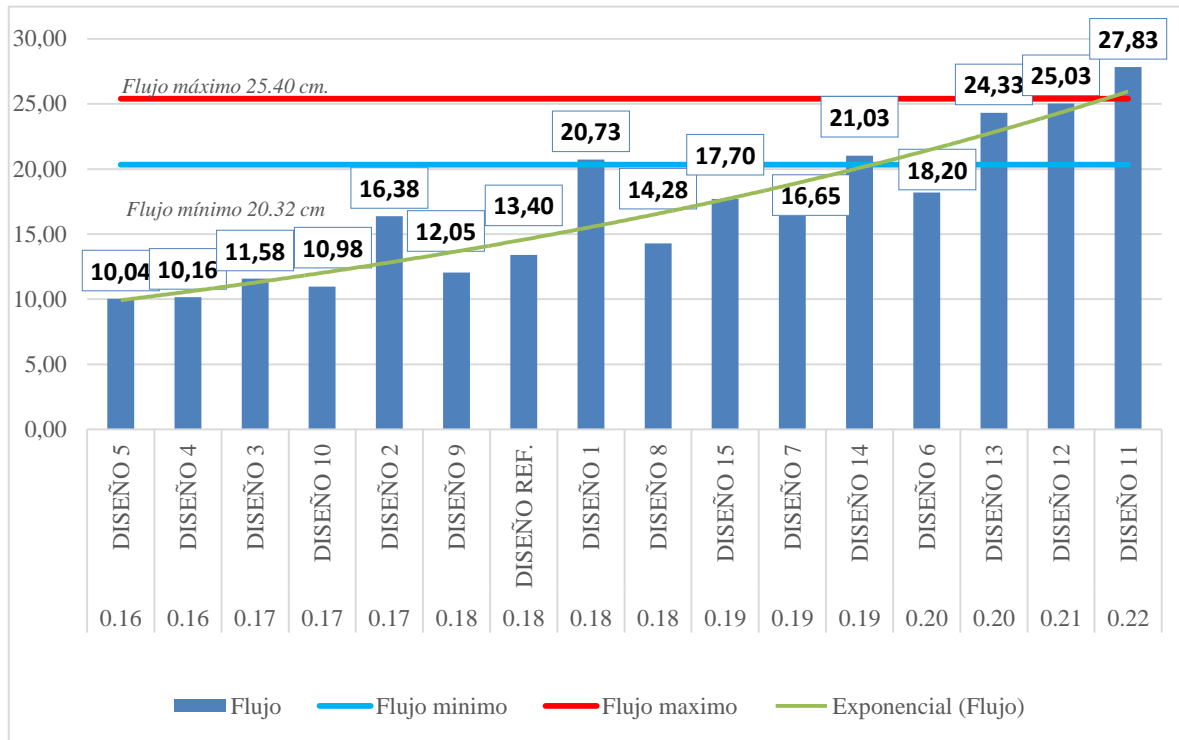
Tabla 22: Diseños de mezcla de diferentes relaciones agua/material cementicio relacionados con la resistencia a la compresión.

Relación w/mc	Diseño de mezcla	Resistencia compresión (Mpa)	Flujo (cm)
0.156	Diseño 5	71.14	10.04
0.162	Diseño 4	75.39	10.16
0.168	Diseño 3	64.06	11.58
0.171	Diseño 10	77.38	10.98
0.174	Diseño 2	66.52	16.38
0.178	Diseño 9	74.38	12.05
0.180	Diseño ref.	62.85	13.40
0.181	Diseño 1	69.11	20.73
0.184	Diseño 8	76.21	14.28
0.187	Diseño 15	71.35	17.70
0.191	Diseño 7	63.55	16.65
0.194	Diseño 14	61.69	21.03
0.199	Diseño 6	77.84	18.20
0.201	Diseño 13	75.35	24.33
0.209	Diseño 12	78.13	25.03
0.218	Diseño 11	92.34	27.83

En la figura 50 se muestra la representación w/mc y el flujo, mostrando un pendiente positiva, el cual indica que existe una relación de estos dos parámetros y son directamente proporcionales, al incrementar la relación w/mc se incrementa el flujo (asentamiento) siendo este I indicador de trabajabilidad de la mezcla del concreto UHPC.

De acuerdo con lo evaluado por Lopez, J. y Tufino. W. (2020) se contrasta que existe una relación entre ambas variables, de acuerdo a la línea de tendencia que existe.

Figura 50: Relación agua/cementante y el flujo.



4.5 Contrastación de hipótesis

4.5.1 Hipótesis general

En la presente investigación se ha planteado la hipótesis general siguiente:

H₁ “Se podrá determinar la relación de agua/material cementicio (w/mc) del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) a través de un diseño de mezcla adecuado”.

La hipótesis planteada permite demostrar la importancia de conocer la adecuada relación de agua y el material cementicio (w/mc) en concreto de ultra alto desempeño (UHPC), determinándose el diseño adecuado, la resistencia mecánica a la compresión adecuada y de durabilidad (expansiones). Por lo que se puede afirmar que de los resultados obtenidos de los diferentes ensayos sometidos al concreto UHPC la hipótesis general es verdadera. Toda vez que con el diseño de mezcla adecuada mejorara la resulta a la compresión y expansiones dentro de lo recomendado.

4.5.2 Hipótesis específica 1

h_1 “Se podrá obtener la resistencia mecánica a la compresión adecuada del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) mediante un diseño de mezcla adecuado.”

h_0 “Un nuevo diseño de mezcla no podrá determinar la resistencia mecánica a la compresión adecuada del concreto de ultra alto desempeño (UHPC).”

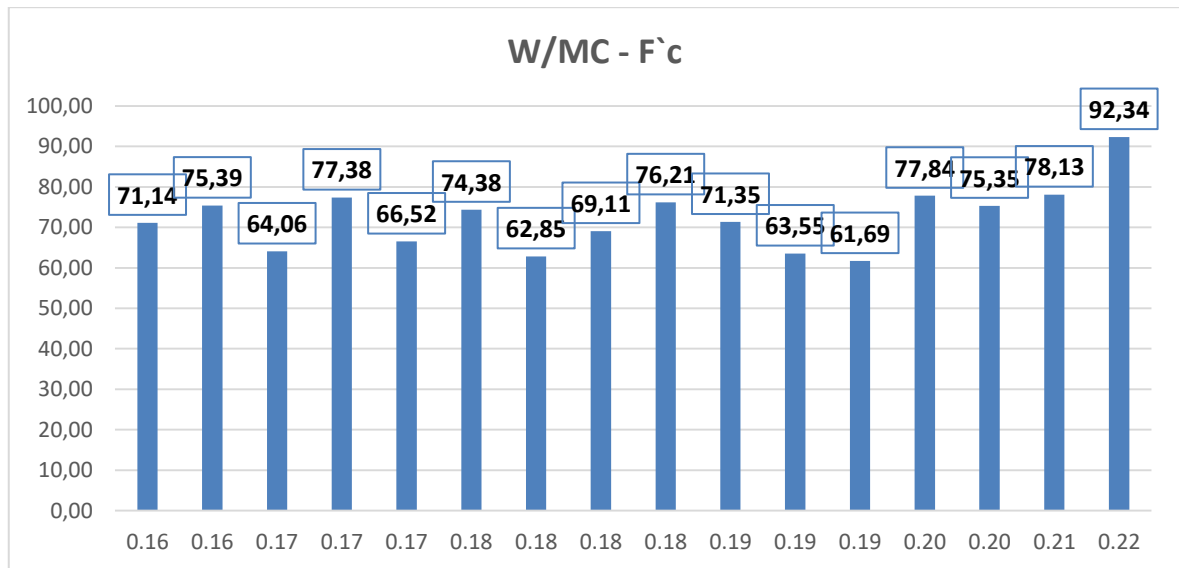
La hipótesis nula secundaria planteada es rechazada, toda vez que con una optimización de la relación de agua y el material cementicio (w/mc) si se obtiene la resistencia mecánica promedio de 92.34 Mpa a compresión y con una máxima de hasta 107.92 Mpa con respecto al diseño de referencia y los diseños en estudio, por lo que un nuevo diseño de mezcla se obtiene resultados de resistencia a la compresión adecuada con los agregados locales, por lo tanto la Hipótesis específica es verdadera y es aceptada.

Tabla 23: Relación agua/material cementicio con resistencia a la compresión a los 28 días de ensayo

Diseño de mezcla	Relación w/mc	Resistencia a la compresión promedio (Mpa)	Resistencia a la compresión máxima (Mpa)
Diseño 5	0.156	71.14	89.94
Diseño 4	0.162	75.39	99.58
Diseño 3	0.168	64.06	75.34
Diseño 10	0.171	77.38	87.43
Diseño 2	0.174	66.52	75.30
Diseño 9	0.178	74.38	92.72
Diseño ref.	0.180	62.85	69.13
Diseño 1	0.181	69.11	76.51
Diseño 8	0.184	76.21	95.41
Diseño 15	0.187	71.35	82.90
Diseño 7	0.191	63.55	70.44
Diseño 14	0.194	61.69	77.44
Diseño 6	0.199	77.84	99.58
Diseño 13	0.201	75.35	87.55
Diseño 12	0.209	78.13	97.99
Diseño 11	0.218	92.34	107.92

Por lo que la resistencia mecánica promedio y la resistencia máxima a la compresión del diseño de mezcla 11 son adecuadas y superiores a las convencionales.

Figura 51: Relación entre agua/material cementicio y la resistencia a la compresión.



4.5.3 Hipótesis específica 2

h_2 “Se podrá determinar la durabilidad adecuada del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) de un diseño de mezcla adecuado”.

h_0 “Un nuevo diseño de mezcla no podrá determinar la durabilidad adecuada (deformación) del concreto de ultra alto desempeño (UHPC)”.

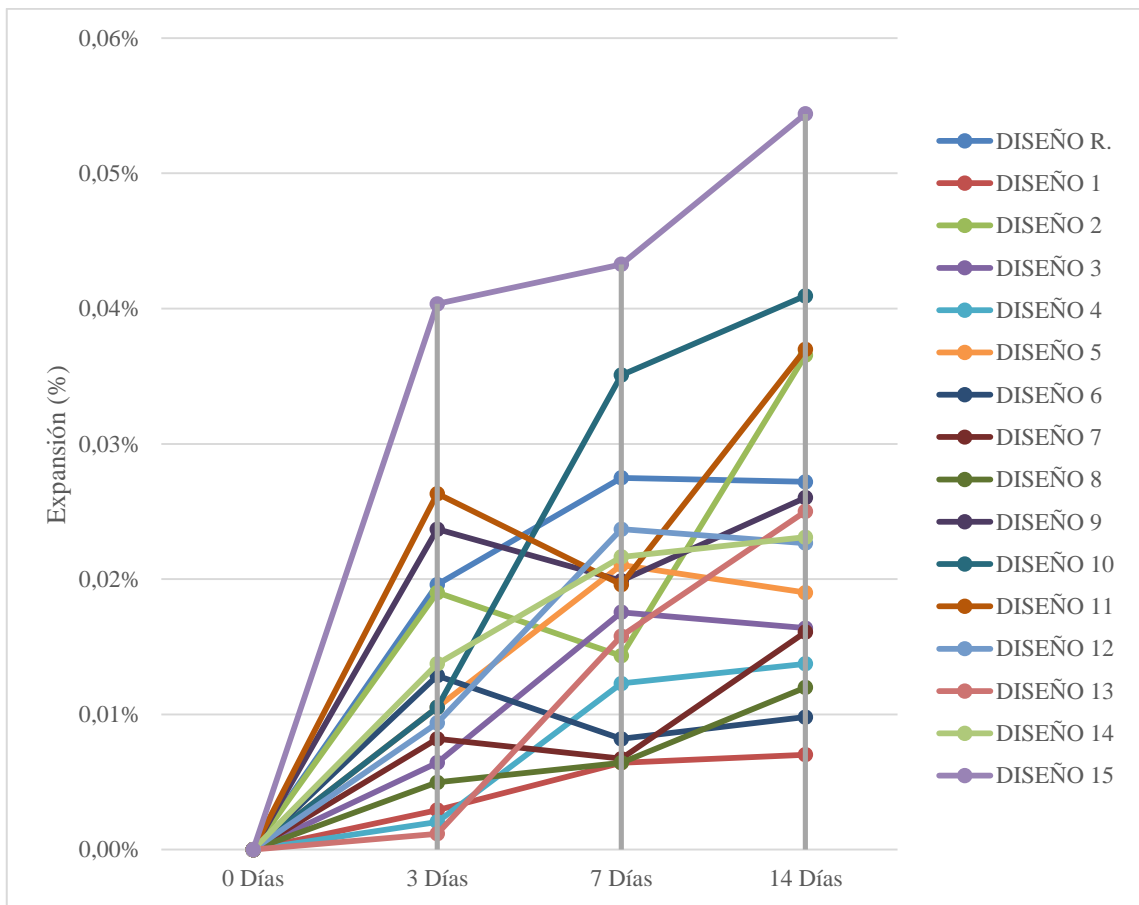
Para el presente caso la hipótesis nula planteada es rechazada ya que con una nueva relación agua – material cementicio (w/mc) de 0.22 en el concreto UHPC las deformaciones del diseño de mezcla seleccionado están por debajo de 0.10%, se pudo encontrar que los diseños de mezcla de la figura 52 contrastada con la tabla 24 son consideradas como mezclas inocuas, es decir la reactividad es mínima del agregado. Asimismo, de la condición del agregado con respecto a la reacción con sulfato realizada corrobora que estas expansiones en las muestras están por debajo de lo recomendado.

Tabla 24: Expansión en porcentaje para los todos los diseños de mezclas (ASTM C 1260).

Diseño de mezcla	Expansión							
	0 Días		3 Días		7 Días		14 Días	
	(m.m.)	(%)	(m.m.)	(%)	(m.m.)	(%)	(m.m.)	(%)
Diseño ref.	0	0.00%	0.0558	0.02%	0.0783	0.03%	0.0775	0.03%
Diseño 1	0	0.00%	0.0083	0.00%	0.0183	0.01%	0.0200	0.01%
Diseño 2	0	0.00%	0.0542	0.02%	0.0408	0.01%	0.1042	0.04%
Diseño 3	0	0.00%	0.0183	0.01%	0.0500	0.02%	0.0467	0.02%
Diseño 4	0	0.00%	0.0058	0.00%	0.0350	0.01%	0.0392	0.01%
Diseño 5	0	0.00%	0.0300	0.01%	0.0600	0.02%	0.0542	0.02%
Diseño 6	0	0.00%	0.0367	0.01%	0.0233	0.01%	0.0279	0.01%
Diseño 7	0	0.00%	0.0233	0.01%	0.0192	0.01%	0.0458	0.02%
Diseño 8	0	0.00%	0.0142	0.00%	0.0183	0.01%	0.0342	0.01%
Diseño 9	0	0.00%	0.0675	0.02%	0.0567	0.02%	0.0742	0.03%
Diseño 10	0	0.00%	0.0300	0.01%	0.1000	0.04%	0.1167	0.04%
Diseño 11	0	0.00%	0.0750	0.03%	0.0558	0.02%	0.1054	0.04%
Diseño 12	0	0.00%	0.0267	0.01%	0.0675	0.02%	0.0646	0.02%
Diseño 13	0	0.00%	0.0033	0.00%	0.0450	0.02%	0.0713	0.03%
Diseño 14	0	0.00%	0.0392	0.01%	0.0617	0.02%	0.0658	0.02%
Diseño 15	0	0.00%	0.1150	0.04%	0.1233	0.04%	0.1550	0.05%

Se puede verificar que del diseño 1 al 15 las expansiones están por debajo de 0.10%, Aseverando que a bajas adiciones mineralógicas de entre 10% produce expansiones mínimas y por debajo de lo recomendado.

Figura 52: Expansión a 14 días para prismas elaborados con las mezclas de todos los diseños en estudio.



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- La relación adecuada de agua/material cementicio (w/mc) del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) es de 0.22, con una adición mineral de micro sílice con un 10% del peso del cemento (cemento portland tipo I), para la presente investigación. Dicha relación está compuesta por: agua – súper plastificante / cemento – micro sílice.
- El diseño de mezcla con mejores resultados es el diseño 11 para la fabricación del concreto de ultra alto desempeño (UHPC).
- El porcentaje adecuado de súper plastificante es de 1.75% del peso del cemento y de micro sílice.
- La resistencia mecánica a la compresión máxima que se llegó fue de 107.92 Mpa, correspondiente al diseño de mezcla 11 del concreto de ultra alto desempeño (UHPC), para una edad de 28 días. Esta resistencia mecánica a la compresión máxima es equivalente a 1,100.46 kg/cm².
- La resistencia a la compresión promedio fue de 92.34 Mpa, correspondiente al diseño de mezcla 11 del concreto de ultra alto desempeño (UHPC), para una edad de 28 días. Esta resistencia mecánica a la compresión promedio es equivalente a 941.59 kg/cm².
- El peso adecuado respecto al volumen de la probeta para una resistencia mecánica a la compresión mayor es de 2.35 gr/cm³.
- El flujo adecuado encontrado para las relación w/mc de 0.21, 0.20 y 0.19 para mezclas con un mayor trabajabilidad cuyos diámetros de flujo fueron de 25.03,

24.33 y 21.03 respectivamente, siendo adecuados para la colocación en estructuras.

- La durabilidad y/o reactividad potencial del agregado en el concreto se encontró que al disminuir la relación w/mc entre 0.16 y 0.20 se reduce la formación de gel, por el empaquetamiento que sucede al momento del vaciado de la mezcla, siendo mezclas con mínimas expansiones.
- El comportamiento reológico del concreto UHPC respecto al flujo se evaluó que estado fresco con la prueba de mini cono, el flujo encontrado para una resistencia a la compresión mayor y máxima fue de diámetro promedio de 27.83 cm. para el diseño de mezcla 11. Mejorando la trabajabilidad, fluidez y por ende la permeabilidad al momento de la colocación del concreto en las infraestructuras. Siendo la tenacidad importante, existiendo una correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura.
- El contenido de Óxido de silicio (Cuarzo) al 31.93 del agregado fino es un indicativo adecuado para la fabricación del concreto UHPC, adiciones mineralógicas dentro del 10% y la selección del diseño de mezcla 11 son adecuados para la fabricación del concreto UHPC.
- La importancia de conocer la adecuada relación w/mc en concretos de ultra alto desempeño en la ciudad de Ayacucho, con el uso del concreto UHPC lo convierte en un material ideal para una serie de aplicaciones estructurales y arquitectónicas en la infraestructura en general en la ciudad de Ayacucho.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Continuar con la investigación del diseño mezcla 11 encontrado en la presente investigación, siguiendo específicamente con los estudios referente a la reducción de vacíos en las probetas del concreto de ultra alto desempeño (UHPC), con fines de la obtención de mayores resistencias mecánica a la compresión de lo encontrado en la presente investigación.
- Continuar con los ensayos de durabilidad, evaluando las deformaciones que existen en los prismas que se producen en el concreto de ultra alto desempeño (UHPC). Así mismo, es necesario el equipamiento del laboratorio de concreto para que las evaluaciones sean continuas.
- Incrementar los estudios de reología del concreto UHPC en los estudios de deformación y flujo de este tipo de concretos en estado fresco y endurecido y sus factores que afecta la trabajabilidad, compactación y durabilidad del diseño de mezcla encontrado. Siendo la tenacidad y la energía de rotura como propiedades de estudio importantes.
- Ampliar los conocimientos con el incremento de adiciones mineralógicas y adiciones suplementarias como puzolanas y escorias y/o con fines de sustitución del cemento por otros materiales cementicios adecuados que formaran parte del concreto de ultra alto desempeño (UHPC).
- Aumentar la documentación de la durabilidad del concreto de ultra alto desempeño (UHPC), con fines de formulación de proyectos futuros de elaboración y masificación de este tipo de concretos las cuales con el tiempo se utilizaran en las obras que existan en el departamento de Ayacucho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, W. y Yañez, R. (2013). Calidad del agregado de la cantera del rio Guayacondo, distrito de Tambillo-Huamanga-Ayacucho, con fines de elaboración de concreto (Tesis, Universidad Nacional de Huancavelica). Huacavelica, Peru. 102 paginas. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cef15694-4ff4-47e5-9e35-8705b50603fd/content>
- Agüero, R., Korzenowski, C., Aguirre, J.R.Y., Filho, A.C., Filho, L.C.P.D.S. & Mallmann, C.S. (2019). Estudio experimental de mezclas de concreto para producir UHPRC usando materiales brasileños sustentables. *Ibracon Structures and Materials Jurnal*, 12, 766-789.
- Ban, C. K. (2020). The influence of type and combination of polycarboxylate ether superplasticizer on the mechanical properties and microstructure of slagsilica fume ternary blended self-consolidating. *Revista de ingeniería de la construcción*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101412>
- Bolivar, S. y Torres, N. (2018). Evaluación de la metodología de ensayo acelerado de barras de mortero ASTM C 1260 para detectar agregados potencialmente reactivos y las medidas de mitigación de la reacción álcali-sílice ASTM C 1567. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, N.º 110. Colombia. 10 paginas. Disponible en http://www.escuelaing.edu.co/es/publicaciones_revista
- B. A. Graybeal. (2006). *Material Property Characterization of Ultra-High Performance Concrete*. U.S. Department of transportation. FHWA-HRT-06-103. 186 pgs.
- Cabanillas, H. (2020). *Concreto de alta resistencia, utilizando nanosílice y superplastificante*. Tesis para optar el Título profesional de ingeniero civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Escuela académico profesional de ingeniería Civil. Cajamarca, Perú.
- C1856/C1856M. (2017). *Standard Practice for Fabricating and Testing Specimens of Ultra-High Performance Concrete*. ASTM Internacional. United State.
- C1437-07. (2007). *Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar*. ASTM Internacional. United State.
- C1260-21. (2021). *Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)*. ASTM Internacional. United State.
- C230/C230M. (2008). *Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement*. ASTM Internacional. United State.
- C490/C490M. (2008). *Standard Practice for Use of Apparatus for the Determination of Length Change of Hardened Cement Paste, Mortar, and Concrete*. ASTM Internacional. United State.

