

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DEL MICROSILICE EN UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA BYPASS EN TRUJILLO, 2021.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Kevin Fernando Merino Carrera

Asesor:

Ing. German Sagastegui Vasquez

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi tesis a todas las personas que me han acompañado a lo largo de todos
estos años.

A mis padres, Víctor y Meny, que me enseñaron la importancia de la dedicación, del
esfuerzo y que tan importante es perseguir tus sueños.

A mis hermanos, a los que amo tanto y de quienes busco siempre ser un buen ejemplo.

A mi familia, que siempre han mostrado su apoyo y consideración conmigo.

A mis amigos, que, en las buenas y las malas, me ayudan a llegar tan lejos y no dudo que
lo sigan haciendo.

Y a todos aquellos que ya no están aquí, porque de cierta manera, llevo algo de cada uno
conmigo y siempre será así.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia y amigos, y al apoyo que me brindaron para la elaboración de mi tesis, así como su disponibilidad para mi persona cuando los necesitaba.

Agradezco al Ing. German Sagastegui Vasquez, por brindarme su apoyo y guía para la elaboración y consolidación de mi tesis.

Asimismo, agradezco al Ing. Wiston Azañedo Medina, quien siempre estuvo dispuesto a apoyarme cuando necesitaba orientación con los tramites de mi carrera.

Sin olvidar claramente, a todos los docentes que me han acompañado a lo largo de mi experiencia universitaria, de quienes he obtenido un crecimiento tanto profesional, como personal.

Agradezco también, a Sika Perú, por su apoyo en la obtención de materiales que no eran comunes en el mercado actual.

Finalmente, agradezco a la Universidad Privada del Norte, por darme la oportunidad de estudiar una carrera que resulta tan especial para mi persona.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
INDICE DE TABLAS	5
INDICE DE FIGURAS	6
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Realidad problemática	7
1.1.1. Antecedentes	12
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
1.4. Hipótesis	14
1.4.1. Hipótesis general.....	14
1.4.2. Hipótesis específicas	14
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	16
2.1. Materiales, instrumentos y métodos.....	17
2.1.1. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	17
2.1.2. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS	30
3.1. Caracterización de agregados.....	30
3.2. Propiedades de materiales	33
3.3. Diseño de concreto.....	34
3.4. Ensayos a compresión.....	37
3.5. Ensayos de asentamientos	40
3.6. Resumen de ensayos	41
3.7. Prueba de normalidad	41
CAPÍTULO IV. DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	46
CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS	51
ANEXOS	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Muestreo de resistencia a compresión.....	16
Tabla 2: Muestreo de asentamiento.....	16
Tabla 3: Asentamientos recomendados.....	24
Tabla 4: Cantidad agua por m ³	25
Tabla 5: Relación a/c según f'_{cr}	26
Tabla 6: Estimación de Agregado Grueso.....	26
Tabla 7: Contenido de Aire Atrapado.....	27
Tabla 8: Formato de toma de datos de Resistencia a Compresión.....	28
Tabla 9: Formato de toma de datos de Asentamiento.....	28
Tabla 10: Granulometría agregado grueso.....	30
Tabla 11: Granulometría agregado fino.....	31
Tabla 12: Propiedades Físicas de los Materiales.....	32
Tabla 13: Diseño de Concreto Patrón.....	33
Tabla 14: Diseño de Concreto con Micro sílice al 3%.....	34
Tabla 15: Diseño de Concreto con Micro sílice al 5%.....	34
Tabla 16: Diseño de Concreto con Micro sílice al 7%.....	35
Tabla 17: Diseño de Concreto con Micro sílice al 9%.....	35
Tabla 18: Resultados de Ensayos de Compresión Muestras Patrón.....	36
Tabla 19: Resultados de Ensayos de Compresión con Sika Fume.....	37
Tabla 20: Resultados de Ensayos de Compresión con Microsilica Z.....	38
Tabla 21: Resultados de Ensayos de Asentamiento.....	39
Tabla 22: Resumen de datos obtenidos de los ensayos.....	40
Tabla 23: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestra X1-Y1.....	41
Tabla 24: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestra X2-Y1.....	42
Tabla 25: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestra X1-Y2.....	43
Tabla 26: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestra X2-Y2.....	44
Tabla 27: Matriz de Consistencia.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Procedimiento de ensayo de peso unitario	17
Figura 2: Tamices a utilizarse.....	19
Figura 3: Cono de Abrams	20
Figura 4: Ensayo de resistencia a la compresión	22
Figura 5: Diagrama de bloques de procedimiento de elaboración de probetas.....	23
Figura 6: Tendencia de Resistencia a compresión con Microsilica Z.....	45
Figura 7: Tendencia de Resistencia a compresión con Sika Fume	46
Figura 8: Tendencia de Asentamiento con Microsilica Z.....	47
Figura 9: Tendencia de Asentamiento con Sika Fume	48
Figura 10: Tamizado de agregados.....	80
Figura 11: Herramientas para caracterización de agregados	80
Figura 12: Ensayo de densidad.....	81
Figura 13: Ensayo de absorción	81
Figura 14: Prueba de relación a/c	82
Figura 15: Diseño de probetas.....	82
Figura 16: Realización de la mezcla.....	83
Figura 17: Chuzado y llenado de las probetas	83
Figura 18: Ensayos de asentamiento	84
Figura 19: Ensayos de asentamiento	84
Figura 20: Probetas Patrón a los 28 días.....	85
Figura 21: Probetas con Sika Fume 9% listas para ensayo.....	85
Figura 22: Probetas con Microsílíce Z listas para ensayo.....	85
Figura 23: Ensayos de resistencia a Probetas Patrón.....	86
Figura 24: Fallo de Probetas Patrón	86
Figura 25: Ensayos de resistencia a Probetas con Sika Fume	87
Figura 26: Ensayos de resistencia a Probetas con Microsílíce Z.....	87
Figura 27: Ensayos de resistencia a Probetas con Microsílíce Z	87

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Global

A nivel mundial, el concreto es el material de mayor uso. Debido a ello, los estudios e investigaciones que se realizan para mejorar procesos y características son muy útiles y necesarios. La tecnología del concreto, es un campo de la ingeniería, que necesita un control determinado sobre cada elemento que conforma el concreto, como el agua, agregados, cemento y aditivos. Así como, un control sobre los procesos que éste experimenta, como elaboración, colocación, mantenimiento y curado. Debido a ello, se necesita estudiar a cada uno para poder obtener un resultado eficiente y que cumpla con los requerimientos que se tengan. Actualmente, el concreto tiene una gran variedad de aplicaciones y propiedades que pueden obtenerse dependiendo del propósito al que sirva. Siendo limitado únicamente por la capacidad y conocimiento del profesional.

En México, los concretos de alta resistencia están siendo usados principalmente en edificaciones como grandes edificios, puentes, túneles y presas, las cuales requieren de una alta resistencia, durabilidad y alto módulo de elasticidad. Clasificándolos desde 75 MPa hasta 125 MPa según sus Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

(Rocha L., 2009)

A su vez, se está realizando cambios de pavimentos asfaltados de carreteras principales por pavimentos de concreto, debido a la mejora estructural y económica que estos representan. Representando un gran cambio para el país, ya que, en su mayoría hasta hace algunos años, se usaban carreteras de pavimento de asfalto.

(Ochoa O., 2016)

En Colombia, actualmente, se está poniendo énfasis en el concreto de alta resistencia, como medida de atención a la demanda que se está teniendo a nivel empresarial en el país, debido a que éste permite una reducción del peso en la estructura, mejoramiento

de la rigidez y alta durabilidad, entre otras características. Teniendo un uso mayormente en puentes y autopistas, siendo utilizado actualmente para rehabilitar o reemplazar pistas de pavimento flexible antiguas que ya pasaron su vida útil. A su vez se está adentrando en el uso del concreto lanzado, debido a la resistencia, facilidades y homogeneidad que representa, principalmente usado para construcción de túneles. También, la empresa Cemex, reemplazo el combustible fósil usado en la fabricación de cemento por cascarilla de arroz como una alternativa más sostenible para el entorno. (Duran M., 2012)

En Chile, actualmente se considera al concreto de alta resistencia a aquellos con resistencia a 28 días superior a 500 Kg/cm^2 . Teniendo un salto importante la tecnología de concreto en estos últimos 20 años, debido a que anteriormente alcanzaba en su mayoría una resistencia máxima de 300 Kg/cm^2 llegando hasta ahora a estructuras de 700 Kg/cm^2 de resistencia.

Se han incorporado varios aditivos químicos y perfeccionado materias primas. Poniéndose énfasis principalmente en mejorar la resistencia a compresión el concreto. Esto ha ayudado a construir edificios de gran altura y con luces libres mayores a las normales, al igual que mejorar las luces en puentes. (Sanhueza E., 2006)

En Perú, se trabaja actualmente con un concreto de resistencia a 28 días 210 Kg/cm^2 , basándose en normas copiadas de otros países, sin tener necesariamente las mismas condiciones. Se comenzó a agregar elementos externos como micro sílice, ceniza, escoria en los últimos 20 años. Mejorándose así la resistencia de las estructuras y comenzándose el uso de concreto de alta resistencia, particularmente en la última década. A su vez se ha vuelto popular el uso del concreto autocompactante y fast track. (Arcila C., 2010)

En la ciudad de Trujillo, se usa principalmente el concreto de alta resistencia para estructuras viales, como estructuras de paso o puentes con superficie de losa,

conocidos como bypass. Estas estructuras requieren concreto de alta capacidad para su correcto funcionamiento.

Tomando como ejemplo el by pass del ovalo Mansiche. La intersección de dos vías de alta capacidad como las avenidas Mansiche y Nicolás de Piérola y otras de menor jerarquía generaban frecuentes congestiones de tránsito implicando un alto riesgo en la seguridad vial. El ingreso, por un lado, desde el sector norte de las avenidas Nicolás de Piérola y Mansiche desde el distrito de Huanchaco, se desarrolla a través de calles secundarias generando un impacto negativo en la imagen de la ciudad de Trujillo. Por ese motivo la Municipalidad Provincial de Trujillo optó por construir este intercambio vial.

(Revista Perú Construye, 2013)

Macro

(Borda y Portugal, 2007) Encontraron que al reemplazar hasta un 30% del cemento con micro sílice, el concreto mejoraba notablemente su resistencia a compresión, sin embargo, disminuía otras características como trabajabilidad, viéndose forzados a variar la relación agua cemento para poder obtener buenos resultados.

(González y Rodríguez, 2008) Obtuvieron que al incorporar micro sílice al 4, 8, 12 y 16% del peso del cemento, la resistencia aumentaba gradualmente hasta el 12%, donde comenzaba a disminuir la trabajabilidad del concreto y por ende su resistencia. Debido a que utilizaban parámetros fijos en los otros elementos.

(Huincho, 2011) Encontró que al usar superplastificante y micro sílice al 10, 15 y 20%. El concreto aumentaba gradualmente su resistencia, y debido al superplastificante mantenía una trabajabilidad estable de 8 a 10 pulgadas. Logrando obtener resistencias superiores a los 1200 Kg/cm².

En mi opinión, la cantidad de micro sílice que se adicione dependerá de la resistencia deseada y los parámetros del diseño de concreto. Teniéndose que cuidar la relación de agua cemento que se usara. Así como usar un superplastificante para mejores

resultados. El concreto de alta resistencia es un elemento necesario hoy en día para la mayoría de estructuras que resisten grandes cargas y por ende lo ideal es optimizar su costo y durabilidad. Obteniéndose como una opción viable el uso de micro sílice.

La Municipalidad Provincial de Trujillo uso concreto de alta resistencia para la construcción de bypass de Mansiche con una resistencia de 320 Kg/cm².

Micro

Pese a que ya existen dos bypass que actualmente facilitan puntos céntricos en la ciudad, aún existen dificultades vehiculares en algunas zonas, donde se genera congestión y problemas constantemente. Por ende, aun se pueden implementar más de estas estructuras en la ciudad de Trujillo.

(Revista Perú Construye, 2013)

Se detectó que existen 19 puntos críticos de congestión vehicular en Trujillo; siendo los hospitales, mercados e instituciones las zonas de más afluencia de transporte público.

La Sub Gerente de Proyectos de Transporte Metropolitano de Trujillo (TMT), Paola Quiroz expresó que este estudio ayudará a ver los indicadores que permita conocer los lugares críticos de la congestión vehicular.

(RPP, 2015)

Ante los problemas de congestión vehicular en la ciudad, se han tomado medidas como la implementación de semáforos en los puntos críticos. Sin embargo, más que una solución, esta medida ha representado un problema adicional, que genera pérdida de horas-hombre y más desorden vehicular. Otra medida que se ha tomado es la peatonalización de algunas calles, que razonablemente, ha aumentado la congestión en lugares contiguos.

Es entendible, que la implementación de más estructuras como bypass, sea una solución a problemas de congestión vehicular en algunos de los puntos céntricos de

congestión vehicular. Sin embargo, estos solo pueden ser implementados en algunos lugares, no siempre todos.

Para dar un ejemplo el problema del bypass de la Av. 28 de Julio, Lima, cuestionado por los presuntos negociados con OAS y la cancelación de Río Verde- que se encuentra colapsado en hora punta.

(“Sociedad-El Comercio”, 2016)

Nano

Si se desea una alta resistencia del concreto, se pueden implementar varios aditivos así como reemplazos de algún elemento del concreto, en este caso, la micro sílice, que es un aditivo de alta calidad y que, acondicionado a la mezcla de concreto, disminuye el lavado del cemento en el vaciado de la mezcla bajo agua, que puede utilizarse en concretos con un superplastificante para obtener la fluidez necesaria para la colocación del concreto.

Sim embargo, el uso de micro sílice, disminuye la trabajabilidad del concreto, por ello necesita de un aditivo complementario, en este caso un superplastificante, el cual está diseñado para la producción de concreto que requiere de un rápido desarrollo de resistencia inicial, alta reducción de agua y excelente trabajabilidad.

Con ello se desea conocer en qué cantidad la adición de micro sílice ayuda a mejorar el comportamiento del concreto, específicamente en su resistencia a compresión y su asentamiento. Debido a que estos parámetros permiten obtener la forma en que trabajara el concreto. Al hacer esto, permitiría crear un concreto de alta resistencia que sea posible de aplicar para elementos estructurales como bypass.

A su vez, se desea comparar a que porcentaje de micro sílice, se obtiene mejores resultados en los tres procesos. Así como, analizar dos productos presentes en el mercado y comparar cual tiene mejor efectividad.

1.1.1. Antecedentes

Título: “**CONCRETOS DE ALTA Y MUY ALTA RESISTENCIA, PROVINCIA DE AREQUIPA**”, Borda, L.¹ y Portugal, B.² (2007) Evaluar como el reemplazar un 30% de cemento con micro sílice, modificaba la resistencia a compresión del mismo. Se usó cemento portland tipo I, gravilla de $\frac{3}{4}$ ”, con una relación agua-cemento de 0.25 y cambiando la relación agregado-cemento de 1, 2 y 3. La máxima resistencia obtenida fue de 1203 Kg/cm² y la resistencia más baja fue de 723.22 Kg/cm², concluyendo que la micro sílice aumentaba notablemente la resistencia del concreto al reemplazar el cemento, sin embargo, disminuía su trabajabilidad.

Este estudio aporta el antecedente del efecto positivo que tiene la micro sílice en un concreto al reemplazarse por el cemento. Sirviendo como base para reemplazar este aglomerante en el presente estudio y así mejorar su resistencia.