- C31/C31M. (2019). Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field. ASTM Internacional. United State.
- El-Dieb, A. S. (2009). Mechanical, durability and microstructural characteristics of ultra-high-strength self-compacting concrete incorporating steel fibers. *Materials & Design*, 30(10), 4286–4292. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.04.024>
- Elahi, A., Basheer, P., Nanukuttan, S., & Khan, Q. (2009). Propiedades mecánicas y de durabilidad de hormigones de alto rendimiento que contienen materiales cementantes suplementarios. doi:10.1016/j.conbuildmat.2009.08.045
- Fania, E., Farmer, J. y Almakrab, A. Alkali-silica reaction (ASR) in concrete structures: Mechanisms, effects and evaluation test methods adopted in the United States. *ScienceDirect, ELSEVIER*. 17 paginas. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00563>
- Fehling, E., Schmidt, M., Walraven, J., Leutbecher, T. y Fröhlich S. (2014). Ultra-High Performance Concrete UHPC. Fundamentals – Design – Examples. Ernst & Sohn, a Wiley Brand. Federal Republic of Germany. 201 paginas.
- García, L. (2018). Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsilice y superplastificante en la ciudad de Huancayo. Tesis para optar el Título profesional de ingeniero civil. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería civil. Huancayo, Perú. 353 pgs.
- Goldman, A. &. (1993). La influencia de los microrellenos en mejoramiento de la resistencia del hormigon. *Cem Concr*, 965-972.
- Gonzales, R. (2016). Concreto de alta resistencia utilizando aditivo microsilice. Tesis para optar el Título profesional de ingeniero civil. Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Facultad de Ingeniería y arquitectura, Escuela académico profesional de ingeniería Civil. Huanuco, Perú. 73 pgs.
- Hurtado, J. (2020). Modificación del comportamiento reológico del concreto UHPC como alternativa de diseño y construcción para pavimentos. Tesis para optar el Grado de Magister en Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería civil. Bogotá, Colombia. 56 paginas.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., & Panarese, W. C. (2020). Design and Control of Concrete Mixtures. Asociación de Cemento de Portland (PCA). Fourteenth edition. United States of America. 370 paginas.
- Larrad, F. y Sedran, T. (1993). Optimization of ultra-high-performance concrete by the use of a packing model. *Cement and Concrete Research*. Editorial Pergamon. Volumen. 24. Nº 6. Paris, Francia. Pag 997-1009.
- López, J. y Tufino, W. (2020). Relación agua/cementante para mejorar las propiedades de los concretos fluidos premezclados de alta resistencia. Tesis para optar el

Título profesional de ingeniero civil. Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería Civil. Lima, Perú. 195 pgs.

- López, M., & Castro, J. (s.f.). Efecto de las puzolanas naturales en la porosidad y conectividad de poros del hormigón con el tiempo. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2019). Norma E.060 concreto armado. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO.
- Mohamed, A. (2014). Influence of nano materials on flexural behavior and compressive strength of concrete.
- Nawy, E. (2005). Reinforced concrete. A fundamental Approach. Fifth Edition. Pearson education Inc. United State. 848 paginas.
- Nilson, A. (2001). Diseño de estructuras de concreto. Mc Graw Hill Interamericana. Duodécima edición. Bogota, Colombia.
- Pasquel, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Colegio de ingenieros del Perú, Consejo Nacional. Segunda edición. Lima, Perú. 400 paginas.
- Ravitheja, A, Pavan, G. y Madhu, C. (2020). Impact on cementitious materials on high strength concrete a review. Materials Today: Proceedings. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.659>
- Rivva, E. (2015). Diseño de mezclas, Tecnología del concreto. Tercera edición. Lima, Perú. 292 paginas.
- Sandoval, C. (2011). Diseño de mezclas de concreto de alta resistencia. Tesis para optar el Título profesional de ingeniero civil. Universidad Nacional del San Martín, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura. Tarapoto, Perú. 271 pgs.
- Shamsad, A., Ibrahim, H., y Mohammed, M. (2014). Development of UHPC Mixtures Utilizing Natural and Industrial Waste Materials as Partial Replacements of Silica Fume and Sand. Hindawi Publishing Corporation. Scientific World Journal. Arabia Saudita. 8 paginas DOI:<http://dx.doi.org/10.1155/2014/713531>
- Smarzewski, P. (2019). Influence of silica fume on mechanical and fracture properties of high performance concrete. Procedia Integridad estructura. doi:[10.1016/j.prostr.2019.08.002](https://doi.org/10.1016/j.prostr.2019.08.002)

LISTA DE ABREVIATURAS

- ACI: American Concrete Institute.
- ASTM: American Society of Testing Materials.
- NTP: Norma técnica peruana.
- MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials
- ggbfs: Escoria de alto horno granulado triturada
- F_c : Esfuerzo de compresión
- w/c: Relación agua –cemento
- w/mc: Relación agua – material cementicio
- SF: Silica Fume (humo de sílice)
- UHPC: Ultra High Performance Concrete
- SiO_2 : Oxido de Silicio
- $NaAlSi_3O_8$: Silicato de sodio y aluminio
- $KAlSi_3O_8$: Silicato de potasio y aluminio
- CSH: Silicato de calcio hidratado

GLOSARIO

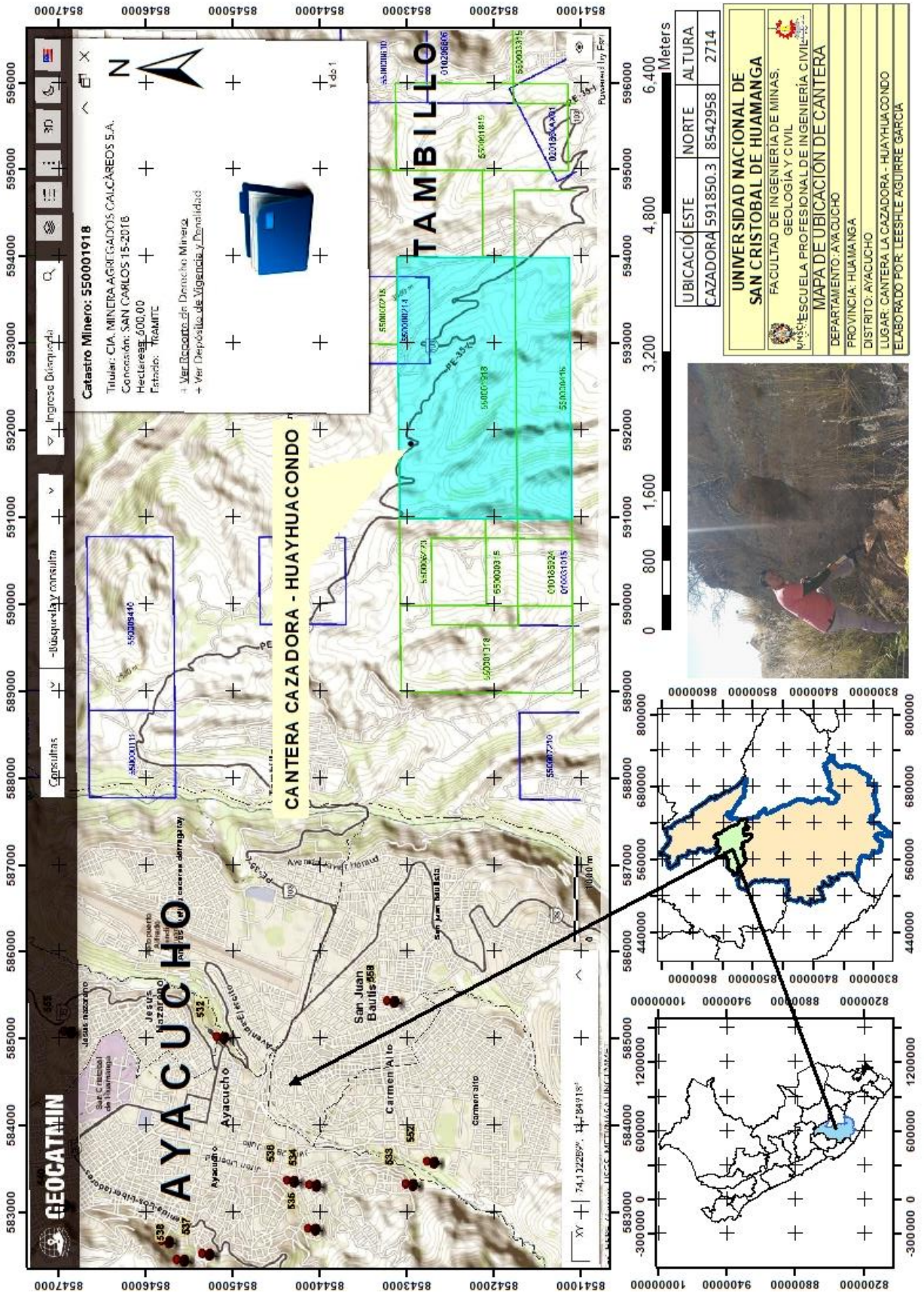
- Aditivo: Un compuesto que se agrega al concreto durante el mezclado para mejorar sus características y propiedades.
- Aditivo Superplastificante: Materia prima dosificada al concreto en estado fresco, que permite mejorar la manejabilidad del mismo sin alterar alguna de las características de diseño del material. Con esta sustancia química, el concreto se mantiene más cohesivo disminuyendo la posibilidad de la segregación.
- Difracción de rayos x: Se refiere al estudio de minerales, compuestos y materiales.
- Espécimen: La porción de concreto que se considera que exhibe las propiedades de la mezcla.
- Ensayo de durabilidad: evalúa la resistencia del material frente a factores ambientales y a la acción de agentes químicos, biológicos o mecánicos que puedan deteriorar al concreto. La durabilidad es crucial para asegurar que una estructura de concreto pueda soportar las condiciones a las que estará expuesta durante su vida útil.
- Ensayo de resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto, definida como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm^2 , MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).
- Granulometría: Clasificación granulométrica de las piedras o partículas que componen los áridos finos y gruesos.
- Probeta: Muestra de concreto, de dimensiones determinadas y conservada en condiciones preestablecidas, para posteriormente ser sometida a ensayos de compresión.
- Prisma: Muestra de concreto, de dimensiones determinadas y conservada en condiciones preestablecidas, para posteriormente ser sometida a ensayos de durabilidad.
- Reacción álcali sílice: Es una reacción química perjudicial con un proceso de múltiples etapas y reacciones secuenciales.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

<u>PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVOS</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>INDICADORES</u>	<u>MEDIDAS</u>
<p>P. GENERAL</p> <p>¿De qué manera influyen la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) en el diseño de mezcla?</p>	<p>O. GENERAL</p> <p>Determinar la óptima relación w/mc del concreto de ultra alto desempeño (UHPC), mediante un diseño de mezcla adecuado.</p>	<p>H. GENERAL</p> <p>Se podrá determinar la relación de agua/material cementicio (w/mc) del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) a través de un diseño de mezcla adecuado.</p>	<p>V.I. (HIPÓTESIS PRINCIPAL)</p> <p>- Relación agua-material cementicio (w/mc).</p>	<p>V.I. (HIPÓTESIS PRINCIPAL)</p> <p>1. Bajas relaciones de agua-material cementicio (w/mc) al adicionar a la mezcla de concreto UHPC un porcentaje de aditivo superplastificante.</p> <p>2. Bajas relaciones de agua-material cementicio (w/mc) al adicionar a la mezcla mineral.</p>	<p>MEDIDA ASOCIADO A LA VARIABLE INDEPENDIENTE.</p> <p>1. Dosificación en proporciones de materiales del concreto de ultra alto desempeño (UHPC).</p>
<p>P. ESPECIFICOS</p> <p>1) ¿En qué medida resultara la resistencia mecánica a compresión del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) de un diseño de mezcla?</p>	<p>O. ESPECIFICOS</p> <p>1). Determinar la resistencia mecánica a la compresión del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) mediante un diseño de mezcla adecuado.</p>	<p>H. SECUNDARIOS:</p> <p>a) Se podrá obtener la resistencia mecánica a la compresión adecuada del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) mediante un diseño de mezcla adecuado.</p>	<p>V.D. (HIPÓTESIS SECUNDARIO)</p> <p>1. Resistencia mecánica a la compresión del concreto UHPC</p>	<p>A.-V.I. (HIPÓTESIS SECUNDARIO)</p> <p>1. La mezcla en estado endurecido comienza a ganar resistencia mecánica a la compresión del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) con el tiempo.</p>	<p>MEDIDA ASOCIADA A LA VARIABLE DEPENDIENTE.</p> <p>1. Ensayo de compresión axial al concreto endurecido. (Resistencia a la compresión)</p>
<p>2) ¿En qué medida resultara la durabilidad del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) de un diseño de mezcla?</p>	<p>2). Determinar la durabilidad del concreto de ultra alto desempeño (UHPC), de un diseño de mezcla adecuado.</p>	<p>b) Se podrá determinar la durabilidad adecuada del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) de un diseño de mezcla adecuado</p>	<p>2. Durabilidad del concreto UHPC</p>	<p>B.-V.I. (HIPÓTESIS SECUNDARIO)</p> <p>2. La mezcla en estado endurecido mantiene deformaciones por debajo de lo recomendado del concreto de ultra alto desempeño (UHPC) con el tiempo.</p>	<p>2. Ensayo de durabilidad al concreto endurecido. (Deformaciones unitarias)</p>

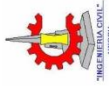
Anexo 2: Mapa de ubicación de cantera La cazadora.



Anexo 3: Base de datos de recolección de datos de Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpce con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre García
MUESTRA : Testigos de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-31
TESTIGO : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volumen (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm2)
1	DISEÑO 6	D6_E1_1	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3788.00	10.03	20.36	79.01	1608.68	2.35	633.00	78.69	802.41
2	DISEÑO 6	D6_E1_2	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3796.00	10.05	20.24	79.33	1605.58	2.36	686.35	87.39	891.11
3	DISEÑO 6	D6_E1_3	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3796.00	10.10	20.22	80.12	1620.00	2.34	790.00	99.58	1015.43
4	DISEÑO 6	D6_E2_4	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3803.00	10.04	20.28	79.17	1605.56	2.37	558.17	70.50	718.93
5	DISEÑO 6	D6_E2_5	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3794.00	10.12	20.14	80.44	1619.98	2.34	668.13	83.06	847.02
6	DISEÑO 6	D6_E2_6	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3500.00	10.00	20.00	78.54	1570.80	2.23	535.75	66.87	681.87
7	DISEÑO 6	D6_E3_7	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3795.00	10.17	20.41	81.23	1657.96	2.29	577.00	72.73	741.64
8	DISEÑO 6	D6_E3_8	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3500.00	10.00	20.00	78.54	1570.80	2.23	498.94	62.03	632.53
9	DISEÑO 6	D6_E3_9	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3793.00	10.12	20.14	80.44	1619.98	2.34	651.90	81.05	826.43
10	DISEÑO 6	D6_E4_10	13/09/2024	12/10/2024	28 días	3798.00	10.10	20.08	80.12	1608.78	2.36	600.47	76.45	779.61

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS
 TIPO DE ENSAYO
 EJECUTOR
 MUESTRA
 NORMA
 TESTIGO

: "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"
 : Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC
 : Leeshle Aguirre García
 : Testigos de concreto UHPC
 : ASTM C-31
 : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso/Volumen (gr/cm ³)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
11	DISEÑO 7	D7_E1_1	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3783.00	10.08	20.09	79.80	1603.21	2.36	455.42	57.99	591.29
12	DISEÑO 7	D7_E1_2	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3804.00	10.05	20.08	79.33	1592.89	2.39	480.45	60.57	617.60
13	DISEÑO 7	D7_E1_3	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3827.00	10.13	20.16	80.60	1624.80	2.36	489.00	62.26	634.88
14	DISEÑO 7	D7_E2_4	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3764.00	10.10	19.88	80.12	1592.76	2.36	545.00	68.02	693.61
15	DISEÑO 7	D7_E2_5	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3779.00	10.07	20.04	79.64	1596.05	2.37	471.47	60.03	612.14
16	DISEÑO 7	D7_E2_6	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3804.00	10.02	20.16	78.85	1589.70	2.39	549.33	69.66	710.38
17	DISEÑO 7	D7_E3_7	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3805.00	10.05	20.07	79.33	1592.10	2.39	558.78	70.44	718.29
18	DISEÑO 7	D7_E3_8	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3775.00	10.05	20.01	79.33	1587.34	2.38	476.59	60.68	618.77
19	DISEÑO 7	D7_E3_9	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3755.00	10.07	20.02	79.64	1594.46	2.36	497.00	63.03	642.73
20	DISEÑO 7	D7_E4_10	16/09/2024	15/10/2024	28 días	3500.00	10.00	20.00	78.54	1570.80	2.23	498.44	62.83	640.72

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS
 TIPO DE ENSAYO
 EJECUTOR
 MUESTRA
 NORMA
 TESTIGO

: "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"
 : Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC
 : Leeshle Aguirre García
 : Testigos de concreto UHPC
 : ASTM C-31
 : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso/Volumen (gr/cm ³)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
21	DISEÑO 8	D8_E1_1	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3817.00	10.07	20.02	79.64	1594.46	2.39	541.79	68.03	693.68
22	DISEÑO 8	D8_E1_2	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3814.00	10.00	20.06	78.54	1575.51	2.42	574.27	73.12	745.60
23	DISEÑO 8	D8_E1_3	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3829.00	10.03	20.14	79.01	1591.30	2.41	528.25	67.26	685.85
24	DISEÑO 8	D8_E2_4	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3830.00	10.02	20.22	78.85	1594.43	2.40	608.37	77.46	789.87
25	DISEÑO 8	D8_E2_5	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3847.00	10.10	20.32	80.12	1628.01	2.36	676.31	86.11	878.08
26	DISEÑO 8	D8_E2_6	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3500.00	10.00	20.00	78.54	1570.80	2.23	749.36	95.41	972.93
27	DISEÑO 8	D8_E3_7	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3794.00	10.08	20.13	79.80	1606.40	2.36	528.50	66.23	675.33
28	DISEÑO 8	D8_E3_8	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3843.00	10.10	20.33	80.12	1628.81	2.36	675.93	86.06	877.59
29	DISEÑO 8	D8_E3_9	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3827.00	10.07	20.27	79.64	1614.37	2.37	539.00	69.60	709.72
30	DISEÑO 8	D8_E4_10	18/09/2024	17/10/2024	28 días	3811.00	10.11	20.10	80.28	1613.57	2.36	571.67	72.79	742.22

L. Estrada
José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS
TIPO DE ENSAYO
EJECUTOR
MUESTRA
NORMA
TESTIGO

: Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho*
 : Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple de Concreto UHPC
 : Leeshle Aguirre García
 : Testigos de concreto UHPC
 : ASTM C-31
 : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volume n (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm2)
31	DISEÑO 9	D9_E1_1	20/09/2024	19/10/2024	28 días	3832.00	10.02	20.21	78.85	1593.65	2.40	584.71	74.15	756.13
32	DISEÑO 9	D9_E1_2	20/09/2024	19/10/2024	28 días	3860.00	10.00	20.31	78.54	1595.14	2.42	523.60	66.67	679.80
33	DISEÑO 9	D9_E1_3	20/09/2024	19/10/2024	28 días	3823.00	10.12	20.08	80.44	1615.16	2.37	545.59	69.47	708.37
34	DISEÑO 9	D9_E2_4	20/09/2024	19/10/2024	28 días	3826.00	10.06	20.20	79.49	1605.60	2.38	627.28	78.92	804.74
35	DISEÑO 9	D9_E2_5	20/09/2024	19/10/2024	28 días	3500.00	10.00	20.00	78.54	1570.80	2.23	728.23	92.72	945.48
36	DISEÑO 9	D9_E2_6	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3692.00	10.05	20.04	79.33	1589.72	2.32	633.00	82.56	841.88
37	DISEÑO 9	D9_E3_7	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3727.00	10.05	20.20	79.33	1602.41	2.33	606.32	76.43	779.40
38	DISEÑO 9	D9_E3_8	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3714.00	10.03	20.17	79.01	1593.67	2.33	494.85	62.63	638.65
39	DISEÑO 9	D9_E3_9	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3707.00	10.07	20.12	79.64	1602.42	2.31	547.68	68.77	701.23
40	DISEÑO 9	D9_E4_10	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3694.00	10.09	20.08	79.96	1605.59	2.30	550.00	71.44	728.49

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulhpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre García
MUESTRA : Testigos de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-31
TESTIGO : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso/Volumen (gr/cm ³)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
41	DISEÑO 10	D10_E1_1	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3714.00	10.02	20.22	78.85	1594.43	2.33	675.93	86.06	877.59
42	DISEÑO 10	D10_E1_2	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3784.00	10.18	20.15	81.39	1640.06	2.31	527.00	65.51	668.02
43	DISEÑO 10	D10_E1_3	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3769.00	10.07	20.17	79.64	1606.40	2.35	619.00	77.72	792.52
44	DISEÑO 10	D10_E2_4	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3789.00	10.08	20.22	79.80	1613.59	2.35	630.00	78.94	804.96
45	DISEÑO 10	D10_E2_5	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3765.00	10.09	20.05	79.96	1603.20	2.35	699.00	87.41	891.33
46	DISEÑO 10	D10_E2_6	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3815.00	10.13	20.26	80.60	1632.86	2.34	572.00	72.82	742.56
47	DISEÑO 10	D10_E3_7	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3659.00	9.98	20.22	78.23	1581.73	2.31	684.00	87.43	891.54
48	DISEÑO 10	D10_E3_8	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3742.00	10.05	20.26	79.33	1607.17	2.33	597.00	75.25	767.34
49	DISEÑO 10	D10_E3_9	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3751.00	10.01	20.27	78.70	1595.19	2.35	625.00	77.69	792.24
50	DISEÑO 10	D10_E4_10	30/09/2024	29/10/2024	28 días	3730.00	10.05	20.23	79.33	1604.79	2.32	522.00	65.00	662.82

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho*
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre Garcia
MUESTRA : Testigos de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-31
TESTIGO : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Escuela Prof. De Ingenieria Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volume n (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm2)
51	DISEÑO 11	D11_E1_1	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3752.00	10.12	20.00	80.44	1608.72	2.33	695.00	86.39	880.93
52	DISEÑO 11	D11_E1_2	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3757.00	10.09	20.00	79.96	1599.20	2.35	758.00	94.79	966.59
53	DISEÑO 11	D11_E1_3	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3768.00	10.08	20.12	79.80	1605.61	2.35	601.00	75.31	767.95
54	DISEÑO 11	D11_E2_4	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3768.00	10.05	20.06	79.33	1591.30	2.37	868	107.90	1100.26
55	DISEÑO 11	D11_E2_5	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3782.00	10.06	20.26	79.49	1610.37	2.35	651.00	80.56	821.48
56	DISEÑO 11	D11_E2_6	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3749.00	10.07	20.00	79.64	1592.86	2.35	675.00	84.75	864.21
57	DISEÑO 11	D11_E3_7	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3771.00	10.07	20.01	79.64	1593.66	2.37	614.00	77.09	786.10
58	DISEÑO 11	D11_E3_8	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3733.00	10.09	19.90	79.96	1591.20	2.35	863.00	107.92	1100.48
59	DISEÑO 11	D11_E3_9	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3758.00	10.09	19.95	79.96	1595.20	2.36	852.00	106.54	1086.45
60	DISEÑO 11	D11_E4_10	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3765.00	10.08	20.00	79.80	1596.03	2.36	810.15	102.12	1041.30

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS
TIPO DE ENSAYO
EJECUTOR
MUESTRA
NORMA
TESTIGO

: Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho
 : Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple de Concreto UHPC
 : Leeshle Aguirre García
 : Testigos de concreto UHPC
 : ASTM C-31
 : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volumen (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm2)
61	DISEÑO 12	D12_E1_1	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3657.00	9.98	20.03	78.23	1566.87	2.33	572.00	73.11	745.51
62	DISEÑO 12	D12_E1_2	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3673.00	10.01	20.03	78.70	1576.30	2.33	506.00	64.29	655.58
63	DISEÑO 12	D12_E1_3	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3687.00	10.05	20.08	79.33	1592.89	2.31	695.00	87.60	893.27
64	DISEÑO 12	D12_E2_4	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3575.00	10.00	19.81	78.54	1555.87	2.30	503.00	64.04	653.03
65	DISEÑO 12	D12_E2_5	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3627.00	10.00	19.94	78.54	1566.08	2.32	782	97.99	999.17
66	DISEÑO 12	D12_E2_6	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3633.00	10.10	20.04	80.12	1605.57	2.26	497.00	62.03	632.53
67	DISEÑO 12	D12_E3_7	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3651.00	10.08	20.03	79.80	1598.42	2.28	569.00	71.30	727.06
68	DISEÑO 12	D12_E3_8	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3661.00	10.03	19.95	79.01	1576.28	2.32	733.00	92.77	945.99
69	DISEÑO 12	D12_E3_9	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3638.00	10.08	20.07	79.80	1601.62	2.27	781.00	97.86	997.89
70	DISEÑO 12	D12_E4_10	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3858.00	10.00	20.11	78.54	1579.44	2.44	552.00	70.28	716.66

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho*
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre Garcia
MUESTRA : Testigos de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-31
TESTIGO : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Escuela Prof. De Ingenieria Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volumen (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Ksg/cm2)
71	DISEÑO 13	D13_E1_1	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3515.00	10.00	19.79	78.54	1554.30	2.26	654.00	81.62	832.29
72	DISEÑO 13	D13_E1_2	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3533.00	9.90	19.73	76.98	1518.75	2.33	572.00	72.10	735.22
73	DISEÑO 13	D13_E1_3	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3635.00	10.00	19.80	78.54	1555.09	2.34	612.00	77.76	792.93
74	DISEÑO 13	D13_E2_4	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3551.00	9.97	19.94	78.07	1556.70	2.28	668.13	83.06	847.02
75	DISEÑO 13	D13_E2_5	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3549.00	10.09	19.50	79.96	1559.22	2.28	696.00	87.55	892.76
76	DISEÑO 13	D13_E2_6	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3607.00	9.90	19.86	76.98	1528.76	2.36	629.00	78.50	800.48
77	DISEÑO 13	D13_E3_7	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3581.00	10.07	19.88	79.64	1583.31	2.26	552.00	70.00	713.80
78	DISEÑO 13	D13_E3_8	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3588.00	10.09	19.80	79.96	1583.21	2.27	523.00	65.27	665.57
79	DISEÑO 13	D13_E3_9	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3586.00	10.02	19.76	78.85	1558.16	2.30	553.00	70.13	715.13
80	DISEÑO 13	D13_E4_10	01/10/2024	30/10/2024	28 días	3614.00	10.00	19.76	78.54	1551.95	2.33	539.00	67.54	688.72

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS
 TIPO DE ENSAYO
 EJECUTOR
 MUESTRA
 NORMA
 TESTIGO

：“Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho”
 : Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC
 : Leeshle Aguirre García
 : Testigos de concreto UHPC
 : ASTM C-31
 : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso/Volumen (gr/cm ³)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
81	DISEÑO 14	D14_E1_1	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3681.00	10.06	20.28	79.49	1611.96	2.28	452.00	56.86	579.81
82	DISEÑO 14	D14_E1_2	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3698.00	10.00	20.20	78.54	1586.50	2.33	386.00	49.14	501.09
83	DISEÑO 14	D14_E1_3	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3662.00	10.10	20.16	80.12	1615.19	2.27	411.00	51.29	523.01
84	DISEÑO 14	D14_E2_4	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3663.00	9.94	20.18	77.60	1565.97	2.34	601.00	77.44	789.67
85	DISEÑO 14	D14_E2_5	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3669.00	10.08	20.24	79.80	1615.18	2.27	543.00	68.04	693.81
86	DISEÑO 14	D14_E2_6	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3639.00	10.07	20.10	79.64	1600.83	2.27	479.00	60.14	613.26
87	DISEÑO 14	D14_E3_7	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3644.00	9.97	20.23	78.07	1579.34	2.31	535.00	68.52	698.71
88	DISEÑO 14	D14_E3_8	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3654.00	10.00	20.17	78.54	1584.15	2.31	528.00	67.22	685.45
89	DISEÑO 14	D14_E3_9	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3603.00	9.93	20.10	77.44	1556.63	2.31	462.00	59.65	608.26
90	DISEÑO 14	D14_E4_10	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3673.00	10.00	20.08	78.54	1577.08	2.33	460.00	58.56	597.15

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS
TIPO DE ENSAYO
EJECUTOR
MUESTRA
NORMA
TESTIGO

: Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho
: Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC
: Leeshle Aguirre García
: Testigos de concreto UHPC
: ASTM C-31
: 10 cm. X 20 cm.

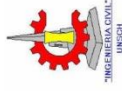
Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volumen (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm2)
91	DISEÑO 15	D15_E1_1	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3751.00	10.08	20.24	79.80	1615.18	2.32	515.00	64.53	658.02
92	DISEÑO 15	D15_E1_2	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3740.00	10.04	20.20	79.17	1599.22	2.34	549.00	69.34	707.07
93	DISEÑO 15	D15_E1_3	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3771.00	10.07	20.30	79.64	1616.76	2.33	588.00	73.83	752.86
94	DISEÑO 15	D15_E2_4	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3742.00	10.10	20.19	80.12	1617.59	2.31	519.00	64.77	660.47
95	DISEÑO 15	D15_E2_5	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3750.00	10.04	20.27	79.17	1604.76	2.34	537.00	67.82	691.57
96	DISEÑO 15	D15_E2_6	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3734.00	10.03	20.18	79.01	1594.46	2.34	655.00	82.90	845.34
97	DISEÑO 15	D15_E3_7	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3752.00	10.05	20.20	79.33	1602.41	2.34	580.00	73.11	745.51
98	DISEÑO 15	D15_E3_8	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3746.00	10.07	20.16	79.64	1605.61	2.33	548.00	68.80	701.56
99	DISEÑO 15	D15_E3_9	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3754.00	10.05	20.20	79.33	1602.41	2.34	601.00	75.75	772.44
100	DISEÑO 15	D15_E4_10	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3762.00	10.08	20.22	79.80	1613.59	2.33	580.00	72.68	741.13

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre García
MUESTRA : Testigos de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-31
TESTIGO : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volumen (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm2)
101	DISEÑO REFERENCIA	DC_E1_1	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3837.00	10.00	20.36	78.54	1599.07	2.40	470.00	60.07	612.54
102	DISEÑO REFERENCIA	DC_E1_2	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3847.00	10.03	20.30	79.01	1603.94	2.40	446.00	56.44	575.53
103	DISEÑO REFERENCIA	DC_E1_3	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3871.00	10.03	20.21	79.01	1596.83	2.42	487.00	62.00	632.22
104	DISEÑO REFERENCIA	DC_E2_4	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3809.00	10.01	20.46	78.70	1610.14	2.37	455.00	58.05	591.95
105	DISEÑO REFERENCIA	DC_E2_5	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3875.00	10.05	20.34	79.33	1613.51	2.40	537.00	67.82	691.57
106	DISEÑO REFERENCIA	DC_E2_6	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3844.00	10.07	20.43	79.64	1627.11	2.36	543.00	69.13	704.93
107	DISEÑO REFERENCIA	DC_E3_7	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3848.00	10.04	20.31	79.17	1607.93	2.39	497.00	64.04	653.03
108	DISEÑO REFERENCIA	DC_E3_8	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3873.00	10.05	20.23	79.33	1604.79	2.41	509.00	65.06	663.43
109	DISEÑO REFERENCIA	DC_E3_9	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3812.00	10.04	20.49	79.17	1622.18	2.35	493.00	62.14	633.69
110	DISEÑO REFERENCIA	DC_E4_10	02/10/2024	31/10/2024	28 días	3880.00	10.10	20.39	80.12	1633.62	2.38	494.00	63.79	650.48

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho*
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre García
MUESTRA : Testigos de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-31
TESTIGO : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volumen (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm2)
111	DISEÑO 1	D1_E1_1	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3800.00	10.03	20.17	79.01	1593.67	2.38	573.00	72.52	739.50
112	DISEÑO 1	D1_E1_2	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3803.00	10.06	20.12	79.49	1599.24	2.38	565.00	71.07	724.71
113	DISEÑO 1	D1_E1_3	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3770.00	10.07	20.22	79.64	1610.39	2.34	474.00	59.51	606.83
114	DISEÑO 1	D1_E2_4	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3788.00	10.04	20.13	79.17	1593.68	2.38	532.00	67.19	685.15
115	DISEÑO 1	D1_E2_5	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3814.00	10.08	20.30	79.80	1619.97	2.35	543.00	68.04	693.81
116	DISEÑO 1	D1_E2_6	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3782.00	10.08	20.13	79.80	1606.40	2.35	493.00	61.77	629.88
117	DISEÑO 1	D1_E3_7	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3836.00	10.07	20.28	79.64	1615.16	2.37	546.00	68.55	699.02
118	DISEÑO 1	D1_E3_8	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3808.00	10.03	20.23	79.01	1598.41	2.38	589.00	74.54	760.10
119	DISEÑO 1	D1_E3_9	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3810.00	10.03	20.33	79.01	1606.31	2.37	564.00	71.38	727.87
120	DISEÑO 1	D1_E4_10	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3792.00	10.05	20.31	79.33	1611.13	2.35	607.00	76.51	780.18

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulhpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre García
MUESTRA : Testigos de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-31
TESTIGO : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso/Volumen (gr/cm ³)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
121	DISEÑO 2	D2_E1_1	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3765.00	9.99	20.24	78.38	1586.47	2.37	482.00	61.49	627.02
122	DISEÑO 2	D2_E1_2	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3719.00	10.00	20.11	78.54	1579.44	2.35	525.00	66.84	681.58
123	DISEÑO 2	D2_E1_3	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3739.00	10.00	20.14	78.54	1581.79	2.36	454.00	57.80	589.40
124	DISEÑO 2	D2_E2_4	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3667.00	9.77	20.05	74.97	1503.12	2.44	533.00	71.09	724.92
125	DISEÑO 2	D2_E2_5	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3763.00	9.90	20.24	76.98	1558.01	2.42	483.00	62.74	639.77
126	DISEÑO 2	D2_E2_6	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3680.00	9.93	20.27	77.44	1569.79	2.34	528.00	67.22	685.45
127	DISEÑO 2	D2_E3_7	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3749.00	9.94	20.17	77.60	1565.20	2.40	585.00	75.30	767.85
128	DISEÑO 2	D2_E3_8	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3750.00	9.90	20.20	76.98	1554.93	2.41	505.00	65.60	668.93
129	DISEÑO 2	D2_E3_9	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3713.00	10.00	20.10	78.54	1578.65	2.35	528.00	67.22	685.45
130	DISEÑO 2	D2_E4_10	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3755.00	9.80	20.10	75.43	1516.14	2.48	527.00	69.86	712.37

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulhpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Resistencia a la Compresión Simple de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre García
MUESTRA : Testigos de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-31
TESTIGO : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso/Volumen (gr/cm ³)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (Kg/cm ²)
131	DISEÑO 3	D3_E1_1	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3757,00	9,95	20,24	77,76	1573,79	2,39	501,00	64,42	656,90
132	DISEÑO 3	D3_E1_2	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3729,00	9,90	20,10	76,98	1547,24	2,41	448,00	58,19	593,37
133	DISEÑO 3	D3_E1_3	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3689,00	9,93	20,16	77,44	1561,27	2,36	519,00	67,01	683,31
134	DISEÑO 3	D3_E2_4	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3685,00	9,90	20,00	76,98	1539,54	2,39	526,00	68,68	700,34
135	DISEÑO 3	D3_E2_5	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3713,00	9,98	20,20	78,23	1580,16	2,35	433,00	55,34	564,31
136	DISEÑO 3	D3_E2_6	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3683,00	9,93	20,00	77,44	1548,88	2,38	484,00	62,50	637,32
137	DISEÑO 3	D3_E3_7	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3790,00	9,90	20,24	76,98	1558,01	2,43	426,00	55,33	564,21
138	DISEÑO 3	D3_E3_8	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3616,00	9,90	19,70	76,98	1516,44	2,38	580,00	75,34	768,25
139	DISEÑO 3	D3_E3_9	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3747,00	9,96	20,16	77,91	1570,72	2,39	463,00	59,42	605,92
140	DISEÑO 3	D3_E4_10	03/10/2024	01/11/2024	28 días	3765,00	9,93	20,29	77,44	1571,34	2,40	576,00	74,38	758,46

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS
TIPO DE ENSAYO
EJECUTOR
MUESTRA
NORMA
TESTIGO

: Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho
 : Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple de Concreto UHPC
 : Leeshle Aguirre García
 : Testigos de concreto UHPC
 : ASTM C-31
 : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volume n (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm2)
141	DISEÑO 4	D4_E1_1	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3837.00	10.00	20.36	78.54	1599.07	2.40	421.00	53.60	546.57
142	DISEÑO 4	D4_E1_2	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3847.00	10.03	20.30	79.01	1603.94	2.40	701.00	88.72	904.69
143	DISEÑO 4	D4_E1_3	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3871.00	10.03	20.21	79.01	1596.83	2.42	662.00	83.78	854.32
144	DISEÑO 4	D4_E2_4	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3809.00	10.01	20.46	78.70	1610.14	2.37	503.00	63.91	651.70
145	DISEÑO 4	D4_E2_5	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3875.00	10.05	20.34	79.33	1613.51	2.40	790.00	99.58	1015.43
146	DISEÑO 4	D4_E2_6	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3838.00	10.01	20.37	78.70	1603.06	2.39	615.00	77.84	793.75
147	DISEÑO 4	D4_E3_7	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3842.00	10.04	20.31	79.17	1607.93	2.39	510.00	64.50	657.72
148	DISEÑO 4	D4_E3_8	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3869.00	10.04	20.22	79.17	1600.81	2.42	425.00	53.99	550.54
149	DISEÑO 4	D4_E3_9	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3808.00	10.02	20.27	78.85	1598.38	2.38	620.00	78.15	796.91
150	DISEÑO 4	D4_E4_10	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3876.00	10.06	20.33	79.49	1615.93	2.40	710.00	89.86	916.32

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto ulpe con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho*
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Resistencia a la Compresion Simple de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre García
MUESTRA : Testigos de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-31
TESTIGO : 10 cm. X 20 cm.

Region : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de Rotura (28 días)	Edad	Peso (gr)	Diametro (cm)	Altura (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso/Volume n (gr/cm3)	Carga Maxima Rotura (kn)	Resistencia (Mpa)	Resistencia (kg/cm2)
151	DISEÑO 5	D5_E1_1	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3878.00	10.00	20.36	78.54	1599.07	2.43	518.00	65.51	668.03
152	DISEÑO 5	D5_E1_2	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3875.00	10.02	20.30	78.85	1600.74	2.42	607.00	77.11	786.31
153	DISEÑO 5	D5_E1_3	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3880.00	10.05	20.21	79.33	1603.20	2.42	471.00	59.37	605.39
154	DISEÑO 5	D5_E2_4	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3881.00	10.00	20.26	78.54	1591.22	2.44	520.00	65.81	671.11
155	DISEÑO 5	D5_E2_5	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3885.00	10.05	20.32	79.33	1611.93	2.41	468.00	59.19	603.55
156	DISEÑO 5	D5_E2_6	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3886.00	10.00	20.35	78.54	1598.29	2.43	670.00	85.11	867.92
157	DISEÑO 5	D5_E3_7	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3874.00	9.95	20.29	77.76	1577.68	2.46	568.00	71.60	730.07
158	DISEÑO 5	D5_E3_8	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3875.00	9.99	20.20	78.38	1583.33	2.45	494.00	62.52	637.55
159	DISEÑO 5	D5_E3_9	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3869.00	10.30	20.25	83.32	1687.29	2.29	595.00	75.25	767.34
160	DISEÑO 5	D5_E4_10	04/10/2024	02/11/2024	28 días	3868.00	10.00	20.31	78.54	1595.14	2.42	708.00	89.94	917.14

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072

Anexo 4: Base de datos de recolección de datos de Ensayo de Reacción Álcali-Agregado de Concreto UHPC.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS	: "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"		
TIPO DE ENSAYO	: Ensayo de Reaccion Alcali-Agregado de Concreto UHPC	Region	: Ayacucho
EJECUTOR	: Leeshle Aguirre García	Provincia	: Huamanga
MUESTRA	: Prismas de concreto UHPC	Distrito	: Ayacucho
NORMA	: ASTM C-1260 - 01	Lugar	: Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH
TESTIGO	: 25 mm. X 25 mm X 285 cm.		