Título: “**INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE MICRO SÍLICE SOBRE LA TRABAJABILIDAD EN ESTADO FRESCO Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESTADO ENDURECIDO DE UN CONCRETO AUTOCOMPACTABLE, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD, CIUDAD DE TRUJILLO**”, González, V.¹ y Rodríguez, J.² (2008) Evaluar como influía el porcentaje de micro sílice sobre la trabajabilidad y la resistencia la compresión de un concreto autocompactable. Se usó porcentaje de micro sílice de 4, 8, 12 y 16% en remplazo del cemento, el cual era Pacasmayo tipo I, gravilla de $\frac{1}{2}$ ” y relación agua-cemento de 0.35. La máxima resistencia obtenida fue de 422.88 Kg/cm² con el porcentaje de 12% y cuando se le agregó el porcentaje del 16% la resistencia empezó a decaer, debido a que disminuía su trabajabilidad, concluyendo que la micro sílice aumentaba notablemente la resistencia del concreto autocompactable al reemplazar el cemento, sin embargo, disminuía su trabajabilidad.

Este estudio aporta el antecedente del efecto positivo que tiene la micro sílice en la resistencia y su efecto en la trabajabilidad del concreto. Sirviendo como base para al

momento de evaluar al concreto, tomar en cuenta su comportamiento en estado fresco, y buscar un porcentaje óptimo para ello.

Título: “**CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA USANDO ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, MICROSILICE Y NANOSILICE CON CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA CIUDAD DE LIMA**”, Huincho, E. (2011) Evaluar la influencia del porcentaje de micro sílice agregado junto al superplastificante en la resistencia y asentamiento del concreto. Se usó porcentaje de micro sílice de 10, 15, 20% marca Sika Fume, superplastificante marca Viscocrete 20HE y cemento Portland tipo I y la relación de agua-cemento menor a 0.25. Ensayos a 28 días. Los asentamientos que se obtuvieron fueron de 8 a 10 pulgadas y la máxima resistencia obtenida fue de 1423 Kg/cm².

Este estudio aporta bases para poder usar un superplastificante como apoyo a mejorar la trabajabilidad y comportamiento del concreto en estado fresco. Así como ser otra fuente de bases para tomar los porcentajes requeridos.

Título: “**HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA H-70, VALDIVIA, CHILE**”, Seguel, C. (2006) Evaluar la influencia del concreto de alta H-70 en la división “El teniente”, usando nanosilíce. Se usó porcentaje de nano sílice y micro sílice de 10, 15, 20% marca Sika Fume, superplastificante marca ULMEN y cemento Portland Puzolánico y la relación de agua-cemento menor a 0.4 y 0.34. Ensayos a 28 días. La máxima resistencia obtenida fue de 522 Kg/cm². Obteniéndose un 67% de ganancia en resistencia.

Este estudio da un margen de la resistencia alcanzable del concreto usando nano sílice y micro sílice. Así como la efectividad de este concreto, frente a los tipos básicos. Teniéndose un argumento para la investigación.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo es la influencia del micro sílice en un concreto de alta resistencia para bypass en Trujillo, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del micro sílice en un concreto de alta resistencia para bypass en Trujillo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia con superplastificante SIKACEM®, según su tipo y dosificación de micro sílice.
- Determinar el asentamiento generado en un concreto de alta resistencia por la variación de dosificación y tipo de micro sílice adicionada.
- Determinar el tipo de relación del porcentaje de micro sílice con la resistencia a la compresión.
- Determinar el tipo de relación del porcentaje de micro sílice con el asentamiento.
- Encontrar el porcentaje óptimo de micro sílice a sustituirse para el concreto de estudio.
- Verificar cual es el tipo de micro sílice más óptimo, de los tomados para la investigación.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La micro sílice mejorará la resistencia y asentamiento del concreto para la construcción de un Bypass en la ciudad de Trujillo.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El concreto con adición de micro sílice y superplastificante SIKACEM® tendrá una leve mejora en su resistencia a compresión conforme va aumentando el porcentaje de micro sílice usado hasta llegar a un 7%, a partir del cual disminuirá su resistencia gradualmente, teniendo un mayor resultado con micro sílice Sika Fume.

- El asentamiento generado en un concreto con adición de micro sílice disminuirá conforme se aumente el porcentaje del mismo, teniéndose un asentamiento más bajo al usarse la marca Sika Fume.
- El concreto con adición de micro sílice mejorará sus propiedades, aumentando su resistencia y disminuyendo su asentamiento conforme se va aumentando el porcentaje del micro sílice hasta llegar a un 9%, a partir del cual tenderá a disminuir.
- El porcentaje óptimo para reemplazar la micro sílice será de 7% respecto al cemento.
- La micro sílice Sika Fume resultará ser levemente mejor a la micro sílice Microsílíce Z al momento de dar resultados.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Tipo de Investigación

- Por el propósito, la presente investigación es aplicada, debido a que se utilizan conocimientos obtenidos previamente en su desarrollo.
- Según diseño, la presente investigación es experimental, manipulándose las variables independientes para generar efectos en las variables dependientes.
- Según naturaleza, es una investigación cuantitativa, cuantificándose los datos recopilados en los ensayos que se realizan.

Población y muestra

- La población son las probetas confeccionadas según la norma NTP 339.033 de 20 cm (h) x 10 cm de diámetro, con micro sílice y superplastificante.
- La muestra a tomarse es de tipo no probabilística, siendo 99 probetas de concreto preparado con cemento Portland tipo I con micro sílice y superplastificante. Cuya distribución es la siguiente:

Tabla 1

Muestreo de resistencia a compresión

% de microsilíce	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)									
	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6	VR7	VR8	VR9	VR10
0% (Patrón)	VR1	VR2	VR3	VR4	VR5	VR6	VR7	VR8	VR9	VR10
3% S	VR11	VR12	VR13	VR14	VR15	VR16	VR17	VR18	VR19	VR20
5% S	VR21	VR22	VR23	VR24	VR25	VR26	VR27	VR28	VR29	VR30
7% S	VR31	VR32	VR33	VR34	VR35	VR36	VR37	VR38	VR39	VR40
9% S	VR41	VR42	VR43	VR44	VR45	VR46	VR47	VR48	VR49	VR50
3% Z	VR51	VR52	VR53	VR54	VR55	VR56	VR57	VR58	VR59	VR60
5% Z	VR61	VR62	VR63	VR64	VR65	VR66	VR67	VR68	VR69	VR70
7% Z	VR71	VR72	VR73	VR74	VR75	VR76	VR77	VR78	VR79	VR80
9% Z	VR81	VR82	VR83	VR84	VR85	VR86	VR87	VR88	VR89	VR90

(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 2

Muestreo de asentamiento

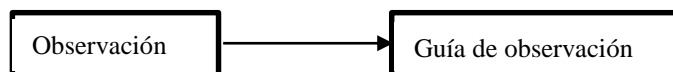
% de microsílíce	Asentamiento (cm)
0% (Patrón)	VA1
3% S	VA2
5% S	VA3
7% S	VA4
9% S	VA5
3% Z	VA6
5% Z	VA7
7% Z	VA8
9% Z	VA9

(Fuente: Elaboración Propia)

2.1. Materiales, instrumentos y métodos

Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Técnica de investigación



Para esta investigación se usa la técnica de la observación y como instrumento de la misma la guía de observación.

2.1.1. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

2.1.1.1. Caracterización del agregado

A) Peso Unitario

Se determina esta propiedad según NTP 400.017.

Primero para calibrar el recipiente:

- Se pesa el recipiente cilíndrico vacío.
- Luego se le agrega agua hasta llenar el recipiente.
- Se pesa el recipiente con el agua.

Para calcular el Peso unitario compactado (PUC)

- Se procede a pesar el recipiente cilíndrico vacío.
- Luego se introduce el agregado al molde cilíndrico hasta 1/3 de su capacidad. Seguidamente con una varilla de acero de Ø5/8'' se procede a golpear 25 veces en forma helicoidal. Se repite el procedimiento para cada capa. (3 capas en total)
- Se pesa el recipiente cilíndrico con el agregado compactado.

Para calcular el Peso unitario suelto (PUS) de la grava

- Se procede a pesar el recipiente cilíndrico vacío.
- Luego sobre el recipiente se agrega el agregado en forma helicoidal a una altura no mayor de 5 cm de la superficie del recipiente, hasta que esté totalmente lleno.
- Se pesa el recipiente cilíndrico con el agregado.

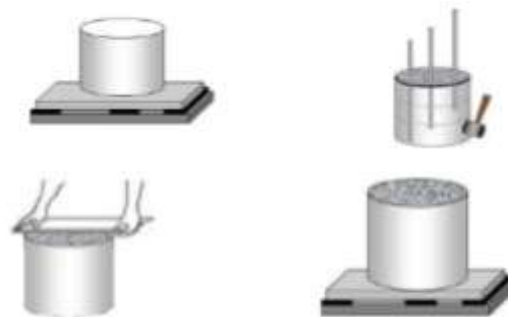


Figura 1: Procedimiento de ensayo de peso unitario

Fuente: Construmatica

B) Peso Específico y absorción

Para agregado grueso:

- Se seca en el horno la muestra a ensayar hasta que tenga un peso constante.
- Se deja la muestra en agua por un por 24 horas, luego de ello se seca partículas sobre una tela (pifio), hasta eliminar el agua superficial.
- Colocar la muestra en el interior de la canastilla metálica y determinar su peso sumergida en agua.
- Después de ello se coloca la muestra en el horno y se deja reposar por 24 horas se retira y se deja enfriar.

Para agregado fino:

- Secar la muestra en el horno, hasta tener un peso constante.
- Se cubre a la muestra completamente con agua, por 24 horas
- Terminado se decanta la muestra evitando la perdida de finos, luego de ello secar su superficie con una moderada corriente de aire caliente, para asegurarnos de ello, se hace la prueba del cono, llenándolo y dándole 25 golpes.

- Luego se introduce la muestra en el picnómetro 500 g del agregado fino, y se añade agua hasta los 500 cm³, determinado el agua introducida, luego se saca el material del recipiente y se seca determinando su peso.

C) Contenido de humedad

Se determina según NTP 400.016.

Para agregado fino:

- Empezamos este ensayo seleccionando el material.
- Se zarandea el agregado fino (arena gruesa) por el tamiz N° 04, todo lo que pasa se selecciona para el ensayo.
- Se pesa el material.
- Después de tener el peso parcialmente seco, se le introduce al horno con una temperatura de 105 ° C, por 24 horas.
- Después de 24 horas se saca del horno, para pesar la muestra y se obtiene el contenido de humedad.

Para agregado grueso:

- Se selecciona la muestra.
- Se zarandea la piedra por el tamiz N° 04, todo lo que queda se selecciona para el ensayo.
- Se pesa el material.
- Después de tener el peso parcialmente seco, se le introduce al horno con una temperatura de 105 ° C, por 24 horas
- Después de 24 horas se saca del horno, luego se deja secar entre 1 – 3 horas para enfriar.
- Finalmente se pesa el material seco para luego calcular el contenido de humedad del agregado grueso

D) Granulometría

- Se selecciona el material a usar
- Después de tener el material se deja secar la muestra en el horno por 24 horas a una temperatura de 110°C ± 5°C.
- Luego se pesa la muestra seca que se va a ensayar.

- Posteriormente se procede al lavado de la muestra que tiene que pasar por la malla N° 200 de forma que no se pierda partículas mayores a 0.074mm (diámetro de la malla N° 200).
- Una vez lavada la muestra por la malla N° 200, el material retenido debe secarse en el horno por 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Luego se saca el material del horno, se enfría y se pesa.
- La muestra se echa por la parte superior de la serie de tamices y luego se sacude por espacio de diez a quince minutos en forma helicoidal. Se debe tener cuidado de no perder material durante el zarandeo.
- Luego de tamizarlo se procede a pesar el material retenido en cada malla.



Figura 2: Tamices a utilizarse

Fuente: Construmatica

2.1.1.2. Ensayo de asentamiento

Se realiza utilizando el cono de Abrams, ensayo que esta normado según la NTP 339.035, que es un ensayo que se realiza utilizando una herramienta llamada cono de Abrams, el cual es un molde metálico troncónico que tiene sus dimensiones normalizadas, con un diámetro en la base de 20 cm, un diámetro en la parte superior de 10 cm y una altura de 30 cm. Este molde metálico sirve para medir la consistencia del concreto en su estado fresco, el cual consiste en rellenar en tres capas cada una de 10 cm apisonadas con 25 golpes de varilla y 12 golpes en los costados con un martillo de goma y luego retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa del hormigón colocada en su interior. En la Figura N°8 se muestra el cono de Abrams y la respectiva medición del asentamiento o slump.

- Primero se coloca el molde sobre la plancha de apoyo horizontal, ambos limpios y humedecidos solo con agua.
- Se llena el molde en tres capas de 10 cm, y apisonado con 25 golpes cada capa con una varilla de manera uniforme.
- Luego se carga el molde con las manos, sujetándolo de las asas, dejando las pisaderas libres, con un levantamiento vertical sin perturbar el hormigón en un tiempo de 2 segundos.
- Finalmente se mide la altura del hormigón con respecto al molde y eje central de la mezcla, obteniéndose el asentamiento en pulgadas.

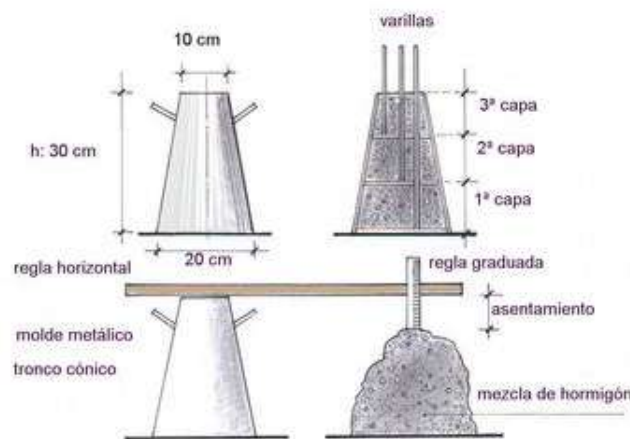


Figura 3: Cono de Abrams

Fuente: Construmatica

2.1.1.3. Ensayo de resistencia a compresión

Elaboración de probetas

Se usan moldes confeccionados con las respectivas medidas que exige la norma NTP 339.033. Estos moldes se colocan en una superficie plana, rígida, sin vibraciones y previamente engrasadas para facilitar el desmolde. Estos se llenan en tres capas de 10 cm, siendo apisonado 25 veces con una varilla de metal de 5/8" por cada capa. Se golpea en los costados del molde con un martillo de goma.

Las probetas desmoldadas se colocan en agua potable limpia, sin movimiento y cubiertas por completo la cara superior con cal, a una temperatura de 25°C durante 28 días, según la norma NTP 339.033.

Ensayo de compresión

- Las cilindros para pruebas de compresión deben tener un tamaño de 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm).
- No se debe permitir que los cilindros se sequen antes de la prueba.
- El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medidos difieren en más de 2%, no se debe someter a prueba el cilindro.
- Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más 0.5% y los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas (0.05 mm).
- Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. El régimen de carga con máquina hidráulica se debe mantener en un rango de 0.15 a 0.35 MPa/s durante la última mitad de la fase de carga. Se debe anotar el tipo de ruptura. La fractura cónica es un patrón común de ruptura.
- La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área promedio de la sección.
- El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura y todo defecto que presenten los cilindros o su cabeceo. Si se mide, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada.
- El rango entre los cilindros compañeros del mismo conjunto y probados a la misma edad deberá ser en promedio de aproximadamente 2 a 3% de la resistencia promedio.
- Los resultados de las pruebas realizadas en diferentes laboratorios para la misma muestra de concreto no deberán diferir en más de 13% aproximadamente del promedio de los dos resultados de las pruebas.