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de evaluacion	Día de evaluacion	Temperatura (°C)	Medicion Promedio	Lx - Li (m.m.)	G (m.m.)	L (%)
1	DISEÑO 10	D10_E1_1	30/09/2024	30/09/2024	0	21.00	6.15	0.00	285.00	0.00%
				03/10/2024	3	21.50	6.18	0.03	285.00	0.01%
				07/10/2024	7	21.50	6.26	0.11	285.00	0.04%
				14/10/2024	14	21.00	6.28	0.13	285.00	0.05%
				21/10/2024	21	19.50	6.30	0.14	285.00	0.05%
				28/10/2024	28	21.50	6.35	0.20	285.00	0.07%
2	DISEÑO 10	D10_E1_2	30/09/2024	30/09/2024	0	21.00	4.90	0.00	285.00	0.00%
				03/10/2024	3	21.50	4.93	0.03	285.00	0.01%
				07/10/2024	7	21.50	4.99	0.10	285.00	0.03%
				14/10/2024	14	21.00	5.01	0.11	285.00	0.04%
				21/10/2024	21	19.50	5.07	0.18	285.00	0.06%
				28/10/2024	28	21.50	5.05	0.15	285.00	0.05%
3	DISEÑO 10	D10_E1_3	30/09/2024	30/09/2024	0	21.00	4.90	0.00	285.00	0.00%
				03/10/2024	3	21.50	4.93	0.03	285.00	0.01%
				07/10/2024	7	21.50	4.99	0.10	285.00	0.03%
				14/10/2024	14	21.00	5.01	0.11	285.00	0.04%
				21/10/2024	21	19.50	5.07	0.18	285.00	0.06%
				28/10/2024	28	21.50	5.05	0.15	285.00	0.05%
4	DISEÑO 11	D11_E1_1	01/10/2024	01/10/2024	0	21.00	5.86	0.00	285.00	0.00%
				04/10/2024	3	21.50	5.92	0.06	285.00	0.02%
				08/10/2024	7	21.00	5.92	0.07	285.00	0.02%
				15/10/2024	14	21.00	5.95	0.09	285.00	0.03%
				22/10/2024	21	21.00	5.98	0.13	285.00	0.04%
				29/10/2024	28	21.50	5.98	0.12	285.00	0.04%
5	DISEÑO 11	D11_E1_2	01/10/2024	01/10/2024	0	21.00	6.12	0.00	285.00	0.00%
				04/10/2024	3	21.50	6.23	0.11	285.00	0.04%
				08/10/2024	7	21.00	6.17	0.05	285.00	0.02%
				15/10/2024	14	21.00	6.25	0.13	285.00	0.05%
				22/10/2024	21	21.00	6.29	0.17	285.00	0.06%
				29/10/2024	28	21.50	6.26	0.14	285.00	0.05%
6	DISEÑO 11	D11_E1_3	01/10/2024	01/10/2024	0	21.00	5.95	0.00	285.00	0.00%
				04/10/2024	3	21.50	6.00	0.06	285.00	0.02%
				08/10/2024	7	21.00	6.00	0.05	285.00	0.02%
				15/10/2024	14	21.00	6.04	0.09	285.00	0.03%
				22/10/2024	21	21.00	6.04	0.10	285.00	0.03%
				29/10/2024	28	21.50	6.03	0.09	285.00	0.03%
7	DISEÑO 15	D15_E1_1	02/10/2024	02/10/2024	0	21.50	6.92	0.00	285.00	0.00%
				05/10/2024	3	21.00	7.03	0.12	285.00	0.04%
				09/10/2024	7	22.00	7.05	0.14	285.00	0.05%
				16/10/2024	14	22.00	7.04	0.12	285.00	0.04%
				23/10/2024	21	22.50	7.13	0.22	285.00	0.08%

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"

TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Reacción Alcali-Agregado de Concreto UHPC

EJECUTOR : Leeshle Aguirre García

MUESTRA : Prismas de concreto UHPC

NORMA : ASTM C-1260 - 01

TESTIGO : 25 mm. X 25 mm X 285 cm.

Region : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Lugar : Escuela Prof. De

Ingenieria Civil -
UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de evaluacion	Dia de evaluacion	Temperatura (°C)	Medicion Promedio	Lx - Li (m.m.)	G (m.m.)	L (%)
				30/10/2024	28	21.50	7.12	0.20	285.00	0.07%
8	DISEÑO 15	D15_E1_2	02/10/2024	02/10/2024	0	21.50	7.70	0.00	285.00	0.00%
				05/10/2024	3	21.00	7.81	0.12	285.00	0.04%
				09/10/2024	7	22.00	7.82	0.12	285.00	0.04%
				16/10/2024	14	22.00	7.87	0.17	285.00	0.06%
				23/10/2024	21	22.50	7.87	0.18	285.00	0.06%
				30/10/2024	28	21.50	7.89	0.20	285.00	0.07%
9	DISEÑO 15	D15_E1_3	02/10/2024	02/10/2024	0	21.50	7.70	0.00	285.00	0.00%
				05/10/2024	3	21.00	7.81	0.12	285.00	0.04%
				09/10/2024	7	22.00	7.82	0.12	285.00	0.04%
				16/10/2024	14	22.00	7.87	0.17	285.00	0.06%
				23/10/2024	21	22.50	7.87	0.18	285.00	0.06%
				30/10/2024	28	21.50	7.89	0.20	285.00	0.07%
10	DISEÑO 2	D2_E1_1	03/10/2024	03/10/2024	0	21.50	7.86	0.00	285.00	0.00%
				06/10/2024	3	21.00	7.88	0.02	285.00	0.01%
				10/10/2024	7	21.50	7.92	0.06	285.00	0.02%
				17/10/2024	14	22.00	7.93	0.08	285.00	0.03%
				24/10/2024	21	22.50	7.95	0.10	285.00	0.03%
				31/10/2024	28	21.00	7.96	0.11	285.00	0.04%
11	DISEÑO 2	D2_E1_2	03/10/2024	03/10/2024	0	21.50	6.79	0.00	285.00	0.00%
				06/10/2024	3	21.00	6.92	0.14	285.00	0.05%
				10/10/2024	7	21.50	6.81	0.02	285.00	0.01%
				17/10/2024	14	22.00	6.91	0.13	285.00	0.04%
				24/10/2024	21	22.50	6.85	0.06	285.00	0.02%
				31/10/2024	28	21.00	6.93	0.14	285.00	0.05%
12	DISEÑO 2	D2_E1_3	03/10/2024	03/10/2024	0	21.50	6.97	0.00	285.00	0.00%
				06/10/2024	3	21.00	6.97	0.00	285.00	0.00%
				10/10/2024	7	21.50	7.01	0.04	285.00	0.01%
				17/10/2024	14	22.00	7.08	0.11	285.00	0.04%
				24/10/2024	21	22.50	7.06	0.09	285.00	0.03%
				31/10/2024	28	21.00	7.03	0.06	285.00	0.02%
13	DISEÑO 9	D9_E1_1	04/10/2024	04/10/2024	0	21.00	6.54	0.00	285.00	0.00%
				07/10/2024	3	21.50	6.57	0.03	285.00	0.01%
				11/10/2024	7	21.00	6.57	0.04	285.00	0.01%
				18/10/2024	14	21.00	6.63	0.09	285.00	0.03%
				25/10/2024	21	22.00	6.54	0.00	285.00	0.00%
				01/11/2024	28	22.00	6.62	0.09	285.00	0.03%
14	DISEÑO 9	D9_E1_2	04/10/2024	04/10/2024	0	21.00	6.11	0.00	285.00	0.00%
				07/10/2024	3	21.50	6.21	0.10	285.00	0.04%
				11/10/2024	7	21.00	6.17	0.06	285.00	0.02%
				18/10/2024	14	21.00	6.15	0.04	285.00	0.02%

José Ernesto Estrada Cárdenas
INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"

TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Reaccion Alkali-Agregado de Concreto UHPC

EJECUTOR : Leeshle Aguirre García

MUESTRA : Prismas de concreto UHPC

NORMA : ASTM C-1260 - 01

TESTIGO : 25 mm. X 25 mm X 285 cm.

Region : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Lugar : Escuela Prof. De

Ingeniería Civil -

UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de evaluacion	Dia de evaluacion	Temperatura (°C)	Medicion Promedio	Lx- Li (m.m.)	G (m.m.)	L (%)
				25/10/2024	21	22.00	6.17	0.06	285.00	0.02%
				01/11/2024	28	22.00	6.20	0.09	285.00	0.03%
15	DISEÑO 9	D9_E1_3	04/10/2024	04/10/2024	0	21.00	4.71	0.00	285.00	0.00%
				07/10/2024	3	21.50	4.78	0.07	285.00	0.02%
				11/10/2024	7	21.00	4.78	0.07	285.00	0.03%
				18/10/2024	14	21.00	4.79	0.08	285.00	0.03%
				25/10/2024	21	22.00	4.82	0.11	285.00	0.04%
				01/11/2024	28	22.00	4.78	0.07	285.00	0.03%
16	DISEÑO 13	D13_E1_1	05/10/2024	05/10/2024	0	21.00	5.95	0.00	285.00	0.00%
				08/10/2024	3	21.00	5.95	0.00	285.00	0.00%
				12/10/2024	7	21.50	5.99	0.03	285.00	0.01%
				19/10/2024	14	21.00	6.00	0.05	285.00	0.02%
				26/10/2024	21	22.50	5.99	0.04	285.00	0.01%
				02/11/2024	28	21.50	6.02	0.06	285.00	0.02%
17	DISEÑO 13	D13_E1_2	05/10/2024	05/10/2024	0	21.00	5.34	0.00	285.00	0.00%
				08/10/2024	3	21.00	5.33	-0.01	285.00	0.00%
				12/10/2024	7	21.50	5.39	0.05	285.00	0.02%
				19/10/2024	14	21.00	5.45	0.12	285.00	0.04%
				26/10/2024	21	22.50	5.47	0.13	285.00	0.04%
				02/11/2024	28	21.50	5.46	0.12	285.00	0.04%
18	DISEÑO 13	D13_E1_3	05/10/2024	05/10/2024	0	21.00	6.73	0.00	285.00	0.00%
				08/10/2024	3	21.00	6.75	0.01	285.00	0.01%
				12/10/2024	7	21.50	6.78	0.05	285.00	0.02%
				19/10/2024	14	21.00	6.78	0.05	285.00	0.02%
				26/10/2024	21	22.50	6.79	0.06	285.00	0.02%
				02/11/2024	28	21.50	6.78	0.05	285.00	0.02%
19	DISEÑO 12	D12_E1_1	23/10/2024	23/10/2024	0	22.50	6.00	0.00	285.00	0.00%
				26/10/2024	3	22.50	6.02	0.02	285.00	0.01%
				30/10/2024	7	21.50	6.09	0.08	285.00	0.03%
				06/11/2024	14	22.00	6.09	0.08	285.00	0.03%
				13/11/2024	21	19.00	6.06	0.06	285.00	0.02%
				20/11/2024	28	21.00	6.05	0.05	285.00	0.02%
20	DISEÑO 12	D12_E1_2	23/10/2024	23/10/2024	0	22.50	7.27	0.00	285.00	0.00%
				26/10/2024	3	22.50	7.30	0.03	285.00	0.01%
				30/10/2024	7	21.50	7.37	0.10	285.00	0.03%
				06/11/2024	14	22.00	7.38	0.10	285.00	0.04%
				13/11/2024	21	19.00	7.36	0.08	285.00	0.03%
				20/11/2024	28	21.00	7.42	0.15	285.00	0.05%
21	DISEÑO 12	D12_E1_3	23/10/2024	23/10/2024	0	22.50	7.01	0.00	285.00	0.00%
				26/10/2024	3	22.50	7.04	0.03	285.00	0.01%
				30/10/2024	7	21.50	7.03	0.02	285.00	0.01%

José Ernesto Estrada Cárdenas
INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Reacción Alkali-Agregado de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre García
MUESTRA : Prismas de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-1260 - 01
TESTIGO : 25 mm. X 25 mm X 285 cm.

Region : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de evaluación	Día de evaluación	Temperatura (°C)	Medición Promedio	Lx - Li (m.m.)	G (m.m.)	L (%)
				06/11/2024	14	22.00	7.01	0.01	285.00	0.00%
				13/11/2024	21	19.00	7.05	0.04	285.00	0.01%
				20/11/2024	28	21.00	7.04	0.03	285.00	0.01%
22	DISEÑO 14	D14_E1_1	24/10/2024	24/10/2024	0	22.00	7.90	0.00	285.00	0.00%
				27/10/2024	3	22.50	7.95	0.04	285.00	0.02%
				31/10/2024	7	21.00	7.97	0.07	285.00	0.02%
				07/11/2024	14	22.00	7.98	0.08	285.00	0.03%
				14/11/2024	21	19.50	7.95	0.05	285.00	0.02%
				21/11/2024	28	21.00	8.10	0.20	285.00	0.07%
23	DISEÑO 14	D14_E1_2	24/10/2024	24/10/2024	0	22.00	6.63	0.00	285.00	0.00%
				27/10/2024	3	22.50	6.65	0.02	285.00	0.01%
				31/10/2024	7	21.00	6.74	0.11	285.00	0.04%
				07/11/2024	14	22.00	6.72	0.09	285.00	0.03%
				14/11/2024	21	19.50	6.68	0.05	285.00	0.02%
				21/11/2024	28	21.00	6.74	0.11	285.00	0.04%
24	DISEÑO 14	D14_E1_3	24/10/2024	24/10/2024	0	22.00	8.29	0.00	285.00	0.00%
				27/10/2024	3	22.50	8.34	0.05	285.00	0.02%
				31/10/2024	7	21.00	8.30	0.01	285.00	0.00%
				07/11/2024	14	22.00	8.32	0.03	285.00	0.01%
				14/11/2024	21	19.50	8.32	0.03	285.00	0.01%
				21/11/2024	28	21.00	6.46	-1.83	285.00	-0.64%
25	DISEÑO 1	D1_E1_1	24/10/2024	24/10/2024	0	22.00	9.00	0.00	285.00	0.00%
				27/10/2024	3	22.50	9.01	0.00	285.00	0.00%
				31/10/2024	7	21.00	9.01	0.01	285.00	0.00%
				07/11/2024	14	22.00	9.02	0.02	285.00	0.01%
				14/11/2024	21	19.50	9.00	0.00	285.00	0.00%
				21/11/2024	28	21.00	9.06	0.06	285.00	0.02%
26	DISEÑO 1	D1_E1_2	24/10/2024	24/10/2024	0	22.00	6.40	0.00	285.00	0.00%
				27/10/2024	3	22.50	6.42	0.02	285.00	0.01%
				31/10/2024	7	21.00	6.44	0.04	285.00	0.01%
				07/11/2024	14	22.00	6.42	0.02	285.00	0.01%
				14/11/2024	21	19.50	6.41	0.01	285.00	0.00%
				21/11/2024	28	21.00	6.41	0.01	285.00	0.00%
27	DISEÑO 1	D1_E1_3	24/10/2024	24/10/2024	0	22.00	9.00	0.00	285.00	0.00%
				27/10/2024	3	22.50	9.01	0.00	285.00	0.00%
				31/10/2024	7	21.00	9.01	0.01	285.00	0.00%
				07/11/2024	14	22.00	9.02	0.02	285.00	0.01%
				14/11/2024	21	19.50	9.00	0.00	285.00	0.00%
				21/11/2024	28	21.00	9.06	0.06	285.00	0.02%
28	DISEÑO 6	D6_E1_1	25/10/2024	25/10/2024	0	22.50	5.45	0.00	285.00	0.00%
				28/10/2024	3	21.50	5.50	0.05	285.00	0.02%

José Ernesto Estrada Cárdenas
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"

TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Reaccion Alkali-Agregado de Concreto UHPC

EJECUTOR : Leeshle Aguirre García

MUESTRA : Prismas de concreto UHPC

NORMA : ASTM C-1260 - 01

TESTIGO : 25 mm. X 25 mm X 285 cm.

Region : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Lugar : Escuela Prof. De

Ingenieria Civil -

UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de evaluacion	Día de evaluacion	Temperatura (°C)	Medicion Promedio	Lx - Li (m.m.)	G (m.m.)	L (%)
				01/11/2024	7	22.00	5.47	0.03	285.00	0.01%
				08/11/2024	14	21.50	5.47	0.02	285.00	0.01%
				15/11/2024	21	22.00	5.43	-0.01	285.00	-0.01%
				22/11/2024	28	21.50	5.50	0.06	285.00	0.02%
29	DISEÑO 6	D6_E1_2	25/10/2024	25/10/2024	0	22.50	7.23	0.00	285.00	0.00%
				28/10/2024	3	21.50	7.24	0.02	285.00	0.01%
				01/11/2024	7	22.00	7.23	0.00	285.00	0.00%
				08/11/2024	14	21.50	7.24	0.02	285.00	0.01%
				15/11/2024	21	22.00	7.22	-0.01	285.00	0.00%
				22/11/2024	28	21.50	7.20	-0.02	285.00	-0.01%
30	DISEÑO 6	D6_E1_3	25/10/2024	25/10/2024	0	22.50	6.07	0.00	285.00	0.00%
				28/10/2024	3	21.50	6.11	0.04	285.00	0.01%
				01/11/2024	7	22.00	6.11	0.04	285.00	0.01%
				08/11/2024	14	21.50	6.12	0.04	285.00	0.02%
				15/11/2024	21	22.00	6.11	0.04	285.00	0.01%
				22/11/2024	28	21.50	6.13	0.06	285.00	0.02%
31	DISEÑO 7	D7_E1_1	26/10/2024	26/10/2024	0	22.50	6.29	0.00	285.00	0.00%
				29/10/2024	3	21.50	6.31	0.02	285.00	0.01%
				02/11/2024	7	21.50	6.34	0.05	285.00	0.02%
				09/11/2024	14	20.00	6.38	0.08	285.00	0.03%
				16/11/2024	21	21.50	6.32	0.03	285.00	0.01%
				23/11/2024	28	21.00	6.36	0.07	285.00	0.02%
32	DISEÑO 7	D7_E1_2	26/10/2024	26/10/2024	0	22.50	5.02	0.00	285.00	0.00%
				29/10/2024	3	21.50	5.03	0.01	285.00	0.00%
				02/11/2024	7	21.50	5.02	0.00	285.00	0.00%
				09/11/2024	14	20.00	5.07	0.05	285.00	0.02%
				16/11/2024	21	21.50	5.10	0.08	285.00	0.03%
				23/11/2024	28	21.00	5.02	0.00	285.00	0.00%
33	DISEÑO 7	D7_E1_3	26/10/2024	26/10/2024	0	22.50	7.53	0.00	285.00	0.00%
				29/10/2024	3	21.50	7.57	0.04	285.00	0.01%
				02/11/2024	7	21.50	7.54	0.00	285.00	0.00%
				09/11/2024	14	20.00	7.54	0.01	285.00	0.00%
				16/11/2024	21	21.50	7.50	-0.03	285.00	-0.01%
				23/11/2024	28	21.00	7.62	0.09	285.00	0.03%
34	DISEÑO 8	D8_E1_1	26/10/2024	26/10/2024	0	22.50	5.96	0.00	285.00	0.00%
				29/10/2024	3	21.50	5.98	0.02	285.00	0.01%
				02/11/2024	7	21.50	5.98	0.02	285.00	0.01%
				09/11/2024	14	20.00	6.01	0.05	285.00	0.02%
				16/11/2024	21	21.50	5.96	0.00	285.00	0.00%
				23/11/2024	28	21.00	5.98	0.02	285.00	0.01%
35	DISEÑO 8	D8_E1_2	26/10/2024	26/10/2024	0	22.50	5.30	0.00	285.00	0.00%

José Ernesto Estrada Cárdenas
INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"
TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Reacción Alcali-Agregado de Concreto UHPC
EJECUTOR : Leeshle Aguirre García
MUESTRA : Prismas de concreto UHPC
NORMA : ASTM C-1260 - 01
TESTIGO : 25 mm. X 25 mm X 285 cm.

Region : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de evaluación	Día de evaluación	Temperatura (°C)	Medición Promedio	Lx - Li (m.m.)	G (m.m.)	L (%)
				29/10/2024	3	21.50	5.32	0.02	285.00	0.01%
				02/11/2024	7	21.50	5.33	0.03	285.00	0.01%
				09/11/2024	14	20.00	5.35	0.05	285.00	0.02%
				16/11/2024	21	21.50	5.34	0.04	285.00	0.02%
				23/11/2024	28	21.00	5.33	0.04	285.00	0.01%
36	DISEÑO 8	D8_E1_3	26/10/2024	26/10/2024	0	22.50	7.86	0.00	285.00	0.00%
				29/10/2024	3	21.50	7.87	0.00	285.00	0.00%
				02/11/2024	7	21.50	7.87	0.00	285.00	0.00%
				09/11/2024	14	20.00	7.86	0.00	285.00	0.00%
				16/11/2024	21	21.50	7.86	0.00	285.00	0.00%
				23/11/2024	28	21.00	7.87	0.00	285.00	0.00%
37	DISEÑO 3	D3_E1_1	27/10/2024	27/10/2024	0	21.50	4.01	0.00	285.00	0.00%
				30/10/2024	3	21.50	4.01	0.00	285.00	0.00%
				03/11/2024	7	21.50	4.03	0.02	285.00	0.01%
				10/11/2024	14	22.00	4.04	0.03	285.00	0.01%
				17/11/2024	21	21.00	4.07	0.06	285.00	0.02%
				24/11/2024	28	20.50	4.05	0.04	285.00	0.01%
38	DISEÑO 3	D3_E1_2	27/10/2024	27/10/2024	0	21.50	5.64	0.00	285.00	0.00%
				30/10/2024	3	21.50	5.66	0.03	285.00	0.01%
				03/11/2024	7	21.50	5.70	0.06	285.00	0.02%
				10/11/2024	14	22.00	5.67	0.03	285.00	0.01%
				17/11/2024	21	21.00	5.68	0.04	285.00	0.01%
				24/11/2024	28	20.50	5.67	0.03	285.00	0.01%
39	DISEÑO 3	D3_E1_3	27/10/2024	27/10/2024	0	21.50	4.97	0.00	285.00	0.00%
				30/10/2024	3	21.50	4.99	0.03	285.00	0.01%
				03/11/2024	7	21.50	5.03	0.07	285.00	0.02%
				10/11/2024	14	22.00	5.04	0.08	285.00	0.03%
				17/11/2024	21	21.00	5.03	0.07	285.00	0.02%
				24/11/2024	28	20.50	5.06	0.10	285.00	0.03%
40	DISEÑO 4	D4_E1_1	27/10/2024	27/10/2024	0	21.50	5.57	0.00	285.00	0.00%
				30/10/2024	3	21.50	5.58	0.01	285.00	0.00%
				03/11/2024	7	21.50	5.59	0.02	285.00	0.01%
				10/11/2024	14	22.00	5.62	0.05	285.00	0.02%
				17/11/2024	21	21.00	5.64	0.07	285.00	0.03%
				24/11/2024	28	20.50	1.00	-4.57	285.00	-1.60%
41	DISEÑO 4	D4_E1_2	27/10/2024	27/10/2024	0	21.50	6.49	0.00	285.00	0.00%
				30/10/2024	3	21.50	6.50	0.01	285.00	0.00%
				03/11/2024	7	21.50	6.52	0.03	285.00	0.01%
				10/11/2024	14	22.00	6.49	0.00	285.00	0.00%
				17/11/2024	21	21.00	6.51	0.02	285.00	0.01%
				24/11/2024	28	20.50	6.53	0.04	285.00	0.02%

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"

TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Reaccion Alkali-Agregado de Concreto UHPC

EJECUTOR : Leeshle Aguirre García

MUESTRA : Prismas de concreto UHPC

NORMA : ASTM C-1260 - 01

TESTIGO : 25 mm. X 25 mm X 285 cm.

Region : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparación	Fecha de evaluación	Día de evaluación	Temperatura (°C)	Medición Promedio	Lx - Li (m.m.)	G (m.m.)	L (%)
42	DISEÑO 4	D4_E1_3	27/10/2024	27/10/2024	0	21.50	5.43	0.00	285.00	0.00%
				30/10/2024	3	21.50	5.43	0.00	285.00	0.00%
				03/11/2024	7	21.50	5.48	0.05	285.00	0.02%
				10/11/2024	14	22.00	5.49	0.06	285.00	0.02%
				17/11/2024	21	21.00	5.47	0.04	285.00	0.01%
43	DISEÑO 5	D5_E1_1	28/10/2024	28/10/2024	0	21.50	5.67	0.00	285.00	0.00%
				31/10/2024	3	21.00	5.69	0.02	285.00	0.01%
				04/11/2024	7	21.00	5.70	0.03	285.00	0.01%
				11/11/2024	14	20.00	5.70	0.03	285.00	0.01%
				18/11/2024	21	22.00	5.71	0.04	285.00	0.01%
44	DISEÑO 5	D5_E1_2	28/10/2024	28/10/2024	0	21.50	7.34	0.00	285.00	0.00%
				31/10/2024	3	21.00	7.36	0.02	285.00	0.01%
				04/11/2024	7	21.00	7.39	0.05	285.00	0.02%
				11/11/2024	14	20.00	7.37	0.03	285.00	0.01%
				18/11/2024	21	22.00	7.38	0.04	285.00	0.01%
45	DISEÑO 5	D5_E1_3	28/10/2024	28/10/2024	0	21.50	5.00	0.00	285.00	0.00%
				31/10/2024	3	21.00	5.05	0.05	285.00	0.02%
				04/11/2024	7	21.00	5.10	0.11	285.00	0.04%
				11/11/2024	14	20.00	5.10	0.10	285.00	0.04%
				18/11/2024	21	22.00	5.06	0.06	285.00	0.02%
46	DISEÑO REFERENCIA	DR_E1_1	28/10/2024	28/10/2024	0	21.50	7.20	0.00	285.00	0.00%
				31/10/2024	3	21.00	7.24	0.04	285.00	0.01%
				04/11/2024	7	21.00	7.24	0.04	285.00	0.01%
				11/11/2024	14	20.00	7.26	0.06	285.00	0.02%
				18/11/2024	21	22.00	7.24	0.04	285.00	0.01%
47	DISEÑO REFERENCIA	DR_E1_2	28/10/2024	28/10/2024	0	21.50	4.95	0.00	285.00	0.00%
				31/10/2024	3	21.00	4.96	0.01	285.00	0.00%
				04/11/2024	7	21.00	5.03	0.08	285.00	0.03%
				11/11/2024	14	20.00	5.01	0.07	285.00	0.02%
				18/11/2024	21	22.00	5.02	0.07	285.00	0.02%
48	DISEÑO REFERENCIA	DR_E1_3	28/10/2024	28/10/2024	0	21.50	5.04	0.10	285.00	0.03%
				31/10/2024	3	21.00	7.15	0.00	285.00	0.00%
				04/11/2024	7	21.00	7.27	0.12	285.00	0.04%
				11/11/2024	14	20.00	7.26	0.11	285.00	0.04%
				18/11/2024	21	22.00	7.28	0.13	285.00	0.05%


José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"

TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Reaccion Alkali-Agregado de Concreto UHPC

EJECUTOR : Leeshle Aguirre García

MUESTRA : Prismas de concreto UHPC

NORMA : ASTM C-1260 - 01

TESTIGO : 25 mm. X 25 mm X 285 cm.

Region : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Lugar : Escuela Prof. De

Ingeniería Civil -

UNSCH

Nº	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Fecha de preparacion	Fecha de evaluacion	Dia de evaluacion	Temperatura (°C)	Medicion Promedio	Lx- Li (m.m.)	G (m.m.)	L (%)
				25/11/2024	28	21.50	7.26	0.10	285.00	0.04%

José Ernesto Estrada Cárdenas
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

: "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"

TIPO DE ENSAYO

: Ensayo de Flujo de Concreto UHPC

EJECUTOR

: Leeshle Aguirre García

MUESTRA

: Volumen de mezcla

NORMA

: ASTM C1856/C1856M
 ASTM C 230/C 230M

CONO

: Abertura inferior de 10 cm, abertura superior de 7 cm y la altura de 6 cm

Region : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Lugar : Escuela Prof. De

Ingeniería Civil -

UNSCH

Anexo 5: Base de datos de recolección de datos de Ensayo de Flujo de Concreto UHPC.

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Volumen de preparación de muestra	Fecha de preparación	Tiempo de flujo en 2 minutos +/- 5 seg.			Observación
					Diámetro mínimo (cm)	Diámetro máximo (cm)	Diámetro promedio (cm)	
1	DISEÑO 1	D1 E1 01	8.57	03/10/2024	20.60	21.30	20.95	
2	DISEÑO 1	D1 E1 02	8.57	03/10/2024	20.00	21.00	20.50	
3	DISEÑO 2	D2 E1 01	8.60	03/10/2024	15.70	16.40	16.05	
4	DISEÑO 2	D2 E1 02	8.60	03/10/2024	16.00	17.40	16.70	
5	DISEÑO 3	D3 E1 01	8.64	03/10/2024	12.10	12.80	12.45	
6	DISEÑO 3	D3 E1 02	8.64	03/10/2024	10.40	11.00	10.70	
7	DISEÑO 4	D4 E1 01	9.33	04/10/2024	10.10	10.35	10.23	
8	DISEÑO 4	D4 E1 02	9.33	04/10/2024	10.00	10.20	10.10	
9	DISEÑO 5	D5 E1 01	9.37	04/10/2024	10.00	10.05	10.03	
10	DISEÑO 5	D5 E1 02	9.37	04/10/2024	10.00	10.10	10.05	
11	DISEÑO 6	D6 E1 01	9.33	07/10/2024	17.90	18.20	18.05	
12	DISEÑO 6	D6 E1 02	9.33	07/10/2024	17.90	18.80	18.35	

José Ernesto Esirada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

: "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"

TIPO DE ENSAYO

: Ensayo de Flujo de Concreto UHPC

EJECUTOR

: Leeshle Aguirre García

MUESTRA

: Volumen de mezcla

NORMA

: ASTM C1856/C1856M
ASTM C 230/C 230M

CONO

: Abertura inferior de 10 cm, abertura superior de 7 cm y la altura de 6 cm

Region : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Lugar : Escuela Prof. De Ingeniería Civil - UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Volumen de preparación de muestra	Fecha de preparación	Tiempo de flujo en 2 minutos +/- 5 seg.			Observación
					Diámetro mínimo (cm)	Diámetro máximo (cm)	Diámetro promedio (cm)	
13	DISEÑO 7	D7 E1 01	9.37	07/10/2024	15.40	17.50	16.45	
14	DISEÑO 7	D7 E1 02	9.37	07/10/2024	16.20	17.50	16.85	
15	DISEÑO 8	D8 E1 01	9.41	07/10/2024	13.50	14.00	13.75	
16	DISEÑO 8	D8 E1 02	9.41	07/10/2024	14.70	14.90	14.80	
17	DISEÑO 9	D9 E1 01	9.45	08/10/2024	11.80	12.10	11.95	
18	DISEÑO 9	D9 E1 02	9.45	08/10/2024	11.40	12.90	12.15	
19	DISEÑO 10	D10 E1 0	9.92	30/09/2024	11.50	11.70	11.60	
20	DISEÑO 10	D10 E1 0	9.92	30/09/2024	10.31	10.40	10.36	
21	DISEÑO 11	D11 E1 0	9.53	01/10/2024	28.00	28.50	28.25	
22	DISEÑO 11	D11 E1 0	9.53	01/10/2024	27.30	27.50	27.40	
23	DISEÑO 12	D12 E1 0	9.57	01/10/2024	24.50	25.30	24.90	
24	DISEÑO 12	D12 E1 0	9.57	01/10/2024	25.40	24.90	25.15	

José Ernesto Estrada Cárdenas
INGENIERO CIVIL
Reg. Colegio de Ing. N° 33072



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

: "Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto uhpc con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho"

TIPO DE ENSAYO : Ensayo de Flujo de Concreto UHPC

EJECUTOR : Leeshle Aguirre García

MUESTRA : Volumen de mezcla

NORMA : ASTM C1856/C1856M

: ASTM C 230/C 230M

CONO : Abertura inferior de 10 cm, abertura superior de 7 cm y la altura de 6 cm

Región : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Lugar : Escuela Prof. De

Ingeniería Civil -

UNSCH

N°	Diseño de Mezcla	Codificación de muestra	Volumen de preparación de muestra	Fecha de preparación	Tiempo de flujo en 2 minutos +/- 5 seg.			
					Diámetro mínimo (cm)	Diámetro máximo (cm)	Diámetro promedio (cm)	Observación
25	DISEÑO 13	DI3 E1 0	9.61	01/10/2024	24.20	25.10	24.65	
26	DISEÑO 13	DI3 E1 0	9.61	01/10/2024	23.40	24.60	24.00	
27	DISEÑO 14	DI4 E1 0	8.97	02/10/2024	19.80	21.30	20.55	
28	DISEÑO 14	DI4 E1 0	8.97	02/10/2024	21.40	21.60	21.50	
29	DISEÑO 15	DI5 E1 0	9.01	02/10/2024	17.30	17.60	17.45	
30	DISEÑO 15	DI5 E1 0	9.01	02/10/2024	17.90	18.00	17.95	
31	DISEÑO REFERENC	DR 01	8.87	02/10/2024	13.80	13.90	13.85	
32	DISEÑO REFERENC	DR 02	8.87	02/10/2024	12.40	13.50	12.95	

José Ernesto Estrada Cárdenas
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Colegio de Ing. N° 33072

Anexo 6: Panel fotográfico de trabajos

Foto 1. Extracción de agregado fino de la cantera La Cazadora, Huayhuacondo, Distrito de Tambillo, Huamanga, Ayacucho.



Foto 2. Proceso de lavado y selección de agregado fino de la cantera la cazadora, Huayhuacondo, Distrito d Tambillo, Huamanga, Ayacucho.



Foto 3. Pesado del cemento portland tipo I de acuerdo al diseño de mezcla propuesto.



Foto 4. Pesado de agregado de acuerdo al diseño de mezcla propuesto.



Foto 5. Pesado de Silica fume de acuerdo al diseño de mezcla propuesto.



Foto 6. Disposición y pesado de aditivo superplastificante.



Foto 7. Materiales pesados y listos para la mezcla y preparación del concreto UHPC.



Foto 8. Materiales listos para la preparación del concreto UHPC.



Foto 9. Mezcla de componentes con batidora manual para el preparado de concreto UHPC.



Foto 10. Mezcla del concreto UHPC, etapa en la cual se observa las esferas antes de la conformación de la mezcla final.



Foto 11. Llenado de probetas con mezcla UHPC.



Foto12. Proceso de desmolde de probetas de concreto UHPC.



Foto 13. Codificación de probetas desmoldadas.



Foto 14. Probetas desmoldadas después de 36 horas de preparación del diseño de mezcla 3.

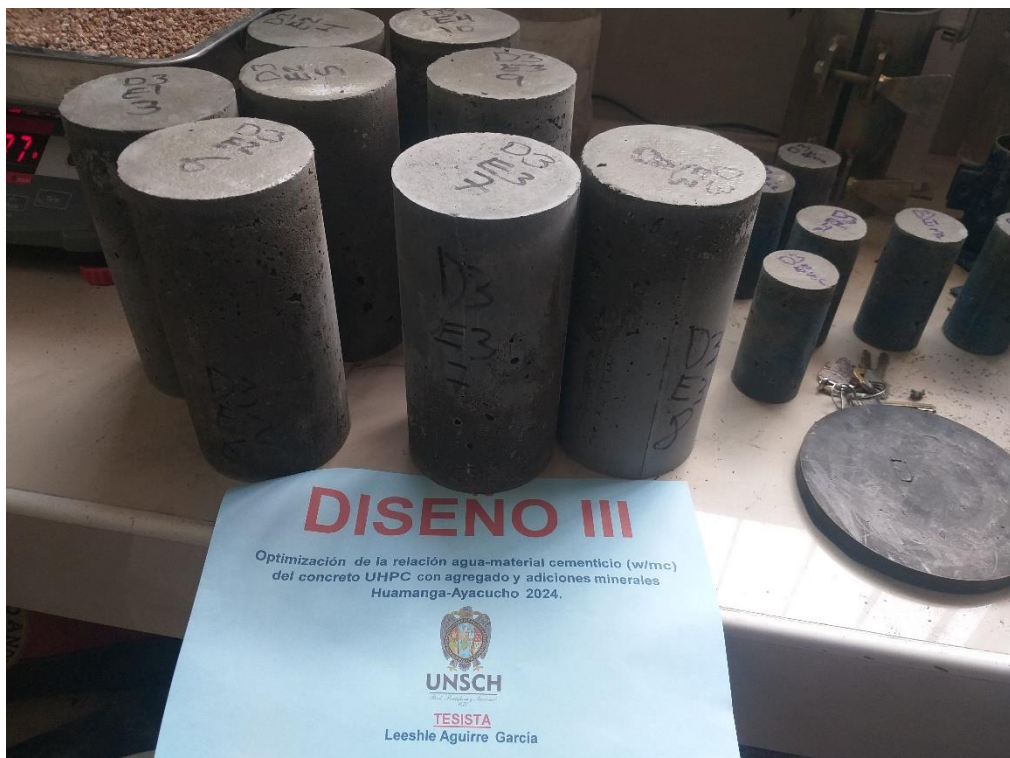


Foto 15. Colocación de concreto UHPC en el cono para el ensayo de flujo.



Foto 16. Ensayo de flujo, después de 2 minutos +/- 5 segundos .



Foto 17. Ensayo de flujo, después de 2 minutos +/- 5 segundos.



Foto 18. Colocación de concreto UHPC, para la preparación de primas del ensayo de Durabilidad.



Foto 19. Primas de concreto UHPC, listas para la medición.



Foto 20. Medición de la longitud en primas, con fines de deformación.



Foto 21. Toma de datos de la longitud en primas, con fines de deformación.



Foto 22. Curado de primas de concreto.



Foto 23. Probetas con los diseños de mezcla del 1 al 1.



Foto 24. Probetas con los diseños de mezcla del 6 a 10.



Foto 25. Probetas con los diseños de mezcla del 11 a 15.



Foto 26. Probetas con el diseño en referencia y/o control.



Foto 27. Probetas con los 15 diseños de mezcla más el diseño en referencia y/o control.



Foto 28. Probetas de 5 cm de diámetro y 10 cm de altura, con fines de verificación y rotura a los 7, 14 y 21 días.



Foto 29. Medición de temperatura diaria, para verificación en los ensayos realizados.

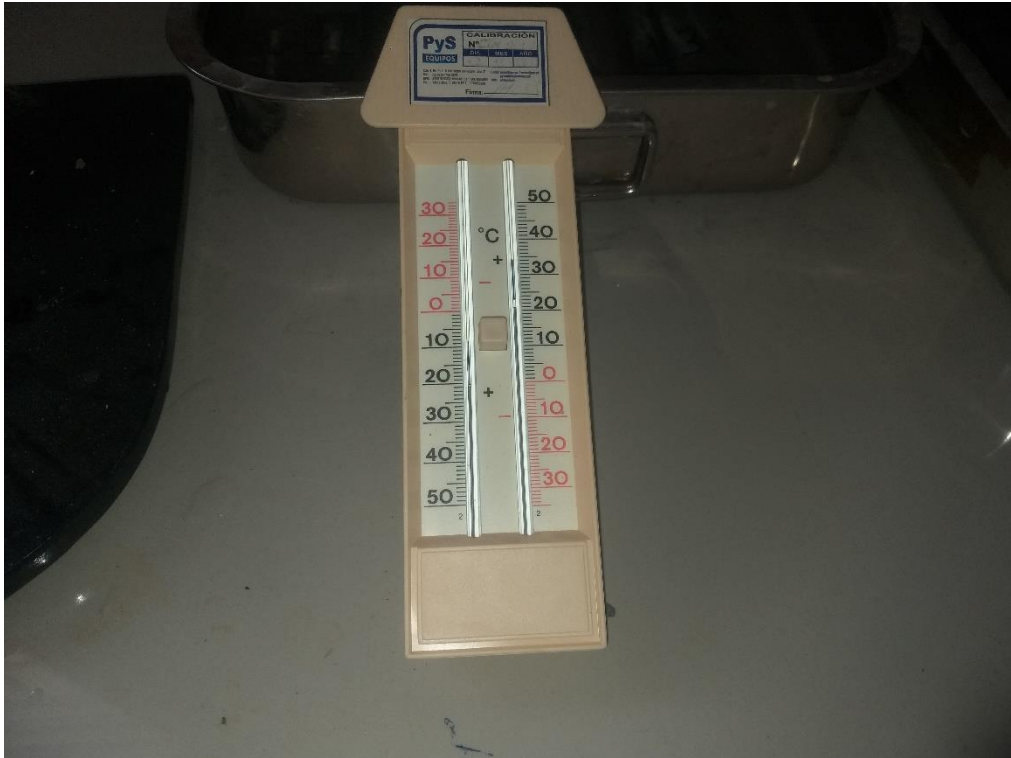


Foto 30. Prismas de concreto UHPC, evaluación de durabilidad, diseños 5, 6, 10 y 12.

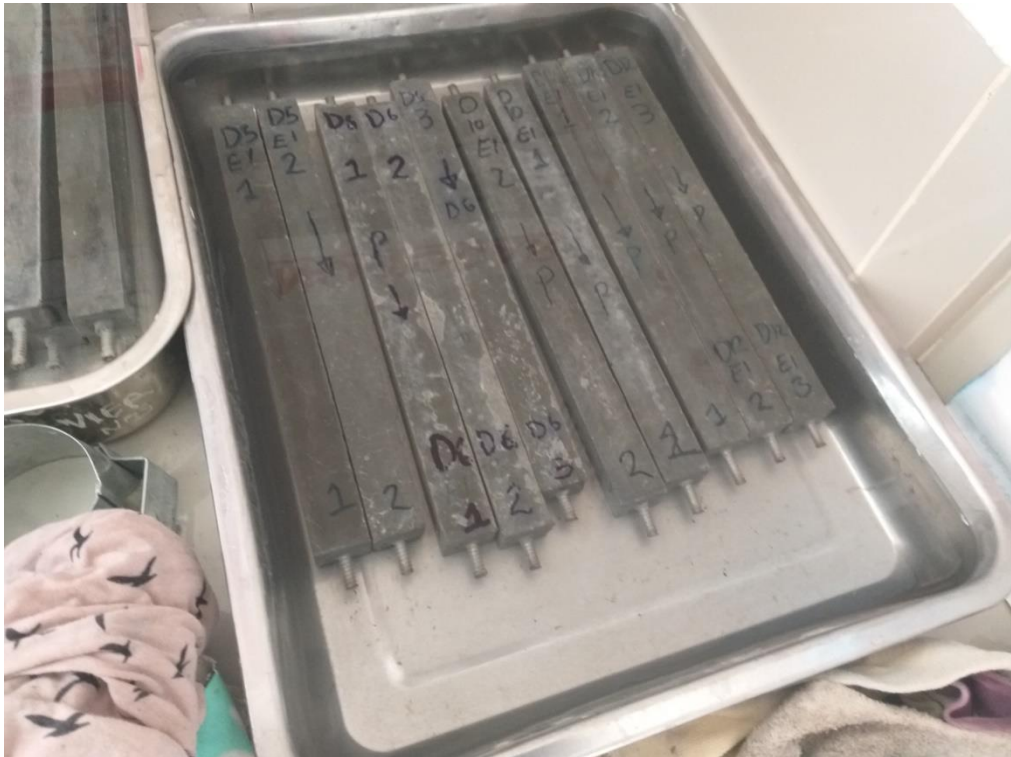


Foto 31. Prismas de concreto UHPC, evaluación de durabilidad, diseños 4, 8, referencia.