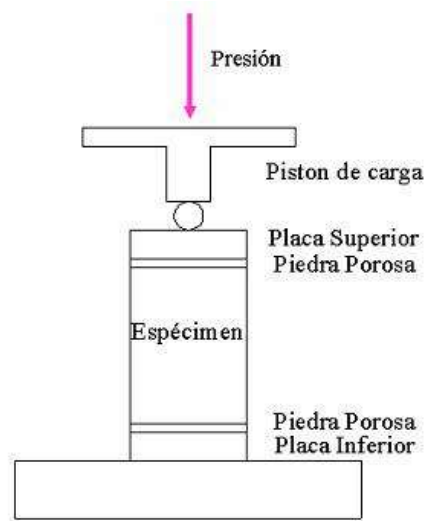


Figura 4: Ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Empresa Geosuport

2.1.1.4. Diagrama de bloques de procedimiento de elaboración de probetas

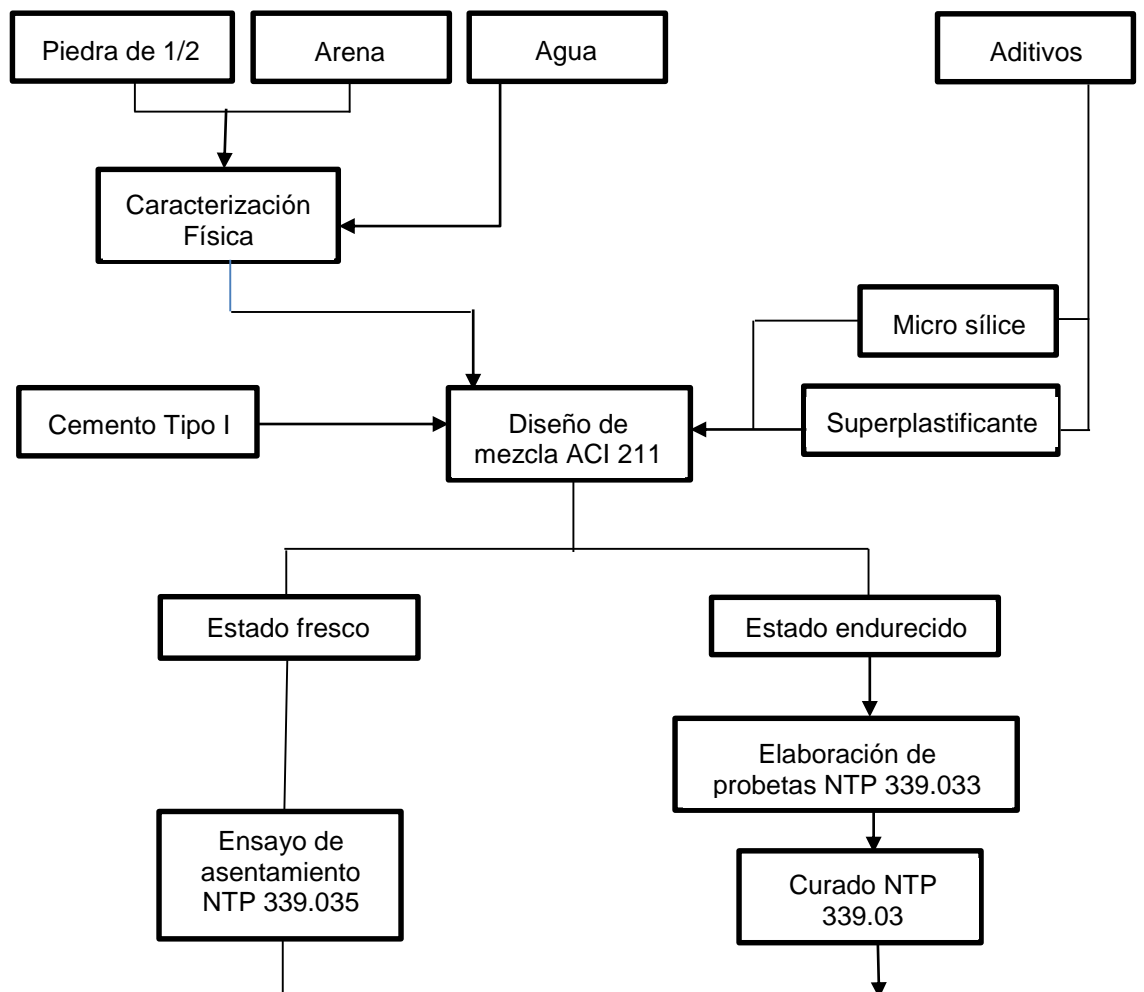




Figura 5: Diagrama de bloques de procedimiento de elaboración de probetas

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

2.1.2.1. Método usado

Estadística descriptiva

Se usa métodos de estadística descriptiva, debido a que, mide conceptos y define variables obtenidos de las pruebas para obtener resultados.

2.1.2.2. Procedimiento para el proporcionamiento de las mezclas

En general existen varios métodos de cálculo para la selección y ajuste de las dosificaciones de concreto de peso normal. Sin embargo, todos ellos sólo establecen una primera aproximación de proporciones con el propósito de ser chequeados por coladas de prueba en el laboratorio o en el campo, y hacer los ajustes necesarios para producir las características deseadas del concreto.

(Costos y presupuestos en edificaciones, CAPECO, 2013)

La secuencia para el diseño de mezcla, que se ha tomado es la siguiente:

Paso 1: Elegir la resistencia $f'c$ deseada.

Paso 2: Se selecciona el asentamiento o slump, que puede tener valores de 2-4" según requerimiento y criterio del diseñador. O se puede utilizar la Tabla N° 1 como opción.

Tabla 3

Asentamientos recomendados

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCION

Tipo de construcción	SLUMP	
	Máximo (pulg)	Mínimo (pulg)
- Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
- Zapatas simples, caissons y muros de subestructura	3	1
- Vigas y muros reforzados	4	1
- Columnas de edificios	4	1
- Pavimentos y losas	3	1
- Concreto masivo	2	1

(Fuente: CAPECO)

Nota: Esta tabla indica los valores recomendados entre los cuales puede oscilar el asentamiento del concreto a diseñarse, según el uso del mismo.

Paso 3: Selección del tamaño máximo del agregado (TMN), el cual se recomienda que sea el mayor económicamente compatible y consistente.

Paso 4: Se elige el cemento a utilizar para la mezcla.

Paso 5: Se calcula la resistencia f'_{cr} la cual incorpora un factor de seguridad. Cuya fórmula es:

$$F'_{cr} = FS + f'_{c}$$

F'_{c}	FS
<210	70
$210 < f'_{c} \leq 350$	84
>350	98

Paso 6: Se estima la cantidad agua por m³ de concreto. La cual se obtiene de la Tabla N°2

Tabla 4
Cantidad agua por m³

REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO PARA DIFERENTES SLUMP Y TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS	
SLUMP (pulg)	AGUA EN 1/m ³ DE CONCRETO
	TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO

	1/2"	3/4"	1 1/2"
1/2" a 2"	190	175	160
2" a 3"	215	200	180
3" a 5"	240	215	195

(Fuente: CAPECO)

Nota: en esta tabla podemos observar la cantidad de agua requerida (litros) por metro cúbico de concreto, tomando en cuenta el asentamiento (slump) y el T.M. del agregado grueso a usarse.

Paso 7: Se halla la relación agua-cemento a/c, Tabla N°3

Tabla 5
Relación a/c según f'cr

f _c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

(Fuente: ACI Comité 211)

Nota: En esta tabla, se observa los valores de la relación agua-cemento, dependiendo de la resistencia de concreto a diseñar, así como del hecho de considerarse o no aire incorporado.

Paso 8: Se calcula el contenido de cemento con la siguiente relación

$$\text{Contenido de cemento} \left(\text{en } \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Agua de mezclado} \text{ (l/m}^3\text{)}}{\text{relación a/c (para f'cr)}}$$

Paso 9: Estimación del contenido de agregado grueso. Para lo cual se utiliza la Tabla N°4

Tabla 6
Estimación de Agregado Grueso

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (en m ³)
Módulo de Fineza de la Arena

Tamaño Máximo del Agregado (pulg)	2,40	2,60	2,80	3,00
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60
1 "	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,70

(Fuente: ACI Comité 211)

Nota: En esta tabla, se obtiene la cantidad de agregado grueso a usarse por metro cúbico de concreto, dependiendo de su tamaño máximo como el módulo de finura del agregado fino.

Paso 10: Estimación del contenido de agregado fino

Dato: %aire obtenido de Tabla N°5

Tabla 7

Contenido de Aire Atrapado

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		
Tamaño máximo nominal del agregado (pulg)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Aire atrapado
3/8"	9.5	3.00%
1/2"	12.5	2.50%
3/4"	19	2.00%
1"	25	1.50%
1 1/2"	37.5	1.00%
2"	50	0.50%
3"	75	0.30%
6"	150	0.20%

(Fuente: ACI Comité 211)

Nota: De esta tabla se puede obtener, en caso de diseñarse con contenido de aire atrapado, el porcentaje del mismo, tomándose en cuenta el TMN del agregado grueso.

Paso 11: Se realiza la corrección por humedad, la cual requerirá valores obtenidos de los ensayos realizados a los agregados.

Se utiliza la fórmula:

$$P_{mat_{corr}} = P_{mat}(1 + \%H)$$

Paso 12: Se realiza la corrección por contenido de agua.

La fórmula a emplear es:

$$C_{H2O_{AG}} = P_{AG}(\%A - \%H)$$

$$C_{H2O_{AF}} = P_{AF}(\%A - \%H)$$

2.1.2.3. Guía de observación

Resistencia a compresión

Tabla 8

Formato de toma de datos de Resistencia a Compresión

Probeta N°	Fecha de recepción:		Fecha de rotura:	
	Diámetro (m)	Altura (m)	Máxima carga (Mpa)	Tipo de Fractura
01				
02				
03				
04				
05				

(Fuente: Elaboración Propia)

Nota: Como se observa en la tabla, para la toma de datos de resistencia a compresión de las probetas de concreto, se toma los siguientes datos en cada una de ellas: diámetro total, altura total (ambas tomadas antes de efectuarse el ensayo), carga máxima que resiste (obtenida de la máquina de compresión) y descripción del tipo de fractura observado.

Asentamiento

Tabla 9

Formato de toma de datos de Asentamiento

Probeta N°	Altura desplazada (cm)
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	

(Fuente: Elaboración Propia)

Nota: Igualmente en esta tabla, para la toma de datos de asentamiento de las probetas de concreto, se toma la altura desplazada en cada probeta respecto a la altura inicial de la misma, medida con una regla milimétrica en centímetros.

Para la realización de este trabajo de estos procedimientos y metodología, se ha tomado como base la Norma Técnica Peruana (NTP), específicamente en los apartados referentes a caracterización de agregados (400.017 y 400.016), elaboración y curados de probetas (339.033), ensayos de resistencia (339.034) y ensayos de asentamiento en concreto (339.035).

Mientras que para el diseño del concreto se ha tomado como referencia la normativa y tablas de CAPECO y ACI 211.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

A continuación, se describirán los resultados obtenidos de los distintos ensayos realizados, según los procesos y metodologías descritas anteriormente.

3.1. CARACTERIZACION DE AGREGADOS

3.1.1. AGREGADO GRUESO

Contenido de Humedad

0.54

Peso natural de la muestra (gr)

3,000

Peso de la muestra seca (gr)

2,984

Peso Específico

2.65

Absorción

1.34

Peso de la muestra s.s.s. (gr)

2,338.0

Peso de la muestra seca (gr)

2,307.0

Peso de la muestra sumergida (gr)

1,469.0

Peso Unitario Suelto

1,527

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m ³)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.07	12.07	12.07
Peso del agregado + tara (kg)	22.73	22.75	22.7
Peso unitario bruto (kg/m ³)	1,527	1,531	1,522

Peso Unitario Compactado

1,740

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m ³)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.08	12.08	12.08
Peso del agregado + tara (kg)	24.25	23.95	24.5
Peso unitario bruto (kg/m ³)	1,743	1,700	1,778

Granulometría

Tabla 10

Granulometría agregado grueso

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
2"	50.8	0	0	0	100
1 1/2"	38.2	0	0	0	100
1"	25.4	112.6	5	5	95

3/4"	19	1031.2	48	54	46
1/2"	12.7	539.4	25	79	21
3/8"	9.53	86.4	4	83	17
#4	4.75	99.5	5	88	12
#200	0.075	121.6	6	93	7
fondo	-	142.4	7	100	0
		2134	100		

(Fuente: Elaboración Propia)

Nota: Según se observa en la tabla, el agregado grueso utilizado se retiene casi un 50% en la malla de 3/4", y un 25% en la de 1/2", siendo utilizable para el diseño.

Módulo de Finura

8.08

3.1.2. AGREGADO FINO

Contenido de Humedad

4.64

Peso natural de la muestra (gr)

720

Peso de la muestra seca (gr)

688.20

Peso Específico

2.75

Absorción

0.95

Peso de la fiola + agua + muestra (gr)

1,019.1

Peso de la fiola + agua (gr)

705.6

Peso de la muestra s.s.s. (gr)

500.0

Peso de la muestra seca (gr)

495.3

Peso Unitario Suelto

1,418

M 01

M 02

M 03

Volumen de la tara (m³)

0.0070

0.0070

0.0070

Peso de la tara (kg)

12.08

12.08

12.08

Peso del agregado + tara (kg)

21.83

22.11

22.01

Peso unitario bruto (kg/m³)

1,397

1,436

1,422

Peso Unitario Compactado

1,692

M 01

M 02

M 03

Volumen de la tara (m³)

0.0070

0.0070

0.0070

Peso de la tara (kg)

12.08

12.08

12.08

Peso del agregado + tara (kg)

23.82

23.91

23.95

Peso unitario bruto (kg/m³)

1,682

1,694

1,701

Granulometría

Tabla 11
Granulometría agregado fino

Tamiz	Abertura (mm)	Peso de la malla (gr)	Peso de la malla + muestra (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante
3/8"	9.5	520.5	520.5	0	0	100
#4	4.75	493.3	521.6	3	3	97
#8	2.36	452.9	567.3	11	14	86
#16	1.18	396.4	523.2	13	27	73
#30	0.6	378.7	536.1	16	43	57
#50	0.3	344.3	530.4	19	61	39
#100	0.15	320.7	610.5	29	90	10
#200	0.075	312.8	380.7	7	97	3
fondo	-	349.3	376.9	3	100	0

100

(Fuente: Elaboración Propia)

Nota: De la tabla, obtenemos una granulometría buena del agregado fino, que permite un buen comportamiento al utilizarse en la mezcla.

Módulo de Finura

2.38

3.1.3. RESUMEN DE CARACTERIZACION DE AGREGADOS

Agregado Fino

<i>Humedad (%)</i>	4.64
<i>Absorción (%)</i>	0.95
<i>P.U.S. (Kg/m³)</i>	1,418
<i>P.U.C. (Kg/m³)</i>	1,692
<i>Peso Específico (Kg/m³)</i>	2,750
<i>Modulo de finura</i>	2.38

Agregado Grueso

<i>Humedad (%)</i>	0.54
<i>Absorción (%)</i>	1.34
<i>P.U.S. (Kg/m³)</i>	1,527
<i>P.U.C. (Kg/m³)</i>	1,740
<i>Peso Específico (Kg/m³)</i>	2,655
<i>T.M.N.</i>	3/4"

Según los resultados obtenidos en los ensayos de caracterización del agregado, tenemos un material con contenido de humedad bajo, cuyo peso específico se encuentra dentro de los parámetros comunes para agregados y módulo de finura adecuado para los ensayos a realizarse.

3.2. PROPIEDADES DE MATERIALES

Tabla 12

Propiedades Físicas de los Materiales

Propiedades Físicas de los Materiales							
Descripción Materiales	Peso Específico (Kg/m ³)	Absorción (%)	Humedad (%)	Módulo de finura	TMN A. G.	PUS (kg/m ³)	PROCEDENCIA
Cemento Tipo I - Pacasmayo	3050	-	-	-	-	-	Fabricante: Pacasmayo SA
Microsilíce	3000	-	-	-	-	-	Fabricante: Aditivos Z / Sika
Agua	1000	-	-	-	-	-	Proveedor: Red Pública
Agregado Fino - El Milagro	2750	0.95	2.5	2.38	4.75	1692	Cantera: El Milagro
Agregado Grueso - El Milagro	2655	1.34	0.54	8.08	3/4	1740	Cantera: El Milagro

(Fuente: Elaboración Propia)

Nota: Según se puede observar en la Tabla 12, los agregados usados para esta investigación, fueron obtenidos de la cantera ubicada en el centro poblado El Milagro, mientras que los cementos utilizados para la elaboración de las probetas es de la marca Pacasmayo Extra Forte, el agua es tomada de la red pública de la zona, los filler son comprados de una empresa especializada en su elaboración y los aditivos son obtenidos de las empresas Sika Ag y Z Aditivos.