Foto 32. Prismas de concreto UHPC, evaluación de durabilidad diseños 7, 9 y 11.



Foto 33. Prismas de concreto UHPC, evaluación de durabilidad, diseños 1, 2 y 3.

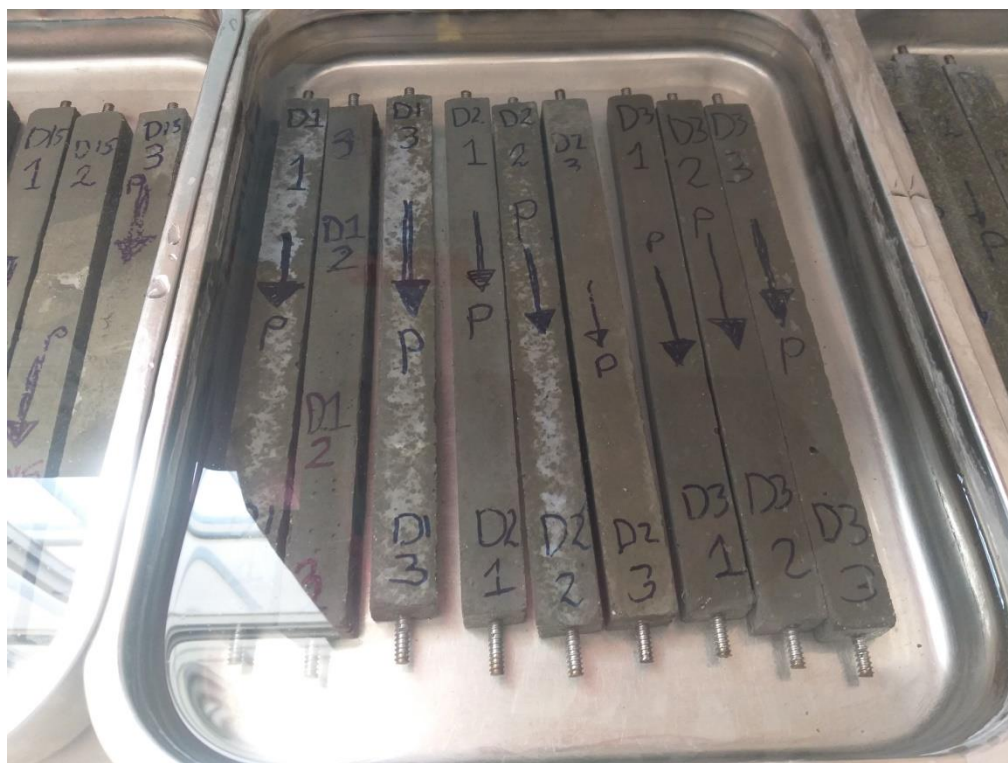


Foto 34. Prismas de concreto UHPC, evaluación de durabilidad, diseños 13, 14 y 15.



Foto 35. Prismas de concreto UHPC, evaluación de durabilidad los 16 diseños.



Foto 36. Roturas de probetas en máquina de compresión Tecnotest.



Foto 37. Muestra de probeta rota en máquina de compresión Tecnotest.



Foto 38. Probeta del diseño 6 rota y verificada en laboratorio.

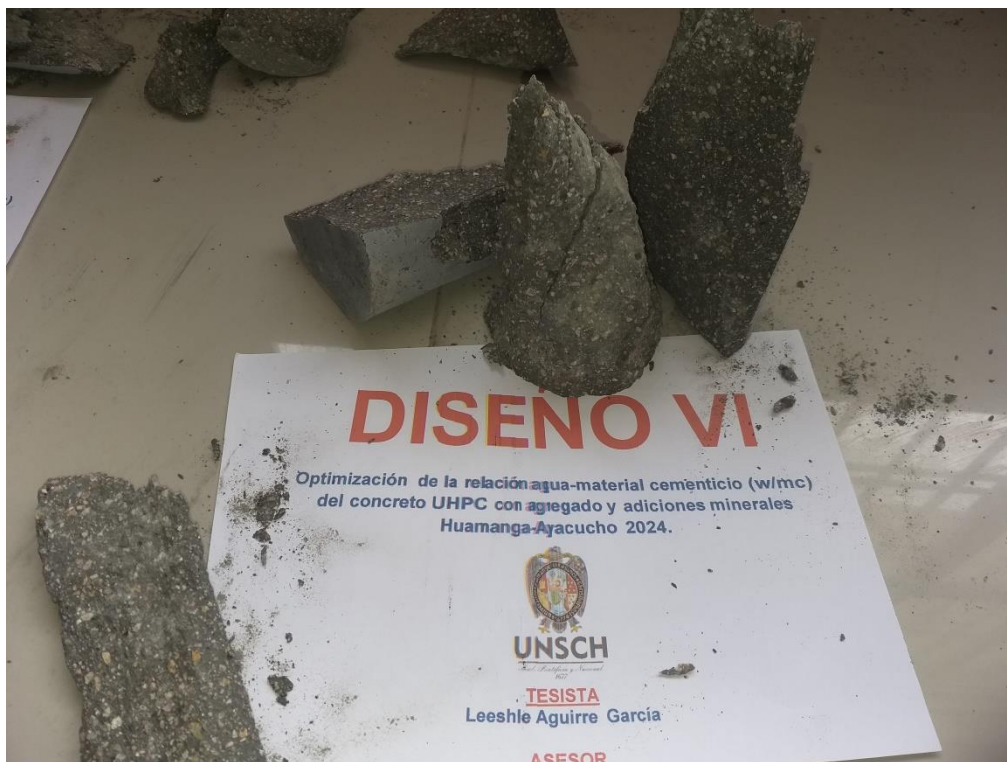


Foto 39. Probeta del diseño 5 rota y verificada en laboratorio.



Foto 40. Probeta del diseño 11 rota y verificada en laboratorio.



Foto 41. Resultado de rotura del ensayo a la compresión en probetas realizadas.



Foto 42. Resultado de rotura del ensayo a la compresión en probetas realizadas.



Foto 43. Resultado de rotura del ensayo a la compresión en probetas realizadas.



Foto 44. Resultado de rotura del ensayo a la compresión en probetas realizadas.




Foto 45. Probeta para el ensayo de compresión.



Foto 46. Resultado de rotura del ensayo a la compresión en probetas realizadas.



Anexo 7: Análisis granulométrico, ensayo de durabilidad del agregado fino de la cantera La cazadora



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 050445

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S24 - 232-1

SOLICITANTE : JOSE ERNESTO ESTRADA CARDENAS
 PROYECTO : CONCRETO UHPC CON AGREGADOS LOCALES
 HUAMANGA - AYACUCHO
 UBICACIÓN : CANTERA LA CAZADORA - HUAYHUACONDO - HUAMANGA - AYACUCHO
 FECHA : 13 DE JUNIO DEL 2024

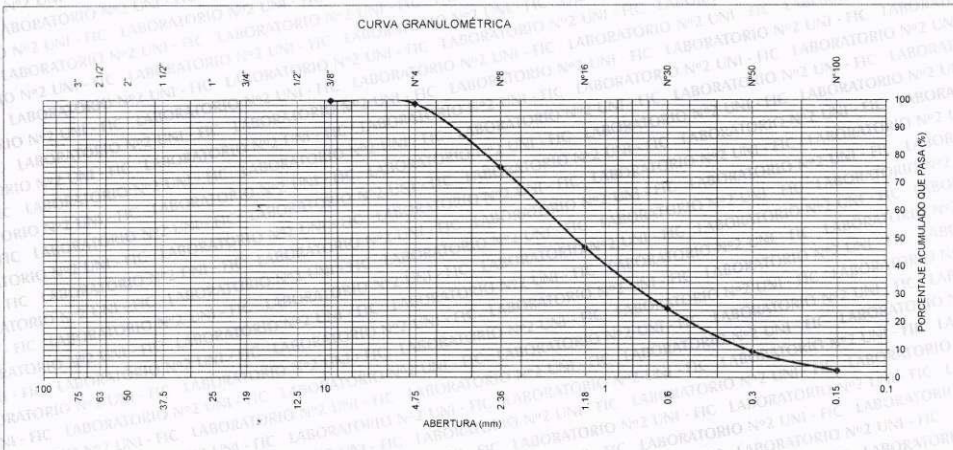
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : La Cazadora
 Muestra : Arena Lavada
 Prof. (m.) : 3.00
 Referencia : Huayhuacondo - Huamanga - Ayacucho

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM C136/C136M-19
 Procedimiento interno AT-PR.15

Tamiz	Abertura (mm)	Parcial Retenido (%)	(% Acumulado)	
			Retenido	Pasa
3/8"	9.500	0.2	0.2	99.8
N°4	4.750	1.2	1.5	98.5
N°8	2.360	22.9	24.4	75.6
N°16	1.180	29.0	53.4	46.6
N°30	0.600	22.1	75.5	24.5
N°50	0.300	15.2	90.7	9.3
N°100	0.150	6.9	97.5	2.5
FONDO		2.5		


Módulo de Fineza ASTM C125 : 3.4




CURVA GRANULOMÉTRICA

Nota:
 Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
 Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. R. Quiroz S.
 Aprobación : Ing. H. Espinoza C.


ING. HECTOR ESPINOZA CCENTE
 JEFE (e) LABORATORIO N° 02 MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI - FIC


 Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
 www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 050446

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S24 - 232-2

SOLICITANTE : JOSE ERNESTO ESTRADA CARDENAS
PROYECTO : CONCRETO UHPC CON AGREGADOS LOCALES
HUAMANGA - AYACUCHO
UBICACIÓN : CANTERA LA CAZADORA - HUAYHUACONDO - HUAMANGA - AYACUCHO
FECHA : 13 DE JUNIO DEL 2024

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : La Cazadora
Muestra : Arena Lavada
Prof. (m.) : 3.00
Referencia : Huayhuacondo - Huamanga - Ayacucho

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15

GRAVEDAD ESPECÍFICA (BASE SECA) : 2.554
GRAVEDAD ESPECÍFICA (BASE SATURADA) : 2.581
GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE (BASE SECA) : 2.626
% DE ABSORCIÓN : 1.067

Nota:

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Tec. R. Quiroz S.

Aprobación : Ing. H. Espinoza C.


ING. HECTOR ESPINOZA CCENTE
JEFE (e) LABORATORIO N° 02 MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI - FIC



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 050447

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S24 - 232-3

SOLICITANTE : JOSE ERNESTO ESTRADA CARDENAS
PROYECTO : CONCRETO UHPC CON AGREGADOS LOCALES
UBICACIÓN : HUAMANGA - AYACUCHO
FECHA : CANTERA LA CAZADORA - HUAYHUACONDO - HUAMANGA - AYACUCHO
13 DE JUNIO DEL 2024

ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO - REFERENCIA ASTM C88/C88M-18

Procedimiento interno AT-PR.14

Cantera : La Cazadora
Muestra : Arena Lavada
Prof. (m.) : 3.00
Referencia : Huayhuacondo - Huamanga - Ayacucho

II. AGREGADO FINO

ANÁLISIS CUALITATIVO DEL AGREGADO FINO

Pérdidas (%) : 6

Tamaño	Masa Requerida (g)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Pérdidas		Gradación Original (%)	Pérdidas Corregidas (%)
				Masa (g)	(%)		
3/8" a N°4	100	100	-	-	-	1.2	-
N°4 a N°8	100	100	85.3	14.7	14.70	23.0	3.381
N°8 a N°16	100	100	94.4	5.6	5.60	29.1	1.630
N°16 a N°30	100	100	97.1	2.9	2.90	22.1	0.641
N°30 a N°50	100	100	97.2	2.8	2.80	15.2	0.426
N°50 a N°100	-	-	-	-	-	6.9	-
Pasa N°100	-	-	-	-	-	2.5	-
TOTALES						100.0	6.077

Nota:

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución

Téc. R. Quiroz S.

Aprobación

Ing. H. Espinoza C.

ING. HECTOR ESPINOZA CCENTE
JEFE (e) LABORATORIO N° 02 MECANICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI - FIC



Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 050448

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S24 - 232-4

SOLICITANTE : JOSE ERNESTO ESTRADA CARDENAS
PROYECTO : CONCRETO UHPC CON AGREGADOS LOCALES
HUAMANGA - AYACUCHO
UBICACIÓN : CANTERA LA CAZADORA - HUAYHUACONDO - HUAMANGA - AYACUCHO
FECHA : 13 DE JUNIO DEL 2024

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cantera : La Cazadora
Muestra : Arena Lavada
Prof. (m.) : 3
Referencia : Huayhuacondo - Huamanga - Ayacucho

AGREGADO GLOBAL

PESO UNITARIO VARILLADO - ASTM C29M-17a

Peso Unitario Varillado (g/cm³) : 1.638

PESO UNITARIO SUELTO ASTM - C29M-17a

Peso Unitario Suelto (g/cm³) : 1.506

Nota:

Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.

Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. R. Quiroz S.

Aprobación : Ing. H. Espinoza C.

ING. HECTOR ESPINOZA CCENTE
JEFE (e) LABORATORIO N° 02 MECÁNICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI-FIC



Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

Anexo 8: Análisis de composición química por difracción de rayos X del agregado fino de la cantera La cazadora



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO LABICER
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME DE ENSAYO N° 1082 – 24 – LABICER

1. **DATOS DEL CLIENTE**
 - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : JOSÉ ERNESTO ESTRADA CARDENAS
 - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 10067230731
 - 1.3. DIRECCIÓN : --
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 22 / 10 / 2024
 - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 28 / 10 / 2024
 - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 04 / 11 / 2024
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X
4. **DATOS DE LA MUESTRA**
 - 4.1. TIPO DE MUESTRA : SUELO
 - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE ARENA LIMPIA GRUESA – LOTE 1
CANTERA "LA CAZADORA" – HUAYHUACONDO-AYACUCHO
PROYECTO : CONCRETO UHPC CON AGREGADOS LOCALES-HUAMANGA
AYACUCHO
 - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE PLÁSTICO
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER - UNI
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.4°C; Humedad relativa: 66%
7. **RESULTADOS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de silicio (Cuarzo), SiO ₂	31.93	%	Difracción de Rayos X ⁽²⁾
Silicato de sodio y aluminio (Albita), NaAlSi ₃ O ₈	44.09	%	
Silicato de potasio y aluminio (Microclina), KAlSi ₃ O ₈	23.98	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ La identificación de las fases cristalinas es el resultado con mayor probabilidad (Score) brindado por el software HighScore Plus V4.9 de Malvern Panalytical utilizando la Base de datos PDF4+ 2024. El análisis semicuantitativo se basa en uso del Método de Refinamiento Rietveld, considerando un balance de las fases cristalinas al 100%. Equipo: DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X. PANALYTICAL, EMPYREAN. Ver difractograma en Anexo, Figura N°1.

8. **VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO**
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.

Fabio Jurado
Analista
LABICER –UNI

NOTAS:

1. LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
2. LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
3. Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
4. Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.



Firmado digitalmente por:
MAZA MEJIA ILY MARILU FIR
10509227 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 04/11/2024 18:07:28-0500

M.Sc. Ily Marilú Maza Mejía
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

ANEXO

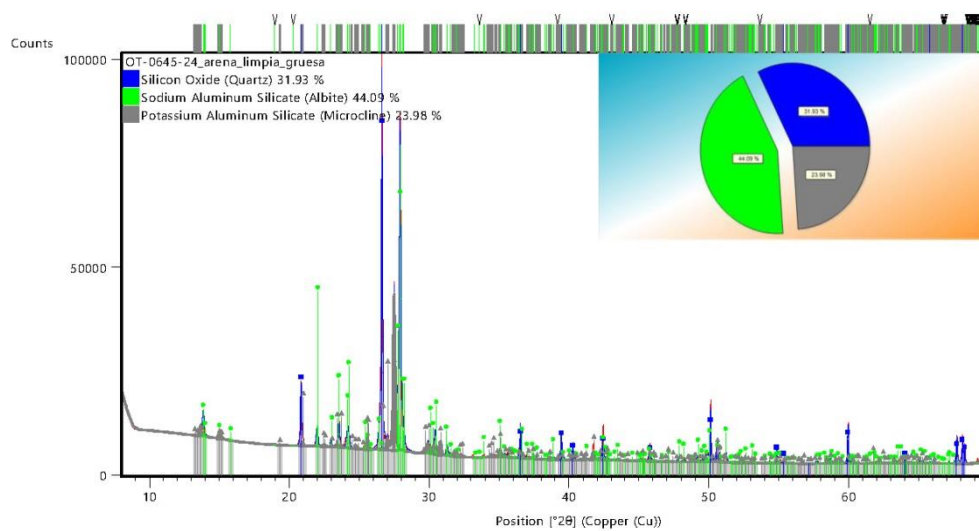


Figura N°1. Difractograma de la muestra.



Anexo 9: Procedimiento de cálculo de Diseños de mezclas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA I

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
Adicion minerologica (Silica fume)	10.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00	kg/m ³
---------------------	--------	-------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	10.00 %	
Cantidad de Micro Silice	90.00	kg/m ³

9. Estimacion del Volumen del agua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
Cantidad de agua	162.00 kg/m ³

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante	1.75 %
Cantidad de Superplastificante	17.33

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	90.00	2.20	0.04
Agua	162.00	1.00	0.16
Superplastificante	17.33	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.51

Volumen del agregado fino por m ³ (1- vol. De resto de mat.)	0.49
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.626
peso del agregado fino	1295.46 kg/m ³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	90.00
Agregado fino	1295.46
Agua	162.00
Superplastificante	17.33

<i>Relacion silica fume y cemento (sf/c)</i>	0.10
<i>Relacion agua/cemento (w/c)</i>	0.18
<i>Adicion minerologica (Silica fume)</i>	10.00 %
<i>Superplastificante</i>	1.75 %
<i>Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc)</i>	0.18

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.16
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA II

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
Adicion minerologica (Silica fume)	15.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
----------------------------	---------------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	15.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	135.00 kg/m ³
---------------------------------	---------------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	162.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante 1.75 %

Cantidad de Superplastificante	18.11
---------------------------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	135.00	2.20	0.06
Agua	162.00	1.00	0.16
Superplastificante	18.11	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.53

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.47**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1239.87** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	135.00
Agregado fino	1239.87
Agua	162.00
Superplastificante	18.11

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.15

Relacion agua/cemento (w/c) 0.18

Adicion minerologica (Silica fume) 15.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.17

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.16
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA III

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
Adicion minerologica (Silica fume)	20.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
---------------------	--------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	20.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	180.00 kg/m ³
--------------------------	--------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	162.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante	1.75 %
Cantidad de Superplastificante	18.90

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	180.00	2.20	0.08
Agua	162.00	1.00	0.16
Superplastificante	18.90	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.55

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.45**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1184.28** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	180.00
Agregado fino	1184.28
Agua	162.00
Superplastificante	18.90

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.20

Relacion agua/cemento (w/c) 0.18

Adicion minerologica (Silica fume) 20.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.17

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.15
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA IV

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
Adicion minerologica (Silica fume)	25.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
---------------------	--------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	25.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	225.00 kg/m ³
--------------------------	--------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	162.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimación del Superplastificante

Superplastificante 1.75 %

Cantidad de Superplastificante	19.69
---------------------------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	225.00	2.20	0.10
Agua	162.00	1.00	0.16
Superplastificante	19.69	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.57

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.43**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1128.68** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	225.00
Agregado fino	1128.68
Agua	162.00
Superplastificante	19.69

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.25

Relacion agua/cemento (w/c) 0.18

Adicion minerologica (Silica fume) 25.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.16

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.14
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA V

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
Adicion minerologica (Silica fume)	30.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
----------------------------	---------------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	30.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	270.00 kg/m ³
---------------------------------	---------------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.18
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	162.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimación del Superplastificante

Superplastificante 1.75 %

Cantidad de Superplastificante	20.48
---------------------------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	270.00	2.20	0.12
Agua	162.00	1.00	0.16
Superplastificante	20.48	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.59

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.41**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1073.09** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	270.00
Agregado fino	1073.09
Agua	162.00
Superplastificante	20.48

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.30

Relacion agua/cemento (w/c) 0.18

Adicion minerologica (Silica fume) 30.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.16

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.14
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA VI

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
Adicion minerologica (Silica fume)	10.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
---------------------	--------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	10.00 %
Cantidad de Micro Silice	90.00 kg/m ³

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	180.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante	1.75 %
--------------------	--------

Cantidad de Superplastificante	17.33
---------------------------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	90.00	2.20	0.04
Agua	180.00	1.00	0.18
Superplastificante	17.33	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.52

Volumen del agregado fino por m ³ (1- vol. De resto de mat.)	0.48
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.626
peso del agregado fino	1248.20 kg/m ³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	90.00
Agregado fino	1248.20
Agua	180.00
Superplastificante	17.33

Relacion silica fume y cemento (sf/c)	0.10
Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
Adicion minerologica (Silica fume)	10.00 %
Superplastificante	1.75 %
Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc)	0.20

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.18
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA VII

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
Adicion minerologica (Silica fume)	15.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
----------------------------	---------------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	15.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	135.00 kg/m ³
---------------------------------	---------------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	180.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante 1.75 %

Cantidad de Superplastificante	18.11
---------------------------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	135.00	2.20	0.06
Agua	180.00	1.00	0.18
Superplastificante	18.11	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.55

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.45**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1192.60** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	135.00
Agregado fino	1192.60
Agua	180.00
Superplastificante	18.11

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.15

Relacion agua/cemento (w/c) 0.20

Adicion minerologica (Silica fume) 15.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.19

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.17
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA VIII

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
Adicion minerologica (Silica fume)	20.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
----------------------------	---------------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	20.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	180.00 kg/m ³
---------------------------------	---------------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	180.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante	1.75 %
Cantidad de Superplastificante	18.90

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	180.00	2.20	0.08
Agua	180.00	1.00	0.18
Superplastificante	18.90	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.57

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.43**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1137.01** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	180.00
Agregado fino	1137.01
Agua	180.00
Superplastificante	18.90

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.20

Relacion agua/cemento (w/c) 0.20

Adicion minerologica (Silica fume) 20.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.18

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.17
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA IX

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
Adicion minerologica (Silica fume)	25.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
---------------------	--------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	25.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	225.00 kg/m ³
--------------------------	--------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	180.00	kg/m ³
------------------	--------	-------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante	1.75 %
Cantidad de Superplastificante	19.69

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	225.00	2.20	0.10
Agua	180.00	1.00	0.18
Superplastificante	19.69	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.59

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.)

0.41

Gravedad Especifica aparente (base seca)

2.626

peso del agregado fino

1081.41 kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	225.00
Agregado fino	1081.41
Agua	180.00
Superplastificante	19.69

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.25

Relacion agua/cemento (w/c) 0.20

Adicion minerologica (Silica fume) 25.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.18

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.16
--	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA X

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
Adicion minerologica (Silica fume)	30.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
----------------------------	---------------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	30.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	270.00 kg/m ³
---------------------------------	---------------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.20
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	180.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante	1.75 %
Cantidad de Superplastificante	20.48

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	270.00	2.20	0.12
Agua	180.00	1.00	0.18
Superplastificante	20.48	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.61

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.39**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1025.82** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	270.00
Agregado fino	1025.82
Agua	180.00
Superplastificante	20.48

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.30

Relacion agua/cemento (w/c) 0.20

Adicion minerologica (Silica fume) 30.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.17

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.15
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA XI

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
Adicion minerologica (Silica fume)	10.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
---------------------	--------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	10.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	90.00 kg/m ³
--------------------------	-------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	198.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante 1.75 %

Cantidad de Superplastificante	17.33
---------------------------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	90.00	2.20	0.04
Agua	198.00	1.00	0.20
Superplastificante	17.33	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.54

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.46**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1200.93** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	90.00
Agregado fino	1200.93
Agua	198.00
Superplastificante	17.33

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.10

Relacion agua/cemento (w/c) 0.22

Adicion minerologica (Silica fume) 10.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.22

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.20
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA XII

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
Adicion minerologica (Silica fume)	15.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
---------------------	--------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	15.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	135.00 kg/m ³
--------------------------	--------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	198.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimación del Superplastificante

Superplastificante 1.75 %

Cantidad de Superplastificante	18.11
---------------------------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	135.00	2.20	0.06
Agua	198.00	1.00	0.20
Superplastificante	18.11	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.56

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.44**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1145.33** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	135.00
Agregado fino	1145.33
Agua	198.00
Superplastificante	18.11

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.15

Relacion agua/cemento (w/c) 0.22

Adicion minerologica (Silica fume) 15.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.21

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.19
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA XIII

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
Adicion minerologica (Silica fume)	20.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm3
Peso unitario suelto	1.51 g/cm3

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm3
----------	-------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm3
----------	-------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m3
----------	---------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm3
----------	-------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m3
---------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	20.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	180.00 kg/m3
--------------------------	--------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	198.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante 1.75 %

Cantidad de Superplastificante	18.90
---------------------------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	180.00	2.20	0.08
Agua	198.00	1.00	0.20
Superplastificante	18.90	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.59

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.41**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1089.74** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	180.00
Agregado fino	1089.74
Agua	198.00
Superplastificante	18.90

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.20

Relacion agua/cemento (w/c) 0.22

Adicion minerologica (Silica fume) 20.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.20

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.18
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA XIV

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
Adicion minerologica (Silica fume)	25.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
----------------------------	---------------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	25.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	225.00 kg/m ³
---------------------------------	---------------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	198.00 kg/m ³
-------------------------	---------------------------------

10. Estimación del Superplastificante

Superplastificante 1.75 %

Cantidad de Superplastificante	19.69
---------------------------------------	--------------

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	225.00	2.20	0.10
Agua	198.00	1.00	0.20
Superplastificante	19.69	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.61

Volumen del agregado fino por m³ (1- vol. De resto de mat.) **0.39**

Gravedad Especifica aparente (base seca) 2.626

peso del agregado fino **1034.15** kg/m³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	225.00
Agregado fino	1034.15
Agua	198.00
Superplastificante	19.69

Relacion silica fume y cemento (sf/c) 0.25

Relacion agua/cemento (w/c) 0.22

Adicion minerologica (Silica fume) 25.00 %

Superplastificante 1.75 %

Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc) 0.19

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.18
---	-------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE MEZCLA XV

1. Especificaciones para el diseño

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
Adicion minerologica (Silica fume)	30.00 %
Superplastificante	1.75 %

2. Datos del agregado fino

Modulo de fineza	3.40
Gravedad Especifica (base seca)	2.55
Gravedad Especifica (base saturada)	2.58
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	1.07 %
Porcentaje de ensayo de durabilidad con sulfato de magnesio en agregados	6.08 %
Peso unitario varillado	1.64 g/cm ³
Peso unitario suelto	1.51 g/cm ³

3. Datos del Cemento Portland - Tipo I

Densidad	3.18 gr/cm ³
----------	-------------------------

4. Datos del Silica Fume (Humo de silice)

Densidad	2.20 gr/cm ³
----------	-------------------------

5. Datos del agua

Densidad	1000.00 kg/m ³
----------	---------------------------

6. Datos del Superplastificante

Densidad	1.10 gr/cm ³
----------	-------------------------

7. Estimacion de cemento

Cantidad de cemento	900.00 kg/m ³
----------------------------	---------------------------------

* según: Shamshad et al (2014)

8. Estimacion de Micro Silice

Adicion minerologica (Silica fume)	30.00 %
------------------------------------	---------

Cantidad de Micro Silice	270.00 kg/m ³
---------------------------------	---------------------------------

9. Estimacion del Volumen del agua

Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
-----------------------------	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA

Cantidad de agua	198.00	kg/m ³
------------------	--------	-------------------

10. Estimacion del Superplastificante

Superplastificante	1.75 %
Cantidad de Superplastificante	20.48

* según: Shamshad et al (2014)

10. Cálculo del agregado por volúmenes absolutos

Material	Cantidad (kg/m ³)	Densidad (gr/cm ³)	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	900.00	3.18	0.28
Micro Silice	270.00	2.20	0.12
Agua	198.00	1.00	0.20
Superplastificante	20.48	1.10	0.02
Aire (0.5%)	0.50		0.01
			0.63

Volumen del agregado fino por m ³ (1- vol. De resto de mat.)	0.37
Gravedad Especifica aparente (base seca)	2.626
peso del agregado fino	978.55 kg/m ³

11. Diseño de mezcla final

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	270.00
Agregado fino	978.55
Agua	198.00
Superplastificante	20.48

Relacion silica fume y cemento (sf/c)	0.30
Relacion agua/cemento (w/c)	0.22
Adicion minerologica (Silica fume)	30.00 %
Superplastificante	1.75 %
Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc)	0.19

Relacion agua/material cementicio (w/mc)	0.17
--	------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑOS DE MEZCLA
DISEÑO DE REFERENCIA

1. Diseño de mezcla de referencia

Material	Cantidad (kg/m ³)
Cemento	900.00
Micro Silice	220.00
Agregado fino	1005.00
Agua	162.00
Superplastificante	40.00

<i>Relacion silica fume y cemento (sf/c)</i>	0.24
<i>Relacion agua/cemento (w/c)</i>	0.18
<i>Adicion minerologica (Silica fume)</i>	24.44 %
<i>Superplastificante</i>	3.57 %
<i>Relacion Fluidos y material cementicio (l/mc)</i>	0.18

<i>Relacion agua/material cementicio (w/mc)</i>	0.14
--	-------------

Anexo 10: Certificado de calibración de equipo de roturas.

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4
INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

0111-LF-2024
Pág. 1 de 3

Expediente:	S-0323-2024		
OBJETO DE PRUEBA:	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO		
Rangos	101972.0	kgf	
Dirección de carga	ASCENDENTE		
FABRICANTE	TECNOTEST		
Modelo	KL200		
Serie	1452		
Indicador de Fuerza (Modelo // Serie)	TECNOTEST		
Trasductor de Presion(Modelo // Serie)	GEFRAN // 7FNV7C // 96510273		
Capacidad	1000 kN		
Division - Resolucion	1 kN		
Ubicación	LAB. DE ENSAYOS SOLICITANTE - LAB. DE CONCRETO		
Codigo Identificacion	NO INDICA		
Procedimiento de Calibracion	El método utilizado fue de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.		
Intervalo calibrado	Escala (s)	101 972 kgf	
	De 100 a 1000 kN		
Temperatura de prueba °C	Inicial	24.6	Final 24.7
Inspección general	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA		
Dirección	PQ. PORTAL INDEPENDENCIA NRO. 57 U.V. PARQUE SUCRE AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO		
Ciudad	AYACUCHO		
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	Modelo	CELDA DE CARGA A-SHN // K-9	
	Serie	5Y46357 // 201806022	
	Certif. de calibr.	INF-LE 008-24 PUCP	
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
FECHA DE CALIBRACION	2024/11/07		
FECHA DE EMISION	2024/11/08		
FIRMAS AUTORIZADAS			




Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224
 997 045 343
961 739 849
955 851 191
 ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com
 www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

0111-LF-2024

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente Inicial °C	24.6	Temperatura Ambiente Final °C	24.7
Humedad Relativa Inicial %HR	18	Humedad Relativa Final %HR	18

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 1000.0 kN Resolución: 1.00 kN Dirección de la carga: ASCENDENTE

Indicación de la máquina (Fi)		Indicaciones del instrumento patrón				
%	kN	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
		kN	kN	kN	kN	kN
10	100.	51.8	51.5	No aplica	51.7	No aplica
20	200.	106.1	105.9	No aplica	106.1	No aplica
30	300.	161.7	161.6	No aplica	161.7	No aplica
40	400.	217.2	217.3	No aplica	217.2	No aplica
50	500.	271.5	272.4	No aplica	272.2	No aplica
60	600.	327.4	327.4	No aplica	327.4	No aplica
70	700.	383.0	381.9	No aplica	381.9	No aplica
80	800.	438.0	437.3	No aplica	437.8	No aplica
90	900.	492.7	492.3	No aplica	492.2	No aplica
100	1000.	547.3	547.1	No aplica	547.5	No aplica
Indicación después de carga :		0.0	0.0	0.00	0.0	No aplica

ESCALA : 1000.00 kN Incertidumbre del patrón: ± 0.086 %

Indicación de la máquina (Fi)		Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Acces. (%)	a (%)
		q (%)	b (%)	v (%)		
10	100	-98.10	0.59	No aplica	No aplica	1.00
20	200	-98.15	0.24	No aplica	No aplica	0.50
30	300	-98.18	0.05	No aplica	No aplica	0.33
40	400	-98.19	0.04	No aplica	No aplica	0.25
50	500	-98.20	0.35	No aplica	No aplica	0.20
60	600	-98.20	0.02	No aplica	No aplica	0.17
70	700	-98.20	0.29	No aplica	No aplica	0.14
80	800	-98.21	0.15	No aplica	No aplica	0.13
90	900	-98.21	0.11	No aplica	No aplica	0.11
100	1 000	-98.21	0.07	No aplica	No aplica	0.10
Error de cero fo (%)		0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luiggi Asenjo G.
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.
LABORATORIO METROLOGÍA
FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
961 739 849
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

0111-LF-2024

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO

ESCALA	101972.0	kgf		
Error de exactitud	-98.10 %		Error de cero	0
Error de repetibilidad	0.59 %		Error por accesorios	0 %
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0.50 En el 20 %

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (kN) a (N) = 1 000, tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontifica Universidad Catolica de Peru.

OBSERVACIONES .

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4.Este documento expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .
6. La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las Mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un actor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343
 961 739 849
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com

Anexo 11: Ficha técnica de cemento andino



FICHA TÉCNICA CEMENTO ANDINO PREMIUM

DESCRIPCIÓN:

Tipo I, Cemento Portland de uso general.

BENEFICIOS:

- > Excelente Trabajabilidad.
- > Acabado perfecto.
- > Alta resistencia a mediano y largo plazo.
- > Alta durabilidad.
- > Alto desempeño.
- > Bajo contenido de álcalis.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

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

APLICACIONES:

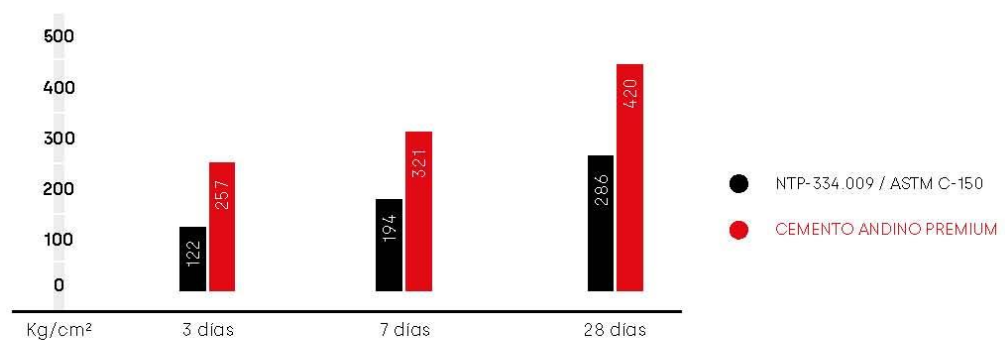
- > Para estructuras sólidas de acabados perfectos.
- > Construcciones en general de gran envergadura.

FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y *big bags*.

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	%	6	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.03	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	386	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.18	No especifica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	257	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	321	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	420	Mínimo 286
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	122	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	1.6	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.6	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.2	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.5	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C3S	%	55	No especifica
C2S	%	16	No especifica
C3A	%	7	No especifica
C4AF	%	10	No especifica
ÁLCALIS EQUIVALENTES			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.53	Máximo 0.60*

*Requisito opcional

RECOMENDACIONES GENERALES

DOSIFICACIÓN:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrir las con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.

Anexo 12:MSDS – Hoja de Datos de Seguridad del Material – Cemento Portland



MSDS – Hoja de Datos de Seguridad del Material CEMENTO PORTLAND

Sección 1: Identificación de la sustancia

Nombre: Cemento Portland, **Cemento Andino Tipo I, Cemento Andino Premium Tipo I.**
Sinónimos: Cemento Portland
Fabricante: UNACEM S.A.A. (Unión Andina de Cementos S.A.A.)
Dirección: Av. Atocongo 2440, Villa María del triunfo – Lima - Perú – América del Sur
Teléfono para informes: (511) 217-0200
Teléfono de emergencias: (511) 217-0221 01-4110000 anexo 2248/2249 (Oficina Lima) 01-4110000 anexo 1569/1234/1225 (Planta Condorcocha)
Fecha de elaboración / revisión de la MSDS: 15/09/2021
Apariencia: Polvo gris verdusco, resulta de la mezcla de Clinker finamente molido con yeso y otros componentes. Se comercializa a granel, en bolsas de 1.5 Ton y 42.5 Kg.
Nota: Esta MSDS cubre varios productos, los componentes individuales varían.

Sección 2: Composición / información de ingredientes

Compuesto	Nº CAS	Abreviatura	Fórmula Química)
Silicato Tricálcico	12168-85-3	C3S	3CaO.SiO ₂
Silicato Dicálcico	10034-77-2	C2S	2CaO.SiO ₂
Aluminato Tricálcico	12042-78-3	C3A	3CaO.Al ₂ O ₃
Ferroaluminato tetra cálcico	12068-35-8	C4AF	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃
Sulfato de Calcio dihidrato (Yeso)	13397-24-5	–	CaSO ₄ .H ₂ O
Carbonato de Calcio (Caliza)	1317-65-3	–	CaCO ₃

Sección 3: Identificación de los peligros

Es un polvo gris que presenta riesgos dependiendo del tiempo de exposición, tiempos breves no causan daños graves. La exposición con mezclas de cemento humedecido puede causar graves daños a los tejidos (piel u ojos) en forma de quemaduras químicas o una reacción alérgica.

Posibles efectos sobre la salud.

• **Contacto con los ojos:** La exposición a partículas de polvo puede causar irritación inmediata o tardía o inflamación. El contacto ocular con grandes cantidades de polvo seco o salpicaduras de cemento húmedo pueden causar irritación ocular moderada, quemaduras químicas y en extremo ceguera. Tales exposiciones requieren primeros auxilios y atención médica inmediata.

• **Contacto con la piel:** De acuerdo al tiempo de exposición puede producir alergias e irritación. Procurar minimizar el contacto para evitar lesiones en la piel, especialmente con cemento húmedo. Pueden presentarse efectos hasta horas después de terminada la exposición. Evitar dejar que el cemento humedecido se seque sobre la piel esta condición puede causar sequedad e irritación leve. Exposiciones severas de contacto entre la piel humedad y el cemento húmedo puede causar engrosamiento, grietas o fisuras en la piel. El contacto prolongado con la piel puede causar daño severo en forma de quemaduras químicas (cáustica).

• **Ingestión:** No existe información de las cantidades mínimas que puedan ser perjudiciales, cantidades mayores pueden ser nocivas; causar quemaduras en la tráquea y sistema digestivo, produciendo náusea vómito y diarrea.

• **Inhalación:** La exposición prolongada al polvo de cemento puede causar afecciones pulmonares; irritación de las mucosas de la nariz, garganta y sistema respiratorio superior y resultar en tos, flema y dificultad para respirar.

Sección 4: Medidas de primeros auxilios

• **Contacto con los ojos:** Enjuagar inmediatamente con abundante agua, manteniendo los párpados abiertos durante 15 minutos. No frotar para evitar daños en la córnea por estrés mecánico. Quitar lentes de contacto si hubiera. Procurar atención médica inmediata.

• **Contacto con la piel:** Lavar con abundante agua fría y jabón neutro o detergente suave. Eliminar ropa contaminada. Procurar atención médica inmediata en caso de alergias e irritaciones.

• **Por ingestión:** No inducir al vómito, beber abundante agua, procurar atención médica inmediata.

• **Por inhalación:** Trasladar a la persona afectada a un ambiente ventilado, si se ha inhalado altas concentraciones de polvo procurar atención médica inmediata.

Sección 5: Medidas en caso de incendio

Punto de Inflamación: Ninguno.

Límite inferior de explosividad: Ninguno.



Medios de extinción: No combustible.
Productos combustibles peligrosos: Ninguno.
Temperatura de autoignición: No combustible
Límite superior de explosividad: Ninguno.
Fuego inusual y peligro de explosión: Ninguno.
Aunque el Cemento Portland no presente riesgo de combustión, un equipo de respiración autónomo (ERA) debe ser usado para limitar la exposición en caso de incendio en el entorno.

Sección 6: Medidas en caso de vertidos accidentales

Medidas de precaución respecto al personal:

Evitar su inhalación o contacto con la piel. Usar equipo de protección respiratorio para material particulado. Mantener alejado de la zona del derrame a todo el personal que no sea necesario.

Medidas de precaución respecto al medio ambiente:

No verter el material en desagües, sumideros y corrientes de agua, depositar en lugares apropiados según la legislación.

Procedimientos de recojo/limpieza:

En lo posible recoger el material en seco, evitando formar nubes o polvo que pueda ser transportado por el aire y proceder a eliminar residuos.

Sección 7: Almacenamiento – Manipuleo

• Manipulación:

Minimizar la presencia de polvo del cemento en el ambiente de trabajo. No respirar el polvo. Evitar el contacto con los ojos. No utilizar en las zonas sin una ventilación adecuada. Llevar equipo de protección individual.

Lávese cuidadosamente las zonas del cuerpo expuestas después de la manipulación.

• Almacenamiento:

Mantener los envases cerrados, colocar en lugares secos; proteger de la humedad y corrientes de aire. Existe el riesgo de sepultamiento, no ingresar a silos o contenedores sin las medidas adecuadas de seguridad, el cemento puede adherirse y/o acumularse en las paredes de los silos, soltarse, derrumbarse y caer inesperadamente sobre el personal.

Sección 8: Controles de exposición y protección personal

Los equipos de protección personal deben elegirse específicamente de acuerdo al puesto de trabajo en función a la cantidad y concentración del polvo de cemento.