Al compararse ambos micro sílice, se puede diferenciar claramente la textura de los mismos, siendo el tipo Sika Fume un material más fino que Microsílica Z (más cercano a la textura del cemento).

3.3. DISEÑO DE CONCRETO

3.3.1. CONCRETO PATRÓN

Tabla 13

Diseño de Concreto Patrón

Consideraciones - Requisitos del Concreto										
$f'c$ (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	$f'cr$ (kg/cm ²)	Agua x TM	Relación a/c	Cemento (Kg)	Modulo de Finura Global (Mfg)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Slump requerido (pulg)	Slump mín. LAB (pulg)
C320	20	340	213	0.40	532	0.00 4.83	0.430	0.570	2.5	6
Dosificación del Concreto										
Materiales	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tanda				
						25 L				
Cemento MS - Pacasmayo	1	532		532		13.30				
Microsilice	0									
Material Cementante :		532	0.1744	532	532	13.30				
Agua		213	0.2128	204	213	5.10				
Agregado Fino - El Milagro		921	0.3350	944	930	23.61				
Agregado Grueso - El Milagro		671	0.2527	675	680	16.87				
Plastificante				9.39		0.235				
Aire Atrapado	2.50%		0.0250		0.00					
Total	1.00	2337	1.0000	2364	2355	59.108				

(Fuente: Elaboración Propia)

3.3.2. CONCRETO CON MICROSILICE AL 3%

Tabla 14
Diseño de Concreto con Micro sílice al 3%

Dosificación del Concreto						
Materiales	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tanda
						25 L
Cemento MS - Pacasmayo	0.97	516		516		12.90
Microsilice	0.03	16		16		0.40
Agua		213	0.2128	204	213	5.10
Agregado Fino - El Milagro		921	0.3350	944	930	23.61
Agregado Grueso – El Milagro		671	0.2527	675	680	16.87
Plastificante				9.39		0.235
Aire Atrapado	2.50%		0.0250			
Total	1.00	2337	1.0000	2364	2355	59.108

(Fuente: Elaboración Propia)

Nota: Como se puede observar, al reemplazarse el 3% del cemento con microsilice, la única variación presente a comparación de la mezcla patrón es la cantidad de estos dos.

3.3.3. CONCRETO CON MICROSILICE AL 5%

Tabla 15
Diseño de Concreto con Micro sílice al 5%

Dosificación del Concreto						
Materiales	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tanda
						25 L
Cemento MS - Pacasmayo	0.95	505		505		12.64
Microsilice	0.05	27		27		0.67
Agua		213	0.2128	204	213	5.10
Agregado Fino - El Milagro		921	0.3350	944	930	23.61
Agregado Grueso - El Milagro		671	0.2527	675	680	16.87
Plastificante				9.39		0.235
Aire Atrapado	2.50%		0.0250			
Total	1.00	2337	1.0000	2364	2355	59.108

(Fuente: Elaboración Propia)

Nota: Como se puede observar, al reemplazarse el 5% del cemento con microsilice, la única variación presente a comparación de la mezcla patrón es la cantidad de estos dos.

3.3.4. CONCRETO CON MICROSÍLICE AL 7%

Tabla 16

Diseño de Concreto con Micro sílice al 7%

Dosificación del Concreto						
Materiales	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tanda 25 L
Cemento MS - Pacasmayo	0.93	495		495		12.37
Microsilíce	0.07	37		37		0.93
Agua		213	0.2128	204	213	5.10
Agregado Fino – El Milagro		921	0.3350	944	930	23.61
Agregado Grueso - El Milagro		671	0.2527	675	680	16.87
Plastificante				9.39		0.235
Aire Atrapado	2.50%		0.0250		0.00	
Total	1.00	2337	1.0000	2364	2355	59.108

(Fuente: Elaboración Propia)

Nota: Como se puede observar, al reemplazarse el 7% del cemento con microsílíce, la única variación presente a comparación de la mezcla patrón es la cantidad de estos dos.

3.3.5. CONCRETO CON MICROSÍLICE AL 9%

Tabla 17

Diseño de Concreto con Micro sílice al 9%

Dosificación del Concreto						
Materiales	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Húmedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tanda 25 L
Cemento MS - Pacasmayo	0.91	484		484		12.10
Microsilíce	0.09	48		48		1.20
Agua		213	0.2128	204	213	5.10
Agregado Fino – El Milagro		921	0.3350	944	930	23.61
Agregado Grueso - El Milagro		671	0.2527	675	680	16.87
Plastificante				9.39		0.235
Aire Atrapado	2.50%		0.0250			
Total	1.00	2337	1.0000	2364	2355	59.108

(Fuente: Elaboración Propia)

Nota: Como se puede observar, al reemplazarse el 9% del cemento con microsílíce, la única variación presente a comparación de la mezcla patrón es la cantidad de estos dos.

De los diseños de concreto realizados, se puede observar que optó por tener una relación de agua/cemento de 0.40, con un porcentaje de superplastificante de 1.5 a 2%, porcentaje obtenido tras ensayos buscando la consistencia adecuada de mezcla.

Al mismo tiempo, se diseñó usándose la micro sílice como reemplazo de un porcentaje del cemento y no como una adicción al mismo.

3.4. ENSAYOS A COMPRESION

3.4.1. CONCRETO PATRÓN

Tabla 18

Resultados de Ensayos de Compresión Muestras Patrón

Item	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F'c (Kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Rotura
PATRÓN	P-1	10.13	80.60	24,110	299.15	22/06/2021	20/07/2021
	P-2	10.25	82.52	24,650	298.73		
	P-3	10.17	81.23	22,530	277.35		
	P-4	10.28	83.00	22,810	274.82		
	P-5	10.18	81.39	22,900	281.35		
	P-6	10.16	81.07	23,200	286.16		
	P-7	10.14	80.75	21,470	265.87		
	P-8	10.10	80.12	22,270	277.96		
	P-9	10.12	80.44	25,410	315.90		
	P-10	10.05	79.33	22,980	289.69		

(Fuente: Elaboración Propia)

Según se constata en la Tabla 18, los ensayos de resistencia a compresión realizados en las probetas con concreto patrón muestran una resistencia promedio de 286.70 Kg/cm². Tomándose en cuenta que no se utilizó en este diseño micro sílice, esta resistencia sería la máxima que obtendría el concreto sin adicionar aditivos.

3.4.2. CONCRETO CON MICROSILICE “SIKAFUME”

Tabla 19

Resultados de Ensayos de Compresión con Sika Fume

Item	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F'c (Kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Rotura
SIKAFUME 3%	S3-1	10.15	80.91	23,980	296.37	24/06/2021	22/07/2021
	S3-2	10.10	80.12	21,830	272.47		
	S3-3	10.15	80.91	22,540	278.57		
	S3-4	10.13	80.60	21,110	261.93		
	S3-5	10.10	80.12	21,460	267.85		
	S3-6	10.12	80.44	22,630	281.34		
	S3-7	10.15	80.91	21,390	264.36		
	S3-8	10.10	80.12	21,520	268.60		
	S3-9	10.17	81.23	22,860	281.41		
	S3-10	10.12	80.44	21,620	268.78		
SIKAFUME 5%	S5-1	10.10	80.12	24,080	300.55	24/06/2021	22/07/2021
	S5-2	10.08	79.80	23,850	298.87		
	S5-3	10.05	79.33	23,030	290.32		
	S5-4	10.10	80.12	22,510	280.96		
	S5-5	10.15	80.91	20,960	259.04		
	S5-6	10.12	80.44	21,260	264.31		
	S5-7	10.15	80.91	25,420	314.16		
	S5-8	10.20	81.71	23,780	291.02		
	S5-9	10.10	80.12	24,810	309.67		
	S5-10	10.15	80.91	23,040	284.75		
SIKAFUME 7%	S7-1	10.05	79.33	21,810	274.94	25/06/2021	23/07/2021
	S7-2	10.12	80.44	21,450	266.67		
	S7-3	10.15	80.91	22,780	281.53		
	S7-4	10.10	80.12	21,970	274.22		
	S7-5	10.15	80.91	20,690	255.70		
	S7-6	10.20	81.71	19,210	235.09		
	S7-7	10.14	80.75	21,100	261.29		
	S7-8	10.12	80.44	21,490	267.17		
	S7-9	10.13	80.60	20,440	253.61		
	S7-10	10.20	81.71	21,060	257.73		
SIKAFUME 9%	S9-1	10.13	80.60	19,790	245.55	25/06/2021	23/07/2021
	S9-2	10.25	82.52	20,140	244.07		
	S9-3	10.17	81.23	20,530	252.73		
	S9-4	10.28	83.00	20,860	251.33		
	S9-5	10.18	81.39	20,050	246.34		
	S9-6	10.16	81.07	20,390	251.50		
	S9-7	10.14	80.75	19,540	241.97		
	S9-8	10.10	80.12	19,890	248.26		
	S9-9	10.12	80.44	20,580	255.86		
	S9-10	10.05	79.33	17,750	223.76		

(Fuente: Elaboración Propia)

De los resultados obtenidos de la Tabla 19, los ensayos de resistencia a compresión realizados en las probetas con micro sílice tipo Sika Fume muestran una resistencia a compresión menor a la patrón, a excepción de la que se da al reemplazar el 5% del cemento por micro sílice Sika Fume, llegando a obtener en promedio una resistencia de 289.37 Kg/cm², teniéndose valores ligeramente superiores a los de las probetas patrón. Mientras que el menor valor de resistencia a compresión se da al reemplazar el 9% del cemento por micro sílice Sika Fume, llegando a obtener en promedio una resistencia de 246.14 Kg/cm² (un 85% de la resistencia patrón).

3.4.3. CONCRETO CON MICROSILICE “MICROSILICA Z”

Tabla 20

Resultados de Ensayos de Compresión con Microsilica Z

Item	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F'c (Kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Rotura
MICROSILICA Z 3%	Z3-1	10.15	80.91	21,420	264.73	23/06/2021	21/07/2021
	Z3-2	10.10	80.12	22,060	275.34		
	Z3-3	10.15	80.91	22,710	280.67		
	Z3-4	10.13	80.60	21,400	265.52		
	Z3-5	10.10	80.12	21,910	273.47		
	Z3-6	10.12	80.44	23,090	287.06		
	Z3-7	10.15	80.91	22,630	279.68		
	Z3-8	10.10	80.12	20,910	260.99		
	Z3-9	10.17	81.23	21,640	266.39		
	Z3-10	10.12	80.44	22,020	273.76		
MICROSILICA Z 5%	Z5-1	10.10	80.12	23,040	287.57	23/06/2021	21/07/2021
	Z5-2	10.08	79.80	23,250	291.35		
	Z5-3	10.05	79.33	21,060	265.48		
	Z5-4	10.10	80.12	22,140	276.34		
	Z5-5	10.15	80.91	21,280	263.00		
	Z5-6	10.12	80.44	22,770	283.08		
	Z5-7	10.15	80.91	23,290	287.84		
	Z5-8	10.20	81.71	18,250	223.34		
	Z5-9	10.10	80.12	20,960	261.61		
	Z5-10	10.15	80.91	19,370	239.39		
MICROSILICA Z 7%	Z7-1	10.05	79.33	20,130	253.76	23/06/2021	21/07/2021
	Z7-2	10.12	80.44	22,820	283.70		
	Z7-3	10.15	80.91	19,300	238.53		
	Z7-4	10.10	80.12	19,350	241.52		
	Z7-5	10.15	80.91	23,030	284.62		
	Z7-6	10.20	81.71	23,810	291.39		
	Z7-7	10.14	80.75	19,080	236.27		

	Z7-8	10.12	80.44	21,200	263.56		
	Z7-9	10.13	80.60	21,210	263.17		
	Z7-10	10.20	81.71	21,520	263.36		
MICROSILICA Z 9%	Z9-1	10.13	80.60	18,380	228.05		
	Z9-2	10.25	82.52	19,140	231.96		
	Z9-3	10.17	81.23	20,300	249.90		
	Z9-4	10.28	83.00	19,470	234.58		
	Z9-5	10.18	81.39	17,690	217.34	24/06/2021	22/07/2021
	Z9-6	10.16	81.07	18,180	224.24		
	Z9-7	10.14	80.75	19,140	237.02		
	Z9-8	10.10	80.12	19,340	241.39		
	Z9-9	10.12	80.44	20,390	253.49		
	Z9-10	10.05	79.33	19,550	246.45		

(Fuente: Elaboración Propia)

De los resultados obtenidos de la Tabla 20, los ensayos de resistencia a compresión realizados en las probetas con micro sílice tipo Microsílica Z muestran una resistencia a compresión menor a la patrón, de lo cual podemos inferir que, la mayor resistencia a compresión se da al reemplazar el 3% del cemento por micro sílice Microsílica Z, llegando a obtener en promedio una resistencia de 272.76 Kg/cm² (un 95% de la resistencia patrón) teniéndose valores inferiores a los de las probetas patrón, mientras que el menor valor de resistencia a compresión se da al reemplazar el 9% del cemento por micro sílice Microsílica Z, llegando a obtener en promedio una resistencia de 236.44 Kg/cm² (un 82% de la resistencia patrón) siendo este el menor valor obtenido en los ensayos realizados.

3.5. ENSAYOS DE ASENTAMIENTOS

Tabla 21

Resultados de Ensayos de Asentamiento

Mezcla	Asentamiento (pulg.)
Patrón	6 3/4
SikaFume - 3%	4 3/4
SikaFume - 5%	3
SikaFume - 7%	2 1/4
SikaFume - 9%	1/2
Microsílica Z - 3%	4 3/4
Microsílica Z - 5%	3 1/2
Microsílica Z - 7%	2 1/2
Microsílica Z - 9%	3/4

(Fuente: Elaboración Propia)

Según se puede observar en la Tabla 21, los asentamientos presentados en las probetas van disminuyendo conforme va aumentando la cantidad de micro sílice reemplazado, indiferentemente de la marca del mismo. Teniéndose un asentamiento ligeramente menor en la marca Sika Fume.

3.6. RESUMEN DE ENSAYOS

Tabla 22

Resumen de datos obtenidos de los ensayos

Mezcla	Asentamiento (pulg.)	Temperatura (°C)	Peso unitario (Kg/m ³)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Patrón	6 3/4	22.7	2,272	286.70
Microsilica Z - 3%	4 3/4	21.9	2,269	272.76
Microsilica Z - 5%	3 1/2	22.4	2,270	267.90
Microsilica Z - 7%	2 1/2	22.7	2,264	261.99
Microsilica Z - 9%	3/4	23.1	2,268	236.44
SikaFume - 3%	4 3/4	23.2	2,269	274.17
SikaFume - 5%	3	22.3	2,266	289.36
SikaFume - 7%	2 1/4	22.3	2,272	262.80
SikaFume - 9%	1/2	22.7	2,274	246.14

(Fuente: Elaboración Propia)

Cabe resaltar, y como se puede observar en la Tabla 20, el Peso unitario de la mezcla se mantiene casi constante independiente del porcentaje de micro sílice reemplazante, así como de la marca usada.

3.7. PRUEBA DE NORMALIDAD

Como validación de la distribución de datos obtenidos, para verificar que se tenga una distribución normal de los mismos, se realizó una prueba de normalidad SPSS de Kolmogorov.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Micro sílice "Sika Fume" (X1)
- Micro sílice "Microsílica z" (X2)

VARIABLES DEPENDIENTES

- Resistencia a compresión (Y1)
- Asentamiento (Y2)

PRUEBA DE NORMALIDAD N° 01

HIPOTESIS.-

Hipótesis Nula:

La Distribución observada se asemeja a la distribución normal (X1 y Y1)

Hipótesis Alternativa:

La Distribución observada no se asemeja a la distribución normal (X1 y Y1)

NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha = 0.05$

ESTADÍSTICA DE PRUEBA: *Distribución de KOLMOGOROV SMIRNOV*

Según análisis del paquete estadístico SPSS versión 23

Tabla 23

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestra X1-Y1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		X1 Y1
N		40
Parámetros normales ^{a,b}	Media	268,1162
	Desv. Desviación	20,35594
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,087
	Positivo	,087
	Negativo	-,049
Estadístico de prueba		,087
Sig. asintótica(bilateral)		,200 ^{c,d}

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

(Fuente: Elaboración Propia)

CONCLUSIÓN:

*Ho se Rechaza Por lo tanto La Distribución observada se asemeja a la distribución normal (X1 y Y1), mediante el calculo de **Kolmogorov-Smirnov**, a un nivel de significancia del 5%. (el $p=0.087$ es decir el $p>0.05$ Ho se Acepta)*

PRUEBA DE NORMALIDAD N° 02

HIPOTESIS.-

Hipótesis Nula:

La Distribución observada se asemeja a la distribución normal (X2 y Y1)

Hipótesis Alternativa:

La Distribución observada no se asemeja a la distribución normal (X2 y Y1)

NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha = 0.05$

ESTADÍSTICA DE PRUEBA: *Distribución de KOLMOGOROV SMIRNOV*

Según análisis del paquete estadístico SPSS versión 23

Tabla 24

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestra X2-Y1

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		X2 y Y1
N		40
Parámetros normales ^{a,b}	Media	259,7728
	Desv. Desviación	21,31539
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,123
	Positivo	,104
	Negativo	-,123
Estadístico de prueba		,123
Sig. asintótica(bilateral)		,131 ^c

- a. La distribución de prueba es normal.
- b. Se calcula a partir de datos.
- c. Corrección de significación de Lilliefors.

(Fuente: Elaboración Propia)

CONCLUSIÓN:

*Ho se Rechaza Por lo tanto La Distribución observada se asemeja a la distribución normal (X2 y Y1), mediante el cálculo de **Kolmogorov-Smirnov**, a un nivel de significancia del 5%. (el $p=0.123$ es decir el $p>0.05$ Ho se Acepta)*

PRUEBA DE NORMALIDAD N° 03

HIPOTESIS.-

Hipótesis Nula:

La Distribución observada se asemeja a la distribución normal (X1 y Y2)

Hipótesis Alternativa:

La Distribución observada no se asemeja a la distribución normal (X1 y Y2)

NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha = 0.05$

ESTADÍSTICA DE PRUEBA: *Distribución de KOLMOGOROV SMIRNOV*

Según análisis del paquete estadístico SPSS versión 23

Tabla 25

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestra X1-Y2

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		X1 y Y2
N		4
Parámetros normales ^{a,b}	Media	2,5625
	Desv. Desviación	1,86386
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,183
	Positivo	,157
	Negativo	-,183
Estadístico de prueba		,183
Sig. asintótica(bilateral)		.c,d

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. La significación no se puede calcular porque la suma de las ponderaciones de casos es menor que 5.

(Fuente: Elaboración Propia)

CONCLUSIÓN:

*Ho se Rechaza Por lo tanto La Distribución observada se asemeja a la distribución normal (X1 y Y2), mediante el cálculo de **Kolmogorov-Smirnov**, a un nivel de significancia del 5%. (el $p=0.183$ es decir el $p>0.05$ Ho se Acepta)*

PRUEBA DE NORMALIDAD N° 04

HIPOTESIS.-

Hipótesis Nula:

La Distribución observada se asemeja a la distribución normal (X2 y Y2)

Hipótesis Alternativa:

La Distribución observada no se asemeja a la distribución normal (X2 y Y2)

NIVEL DE SIGNIFICANCIA: $\alpha = 0.05$

ESTADÍSTICA DE PRUEBA: *Distribución de KOLMOGOROV SMIRNOV*

Según análisis del paquete estadístico SPSS versión 23

Tabla 26

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestra X2-Y2

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		X2 y Y2
N		4
Parámetros normales ^{a,b}	Media	2,7500
	Desv. Desviación	1,68325
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,133
	Positivo	,133
	Negativo	-,133
Estadístico de prueba		,133
Sig. asintótica(bilateral)		.c,d

a. La distribución de prueba es normal.

b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

d. La significación no se puede calcular porque la suma de las ponderaciones de casos es menor que 5.

(Fuente: Elaboración Propia)

CONCLUSIÓN:

*Ho se Rechaza Por lo tanto La Distribución observada se asemeja a la distribución normal (X2 y Y2), mediante el cálculo de **Kolmogorov-Smirnov**, a un nivel de significancia del 5%. (el $p=0.133$ es decir el $p>0.05$ Ho se Acepta)*

CAPÍTULO IV. DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- Conforme se aumentó el porcentaje de micro sílice Sika Fume en el concreto de alta resistencia, se generó una disminución de la resistencia a la compresión (sin sobrepasar los valores de la muestra patrón, a excepción de cuando se reemplazaba el 5% con micro sílice donde presente un mínimo aumento). A su vez, se generó gradualmente la disminución del asentamiento de manera positiva hasta cuando se reemplazó el 5% del cemento por micro sílice, debido que, a partir de ese punto a pesar de obtenerse un asentamiento menor, la resistencia fue decayendo periódicamente.
- Conforme se aumentó el porcentaje de micro sílice Microsílíce Z en el concreto de alta resistencia, se generó una disminución de la resistencia a la compresión. Sin embargo, en algunos ensayos se tuvo un mayor valor de resistencia a compresión al reemplazarse el 5% del cemento por micro sílice marca Microsílíce Z, siendo así que al igual que con la micro sílice Sika Fume, hasta un 5% de cemento reemplazado se tiene una resistencia estable. Mientras que el asentamiento disminuyo proporcionalmente al aumento de porcentaje de micro sílice reemplazado.

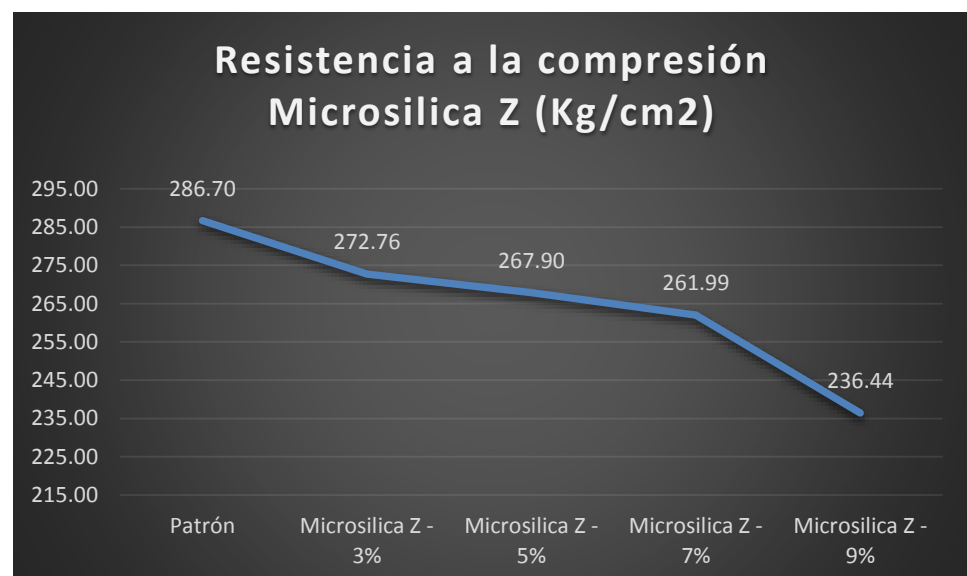


Figura 6: Tendencia de Resistencia a compresión con Microsílíce Z

Fuente: Elaboración Propia

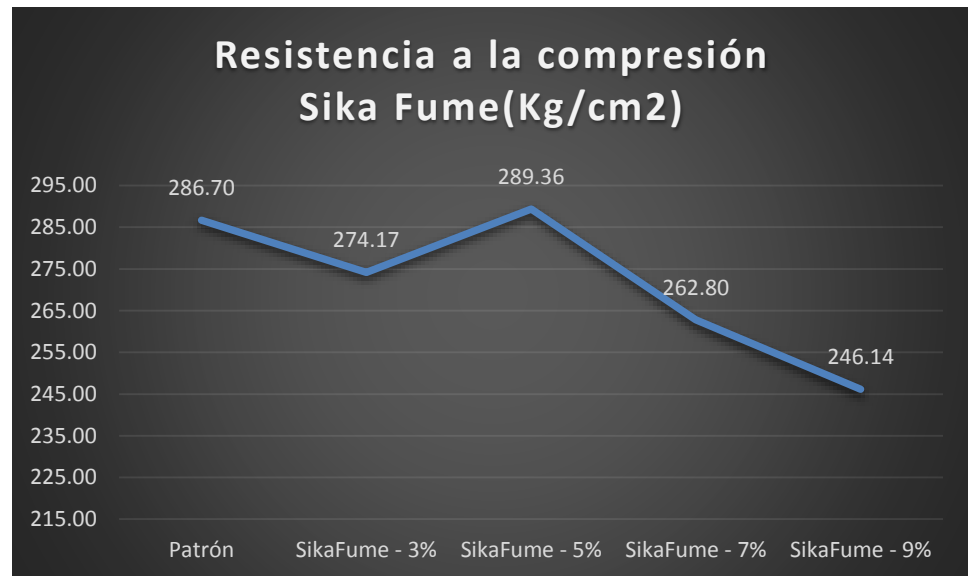


Figura 7: Tendencia de Resistencia a compresión con Sika Fume

Fuente: Elaboración Propia

- A pesar de tener una composición similar al cemento, se comprobó que la micro sílice no puede reemplazar al mismo en cuanto a resultados con los parámetros tomados en cuenta para los ensayos realizados. Obteniéndose mayormente valores menores a los proyectados según diseño al realizarse la mezcla. Siendo en el caso de la micro sílice marca Sika Fume que al 9% solo llega a alcanzar el 85.9% de la resistencia patrón, y en la micro sílice marca Microsílíce Z llega a alcanzar el 82.5% de la resistencia patrón.
- La resistencia a compresión del concreto fue en mayoría superior en las muestras Patrón a las muestras con porcentaje de micro sílice, esto debido a que al reemplazarse al cemento por otro componente no es tan efectivo como cuando se adiciona el aditivo al diseño.

De la misma manera, según los tipos de fallas observados de los ensayos de las probetas, el agregado grueso utilizado no fue de la calidad adecuada ni tenía una superficie que permitiera una cohesión favorable para el diseño en cuestión, siendo muchas veces el desencadenante principal de las fallas a compresión presentadas.

Cabe resaltar que, en comparación de las investigaciones de *Borda, L. y Portugal, B. (2007)*, así como *González, V. y Rodríguez, J. (2008)*, quienes realizaron ensayos de resistencia en concretos con un porcentaje de micro sílice variable desde 8% al 30%

del cemento, se implementó el uso de un superplastificante para así evitar los problemas de trabajabilidad que las investigaciones mencionadas recalcan.

- Conforme el porcentaje de micro sílice fue aumentando en la mezcla, el asentamiento presentado en el concreto preparado disminuyó, teniendo una disminución ligeramente más alta en la micro sílice Sika Fume frente a Microsílica Z. Variando sus valores de 6.75” en la muestra patrón hasta 0.5” al 9% de porcentaje usado en la marca Sika, mientras que en la micro sílice Microsílica Z oscilan sus valores de 6.75” en la muestra patrón hasta 0.75” al 9% de porcentaje usado.

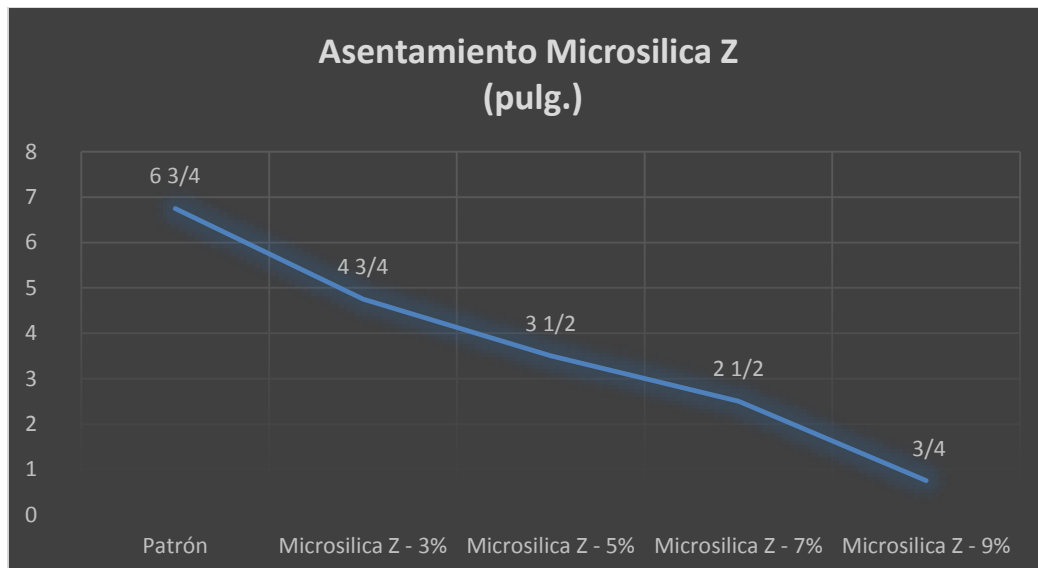


Figura 8: Tendencia de Asentamiento con Microsílica Z

Fuente: Elaboración Propia

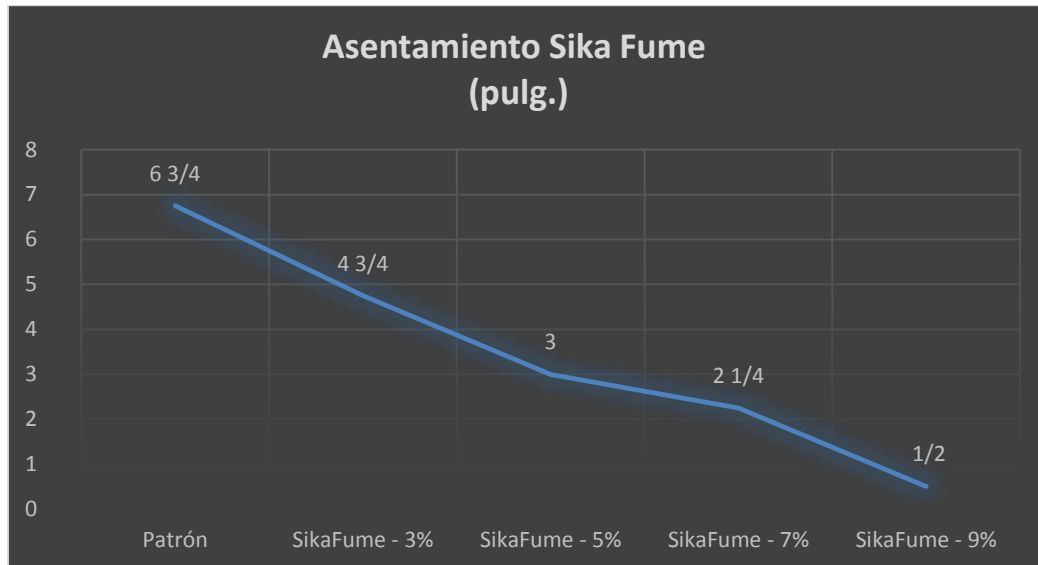


Figura 9: Tendencia de Asentamiento con Sika Fume

Fuente: Elaboración Propia

- La micro sílice tipo Sika Fume tiene un comportamiento levemente superior en cuanto resultados frente al tipo Microsílica Z, en todos los aspectos analizados (resistencia a compresión y asentamiento). Esto probablemente está relacionado con la finura del mismo Sika Fume, el cual tiene visiblemente una finura superior, algo similar a la del cemento, mientras que la Microsílica Z tiene una composición más gruesa. Debido a ello, puede tener un comportamiento más parecido al cementante.
- A pesar de ser un producto con buen tiempo en el mercado de la construcción, la obtención de micro sílice en Perú es un poco complicada, debido a que mayormente ésta se compra por requerimiento. Siendo en el caso de la micro sílice Sika Fume, solo despachándose en cantidades altas por pedido en fábrica.

CAPÍTULO V. RECOMENDACIONES

- De los resultados de resistencia a compresión obtenidos, se pudo observar que la mayoría de ensayos no lograron sobrepasar la resistencia de diseño, lo cual primordialmente se debió con previa consulta a especialistas en el área, al agregado grueso, es cual tenía una composición inadecuada para las exigencias del concreto, debido a su morfología y comportamiento en la mezcla. Por lo cual, se recomienda en caso de buscarse realizar ensayos similares, utilizar agregado grueso con rugosidad alta y de un tamaño nominal constante.
- Se recomienda usar un superplastificante para la mezcla, debido a que la trabajabilidad del concreto disminuye notoriamente al igual que aumenta su asentamiento. Y en caso de desearse usar plastificante, éste termina siendo insuficiente en porcentajes regulares para su propósito.
- Si se desea realizar una mezcla con propiedades superiores, es recomendable utilizar la micro sílice como un agregado a la mezcla y no como un reemplazo del cemento. Debido a que no puede suplir totalmente al mismo.
- Se recomienda para estudios posteriores, usar porcentajes de micro sílice menores al 7% del cemento, debido a que en este porcentaje su resistencia comienza a decaer notoriamente.

REFERENCIAS

- Arcila, C. (2010) El concreto de hoy. IX Convención Internacional del ACI Perú
- Arqhys. (2008) Resistencia a la compresión. Disponible en:
<http://www.arqhys.com/contenidos/resistencia-del-concreto.html>
- Beatriz, M. (2007) La durabilidad del hormigón. Disponible en:
http://www.miliarium.com/Paginas/Normas/Materiales/Indice_EHE/cap7.doc
- Becker, E. (2010) Cementos Portland: características y recomendaciones Disponible en:
<http://www.lomanegra.com.ar/img/cp.pdf>
- Beleña, F. (2007) Hormigones de alto desempeño Disponible en:
<http://www.financierayminera.com/pages/corpora/servicio/faq.htm>
- Borda, L. y Portugal, B. (2007) Concretos de alta y muy alta resistencia. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Disponible en:
<http://documents.mx/documents/9524138-concretos-de-alta-y-muy-alta-resist-en-cia.html> [Consulta Noviembre 2016]
- CAPECO (2013) Costos y presupuestos en edificaciones
- Construmática. (2010) Cono de Abrams. Disponible en:
http://www.construmatica.com/construpedia/Cono_de_Abrams
- Duran, M. (2012) Descripción del uso de concretos especiales en Colombia desde el 2000 hasta el 2010. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional, Bucaramanga.
- Escalante, J. (2009) Aditivos para hormigones
- González, V. y Rodríguez, J. (2008) Influencia del porcentaje de micro sílice sobre la trabajabilidad en estado fresco y la resistencia a la compresión en estado endurecido de un concreto autocompactable. Universidad Nacional de Trujillo.
- Huincho, E. (2011) Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microsílíce y nanosílíce con cemento portland tipo I. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ingtekch. (2010) Tipos de cementos Portland. Disponible en:
<http://apuntesingenierocivil.blogspot.pe/2010/10/tipos-de-cemento-portland.html>
[Consulta Noviembre 2016]
- Laurie, A. (2016). ¿'By-pass' o 'by-fail'? . Sociedad-El Comercio, 1

- Leandro, J. (2010) Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia. Universidad Ricardo Palma
- Ochoa, O. (2016) Aplicación del micropavimento para mejorar los costos de la pavimentación de la cancha deportiva en el Asentamiento humano Los Huertos de Manchay, distrito de Pachacamac. Universidad Cesar Vallejo.
- Ramos, C. (2013) Intercambio vial Mansiche-Trujillo. Revista Perú Construye. Volumen N°25. p.46 – p.59
- Redacción RPP. (2015). Trujillo: detectan 19 puntos críticos de congestión vehicular. 01 de septiembre del 2015, de RPP Noticias. Sitio web:
<https://rpp.pe/peru/actualidad/trujillo-detectan-19-puntos-criticos-de-congestion-vehicular-noticia-831924>
- Rocha, L. (2009) Utilización de los concretos de alta resistencia y concretos celulares en la industria de la construcción ecuatoriana, clasificados por sectores: vivienda, electricidad, gas/petróleo, salud y educación. Universidad Central del Ecuador
- Sagastegui, M. (2013). Influencia del uso de la micro sílice en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto hidráulico. Universidad Nacional de Piura
- Seguel, C. (2006) Hormigones de alta resistencia H-70. Universidad Austral de Chile. Disponible en:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcis456h/doc/bmfcis456h.pdf>

ANEXOS

ANEXO N°1. Matriz de Consistencia

Tabla 27

Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Cómo es la influencia del micro sílice en un concreto de alta resistencia para bypass en Trujillo, 2021?</p> <p>La micro sílice es un aditivo de alta calidad y que acondicionado a la mezcla de concreto, disminuye el lavado del cemento en el vaciado de la mezcla bajo agua, que puede utilizarse en concretos con un superplastificante para obtener la fluidez necesaria para la colocación del concreto.</p> <p>Este aditivo se usa para concretos expuestos directamente al agua (como en puentes, presas), concreto altamente impermeables, concretos de alta resistencia, concretos bombeados y morteros/ lechadas de inyección. En este caso, se toma énfasis en el concreto de alta resistencia.</p>	<p>O. General: Determinar la influencia del micro sílice en un concreto de alta resistencia para bypass en Trujillo .</p> <p>O. Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Evaluar el comportamiento del tipo y dosificación de micro sílice en un concreto de alta resistencia con superplastificante SIKACEM® sobre la resistencia a compresión. •Determinar el asentamiento generado en un concreto de alta resistencia por la variación de dosificación y tipo de micro sílice adicionada. •Determinar la relación del porcentaje de micro sílice con la resistencia a la compresión. •Determinar la relación del porcentaje de micro sílice con el asentamiento. •Encontrar el porcentaje óptimo de micro sílice para el concreto de estudio. •Verificar el tipo de micro sílice más óptimo para dichos diseños. 	<p>(Borda, L. y Portugal, B. 2007. “Concretos de alta y muy alta resistencia”. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa)</p> <p>Evaluaron la influencia de la micro sílice en un 30% en reemplazo de cemento Portland tipo I, gravilla de ¾”, con una relación agua-cemento de 0.25 y cambiando la relación agregado-cemento de 1, 2 y 3. La máxima resistencia obtenida fue de 1203 Kg/cm2 y la resistencia más baja fue de 723.22 Kg/cm2.</p> <p>(González, V. y Rodríguez, J. 2008. “Influencia del porcentaje de micro sílice sobre la trabajabilidad en estado fresco y la resistencia a la compresión en estado endurecido de un concreto autocompactable”. Universidad Nacional de Trujillo)</p> <p>Evaluaron la influencia del porcentaje de micro sílice (4, 8, 12 y16%) sobre la trabajabilidad y la resistencia la compresión de un concreto autocompactable, hecho con cemento Pacasmayo tipo I, gravilla de ½” y relación agua-cemento de 0.35. La máxima resistencia obtenida fue de 422.88 Kg/cm2 con el porcentaje de 12% y cuando se le agregó el porcentaje del 16% la resistencia empezó a decaer.</p> <p>(Huincho, E. 2011. “Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, micro sílice y nano sílice con cemento portland tipo I” Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis para optar por título de Ingeniero Civil.)</p> <p>Evaluó la influencia de la adición de micro sílice (10, 15, 20%) marca Sika Fume, superplastificante marca Visocrete 20HE en un concreto preparado con cemento Portland tipo I. Los asentamientos que se obtuvieron fueron de 8 a 10 pulgadas. La relación de agua-cemento menor a 0.25. La máxima resistencia obtenida fue de 1423 Kg/cm2</p>	<p>H. General: La micro sílice mejorará la resistencia y asentamiento del concreto para la construcción de un Bypass en la ciudad de Trujillo.</p> <p>H. Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El concreto con adición de micro sílice y superplastificante SIKACEM® tendrá una leve mejora en su resistencia a compresión conforme va aumentado el porcentaje de micro sílice usado hasta llegar a un 7%, a partir del cual disminuirá su resistencia gradualmente, teniendo un mayor resultado con micro sílice Sika Fume. • El asentamiento generado en un concreto con adición de micro sílice será menor conforme se aumente el porcentaje del mismo, teniéndose un asentamiento más bajo al usarse la marca Sika Fume. • El concreto con adición de micro sílice mejorará sus propiedades, aumentando su resistencia y disminuyendo su asentamiento conforme se va aumentado el porcentaje del micro sílice hasta llegar a un 9%, a partir del cual tenderá a disminuir. • El porcentaje óptimo para reemplazar la micro sílice será de 7% respecto al cemento. • La micro sílice Sika Fume resultará ser levemente mejor a la micro sílice Microsíllica Z al momento de dar resultados. 	<p>V. Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Micro sílice Sika Fume - Micro sílice Microsíllica Z. <p>V. Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concreto de Alta Resistencia a compresión y asentamiento) 	<p>Diseño de Investigación: Experimental</p> <p>Unidad de Estudio: Probetas confeccionadas según la norma NTP 339.033 de 20 cm (h) x 10 cm de diámetro, con micro sílice y superplastificante</p> <p>Población Muestral:</p> <p>99 probetas de concreto preparado con cemento Portland tipo I con micro sílice y superplastificante</p>

(Fuente: Elaboración Propia)

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.033
2009**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo

CONCRETE. Standard practice for making and curing concrete test specimens in the field

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 31/C 31M-2008b Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2009-08-26
3ª Edición**

R.026-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2009-09-13

Precio basado en 17 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Hormigón, concreto, práctica normalizada, elaboración, curado, especímenes de concreto

ANEXO N°3. N.T.P 334.082

NORMA TÉCNICA **NTP 334.082**
PERUANA **2000**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

CEMENTOS. CEMENTOS PORTLAND.
ESPECIFICACIÓN DE LA PERFORMANCE

CEMENT: Standard Performance Specification for Portland Cement.

2000-05-03
2ª Edición.

R.0000-2000/INDECOPI-CRT.Publicada el 00-xx-xx

Precio basado en 19 páginas

I.C.S.: xx.xxx.xx.C.D.U.: 000.0-00

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor:

ANEXO N°4. N.T.P 339.034

NORMA TÉCNICA	NTP 339.034
PERUANA	2015

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2015-12-22
4ª Edición

R.N°015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31

Precio basado en 19 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptorios: Hormigón, concreto, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

© ASTM 2015 - © INACAL 2015

ANEXO N°5. N.T.P 339.035

NORMA TÉCNICA	NTP 339.035
PERUANA	1999

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

HORMIGÓN. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams

CONCRETE. Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete. Using Abram's cone

1999-04-21
2ª Edición

R.0021-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 99-04-29

Precio basado en 6 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Concreto, método de ensayo, medida del slump o asentamiento, cono de abrams

ANEXO N°6. Ficha técnica de Sika Fume



HOJA TÉCNICA Sika® Fume

Adición mineral - Microsilíce

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un aditivo en polvo compuesto por microsílíce (Sílica Fume) de alta calidad y que acondicionado a la mezcla de concreto o mortero, disminuye el lavado del cemento en el vaciado de la mezcla bajo agua. Sika® Fume no contiene cloruros y puede utilizarse en concretos y morteros en conjunto con un superplastificante para obtener la fluidez necesaria para la colocación del concreto.

USOS

- En el concreto bajo agua en puertos, puentes, presas, reparaciones, rellenos, entre otros.
- En concretos de alta impermeabilidad y durabilidad.
- En concretos de alta resistencia (mayor a 500 kg/cm²).
- En concretos bombeados y proyectados.
- En morteros y lechadas de inyección.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Disminuye la pérdida de cemento y elementos finos.
- Aumenta la resistencia mecánica.
- Aumenta la impermeabilidad.
- Aumenta la resistencia química.
- Aumenta la adherencia al acero.
- Permite utilizar mezclas altamente fluidas con alta cohesión.
- Aumenta la cohesión y disminuye la exudación de la mezcla fresca.
- Aumenta la durabilidad frente a agentes agresivos.
- Aumenta la resistencia a abrasión.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLOR

Gris

Hoja Técnica
Sika® Fume
24.11.14, Edición 7

	ASPECTO Polvo.																				
	PRESENTACIÓN Bolsa de 25 kg																				
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Se puede almacenar durante 2 años en su envase original cerrado en un lugar fresco y bajo techo.																				
DATOS TÉCNICOS	GRAVEDAD ESPECÍFICA 2,2 BLANIE(SUPERFICIE ESPECÍFICA) 18,000 – 22,000 m ² /kg. ANÁLISIS QUÍMICO <table border="0"> <tr><td>SiO₂</td><td>93.0 % min.</td></tr> <tr><td>Fe₂O₃</td><td>0.80 % máx.</td></tr> <tr><td>Al₂O₃</td><td>0.40 % máx.</td></tr> <tr><td>CaO</td><td>0.60 % máx.</td></tr> <tr><td>MgO</td><td>0.60 % máx.</td></tr> <tr><td>Na₂O</td><td>0.20 % máx.</td></tr> <tr><td>K₂O</td><td>1.2 % máx.</td></tr> <tr><td>C (libre)</td><td>2.0 % máx.</td></tr> <tr><td>SO₃</td><td>0.40 % máx.</td></tr> <tr><td>L.O.I.</td><td>3.5 % máx.</td></tr> </table> FINURA (DIÁMETRO PROMEDIO) 0.1 – 0.2 mm PORCENTAJE PASANDO 45 MM 95 – 100 % PARTÍCULA Esférica FORMA Amorfa NORMA Cumple con la norma CSA – A 3001 – 03	SiO ₂	93.0 % min.	Fe ₂ O ₃	0.80 % máx.	Al ₂ O ₃	0.40 % máx.	CaO	0.60 % máx.	MgO	0.60 % máx.	Na ₂ O	0.20 % máx.	K ₂ O	1.2 % máx.	C (libre)	2.0 % máx.	SO ₃	0.40 % máx.	L.O.I.	3.5 % máx.
SiO ₂	93.0 % min.																				
Fe ₂ O ₃	0.80 % máx.																				
Al ₂ O ₃	0.40 % máx.																				
CaO	0.60 % máx.																				
MgO	0.60 % máx.																				
Na ₂ O	0.20 % máx.																				
K ₂ O	1.2 % máx.																				
C (libre)	2.0 % máx.																				
SO ₃	0.40 % máx.																				
L.O.I.	3.5 % máx.																				

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS Puede utilizarse en dosis de aproximadamente 10 % del peso del cemento. Se recomienda realizar ensayos previos para definir el consumo exacto.
MÉTODO DE APLICACIÓN	MÉTODO DE APLICACIÓN/HERRAMIENTAS Se puede mezclar con productos Sikament® o Viscocrete. La dosificación del concreto se realiza de acuerdo a la práctica normal para concreto bajo agua o para la aplicación específica que se requiera. La utilización conjunta de ambos productos asegura las características de cohesión, adherencia y resistencia en el concreto bajo agua. Sika® Fume se adiciona a la mezcladora junto con el cemento o la arena. El aditivo Sikament® se agrega diluido en el agua de amasado.



ANEXO N°7. Ficha técnica de Microsílíce Z



El mejor amigo del concreto

Av. Los Farallones N° 675 Urb. La Campesina, Chicla, Lima - Perú.
 (01) 2523055 | 050 003 271 / 994 268 534 / 998 126 914 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 1ª - Versión 0718

Productos para túneles

Microsílíce Z

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 frizado 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%).

E-mail: ventas@aditivos.com.pe | cotizaciones@aditivos.com.pe | web site: www.aditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 988 288 454 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chicla: Calle los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 496

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lima 344. Telf: (073) 509 408 / 923 056 398

Cuzco: Av. Tomás Tito Condemajta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 258 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Céntrico. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818 Urb. Palermo. Telf: (044) 425 548 - 998 327 657



El mejor amigo del concreto

Av. Los Faisanes N° 675 Urb. La Campesina, Chiclos, Lima - Perú.
 (01) 2523055 | 050 093 271 / 994 268 534 / 996 126 514 / 996 320 130

Ficha técnica - Edición 1º - Versión 0718

Propiedades		
Descripción	Límites	Método ISO
Si O %	98	287/11
Densidad (g/ml) Máx	1.60	287/11
PH (5g 100ml H ₂ O) %	6.0-7.0	787/9
Absorción de Aceite DBP	280-300	ASTM/D2414/GST
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)
 Número 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 remitase a la hoja de seguridad del producto.

E-mail: ventas@aditivos.com.pe | coficial@aditivos.com.pe | web site: www.aditivos.com.pe
 San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 454 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493
 Chiclayo: Calle los Tumbos 505. Urb: San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (081) 573 591 / 998 128 496
 Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lima 344. Telf: (073) 509 408 / 023 056 398
 Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292
 Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 398 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 816 Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 998 127 657

ANEXO N°8. Ficha técnica de SikaCem



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante

Aditivo plastificante y reductor de agua para morteros y hormigones

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce agua del concreto incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

USOS

- SikaCem® Plastificante es recomendable para:
- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
 - Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado en un 15% aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden de más del 15%.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

CERTIFICADOS / NORMAS

SikaCem® Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo A y Tipo D

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Envase PET x 4 L • Balde x 20 L
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro.
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protección del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.02

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del

Hoja De Datos Del Producto
SikaCem® Plastificante
Junio 2021, Versión 01.02
02130201.1000050429

agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plástico al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plástico puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

NOTAS

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

LIMITACIONES

Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

NOTAS LEGALES

Sika Perú
Habilitación Industrial
B. Tucumo Ms. "B" Lote 6
Lurín, Lima
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto
SikaCem® Plástico
Junio 2021, Versión 01.02
072302011000000929

2 / 2

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

SikaCemPlastico-es-PE-09-2021-1-2.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



ANEXO N°9. Ficha técnica de Cemento Portland Tipo I - Pacasmayo



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 866 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



SGC-REG-06-G0002 -
Versión 01

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 01 de marzo del 2012

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	1.9	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.6	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	2.6	Máximo 3.0
Residuo Insoluble	%	0.61	Máximo 0.75

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.16	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3940	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.13	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (kg/cm ²)	27.0 (275)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (kg/cm ²)	32.8 (335)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (kg/cm ²)	39.1 (399)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	149	Mínimo 45
Fraguado Final	min	292	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados corresponden al promedio del cemento despachado en el año 2011.

(*) Requisito opcional.

APLICACIONES

De uso tradicional en la construcción, para emplearse en obras que no requieran propiedades especiales de ningún tipo:

- Obras de concreto y de concreto armado en general.
- Para estructuras que requieren rápido desencofrado.
- Concreto en clima frío.
- Prefabricados.
- Pavimentos y cimentaciones.

ANEXO N°10. Resultados de ensayos de caracterización de agregados y diseño firmados por laboratorio



CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

Agregado fino

Humedad (%)	4.64
Absorción (%)	0.95
P.U.S. (Kg/m ³)	1,418
P.U.C. (Kg/m ³)	1,692
Peso específico (Kg/m ³)	2,750
Modulo de finura	2.38



Agregado grueso

Humedad (%)	0.54
Absorción (%)	1.34
P.U.S. (Kg/m ³)	1,527
P.U.C. (Kg/m ³)	1,740
Peso específico (Kg/m ³)	2,655
T.M.N.	3/4"

Guerra
 Guillermo Alejandro Guillota Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543



CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORA S.A.C

AGREGADO GRUESO

Contenido de humedad	0.54		
Peso natural de la muestra (gr)		3,000	
Peso de la muestra seca (gr)		2,984	
Peso específico	2.65		Absorción 1.34
Peso de la muestra s.s.s. (gr)		2,338.0	
Peso de la muestra seca (gr)		2,307.0	
Peso de la muestra sumergida (gr)		1,469.0	

Peso unitario suelto 1,527

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.07	12.07	12.07
Peso del agregado + tara (kg)	22.73	22.75	22.70
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,527	1,531	1,522

Peso unitario compactado 1,740

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.080	12.080	12.080
Peso del agregado + tara (kg)	24.25	23.95	24.50
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,743	1,700	1,778



Alejandro Sanoza Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543

Granulometría

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
2"	50.80	0.0	0	0	100
1 1/2"	38.20	0.0	0	0	100
1"	25.40	112.6	5	5	95
3/4"	19.00	1031.2	48	54	46
1/2"	12.70	539.4	25	79	21
3/8"	9.53	86.4	4	83	17
# 4	4.75	99.5	5	88	12
#200	0.075	121.6	6	93	7
fondo	-	142.4	7	100	0
		2134	100		

Moñulo de finura 8.08

CORPORACIÓN A&J

CONSTRUCCIÓN + CONSULTORA S.A.S.

AGREGADO FINO

Contenido de humedad 4.64

Peso natural de la muestra (gr) 720
 Peso de la muestra seca (gr) 688.20

Peso específico 2.75

Absorción 0.95

Peso de la fiola + agua + muestra (gr) 1,019.1
 Peso de la fiola + agua (gr) 705.6
 Peso de la muestra s.s.s. (gr) 500.0
 Peso de la muestra seca (gr) 495.3

Peso unitario suelto 1,418

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.08	12.08	12.08
Peso del agregado + tara (kg)	21.83	22.11	22.01
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,397	1,436	1,422

Peso unitario compactado 1,692

	M 01	M 02	M 03
Volumen de la tara (m3)	0.0070	0.0070	0.0070
Peso de la tara (kg)	12.08	12.08	12.08
Peso del agregado + tara (kg)	23.82	23.91	23.95
Peso unitario bruto (kg/m3)	1,682	1,694	1,701



Cañozo
 Gerardo Alejandro Cañozo Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

Granulometría

Tamiz	Abertura (mm)	Peso de la malla (gr)	Peso de la malla + muestra (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
3/8"	9.500	520.5	520.5	0	0	100
#4	4.750	493.3	521.6	3	3	97
#8	2.360	452.9	567.3	11	14	86
#16	1.180	396.4	523.2	13	27	73
#30	0.600	378.7	536.1	16	43	57
#50	0.300	344.3	530.4	19	61	39
#100	0.150	320.7	610.5	29	90	10
#200	0.075	312.8	380.7	7	97	3
fondo	-	349.3	376.9	3	100	0
				100		

Modulo de finura 2.38

CORPORACIÓN A&J
 CONSTRUCCION Y CONSULTORA S.A.C.

Propiedades Físicas de los Materiales							
Descripción Materiales	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	Humedad (%)	Modulo de Firmeza	TMN A.G.	PUS (kg/m ³)	PROCEDENCIA
Cemento I - Pacasmayo	3050						Fabricante: CPSSA
Microsílíce	3000						Fabricante: CPSSA
Filler	3000						Fabricante: CPSSA
Agua	1000						Proveedor: Reid Publ
Agregado Fino - El Milagro	2750	0.95	2.50	2.38	4.75	1692	Cantera: El Milagro
Agregado Grueso - El Milagro	2655	1.34	0.54	8.08	3/4	1740	Cantera: El Milagro



Fecha: 22 de Junio de 2021


 Kevin Fernando Merino Carrera
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543



CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.

CALCULO DE DOSIFICACION Y AJUSTES										
Fecha: Jun-21										
Consideraciones - Requisitos del Concreto										
F'c (Mpa)	Desviación Estándar (Mpa)	Fcr Concreto ACI 318	f'cr (kg/cm²)	Agua + TMB	Relación a/c	Cemento (kg)	Modulo de Elasticidad		Agregado Grueso (m³)	Agregado Fino (m³)
							Es (Mpa)	Es (kg/cm²)		
C320	20	Tabla 5.3.2.1	347	213	0.40	532	8.00	0.430	0.570	A3
EVALUACION Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS										
						MIG DISEÑO =>	4.84		(Definido luego las pruebas de laboratorio)	
						EVALUACION MIG =>	4.83		Confirma	
Distribución del Concreto										
Módulos	%	Peso Seco (kg/m³)	Volumen (m³)	Peso Humido (kg/m³)	Peso S&S (kg/m³)	Tenida	Peso Seco (kg/m³)	Peso Humido (kg/m³)	Peso S&S (kg/m³)	Volumen (m³)
Cemento MS - Pacarayo	1	532	0.1744	532	512	13.30				
Microsilice	0	213	0.2128	204	213	0.10				
Material Cementante :										
Agua		921	0.3850	944	930	23.61				
Agregado Fino - El Milagro		871	0.2827	875	800	16.67				
Agregado Grueso - El Milagro				8.90		0.235				
Plastificante	2.50%		0.0250		0.10					
Aire Atrapado										
Total	1.00	2337	1.0000	2384	2355	53.108				


 R. CP. N° 212543




CÁLCULO DE DOSIFICACIÓN Y AJUSTES

Fecha: Jun-21

Consideraciones - Requisitos del Concreto											
f'c (kg/cm ²)	Desviación Estándar (kg/cm ²)	f'c Controlado (ACI 318)	f'c (kg/cm ²)	Agua (l/m ³)	Fibración etc.	Cemento (kg)	Módulo de Elasticidad (MPa)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Slump requerido (mm)	Slump LAB (mm)
C320	15	Tabla S.3.2.1	340	213	0.40	532	4.83	0.430	0.570	A3	5

EVALUACIÓN Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS

MIG DISEÑO => 4.84 (Definido luego las pruebas de laboratorio)

EVALUACIÓN MIG => Conforme

Densificación del Concreto											
Ingredientes	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tarifa	Corrección Por Peso Líquido C.F.				
							Peso Sólido (kg/m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Volumen (m ³)	
Cemento MS - Pacamaro	0.97	518	0.1744	510	510	35 L	12.80	12.80	12.80	0.40	
Microsilice	0.03	16	0.1744	16	16	0.40	13.30	13.30	13.30	1.00	
Materiales Cementante:		302	0.2128	302	302	3.10	23.61	23.61	23.61	18.97	
Agua		213	0.2128	204	213	0.235	18.87	18.87	18.87	0.235	
Agregado Fino - El Milagro		921	0.3350	844	930						
Agregado Grueso - El Milagro		671	0.2527	675	630						
Plastificante			0.0250	9.39	0.00						
Aire Atmósfero	2.50%										
Total	1.00	2337	1.6900	2354	2355	94.108					

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES DE SUELOS Y CONCRETOS A&J

Ing. Kevin Fernando Merino Carrera
R. CIP. N° 272543

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORA S.A.S.

CALCULO DE DOSIFICACION Y AJUSTES

Fecha :

Jun-21

Consideraciones : - Requisitos del Concreto

fc (kg/cm ²)	Desviación Estándar (MPa)	FC Orden ACI 318	fc (kg/cm ²)	Agua a TM	Reducción w/c	Cemento (kg)	Módulo de Finura Global (Mf)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Ejemplo requerido (polvo)	Slump min (LAB)
C320	15	Tabla 5.3.2.1	340	213	0.40	532	4.83	0.430	0.570	A3	5

EVALUACIÓN Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS

Mfg DISEÑO =>

4.84

(Definido luego las pruebas de laboratorio)

EVALUACIÓN Mfg ==>

Conforma

Dosificación del Concreto						Corrección Por Peso Diferencial					
Materiales	%	Peso Seco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso S&S (kg/m ³)	Tanda	Peso Seco (kg/m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso S&S (kg/m ³)	Volumen (m ³)	
Cemento IS - Pacasmayo	0.05	505	0.1744	505	530	23.81					
Microsilice	0.05	27	0.1744	27	530	16.87					
Materiales Cementantes :		532	0.1744	532	532	13.30					
Agua		213	0.2128	204	213	6.10					
Agregado Fino - El Milagro		921	0.3350	944	930	23.81					
Agregado Grueso - El Milagro		971	0.2827	875	580	16.87					
Plasticante				8.39		0.235					
Aire Atrapado	2.50%		0.0250		0.00						
Total		1100	2337	2384	2155	55.108					



[Firma]
Ingeniero Constructor Samuel Aguilar
ING. CIVIL
R. O.P. N° 212543



CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA S.A.C.

CÁLCULO DE DOSIFICACIÓN Y AJUSTES

Fecha : Jun-21

Consideraciones - Requisitos del Concreto											
f'c (kg/cm ²)	Destacado Estándar (kg/cm ²)	f'cr Criterio ACI 318	f'cr (kg/cm ²)	Agua + TM	Relación a/c	Comedia (Kg)	Módulo de Fractura Espec (MPa)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Slump (tránsito) (cm)	Slump max LAB (min)
C320	15	Tabla 5.3.2.1	340	213	0.40	532	4.83	0.430	0.870	A3	6

EVALUACIÓN Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS

MIG DISEÑO => 4.84 (Definido luego las pruebas de laboratorio)
EVALUACIÓN Mig max => Conforma

Dosificación del Concreto										Correcciones Por pesos (estadio C.F)				
Material	%	gr ^o o Sólido (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Tamaño	Peso Sólido (kg/m ³)	Peso Humedo (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Volumen (m ³)				
Cemento Ms - Pacamayo	0.83	495	0.1744	485	532	12.27	495	532	532	0.1744				
Macrolitos	0.07	37	0.1744	37	532	0.83	37	532	532	0.07				
Material Cementado :		532	0.1744	532	532	13.30	532	532	532	0.1744				
Agua		213	0.2128	204	213	6.10	204	213	213	0.2128				
Agregado Fino - El Milagro		921	0.3850	944	930	23.81	944	930	930	0.3850				
Agregado Grueso - El Milagro		671	0.2527	675	630	18.87	675	630	630	0.2527				
Plastificante				9.38		0.235								
Aire Ampago	2.50%		0.0250											
Total	1.00	2337	1.0000	2384	2350	59.108								



Kevin Fernando Merino Carrera
Ingeniero INEG. CIVIL
R. CIP. N° 21254-3



CÁLCULO DE DOSIFICACIÓN Y AJUSTES

Fecha : Jun-21

Consideraciones - Requisitos del Concreto											
1.5 (kg/cm ³)	Densidad Estándar (kg/cm ³)	F _{cr} Crecido (ACI 318)	f _{cr} (kg/cm ²)	Agua + TA	Relación a/c	Cemento (kg)	Modulo de Ruptura Diseño (kg)	Incidencia Agregado Grueso (%)	Incidencia Agregado Fino (%)	Slump requerido (pulg.)	Slump min. LAB (pulg.)
C320	15	Tabla 5.3.2.1	340	213	0.40	532	4.83	0.430	0.670	A3	6

EVALUACIÓN Y AJUSTES DE INCIDENCIAS DE AGREGADOS		MIG DISEÑO =>		EVALUACIÓN MIG =>	
		4.84	(Definido luego las pruebas de laboratorio)	Confirma	

Dosificación del Concreto										
Materiales	%	Peso Saco (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Peso Humido (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	T _{red} (L)	Peso Saco (kg/m ³)	Peso Humido (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento MS - Puzosano	0.81	484	0.1744	484	532	12.10				
Microsilíce	0.09	48	0.1744	48	532	1.20				
Materiales Comenante :		532	0.2128	532	213	13.90				
Agua		213	0.3350	204	213	5.10				
Agregado Fino - El Milagro		921	0.2527	944	930	23.81				
Agregado Grueso - El Milagro		871	0.0250	875	580	16.67				
Plasticante				9.38		0.235				
Air Ampago	2.50%				0.100					
Total	1.00	2337	1.0000	2384	2355	58.108				

CONCRETO DE SUELOS
A&J
CONCRETO DE SUELOS
ING. AGUSTÍN OCHOA AGUIAR
R. OIP N° 212543

ANEXO N°11. Resultados de ensayos de concreto firmados por laboratorio



CERTIFICADO DE ENSAYOS DE CONCRETO EN ESTADO

FRESCO Y RESUMEN DE ROTURAS A COMPRESIÓN

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

TESISTA: KEVIN FERNANDO MERINO CARRERA

2. DIAGNÓSTICO:

CORPORACIÓN A&J SAC, EMITE EL SIGUIENTE CERTIFICADO EL CUAL EVIDENCIA LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y LOS VALORES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS, LOS CUALES COMO SE INDICA EN LA TABLA 01, PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISTA KEVIN MERINO CARRERA EN ADICIÓN SE INDICA QUE LOS VALORES OBTENIDOS CORRESPONDEN A MEZCLAS DE CONCRETO ELABORADAS EN LAS INSTALACIONES DE LABORATORIO POR ENCARGO DEL SOLICITANTE BAJO SU SUPERVISIÓN, LAS CUALES FUERON ELABORADAS TENIENDO EN CUENTA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE Y LOS ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD AL CONCRETO.

TABLA 01. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.

Mezcla	Asentamiento (pulg.)	Temperatura (°C)	Peso unitario (Kg/m³)	Resistencia a la compresión (Kg/cm²)
Patrón	6 ¾	22.7	2,272	286.70
al 3%	4 ¾	21.9	2,269	272.76
Z al 5%	3 ½	22.4	2,270	267.90
Z al 7%	2 ½	22.7	2,264	261.99
Z al 9%	¾	23.1	2,268	236.44
Sika al 3%	4 ¾	23.2	2,269	274.17
Sika al 5%	3	22.3	2,266	289.36
Sika al 7%	2 ¼	22.3	2,272	262.80
Sika al 9%	½	22.7	2,274	246.14



Gracias
Georgina Alejandra Canoza Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543



CERTIFICADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE
TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

1. DATOS DEL SOLICITANTE:

TESISTA: KEVIN FERNANDO MERINO CARRERA

2. DIAGNÓSTICO:

CORPORACIÓN A&J SAC, EMITE EL SIGUIENTE CERTIFICADO EL CUAL EVIDENCIA LOS RESULTADOS DE LA ROTURA DE TESTIGOS CILINDRICOS, LOS CUALES DETERMINARON VALORES DE RESISTENCIA A DIVERSOS DIAS DE CONFECCIÓN Y CURADO, LOS CUALES COMO SE INDICA EN EL CUADRO RESULTADOS CORRESPONDEN A LA RESISTENCIA A COMPRESION DE CONCRETO DE PROBETAS CILINDRICAS (VER TABLA 01 Y 02), EN LAS DIVERSAS ESTRUCTURAS DESCRITAS PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL TESISTA KEVIN MERINO CARRERA EN ADICIÓN SE INDICA QUE LOS VALORES OBTENIDOS CORRESPONDEN A PROBETAS ELABORADAS EN LAS INSTALACIONES DE LABORATORIO POR ENCARGO DEL SOLICITANTE BAJO SU SUPERVISIÓN, LAS CUALES FUERON ELABORADAS TENIENDO EN CUENTA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE Y LOS ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.



Alejandro Caceres Aguiar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543



TABLA 01. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS A EDAD DE 28 DÍAS PARA EL CONCRETO PATRÓN.

Item	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F'c (Kg/ cm ²)	Fecha de elaboración	Fecha de rotura
PATRÓN	P-1	10.13	80.60	24,110	299.15	22/06/2021	20/07/2021
	P-2	10.25	82.52	24,650	298.73		
	P-3	10.17	81.23	22,530	277.35		
	P-4	10.28	83.00	22,810	274.82		
	P-5	10.18	81.39	22,900	281.35		
	P-6	10.16	81.07	23,200	286.16		
	P-7	10.14	80.75	21,470	265.87		
	P-8	10.1	80.12	22,270	277.96		
	P-9	10.12	80.44	25,410	315.90		
	P-10	10.05	79.33	22,980	289.69		

TABLA 02. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS A EDAD DE 28 DÍAS PARA LA MEZCLA CON MICROSILICE ZETA

Obra	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	F'c (Kg/ cm ²)	Fecha de elaboración	Fecha de rotura
ZETA AL 3%	Z3-1	10.15	80.91	21,420	264.73	23/06/2021	21/07/2021
	Z3-2	10.10	80.12	22,060	275.34		
	Z3-3	10.15	80.91	22,710	280.67		
	Z3-4	10.13	80.60	21,400	265.52		
	Z3-5	10.10	80.12	21,910	273.47		
	Z3-6	10.12	80.44	23,090	287.06		
	Z3-7	10.15	80.91	22,630	279.68		
	Z3-8	10.10	80.12	20,910	260.99		
	Z3-9	10.17	81.23	21,640	266.39		
	Z3-10	10.12	80.44	22,020	273.76		
ZETA AL 5%	Z5-1	10.10	80.12	23,040	287.57	23/06/2021	21/07/2021
	Z5-2	10.08	79.80	23,250	291.35		
	Z5-3	10.05	79.33	21,060	265.48		
	Z5-4	10.10	80.12	22,140	276.34		
	Z5-5	10.15	80.91	21,280	263.00		
	Z5-6	10.12	80.44	22,770	283.08		
	Z5-7	10.15	80.91	23,290	287.84		



Grasso
Grisorio Alejandro Ganoza Aguilar
ING. CIVIL
R. CIP. N° 212543

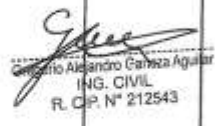
CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORA S.A.C

	Z5-8	10.20	81.71	18,250	223.34	23/06/2021	21/07/2021
	Z5-9	10.10	80.12	20,960	261.61		
	Z5-10	10.15	80.91	19,370	239.39		
ZETA AL 7%	Z7-1	10.05	79.33	20,130	253.76		
	Z7-2	10.12	80.44	22,820	283.70		
	Z7-3	10.15	80.91	19,300	238.53		
	Z7-4	10.10	80.12	19,350	241.52		
	Z7-5	10.15	80.91	23,030	284.62		
	Z7-6	10.20	81.71	23,810	291.39		
	Z7-7	10.14	80.75	19,080	236.27		
Z7-8	10.12	80.44	21,200	263.56			
Z7-9	10.13	80.60	21,210	263.17			
Z7-10	10.20	81.71	21,520	263.36			
ZETA AL 9%	Z9-1	10.13	80.60	18,380	228.05	24/06/2021	22/07/2021
	Z9-2	10.25	82.52	19,140	231.96		
	Z9-3	10.17	81.23	20,300	249.90		
	Z9-4	10.28	83.00	19,470	234.58		
	Z9-5	10.18	81.39	17,690	217.34		
	Z9-6	10.16	81.07	18,180	224.24		
	Z9-7	10.14	80.75	19,140	237.02		
	Z9-8	10.1	80.12	19,340	241.39		
	Z9-9	10.12	80.44	20,390	253.49		
	Z9-10	10.05	79.33	19,550	246.45		



**TABLA 03. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE ESPECIMENES
CILINDRICOS A EDAD DE 28 DÍAS PARA LA MEZCLA CON MICROSILICE SIKÁ**

Obra	Código	D (cm)	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg-f)	f'c (Kg/ cm ²)	Fecha de elaboración	Fecha de rotura
SIKA AL 3%	S3-1	10.15	80.91	23,980	296.37	24/06/2021	22/07/2021
	S3-2	10.10	80.12	21,830	272.47		
	S3-3	10.15	80.91	22,540	278.57		
	S3-4	10.13	80.60	21,110	261.93		
	S3-5	10.10	80.12	21,460	267.85		
	S3-6	10.12	80.44	22,630	281.34		
	S3-7	10.15	80.91	21,390	264.36		
	S3-8	10.10	80.12	21,520	268.60		
	S3-9	10.17	81.23	22,860	281.41		
	S3-10	10.12	80.44	21,620	268.78		
	S5-1	10.10	80.12	24,080	300.55	24/06/2021	22/07/2021





SIKA AL 5%	S5-2	10.08	79.80	23,850	298.87	25/06/2021	23/07/2021
	S5-3	10.05	79.33	23,030	290.32		
	S5-4	10.10	80.12	22,510	280.96		
	S5-5	10.15	80.91	20,960	259.04		
	S5-6	10.12	80.44	21,260	264.31		
	S5-7	10.15	80.91	25,420	314.16		
	S5-8	10.20	81.71	23,780	291.02		
	S5-9	10.10	80.12	24,810	309.67		
	S5-10	10.15	80.91	23,040	284.75		
	SIKA AL 7%	S7-1	10.05	79.33	21,810		
S7-2		10.12	80.44	21,450	266.67		
S7-3		10.15	80.91	22,780	281.53		
S7-4		10.10	80.12	21,970	274.22		
S7-5		10.15	80.91	20,690	255.70		
S7-6		10.20	81.71	19,210	235.09		
S7-7		10.14	80.75	21,100	261.29		
S7-8		10.12	80.44	21,490	267.17		
S7-9		10.13	80.60	20,440	253.61		
S7-10		10.20	81.71	21,060	257.73		
SIKA AL 9%	S9-1	10.13	80.60	19,790	245.55	25/06/2021	23/07/2021
	S9-2	10.25	82.52	20,140	244.07		
	S9-3	10.17	81.23	20,530	252.73		
	S9-4	10.28	83.00	20,860	251.33		
	S9-5	10.18	81.39	20,050	246.34		
	S9-6	10.16	81.07	20,390	251.50		
	S9-7	10.14	80.75	19,540	241.97		
	S9-8	10.1	80.12	19,890	248.26		
	S9-9	10.12	80.44	20,580	255.86		
	S9-10	10.05	79.33	17,750	223.76		



Guerrero
 Gregorio Alejandro Carrasco Aguilar
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 212543

ANEXO N°12. Certificado de calibración de equipo



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 442 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	200647
2. Solicitante	CORPORACIÓN A & J CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA S.A.C.
3. Dirección	Av. Sanchez Camión N° 1154, El Porvenir - Trujillo - LA LIBERTAD
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	8000 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Clase de exactitud	II
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	WT80001CFEJ
Número de Serie	130420036
Capacidad mínima	5 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.



METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2020-12-14

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

2020-12-28



Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2020.12.28 18:58:43
-05'00'



ANEXO N°13. Ensayos granulométricos y caracterización de agregados



Figura 10: Tamizado de agregados // Figura 11: Herramientas para caracterización de agregados

Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.

Como se observa en las imágenes, se realizó el tamizaje de los agregados elegidos para determinar su granulometría, utilizando herramientas de acuerdo a la normatividad correspondiente. Para estos ensayos como los restantes se utilizó el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto de la Corporación A & J.

ANEXO N°14. Ensayos de densidad y absorción



Figura 12: Ensayo de densidad // Figura 13: Ensayo de absorción

Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.

Se prosiguió con el resto de ensayos para determinar las propiedades de los agregados seleccionados.

ANEXO N°15. Diseño de mezclas

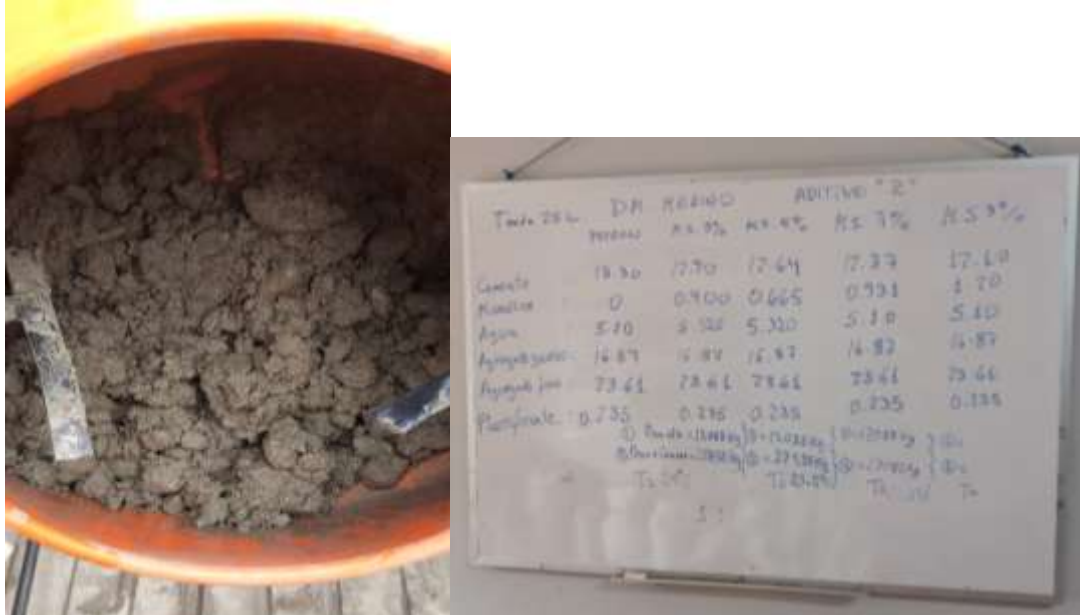


Figura 14: Prueba de relación a/c // Figura 15: Diseño de probetas

Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.

Para la determinación de la relación a/c a utilizar se realizó unos pequeños ensayos de prueba-error, para determinar el contenido adecuado de agua, que permita trabajar el concreto y su funcionabilidad adecuadamente. Según la Figura 11, se puede ver como se fue realizando los diseños de mezclas correspondientes a este trabajo.

ANEXO N°16. Elaboración de mezclas para probetas



Figura 16: Realización de la mezcla // Figura 17: Chuzado y llenado de las probetas

Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.

En las Figuras 11 y 12, se muestra como se realizaron las mezclas en mezcladora de concreto y posteriormente fueron colocadas en sus respectivas probetas de 4", con chuceado incluido con barra de 1/2", siendo colocadas posteriormente en las pozas por 28 días.

ANEXO N°17. Medición de asentamiento



Figura 18 y 19: Ensayos de asentamiento

Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.

Como se divisa en las imágenes anteriores, se realizó el ensayo de asentamiento en cono de Abrams tomando parte de la mezcla usada para el llenado de probetas. Midiéndose la variación con una wincha metálica.

ANEXO N°18. Probetas a 28 días



Figura 20: Probetas Patrón a los 28 días // Figura 21: Probetas con Sika Fume 9% listas para ensayo
Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.



Figura 22: Probetas con Microsílíce Z listas para ensayo
Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.

Como se observa en las fotografías, se dejó en curación tanto las probetas patrón, como las que tenían micro sílice, por 28 días calendarios. Tiempo después del cual, se alistaron para los ensayos de resistencia a compresión.

ANEXO N°19. Rotura de probetas patrón



Figura 23: Ensayos de resistencia a Probetas Patrón // Figura 24: Fallo de probeta patrón

Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.

Tanto en la Figura 14 como en la Figura 15, se muestra el ensayo de resistencia a compresión realizado en las probetas patrón y como se obtuvo una fractura de corte. Teniendo un comportamiento común de fallo en concreto.

ANEXO N°20. Rotura de probetas con micro sílice



Figura 25: Ensayos de resistencia a Probetas con Sika Fume

Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.



Figura 26 y 27: Ensayos de resistencia a Probetas con Microsílíce Z

Fuente: Fotografía Propia tomada en Laboratorio de Mecánica de Suelos A & J.

Al igual que en el caso de las probetas patrón, en las probetas con micro sílice, se realizó ensayo de resistencia a compresión con el mismo procedimiento y teniendo resultados similares, como se observa en las Figuras 18,19 y 20.