• Protección de las manos:

Evite el contacto con productos de cemento húmedo. Si se produce el contacto, lave inmediatamente el área afectada con agua y jabón neutro o detergente suave. Use guantes y ropa impermeable. Use botas impermeables para eliminar la exposición de los pies al material. No usar cremas o ungüentos protectores sobre la piel cuando se usan guantes y botas impermeables.

Si se produce irritación, lavar inmediatamente el área afectada y buscar asistencia médica. Lavar o desechar la ropa contaminada con cemento humedecido.

Usar guantes de caucho nitrilo, jébe o cuero resistentes a la corrosión y mamelucos en caso de derrames y exposición continua.

• Protección respiratoria:

Evite acciones que causen nubes de polvo o que pueda ser transportado por el aire. Use respiradores apropiados y certificados. Usar ventilación local o generar dilución para controlar la exposición dentro de espacios confinados. Usar equipo de respiración autónomo (ERA) en caso de grandes concentraciones en el entorno.

• Protección para los ojos:

En condiciones donde el usuario puede estar expuesto a salpicaduras o soplos de cemento, utilice lentes de seguridad de preferencia con protectores laterales. No se debe usar lentes de contacto cuando se trabaja con cemento.

• Medidas de higiene particulares:

Sustituir la ropa contaminada. Lavarse las manos después de culminar el trabajo.

Sección 9: Propiedades físicas y químicas

Aspecto:	Polvo gris	Presión de vapor:	No aplica
Olor:	Sin olor aparente	Punto de ebullición:	No aplica
Estado físico:	Sólido (en polvo)	Temperatura de fusión:	> 1250 °C
PH (e agua, 20°C):	11-14	Densidad relativa (20°C):	2.5 – 3.20 g/cc
Solubilidad en agua (20°C):	(0.1-1.5 g/L)	Densidad aparente(20°C):	0.9-1.6 g/cc)
Velocidad de evaporación:	No aplica		

Sección 10: Estabilidad y reactividad

Estabilidad:

En condiciones normales es estable, no se producen reacciones peligrosas ni espontáneas.

Condiciones a evitar:



Contacto con agua y humedad. El cemento reacciona lentamente con el agua, formando compuestos hidratados, liberando calor y produciendo una fuerte solución alcalina. Evitar el contacto prolongado con la atmósfera para evitar que se produzca hidratación que puede alterar la calidad del producto.

Incompatibilidad:

El cemento es alcalino por lo cual evitar contacto con ácidos, sales de amonio y aluminio metálico y compuestos de fluor..

Descomposición peligrosa:

No ocurre. El cemento no se descompone en otros productos peligrosos.

Reactividad:

El cemento reacciona químicamente con agua formando una pasta que endurece rápidamente.

Sección 11: Información toxicológica

La información sobre efectos en la salud de las personas esta descrita en las secciones III, IV y VIII de esta hoja de seguridad de materiales.

Información complementaria:

Este producto debe manejarse con las precauciones apropiadas para los productos químicos.

Sección 12: Información ecológica

Biodegradabilidad:

Los métodos para la determinación de la Biodegradabilidad no son aplicables para sustancias inorgánicas.

Efectos ecotóxicos y biológicos:

No hay efectos reconocidos en planta y animales, no es toxico para el medio ambiente.

Bioacumulativo: No reúne los criterios para ser reconocido como tal.

Sección 13: Información sobre desechos

Desechar el material según las regulaciones nacionales. Una vez endurecido o fraguado el cemento es inerte. Evitar verter el producto en desagües o redes de alcantarillado. No usar las bolsas o envases para fines domésticos, deben ser desechadas/recicladas.

Sección 14: Información sobre transporte

Descripción de material peligroso: No aplica.

Clase de peligro: No requerida.

Clase de Identificación: No requerida.

Peligros para el medio ambiente: No relevante.

Substancias peligrosas: No aplica.

Sección 15: Información reglamentaria

De acuerdo a la Legislación Nacional, la Ley 28256 que regula el transporte de materiales y residuos peligrosos dispone que: El Cemento Portland, los Cementos Adicionados u otros tipos de cemento no son considerados como un Material Peligroso.

Sección 16: Información adicional

El producto solo debe ser manipulado y usado después de haber leído y entendido las recomendaciones e instrucciones mencionadas en esta hoja de seguridad de materiales.

La información proporcionada en esta hoja constituye un resumen práctico de los peligros a los que se expone el usuario del Cemento Portland Tipo I y Tipo V y las medidas de control adecuadas para prevenirlos, esta información no contempla ni puede anticipar la información necesaria para aplicar en cada situación.

Se recomienda que los usuarios del producto que no tengan la experiencia suficiente deben tener una formación apropiada y/o buscar la información correcta antes de su manipulación, uso y aplicación.

El uso del cemento requiere que el usuario conozca que el cemento reacciona químicamente con el agua y que los productos de esta reacción pueden causar lesiones en la piel y los ojos sino se consideran las medidas de seguridad y precauciones descritas en esta hoja. Los datos proporcionados en esta hoja de seguridad no consideran los peligros que pueden ser originados por la mezcla de cemento con otros materiales no convencionales para producir otros productos. Los datos suministrados en esta hoja de seguridad de materiales se basan en el conocimiento actual y describen las medidas de seguridad en su uso y manipulación en las condiciones adecuadas y prestablecidas para este producto.

Anexo 13: Hoja técnica de Microsílica Z

HOJA TÉCNICA

MICROSÍLICA Z

Productos para túneles



DESCRIPCIÓN:

Sílica compacta en polvo. Material ultra fino que llena las microestructuras porosas.
ASTM C 204. Reacciona químicamente en el concreto para formar más gel del silicato de calcio para mejorar la resistencia y la impermeabilidad del concreto. Físicamente llena los vacíos entre las partículas de cemento obteniéndose un concreto extremadamente impermeable.

VENTAJAS:

Concretos más lisos, menos rugosos y sella los poros.
Aumenta la resistencia a la compresión.
Resistencia química sulfatos, nitratos, ácidos, cloros.
Concretos más permeables.
Resistente a la abrasión, flexión.
Concreto más fluido por su finura.
Impide la exudación.
Resistente al fuego.
Utilizados en bombeos elevados sin segregación.

USOS:

Estructuras marinas.
Para gunitado. Mayor cohesión del concreto y menor rebote.
Puentes, pavimentos, estacionamiento.
Concretos con estructuras metálicas.
Reservorios.
Se dosifica en planta de premezclado con Z FLUIDIZANTE SR (superplastificante) o Z FERRO (inhibidor de corrosión) con una relación a/c bajas

APLICACIÓN (% DE APLICACIÓN):

Mejorador de cementos pretensado, prefabricado (5 - 8%).
Bloques o mampostería de hormigón (5 - 8%).
Mezcla para frisado con acabado profesional (5 - 8%).
Mortero proyectados (5 - 8%).
Prefabricados (5 - 8%).
Construcción de obras públicas (Pilares de apoyo de puentes, etc.) (5 - 8%).
Construcciones expuestas al ataque por agua de mar, salitre, etc.
Reduce permeabilidad y el ataque de los iones del cloruro de agua marina (5 - 8%).
Zonas de alto tránsito y contacto con productos químicos (5 - 8%).
Cementos para perforaciones petroleras (3 - 4%).
Zona de confinamiento de residuos tóxicos (3 - 5%)

Propiedades		
Descripción	Límites	Método ISO
Si O %	98	287/11
Densidad (g/ml) Máx.	160	287/11
PH (5g 100ml H ₂ O) %	6.0-7.0	787/9
Absorción de Aceite DBP	280-300	ASTM D2414/65T
Residuo sobre Malla 325 Mesh	(% Máx)5	787/7
Perdidas por ignición 1050 C	(%) 4-6	3262/17
Perdidas por Humedad a 105 C	3-6	

Base Calcinada 2 horas a 1050 C
Registro CAS 11296 - 00 - 8 (7631 - 86 - 9)
Numero EINNECS 231 - 54543

ENDURECIMIENTO DEL CONCRETO:

Dependerá de la composición física, química del concreto, temperaturas, realizar ensayos previos de acuerdo a su dosificación y su aplicación.

ALMACENAMIENTO:

Aproximadamente 2 años, en envase original y bajo techo.
Sacos de P/E o papel de 20Kg.
Efectos fisiológicos: No tóxico

ENVASES:

Bolsa de 20Kg.
Tiempo de almacenaje indefinido

SEGURIDAD:

No es tóxico.
Se recomienda el uso de guantes, lentes y mascarilla. Para mayor de detalle remítase a la hoja de seguridad del producto

Anexo 14: Hoja de seguridad de MICROSÍLICA Z

HOJA DE SEGURIDAD



1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO E INFORMACIÓN DEL FABRICANTE

Nombre del producto: MICROSÍLICA Z

Usos: Estructuras marinas, puentes, pavimentos, estacionamientos, reservorios, concretos con estructuras metálicas.

Información sobre el Fabricante o proveedor:

SAINT GOBAIN PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN SAC

MZ G lote 01 – Cooperativa las Vertientes

Villa El Salvador

Lima, Perú.

Teléfono: +51 717 2298 / +51 942 943783

2. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y EFECTOS POR EXPOSICIÓN

- El producto no es considerado peligroso; sin embargo, la exposición en tiempos prolongados con el producto podría causar riesgos.



H351: Sospechoso de causar cáncer.

3. COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

Sustancia / Mezcla: Mezcla COMPONENTES	N° CAS	Concentración en %
Dióxido de silicio amorfo	69012-64-2	45 % - 50 %

4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Instrucciones generales: Proporcionar al médico la hoja de seguridad.

Inhalación	Trasladar al aire fresco. Si persiste la dificultad para respirar buscar atención médica.
Contacto con la piel	Lavar el área afectada con abundante agua y jabón. De ser necesario humectar la zona afectada con crema o loción.
Contacto con los ojos	Lavar inmediatamente con abundante agua durante 20 min. Si la irritación continúa repetir el lavado y obtener atención médica de inmediato.
Ingestión	Lavar la boca y suministrar abundante agua. Si el problema persiste buscar atención médica.

Información para el médico: El tratamiento se basará en el criterio del médico según las reacciones del paciente.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

- **Agentes de extinción:** No es inflamable, dependiendo de la actividad en que se realice usar los extintores adecuados.
- **Equipo especial de protección:** Indumentaria protectora estándar de bomberos. Equipo de respiración autónoma.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

- **Medidas de limpieza:** Evitar la generación de polvo. No barrer en seco. Aspirar el polvo con un equipo con sistema de filtración.
- **Medidas medio ambientales:** Mantener fuera del alcantarillado, drenajes, aguas superficiales y subterráneas, y el suelo.
- **Precauciones personales, equipos de protección y medidas de emergencia:** No respirar el polvo, mantenerse viento arriba. Evacuar de ser necesario, evitar personal innecesario y no protegido. Usar los EPP que se describen en la sección 8, minimizar la generación de polvo.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

- **Manipulación:** Use el equipo de protección personal adecuado descrito en la sección 8. No manipular el producto antes de leer y entender todas las precauciones de seguridad. Evitar generar polvo durante la manipulación. No respirar el polvo. No ingerir.
- **Almacenamiento:** Mantener secos y herméticamente cerrados los sacos y guardarlos en un sitio de las inclemencias atmosféricas. Almacenar en lugar seco y fresco, proteger del agua y de la humedad del aire. Almacene lejos del ácido fluorhídrico y los fluoruros. La temperatura y presiones normales no afectan el material.
- **Medidas específicas de higiene:** Durante el trabajo no comer, beber, fumar, inhalar. Los trabajadores deben lavarse las manos y el rostro antes de comer, beber y fumar.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Protección respiratoria 	Respirador con filtro para polvo.
Protección de ojos 	Lentes de seguridad con protección lateral.
Protección corporal 	Ropa protectora.
Protección manos 	Guantes impermeables, resistentes al agua, a la abrasión y a los álcalis

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

- **Estado físico** : Polvo sólido
- **Color** : Gris
- **Olor** : Inodoro
- **Densidad aparente** : $0.70 \text{ g/cm}^3 \pm 0.10$
- **Solubilidad** : No es soluble en agua
- **Punto de inflamación** : No es inflamable

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

- **Estabilidad Química:** Estable en condiciones normales.
- **Reacciones peligrosas:** La microsíllica reacciona con el ácido fluorhídrico (HF) formando un gas tóxico (SiF_4).
- **Materiales a evitar:** Ácido fluorhídrico y fluoruros.
- **Descomposición:** El calentamiento prolongado por encima de $500 \text{ }^\circ\text{C}$ ($930 \text{ }^\circ\text{F}$) convertirá la sílice amorfa en fases cristalinas.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

No se tiene información de intoxicación aguda por efecto del producto. Sin embargo, se debe evitar exposiciones prolongadas que excedan los límites recomendados.

- **Oral (LD 50)** : No se dispone de esta información.
- **Dérmica (LD 50)** : No se dispone de esta información.
- **Inhalatorio (LC 50)** : No se dispone de esta información.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA.

No es considerado como peligroso para el medio ambiente.

- **Ecotoxicidad:** No hay datos disponibles.
- **Movilidad:** No hay datos disponibles.
- **Persistencia y degradabilidad:** No hay datos disponibles.
- **Bioacumulación:** El producto no ha sido ensayado.

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICIÓN FINAL DEL PRODUCTO

- **Métodos de eliminación:** Los residuos y desechos deben ser entregados a un procesador autorizado de residuos industriales.
- **Eliminación de envase:** Los envases deben destruirse y eliminarse como residuo industrial.

14. INFORMACIÓN RELATIVA EL TRANSPORTE

El material no es considerado como peligroso durante el transporte.

UNRTDG

Número ONU:	No aplica.
Clase:	No aplica.
Grupo de embalaje:	No aplica.
Etiquetas:	No aplica.

IATA-DGR

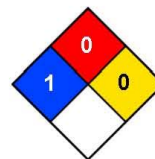
Número ONU:	No aplica.
Clase:	No aplica.
Grupo de embalaje:	No aplica.
Etiquetas:	No aplica.

Código-IMDG

Número ONU:	No aplica.
Clase:	No aplica.
Grupo de embalaje:	No aplica.
Etiquetas:	No aplica.

Clasificación NFPA

Salud:	1
Inflamabilidad:	0
Reactividad:	0



15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

- **Normas internacionales aplicables** : IATA, IMDG, UNRTDG
- **Normas nacionales aplicables** : DS 298/94 - 198/0

16. OTRAS INFORMACIONES

La información contenida en esta Hoja de Seguridad corresponde a nuestro nivel de conocimiento en el momento de su publicación. Quedan excluidas todas las garantías. Se aplicarán nuestras condiciones generales de venta en vigor. Favor consultar la Hoja Técnica del producto antes de su utilización.

Definición de abreviatura:

- **GHS:** Global Harmonized System (SGA: Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos)
- **CAS:** Chemical Abstract Number
- **N/A.:** No Aplica
- **N/D.:** No Disponible

Versión 01 – Septiembre 2022

www.zaditivos.com.pe

Anexo 15: Hoja técnica de Z FLUIDIZANTE SR-1000

HOJA TÉCNICA

Z FLUIDIZANTE SR-1000



Aditivo superplastificante, reductor de agua de alto rango

DESCRIPCIÓN:

Aditivo súperplastificante a base de policarboxilatos de última generación especialmente diseñado para la producción de concreto que requiere de un rápido desarrollo de resistencias inicial, alta reducción de agua y excelente trabajabilidad. Cumple con las normas ASTM C 494, Tipo A, F. No contiene cloruro, no es tóxico y no es inflamable.

USOS:

- En la producción de concreto premezclado. En la industria de elementos prefabricados de concreto. Para la elaboración de concretos autonivelantes.
- En la producción de concreto Tremie (concreto bajo agua).
- En la inyección de lechadas de cemento que requiera alta fluidez
- En la elaboración de concretos por durabilidad o de baja permeabilidad.

VENTAJAS:

- Incrementa las resistencias iniciales del concreto. Reduce los efectos de fisuración por retracción plástica.
- Evita el proceso de vibrado en concretos autonivelantes.
- Aumenta la durabilidad de las estructuras reduciendo los ataques por carbonatación.
- Permite hacer mezclas más cohesivas sin presentar segregación en el concreto.

APLICACIÓN:

Z Fluidizante SR - 1000 debe ser adicionado a las mezclas de concreto directamente o mezclado con agua como último material en la preparación. Por su alto porcentaje de reducción de agua, se debe considerar la retención de por lo menos el 50% del agua del diseño de mezcla esto con la finalidad de evitar problemas de segregación por exceso de agua en la mezcla. Brindar un mayor tiempo de mezclado (1 minuto por m³) para generar la reacción entre el producto y el cemento de la mezcla y con ello completar la cantidad de agua necesaria hasta alcanzar la fluidez en la mezcla, que se requiera en obra.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda realizar ensayos previos de laboratorio para definir las cantidades exactas de Z Fluidizante SR - 1000 de acuerdo a los agregados, tipo de cemento y requerimientos de fluidez en obra. En la preparación de mezclas en camiones concretos (mixers) con Z Fluidizante SR - 1000 verificar constantemente la fluidez de la mezcla antes de adicionar más agua para evitar problemas de segregación.
- Z Fluidizante SR - 1000 debe ser almacenado en un lugar fresco, bajo techo para evitar la alteración del producto al momento de usar. Seguir las recomendaciones del fabricante para evitar problemas de extensión en los tiempos de fraguado, exudación y segregación excesiva en las mezclas de concreto.

INFORMACIÓN TÉCNICA:

Aspecto	Líquido
Color	Ligeramente amarillo
Densidad	1.10 ± 0.02Kg/L
PH	4

DOSIFICACIÓN:

Desde 0.2 hasta 1.5% en base al peso del cemento.

PRESENTACIÓN:

Balde por 1 galón
Balde por 5 galones
Cilindro por 55 galones
IBC 1000 litros

SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE:

- El producto es irritante y dañino para la salud, por estas razones, tener en cuenta lo siguiente:
- Evitar el contacto e inhalación directa con el producto ya que puede causar sensibilización cutánea y/o respiratoria, mantener los recipientes cerrados cuando no estén en uso.
- Almacenar y aplicar el producto en un sitio fresco y bien ventilado, protegido de temperaturas elevadas y de rayos solares directos.
- Considerar el uso de los EPP's adecuados para la manipulación del producto.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 006-2025-FIMGC

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°062-2025-FIMGC-D y Memorando N° 144-2025-FIMGC**, a los quince días del mes de abril de 2025, siendo las 10:00 a.m. reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, bajo la presidencia del Msc Ing. Francisco TAYPE CARBAJAL y los miembros; Msc. Ing. Víctor BELLIDO AEDO, Msc. Ing. Saul Walter RETAMOZO FERNANDEZ y Msc. Ing. José Ernesto ESTRADA CARDENAS actuando como secretario docente el Mtro. Richar Rubén JORGE BERROCAL, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Civil, del bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

Leeshle AGUIRRE GARCIA

Quien presentó la tesis denominada:

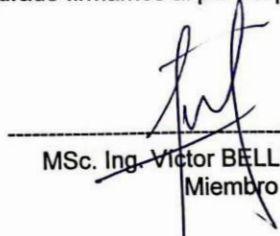
Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto UHPC con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho 2024


Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas, delibera y lo declaran:


APROBADO NOTA DIECISEIS (16)


Siendo las 11:37 p.m. del día 15 de abril de 2025, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad a lo actuado los miembros del jurado firmamos al pie del presente.


Msc Ing. Francisco TAYPE CARBAJAL
Presidente


MSc. Ing. Víctor BELLIDO AEDO
Miembro


MSc. Ing. Saul Walter RETAMOZO FERNANDEZ M
Miembro


MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CARDENAS
Miembro-Asesor


Mtro. Richar Rubén JORGE BERROCAL
Secretario docente

cc:
Archivo



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 006-2025-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuelas Profesional de **Ingeniería Civil** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 697-2024-FIMGC-UNSCH-D**, dejo constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : Leeshle AGUIRRE GARCIA
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto UHPC con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho 2024
Evaluación de la Originalidad : 25 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2673975621

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 12 de mayo del 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Mg. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil

Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto UHPC con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacacucho 2024

por Leeshle AGUIRRE GARCIA

Fecha de entrega: 12-may-2025 10:46a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2673975621

Nombre del archivo: Te_Leeshle_Aguirre_Garcia.pdf (35.88M)

Total de palabras: 24642

Total de caracteres: 127809

Optimización de la relación agua-material cementicio (w/mc) del concreto UHPC con agregado y adiciones minerales Huamanga-Ayacucho 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	12%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
3	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
4	muestra.artesania.uc.cl Fuente de Internet	1%
5	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	pdfcookie.com Fuente de Internet	1%
7	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.escuelaing.edu.co Fuente de Internet	1%

9	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1 %
10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080 Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Pública de Navarra Trabajo del estudiante	<1 %
13	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	idoc.tips Fuente de Internet	<1 %
19	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %
20	escuelaing.metabiblioteca.org Fuente de Internet	<1 %

21 Submitted to Universidad de Burgos UBUCEV <1 %
Trabajo del estudiante

22 Submitted to Universidad Internacional de la Rioja <1 %
Trabajo del estudiante

23 repositoriotec.tec.ac.cr <1 %
Fuente de Internet

24 www.artesanum.com <1 %
Fuente de Internet

25 repositorio.uncp.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

26 repositorio.utea.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

27 Submitted to Escuela Politecnica Nacional <1 %
Trabajo del estudiante

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo