

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ADITIVOS QUÍMICOS ASTM C494 TIPO A Y SU  
INFLUENCIA EN LA TRABAJABILIDAD Y  
RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA  
EDIFICACIONES URBANAS TRUJILLO, 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniera Civil**

**Autor:**

Vanessa Nicoll Mendoza Lazaro

**Asesor:**

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz  
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>CINTHYA ALVARADO RUIZ</b>	<b>221096</b>
	Nombre y Apellidos	Nº COLEGIATURA

Jurado 2	<b>NIXON PECHE MELO</b>	<b>222240</b>
	Nombre y Apellidos	Nº COLEGIATURA

Jurado 3	<b>GONZALO DIAZ GARCÍA</b>	<b>134596</b>
	Nombre y Apellidos	Nº COLEGIATURA

## **DEDICATORIA**

A mis padres por ser fuente de motivación, impulsarme a ser cada día mejor persona y acompañarme en cada logro brindándome ánimos para superar cualquier adversidad hasta cumplir con mis metas propuestas.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por ser mi soporte en mi trayectoria personal, profesional y por motivarme a mejorar cada día.

A mi asesor, por su tiempo y compromiso en la elaboración de la presente tesis y por compartir sus conocimientos y experiencia.

**TABLA DE CONTENIDO**

JURADO EVALUADOR .....	2
DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
TABLA DE CONTENIDO .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE ANEXOS .....	8
RESUMEN .....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	10
1.1. Realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del problema .....	26
1.3. Objetivos .....	26
1.4. Hipótesis .....	26
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	28
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	32
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	39
REFERENCIAS .....	49
ANEXOS .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de concreto por consistencia .....	23
Tabla 2	Niveles de las variables de estudio.....	29
Tabla 3	Matriz de diseño de las variables de estudio .....	29
Tabla 4.	Formato para ensayo granulométrico de agregado fino .....	37
Tabla 5.	Formato para ensayo granulométrico de agregado grueso .....	37
Tabla 6.	Formato para ensayo peso específico y absorción del agregado fino.....	39
Tabla 7.	Formato para ensayo peso específico y absorción del agregado grueso .....	40
Tabla 8.	Formato de peso unitario para agregado fino .....	41
Tabla 9.	Formato de peso unitario para agregado grueso.....	42
Tabla 10.	Formato para ensayo contenido de humedad de agregado fino y grueso .....	43
Tabla 11.	Formato para ensayo de asentamiento .....	44
Tabla 12.	Formato para ensayo de resistencia a la compresión .....	46
Tabla 13	Matriz de consistencia.....	48
Tabla 14	Matriz Operacional .....	49
Tabla 15	Análisis estadístico descriptivo del asentamiento en ambos aditivos.....	33
Tabla 16	Desviación estándar del asentamiento en ambos aditivos .....	34
Tabla 17.	Análisis estadístico de resistencia en ambos aditivos a los 7 días.....	36
Tabla 18.	Análisis estadístico de resistencia en ambos aditivos a los 28 días.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Empleo informal con respecto al total de ocupados- Colombia.....	11
Figura 2. Informalidad y tamaño de empresas por sectores, 2015 (% del total de la PEA por sectores) .....	13
Figura 3. Ensayo de Asentamiento.....	20
Figura 4. Ensayo de Abrahams .....	20
Figura 5. Clasificación de concreto por consistencia .....	21
Figura 6. Relación triangular.....	24
Figura 7. Procedimiento de trabajo .....	34
Figura 8. Resistencia a la compresión en ambos aditivos a los 7 días.....	32
Figura 9. Resistencia a la compresión en ambos aditivos a los 28 días.....	32
Figura 10. Asentamiento según dosificaciones de aditivo .....	33
Figura 11. Análisis estadístico para asentamiento con Sika en Minitab.....	35
Figura 12. Análisis estadístico para asentamiento con Chema en Minitab .....	35
Figura 13. Análisis estadístico de resistencia con Sika a los 7 días en Minitab .....	36
Figura 14. Análisis estadístico de resistencia con Chema Plast a los 7 días en Minitab .....	37
Figura 15. Análisis estadístico de resistencia con Sika los 28 días en Minitab.....	38
Figura 16. Análisis estadístico de resistencia con Chema Plast los 28 días en Minitab .....	38

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis granulométrico de agregado fino .....	56
Anexo 2. Análisis granulométrico de agregado grueso .....	57
Anexo 3. Peso específico y absorción del agregado fino .....	58
Anexo 4. Peso específico y absorción del agregado grueso .....	58
Anexo 5. Peso unitario del agregado grueso .....	59
Anexo 6. Peso unitario del agregado fino .....	60
Anexo 7. Contenido de humedad del agregado fino y grueso.....	60
Anexo 8. Asentamiento para ambas marcas de aditivo .....	61
Anexo 9. Resistencia a la compresión para ambas marcas a los 7 días.....	62
Anexo 10. Resistencia a la compresión para ambas marcas a los 28 días.....	63
Anexo 11. Diseño de mezcla 0.7% de aditivo.....	64
Anexo 12. Diseño de mezcla 1.2% de aditivo.....	70
Anexo 13. Diseño de mezcla 1.6% de aditivo.....	76
Anexo 14. Diseño de mezcla 2% de aditivo.....	82
Anexo 15. Diseño de mezcla 2.4% de aditivo.....	88
Anexo 16. Certificados emitidos por GEOCONS SRL.....	94
Anexo 17. Ficha técnica Chema Plast.....	100
Anexo 18. Ficha técnica SikaCem Plastificante.....	102
Anexo 19. Panel fotográfico .....	104



## RESUMEN

En la presente investigación experimental se evalúa la influencia de los aditivos químicos reductores de agua de tipo A, de las marcas Sika Cem y Chema Plast sobre la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto para edificaciones urbanas.

En esta investigación se hizo uso del agregado grueso de TMN 1", 2.75 como módulo de finura para el agregado fino, cemento tipo I y agua potable. Se realizó el diseño de mezcla para el concreto según el comité ACI 211.1, para una  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , las dosificaciones de los aditivos plastificantes fueron de: 0.7%, 1.2%, 1.6%, 2.0% y 2.4%.

Para la elaboración de las probetas de ensayo se realizó de acuerdo a la NTP 339.033, 2015, asimismo, para la evaluación de la resistencia a la compresión, se ejecutó el método de ensayo de la NTP 339.034, 2015, a edades de 7 y 28 días y, para la evaluación del asentamiento, se ejecutó el método de ensayo de la NTP 339.035, 2009.

Se logró determinar que los aditivos químicos reductores de agua de tipo A de las marcas Sika Cem y Chema Plast influyen en la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas, destacando el aditivo Chema Plast al 0.70% de dosificación respecto al cemento, obteniendo un asentamiento de  $3 \frac{3}{8}$ ", así como una resistencia de  $224 \text{ Kg/cm}^2$ .

**PALABRAS CLAVES:** resistencia, trabajabilidad, reductor de agua, concreto, edificaciones urbanas.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

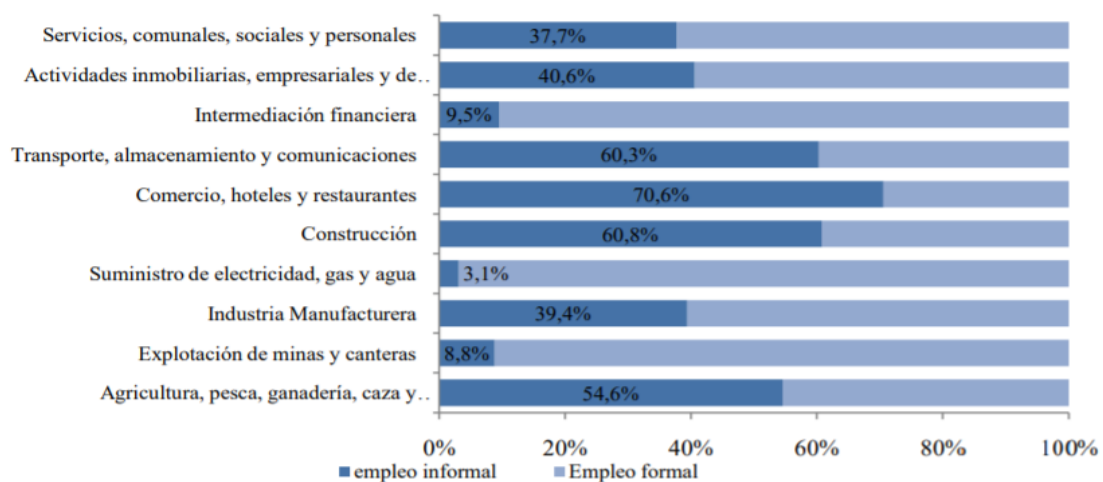
### 1.1. Realidad problemática

La calidad, durabilidad y eficiencia de las edificaciones es fundamental para que la economía de cualquier país sea competitiva. Sin embargo, en los últimos años la calidad de las edificaciones se ha debilitado, tanto en países desarrollados como emergentes, siendo el concreto uno de los materiales más empleados en el sector construcción, con una producción mundial cercana a los 13,000 millones de m<sup>3</sup> por año (Ceballos, 2016), esto debido a su versatilidad, desarrollo de tecnologías y alto desempeño en sus usos y aplicaciones. Sin embargo, uno de los problemas comunes durante la preparación de la mezcla del concreto es la relación agua/cemento, surgiendo la necesidad de probar nuevos productos que mejoren sus características, tal como los aditivos reductores de agua (Banfill, 2011 y Khan, Ali, 2018 y Jun, Bingwen, Clementine y Lijun, 2018) los cuales permiten disminuir la relación agua/cemento asegurando la trabajabilidad de la mezcla y un aumento en la resistencia a la compresión del concreto.

El concreto es una de las alternativas más apropiadas para la construcción de edificios súper altos, los cuales tienen una altura mayor a 300 metros y menor a 600 metros. Además, debido al acelerado desarrollo de la tecnología del concreto, a los avances en el diseño estructural, y a los procedimientos más eficientes, se pueden reducir los costos y ofrecer construcciones de calidad, al poder bombear el concreto a alturas mayores, por encima de 600 metros, sin que pierda sus propiedades mecánicas, de resistencia y trabajabilidad (Stark, 2020). Un claro ejemplo de demostración es Japón, considerado uno de los países con mejores edificaciones y con los rascacielos más seguros, esto debido a que los materiales usados, como cemento armado o concreto, se someten a constantes pruebas de resistencia, para lo cual, las constructoras tienen sus propios laboratorios de materiales en los que se simulan terremotos para poner a prueba su resistencia (Guerrero, 2011)

En Colombia, la mayoría de las construcciones son informales (Ver Figura 1), careciendo de condiciones de calidad, sin consideración de aspectos técnicos, sin aseguramiento ante el riesgo, sin confiabilidad o sin cumplimiento de las normativas sismo-resistentes. Asimismo, debido a deficiencias estructurales y de diseño, al no aplicar adecuadamente las normas vigentes, se originaron derrumbes de edificaciones tales como, el Edificio Space en Medellín, el 12 de octubre del 2013, en el cual, colapsó una de las torres del edificio residencial causando la muerte de 12 personas que trabajaban en la reparación de la falla; de igual manera, el 27 de abril de 2017, se desplomó el edificio residencial Blas de Lezo en Cartagena mientras se estaba construyendo, ocasionando la pérdida de 21 trabajadores; asimismo, el 19 de agosto del 2016 se cayó una de las graderías del Estadio Guillermo Plazas Alcid, la cual estaba en remodelación desde diciembre del 2014. Además, el 9 de noviembre de 2017, se desplomó un edificio de 6 pisos que estaba en construcción en Buenaventura (Publimetro Colombia, 16 enero de 2018). Por último, en Girardot las torres de apartamentos Valle del Sol, que suman 608 apartamentos presentan grietas desde hace dos años, de la cual, según la comunidad, 48 apartamentos presentan fisuras graves y los habitantes temen por su vida (Hernández, 2018) todo ello debido a deficientes diseños al momento de su construcción, no tomando en cuenta la resistencia del concreto.

**Figura 1.**  
*Empleo informal con respecto al total de ocupados- Colombia*



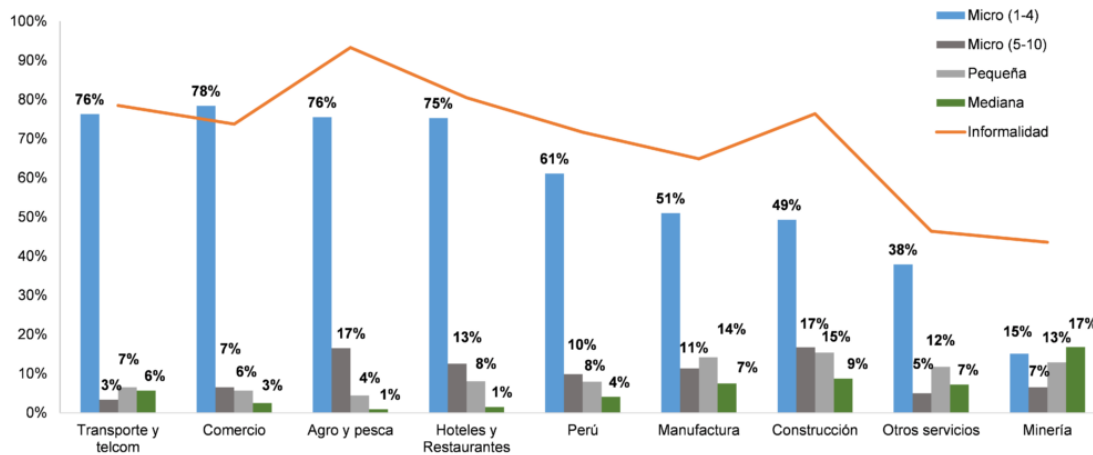
México ocupa la posición 64 en materia de calidad de infraestructura a nivel mundial (Ceballos, 2016); sin embargo, colapsó el centro comercial Artz Pedregal, con una zona de afectación de 500 m<sup>2</sup>, en la cual, según Fausto Lugo, director de Protección Civil de Ciudad de México, esto fue debido a una falla estructural, siendo afirmado por el Grupo Sordo Madaleno, encargados de la construcción de la plaza, quienes señalaron que fue error de cálculo estructural. De igual manera, el Instituto de Ingeniería de la UNAM mencionó que la capacidad de los elementos estructurales no fue suficiente para poder soportar la combinación de cargas gravitacionales y la firma Wiss Janney & Elstner (WJE) llegó a la conclusión que los coeficientes de exigencia-capacidad del LRFD (cargas de diseño consideradas divididas entre la capacidad máxima del diseño) excedieron el 1.0 de las cargas muertas y en el caso de los factores de seguridad del ASD2 estos estaban por debajo del 1.67 para la suma de cargas muertas y vivas (Pixel, 2018), precisando que el diseño fue deficiente en relación a la resistencia y que significó un riesgo de seguridad durante la construcción del edificio, ya que estaba soportando su propio peso sin la carga viva de los ocupantes.

En América Latina, la inversión en infraestructura no llega al 3% del Producto Bruto Interno (PBI), lo que representa la mitad de lo que invierten otras regiones del mundo, como el sudeste asiático. Asimismo, el 62% de las fallas que se identifican en la infraestructura después de un desastre natural están vinculadas a problemas de diseño (Gestión, 25 octubre de 2017). Según CAPECO (2018) “En el Perú el 80% de viviendas son construcciones informales y de ese porcentaje, la mitad son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad. En las zonas periféricas de las ciudades esta cifra llega al 90%”. Una vivienda informal, origina malas prácticas como el desconocer la resistencia de la edificación, el incorrecto uso de los fierros en las columnas, mala calidad del cemento y mezcla, cimientos defectuosos, malas instalaciones eléctricas y redes sanitarias, etc., las cuales pueden ocasionar derrumbes y accidentes,

presentando deficiencias en las construcciones y fallas estructurales, funcionales y pérdida de vidas humanas.

**Figura 2.**

*Informalidad y tamaño de empresas por sectores, 2015 (% del total de la PEA por sectores)*



En la Libertad, desde la promulgación del DS N°044-2020-PCM, a través del cual se declaró el Estado de Emergencia Nacional a causa del COVID-19, el sector construcción paralizó sus actividades, originando una caída del 17.8% de enero a septiembre del 2020, según el Banco Central de Reserva del Perú; en marzo cayó 43%, en abril descendió hasta en un 98.8%, en mayo un 59.9% y en junio un 25.3%, sin embargo, en septiembre aumentó al 25% debido a la reactivación de los proyectos de viviendas de empresas privadas (Cámara de Comercio de La Libertad, 2020). Por otra parte, uno de los problemas más graves que afecta al Perú es el alto índice de construcción informal de viviendas, construyéndose el 60% de casas de manera informal en La Libertad (La República, 21 mayo de 2019) al igual que las construcciones en Chepén, de las cuales el 80% son informales (RPP, 2 junio de 2014), por lo que, de producirse algún sismo, estas colapsarían al no realizar diseños estructurales ni pruebas de resistencia a los materiales.

En Trujillo, de originarse un sismo de alta magnitud, el mayor número de víctimas se registrarían en los edificios de más de 10 pisos que se han construido en los últimos años, debido a que la mayoría de estos se han construido sin respetar el reglamento nacional de construcción

(Fernández, 2016). Asimismo, el 75% de las edificaciones de Trujillo son por autoconstrucción y sin licencia de construcción, constituyendo un peligro elevado ante un sismo o fenómeno hidrometeorológico (Fernández, 2017). En la Urbanización Santa Sofía- Trujillo, el 12 de octubre de 2016 un albañil quedó semisepultado tras el derrumbe de una pared en una construcción clandestina (Trujillo en línea, 2016), la cual no se realizó bajo el reglamento de construcción ni considerando la calidad y resistencia de los materiales empleados.

Es muy común que, en las obras, especialmente en las de pequeña magnitud o del sector informal, se intente lograr una aceptable trabajabilidad de las mezclas adicionando agua, pensando exclusivamente en el momento de su transporte y colocación en el sitio, pero afectando negativamente, a futuro, características tan importantes como la rigidez y la resistencia a la compresión (Bedoya, 2017), de las cuales depende la calidad, durabilidad y permanencia en el tiempo de las estructuras hechas con este material (Hernández, 2010). Cabe mencionar que, la trabajabilidad se ha utilizado cualitativamente para describir la facilidad con la que el concreto se puede mezclar, transportar, colocar, compactar y terminar, estando íntimamente relacionada con la movilidad, estabilidad, compactabilidad y capacidad de acabado (Qasrawi, 2016). Por otra parte, la resistencia a la compresión depende de muchos factores como la calidad de los agregados, las condiciones de elaboración de la mezcla, el asentamiento, la temperatura de fraguado, y las condiciones propias del ensayo, entre otras, así como la inclusión de aditivos que producen variaciones en algunas de sus propiedades (Fernández et al., 2016)

Por otro lado, tomando como referencia otras investigaciones relacionadas con el tema tenemos que según Basu et al., (2020), respaldado por el Instituto Nacional de Tecnología de Malaviya, tuvo como objetivo evaluar las propiedades frescas y la resistencia a la compresión del SCC y averiguar la dosis óptima de SP con la proporción adecuada a/c debido a que, el concreto autocompactante (SCC) requiere una alta fluidez para su uso en estructuras reforzadas

congestionadas, y para conseguir dicha fluidez se requiere más cantidad de superplastificante (SP) que el concreto tradicional. Esta investigación es experimental, para la cual se empleó cemento Portland puzolana, agregado fino, agregado grueso (10 mm), lechada de arenisca seca y superplastificante. Se seleccionaron 3 proporciones de a/c: 0.36, 0.34 y 0.32 y dosis fijadas de superplastificante, se realizó prueba de asentamiento, T500, embudo en V, segregación por tamiz, prueba de caja en L y resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Asimismo, al emplear más de 1.7% de dosis de superplastificante, disminuye la resistencia a la compresión del concreto, por lo que se recomienda usar una dosis entre 1.35% a 1.7%, con una relación a/c de 0.34. Concluyó que, la resistencia más alta fue de 50.50 MPa, a los 28 días, la cual se obtuvo con 600 kg/m<sup>3</sup> de cemento, 806.88 kg/m<sup>3</sup> de agregado fino, 768.07 kg/m<sup>3</sup> de agregado grueso, 204 kg/m<sup>3</sup> de agua, con una relación de superplastificante de 1.36% y a/c de 0.34.

Akijje (2019) avalado por la Universidad de Nigeria, tuvo como objetivo optimizar la resistencia del concreto usando un superplastificante; MasterRheobuild 850 y cemento recién introducido; Tipo I, Nigeria Supaset Portland; debido a que, en obras de ingeniería civil y ambiental, la atención normalmente se centra en compresiones, flexiones y resistencias a la tracción del concreto para mayor durabilidad y sustentabilidad. La investigación fue experimental, donde se empleó una relación a/c de 0.4 para concreto normal mientras que de 0.3 para concretos con agregado de superplastificante. Los porcentajes de superplastificante por peso de cemento están limitados a 1%, 1.25% y 1.5%. Se concluyó que, a mayor dosis de superplastificante, mayor aumento de la trabajabilidad y resistencia, obteniendo una resistencia de 55 N/mm<sup>2</sup> a los 90 días, con una dosis del 1.5% de superplastificante. Por otra parte, los valores de trabajabilidad del hormigón fresco oscilaron entre 45 y 60 mm de asentamiento, mientras que las cantidades del factor de compactación oscilaron entre 0,89 y 0,92. A medida que aumentaba la cantidad de superplastificante, aumentaba el valor de asentamiento y también el valor del factor de compactación.

Bedón (2017) avalado por la Universidad Nacional Del Santa, tuvo como objetivo diseñar un tipo de concreto de alta resistencia que se ajuste a los requerimientos de las obras civiles en las zonas Altoandinas del Perú, debido a que el 61.5% de las ciudades se ubican por encima de los 2,500 m.s.n.m.; y en la actualidad en dichas ciudades se vienen desarrollando proyectos inmobiliarios usando concreto convencional; para tal efecto se usó agregados de la misma zona para obtener resistencias mayores a  $280 \text{ kg/cm}^2$ , se hizo uso de los recursos de las instituciones de investigación establecidos en la zona, y, se lanzó propuestas de dosificaciones para el uso de concretos de alta resistencia que brinden mejores prestaciones a las solicitaciones estructurales propias de las obras civiles desarrolladas a alturas por encima de los 2500 m.s.n.m. La investigación se caracteriza por ser experimental, en la cual se manipularon 3 variables para lograr una resistencia a la compresión óptima, el agregado, agua y el cemento, constituyeron los 3 niveles de la Variable X, los 3 niveles de aditivos superplastificantes constituyeron los niveles de la Variable Y, y los 3 porcentajes de microsílíce constituyeron los niveles para la Variable Z. Concluyendo que, el aditivo superplastificante en una dosis del 2% en peso del cemento reduce la cantidad de agua en 22% con respecto al diseño del concreto patrón e incrementa la resistencia a la compresión a una edad de 90 días; logrando mejores desempeños; donde, la resistencia del concreto patrón fue de  $615 \text{ kg/cm}^2$  (100%); el concreto patrón más aditivo (2 %) fue de  $756 \text{ kg/cm}^2$  (123%); y el concreto patrón con aditivo (2.3%) más microsílíce fue de  $915 \text{ kg/cm}^2$  (149%).

Bernal (2017) avalado por la Universidad Nacional de Cajamarca, tuvo como objetivo optimizar la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes; debido a que, los aditivos superplastificantes pueden reducir la relación agua/cemento, permitiendo la obtención de concreto más resistente y durable sin desmedro de su trabajabilidad y economía. El diseño de la investigación es experimental con posprueba únicamente y grupo de control, para lo cual, se elaboraron 08 especímenes por cada grupo de



control con cemento utilizado Andino, Pacasmayo, Sol y sin aditivo, se elaboraron 08 especímenes por cada grupo experimental resultante de la combinación de cada Cemento con los aditivos Superplastificantes Chema Súper Plast, Euco 37 y Sika Plast 1000, ensayados a la compresión a las edades de 7,14 y 28 días. Se realizó el diseño de mezclas, para una resistencia a la compresión especificada de  $280 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días, usando el método del Módulo de Finura de la combinación de agregados, considerando dos condiciones: Concreto sin aditivo, que sirvió como la mezcla de control y Concreto con la incorporación de aditivos Superplastificantes. Se llevó a cabo lo diseñado y se concluyó que la resistencia a compresión de los grupos de control como experimentales alcanzaron valores de resistencia a compresión mayores que la resistencia a compresión especificada, Utilizando aditivos superplastificantes en una proporción de 1.00% del peso del cemento en la elaboración de concreto, la mayor resistencia a compresión se logró combinando aditivo superplastificante Sika Plast 1000 con Cemento Pacasmayo tipo I, mayor en 11.00% que su respectivo grupo de control y mayor en 24.80 % respecto a la resistencia a la compresión especificada; además que los aditivos utilizados otorgaron una buena trabajabilidad a las mezclas de concreto.

Alcalde, A., y Alcalde, J. (2019) avalado por la Universidad Privada Antenor Orrego, tuvo como objetivo realizar el análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo Chema Plast, debido a que, se tiene poco conocimiento y escasas investigaciones referentes al uso de aditivos naturales o de procedencia corriente en la industria del concreto. La investigación fue experimental, en la que, se evaluó en el estado fresco del concreto, el tiempo de fraguado, la consistencia, la temperatura y el peso unitario; mientras que, en el estado endurecido, se evaluó la resistencia a la compresión a la edad de 3 días, 7 días, 14 días, 28 días para la cual se elaboraron 84 probetas cilíndricas según la norma NTP 339.034, 12 probetas para cada diseño, 3 probetas para cada edad propuesta. Para ello se realizaron 7 diseños de mezclas según la metodología propuesta

por el comité 211 del ACI, utilizando Cemento Pacasmayo tipo I y agregados de la cantera el Milagro cumpliendo las normas NTP. Se estudió: un concreto patrón sin aditivo, un concreto con estímulo de azúcar blanca (como aditivo natural o de fácil procedencia) con tres variaciones en sus dosificaciones de 0.075%, 0.100% y 0.150% con respecto al peso del cemento, y para finalizar un concreto con estímulo de Chema Plast (como aditivo industrial) con tres variaciones en sus dosificaciones de 300 ml, 400 ml y 500 ml por bolsa de cemento que representa el 0.85%, 1.13%, 1.41% respectivamente con respecto al peso del cemento. Concluyendo que, el azúcar brinda mayor resistencia a edades finales y no iniciales, de modo inverso que el Chema Plast, en la cual, el diseño con mejor porcentaje de resistencia adquirida en función a la  $f'c$  a la edad de 28 días fue el que se adicionó 0.15% de azúcar, presentando un incremento de resistencia del 221%. Asimismo, utilizando el aditivo Chema Plast el que mejor dio resultado fue el diseño que se le adiciona 400 ml (1.13% respecto al peso del cemento), presentando un incremento del 172%. Cabe mencionar que a la edad temprana de los 3 días el porcentaje de resistencia fue de 97% y 125 % para el diseño que utilizó azúcar y aditivo Chema Plast respectivamente.

Vergara (2018) avalado por la Universidad Nacional de Trujillo, tuvo como objetivo determinar los porcentajes óptimos de los aditivos plastificantes de cada marca, respecto al aumento de resistencia a compresión, asentamiento y peso unitario del concreto, debido a que, suele ocurrir que la resistencia a la compresión no llega a cumplir con las especificaciones de diseño, además de originar una pérdida de trabajabilidad del concreto, dificultando la puesta en obra del mismo. La investigación fue experimental con un diseño bifactorial de 2 variables independientes, el porcentaje de aditivo plastificantes con diferentes dosis de 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6%, 2.0% y 2.4% y el tipo de aditivo plastificante tipo A con 3 niveles: Sika Plastiment HE 98, Chema Plast y Euco WR 91, además, se hizo uso del agregado grueso de TMN 1/2", arena gruesa con módulo de finura de 2.9, cemento tipo I y agua potable. Por otra parte, se realizó el

diseño de mezcla para el concreto según el comité ACI 211.1, para una  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluyó que, el aditivo de la marca Sika tuvo una resistencia de  $288 \text{ kg/cm}^2$ , a edad de 28 días, con una dosis de 0.8%, mientras que Chema plast tuvo una resistencia de  $281 \text{ kg/cm}^2$  al 1.6% de dosificación, y el aditivo de marca Euco WR91 obtuvo una resistencia de  $305 \text{ kg/cm}^2$  a la misma edad y a una dosis del 0.4% de aditivo plastificante. Por último, con Sika se generó una mezcla fluida al 0.8%, con Chema a una dosis del 1.6% y con Euco WR91 a una dosis de 0.4%.

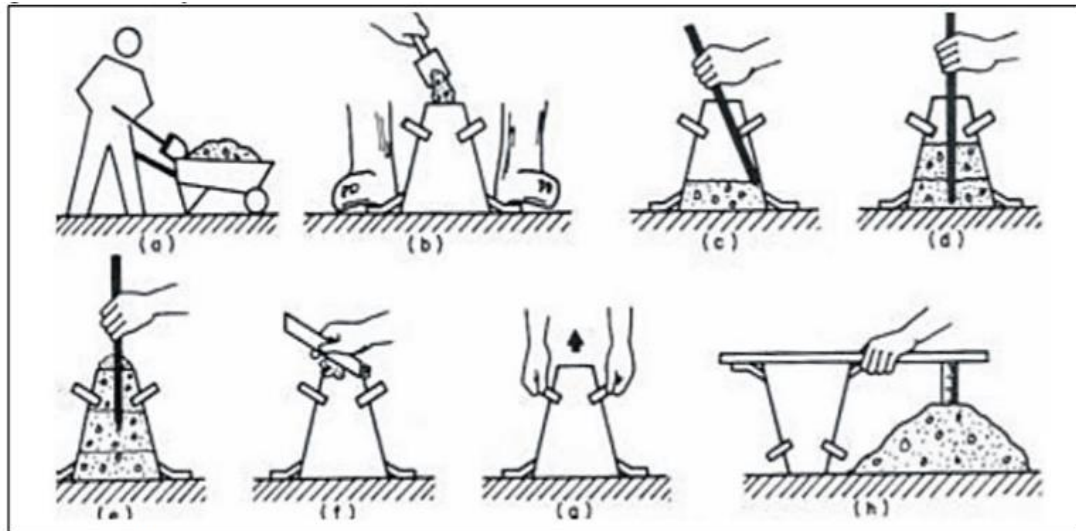
El presente proyecto está respaldado por las siguientes bases teóricas:

Según Niño (2010), las propiedades en estado fresco del concreto deben permitir que se llene adecuadamente las formaletas, así como también obtener una masa homogénea sin grandes burbujas de aire o agua atrapada.

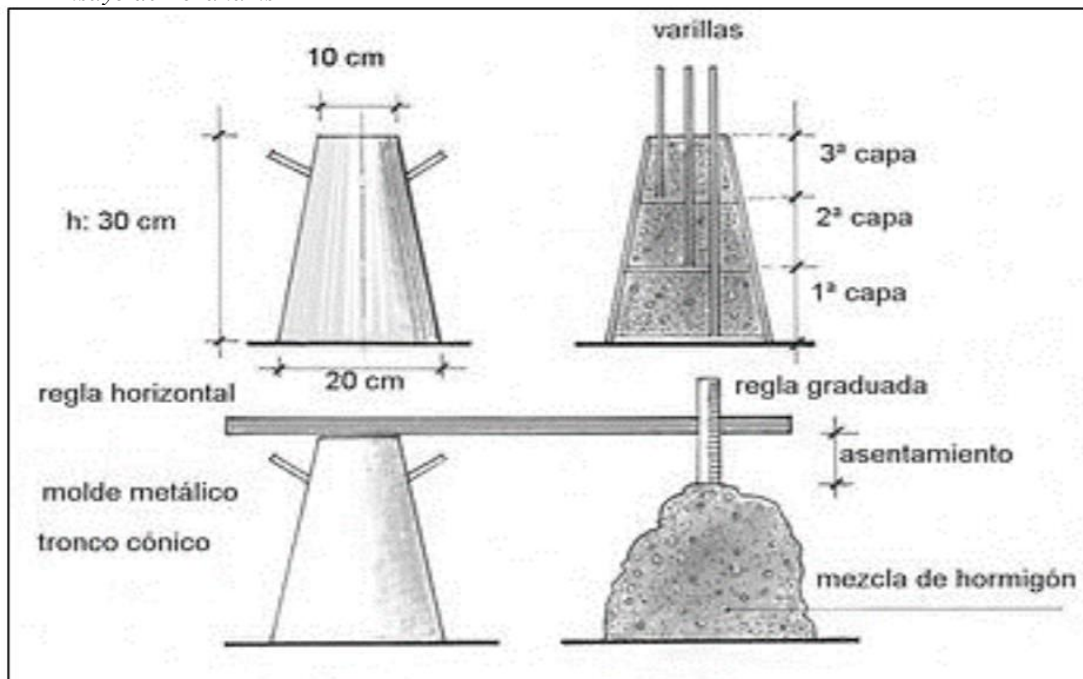
- A. **Trabajabilidad:** Capacidad que el concreto tiene para ser colocado y compactado apropiadamente sin que se produzca segregación alguna, está representado por la facilidad a la compactación, como también el mantenerse como una masa estable, deformarse continuamente sin romperse y fluir o llenar espacios vacíos alrededor de los elementos que absorbe. Dentro de los factores que influyen en la manejabilidad del concreto está el contenido de agua de mezclado, el contenido de aire, propiedades de los agregados, relación pasta/agregado y las condiciones climáticas. Igualmente, con respecto a la trabajabilidad, entre más tiempo pase después del mezclado más difícil será trabajarlo, este tiempo en que se puede trabajar el concreto depende de la riqueza de la mezcla, el tipo de cemento, la temperatura del concreto y la manejabilidad inicial, así mismo también depende de las condiciones de humedad del agregado (Terreros y Carvajal, 2016).
- B. **Ensayo de asentamiento:** Es una medida de la consistencia del concreto (Ver figura 3), que se refiere al grado de fluidez de la mezcla, esto indica que tan seca o fluida está cuando se encuentra en estado plástico, según Niño (2010), no constituye por sí

misma una medida directa de trabajabilidad, cohesividad, facilidad de colocación y terminación. Se realiza por medio del cono de Abrams (Figura 4) y el método de ensayo que esta descrito en la Norma I.N.V. E-404-13 (Figura 5).

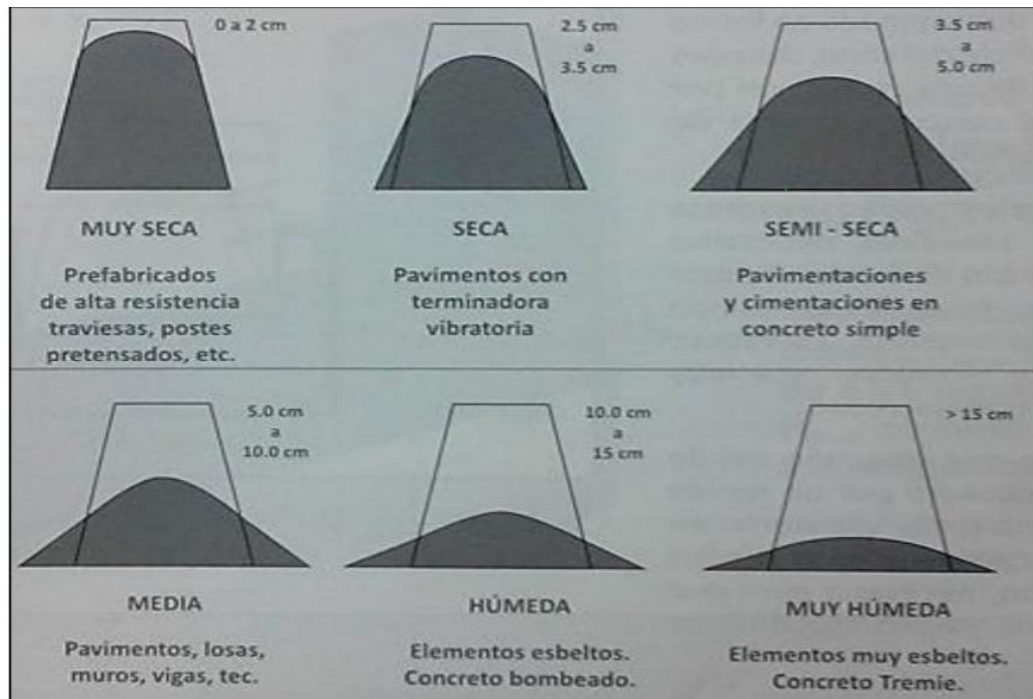
**Figura 3.**  
*Ensayo de Asentamiento*



**Figura 4.**  
*Ensayo de Abrahams*



**Figura 5.**  
*Clasificación de concreto por consistencia*



- C. Segregación: Tendencia de separación de los materiales que constituyen el concreto puede presentarse por una mezcla demasiado seca y por una mezcla muy húmeda (Terreros y Carvajal, 2016).
- D. Exudación o sangrado: El agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie de una mezcla de concreto recién colocado, esto obedece a que los constituyentes sólidos de la mezcla no pueden retener toda el agua cuando se asientan durante el proceso de fraguado (Terreros y Carvajal, 2016).
- E. Masa unitaria: Esta depende del tamaño máximo, granulometría y densidad de los agregados, así como también de la cantidad de aire atrapado y el contenido de agua y cemento (Terreros y Carvajal, 2016).
- F. Contenido de aire: Está presente en todos los tipos de concreto, localizados en los poros no saturables de los agregados y formando burbujas entre los componentes del concreto, pues es atrapado durante el mezclado (Terreros y Carvajal, 2016).

- G. Contenido de agua: El principal factor que afecta la manejabilidad es el contenido de agua de la mezcla, el cual se expresa en kilogramo o litro (Terrerros y Carvajal, 2016).
- H. Propiedades del concreto endurecido: Un concreto en estado endurecido las propiedades mecánicas son las principales exigencias para un adecuado funcionamiento de un concreto (Niño, 2010), aunque no solo la capacidad mecánica para soportar esfuerzos hace a un concreto adecuado para la construcción, sino que además se debe generar una composición idónea, que lo haga apto para resistir con éxito durante toda la vida útil las acciones detrimentales inherentes a las condiciones en que opera la estructura, que pueden generar deterioro prematuro del concreto. Es sin embargo pertinente hacer notar que el uso de la resistencia mecánica del concreto como índice general de su aptitud para prestar un buen servicio permanentemente, no siempre es acertado porque hay ocasiones en que puede ser más importantes otras características y propiedades del concreto, de acuerdo con las condiciones específicas en que opera la estructura. Inclusive se ha dicho que la costumbre de especificar y aceptar la calidad del concreto con base solamente en la resistencia mecánica, es una de las causas que suelen originar problemas de durabilidad en las estructuras debido a que una resistencia suficiente no siempre es garantía de una duración adecuada del concreto en servicio.
- I. Resistencia a la compresión: La gran mayoría de estructuras de concreto son diseñadas bajo la suposición de que este resiste únicamente esfuerzos de compresión, por consiguiente, para propósitos de diseño estructural, la resistencia a la compresión es el criterio de calidad (Tabla 1), y de allí que los esfuerzos de trabajo estén prescritos por los códigos en términos de porcentajes de la resistencia a la compresión (Terrerros y Carvajal, 2016).

**Tabla 1**  
*Clasificación de concreto por consistencia*

<b>Concreto</b>	<b>Resistencia (MPa)</b>
	$\leq 42$
<b>Concreto Normal</b>	
	$> 42$ y $\leq 100$
<b>Concreto de alta resistencia</b>	
	$>100$ MPa
<b>Concreto de ultra alta resistencia</b>	

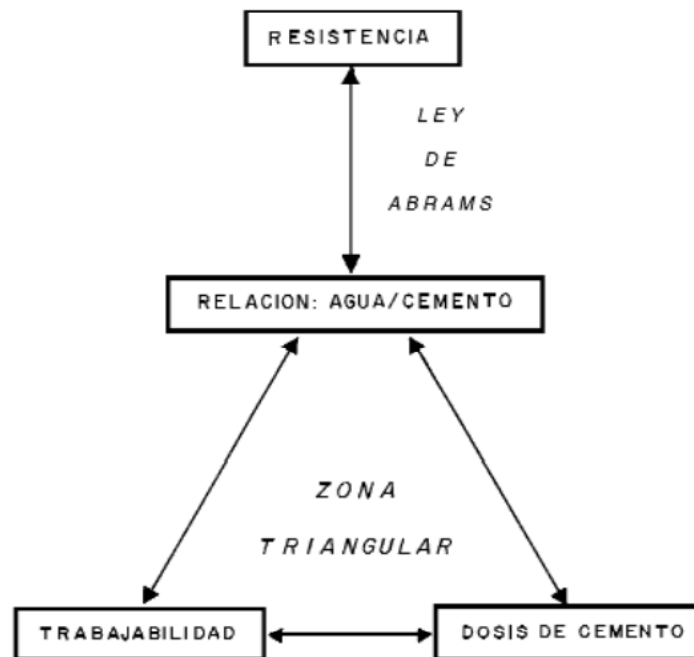
- J. Resistencia a la tracción: Por su naturaleza, el concreto es bastante débil a esfuerzos de tracción, esta propiedad conduce generalmente a que no se tenga en cuenta en el diseño de estructuras normales. La tracción tiene que ver con agrietamiento del concreto, a causa de la contracción inducida por el fraguado o por los cambios de la temperatura, ya que estos factores generan esfuerzos internos de tracción (Terreros y Carvajal, 2016).
- K. Resistencia a la flexión: Los elementos sometidos a flexión tienen una zona sometida a compresión y otra región en que predominan los esfuerzos de tracción. Este factor es importante en estructuras de concreto simple, como las losas de pavimentos (Terreros y Carvajal, 2016).
- L. Resistencia a cortante: La resistencia del concreto a esfuerzos cortantes es baja, sin embargo, generalmente es tenida en cuenta por los códigos de diseño estructural. Este tipo de esfuerzos es importante en el diseño de vigas y zapatas, en donde se presentan en valores superiores a la resistencia del concreto (Terreros y Carvajal, 2016).

La variable más importante que controlar en la fabricación del concreto es su resistencia a la compresión, como su nombre lo dice, es la capacidad del concreto a resistir un fenómeno de aplastamiento que se ve comúnmente en todos los materiales que se utilizan para la elaboración de estructuras de todo tipo, comenzando por las reticulares (Hernández et al., 2018).

Además, esta depende de muchos factores, tal como la inclusión de aditivos que producen variaciones en algunas de sus propiedades (Fernández et al., 2016). El aditivo reductor

de agua incrementa la trabajabilidad del concreto (Laskar y Bhattacharjee, 2013), retrasa brevemente el tiempo de fraguado, y aumenta la resistencia a la compresión por encima del 70% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en 3 días, para dosis de 650 ml del aditivo (Mayta, 2014). Cabe resaltar que, el uso de este aditivo en el concreto no produce ninguna pérdida de rendimiento para el mismo, pues incluso mejora las propiedades mecánicas al reducir la relación A/C (García et al., 2019). La relación A/C influye mucho en la consistencia de la mezcla, pues a mayor cantidad de agua, mayor fluidez en la mezcla, mayor plasticidad y mayor trabajabilidad; no obstante, también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre (Liang et al., 2020); por lo que, las mezclas con menor cantidad de agua tienen una resistencia a la compresión alta (Guevara et al., 2011).

**Figura 6.**  
*Relación triangular*



Manteniendo una rigurosa constancia de todas las otras condiciones y parámetros del concreto, no expresados en este sencillo esquema, si quisiéramos variar la resistencia del concreto tendríamos forzosamente que modificar la relación agua/cemento, y para lograrlo es necesario cambiar la dosis de cemento o la trabajabilidad, o ambas. Si las exigencias de



colocación de un concreto en sus moldes precisaran una trabajabilidad mayor de la prevista por el diseño de la mezcla, y se deseara mantener la misma resistencia del concreto (relación a/c fija), sería necesario aumentar la dosis de cemento, y proporcionalmente la del agua, para lograr mayor trabajabilidad. Es decir, las tres variables de la zona de relaciones del triángulo se mueven en conjunto: si se varía cualquiera de ellas, se modificará otra o los dos restantes (Porrero et al., 2014)

Por otra parte, los aditivos reductores de agua son materiales orgánicos sintéticos solubles en agua que disminuyen la cantidad de agua necesaria para hidratar el cemento, logrando una cierta estabilidad del concreto y aumentando la resistencia mecánica y el asentamiento (Mollamahmutoglu y Avci, 2019). Existen diferentes tipos de superplastificantes (SP), con diferentes poderes fluidizantes y mecanismos de acción en el sistema cementoso. Según su composición, pueden estar basados en condensados de melamina-formaldehído sulfonados, condensados de naftaleno formaldehído sulfonados, lignosulfonatos modificados (MLS) o polímeros acrílicos. Los tres primeros tipos de superplastificantes se dispersan por acción electrostática, mientras que el último tipo se dispersa predominantemente por acción estérica, generalmente con mayor poder fluidificante (Sosa et al., 2018). Asimismo, estos se emplean ampliamente en la preparación de concreto, con la función principal de mejorar las propiedades de este en su estado fresco o curado (Grillo et al., 2015). Mediante la introducción de estos aditivos en la mezcla de concreto, además de lograr la reducción del agua, se incrementa significativamente la fuerza y durabilidad del concreto (Korovkin y Grintsov, 2017). Por otra parte, los aditivos plastificantes disminuyen la tensión en la interface de contacto entre grano de cemento y agua, lo cual provocará el mojado de los granos. Con el mojado de los granos el aditivo evitará el incremento de agua mejorando la trabajabilidad de la mezcla y aumentando la resistencia (León et al., 2020)

## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida los aditivos químicos ASTM C494 tipo A influyen en la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas Trujillo, 2022?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar en qué medida los aditivos químicos ASTM C494 tipo A influyen en la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas Trujillo, 2022.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar los porcentajes óptimos de los aditivos químicos ASTM C494 tipo A de las diferentes marcas sobre la resistencia a compresión del concreto estructural a la edad de 28 días.
- Analizar la resistencia a la compresión de las muestras con aditivo de 0%, 0.7%, 1.2%, 1.6%, 2% y 2.4% respecto a la muestra patrón sin aditivo.
- Determinar la dosis óptima de aditivo ASTM C494 tipo A que garantice la trabajabilidad de la mezcla sin afectar su resistencia.
- Realizar un análisis estadístico del asentamiento y resistencia a la compresión con el software Minitab.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

Los aditivos químicos ASTM C494 tipo A incrementan significativamente la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas Trujillo, 2022.

#### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- A mayor dosis de aditivo químico ASTM C494 tipo A se incrementa la trabajabilidad del concreto en estado fresco para edificaciones urbanas Trujillo, 2022.
- A mayor dosis de aditivo químico ASTM C494 tipo A se incrementa la resistencia del concreto en estado endurecido para edificaciones urbanas Trujillo, 2022.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El enfoque considerado para la investigación es el cuantitativo, el cual según López y Sandoval (2016) analizan hechos objetivos existentes y sometidos a leyes y patrones generales, asimismo, están orientados a procedimientos experimentales, basándose en la realidad y sometiéndola a controles que permitan un estudio sin alteraciones en la medición de las variables, con precisión matemática y métodos estadísticos de la codificación numérica.

Por lo tanto, esta investigación tiene este enfoque porque utiliza la realización de diversos ensayos sobre las propiedades del concreto con mediciones numéricas para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación sobre los aditivos químicos reductores de agua y su influencia en la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas.

Asimismo, la presente investigación es de diseño experimental, puesto que según Estela (2010), la investigación experimental es un procedimiento metodológico en el cual un grupo de individuos o conglomerado, son divididos en forma aleatoria en grupos de estudio, control y son analizados con respecto a un factor o medida que el investigador introduce para estudiar y evaluar. Por ello, la presente investigación tiene un diseño experimental, pues se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés, tal como la influencia de los aditivos reductores de agua en la trabajabilidad y resistencia del concreto.

Por otra parte, el diseño de la investigación es bifactorial completo con réplicas, debido a que se las variables dependientes se ven influenciadas por dos factores diferentes, a y b, admitiendo el primero k niveles y n el segundo (Cuadras, 1982). Se tiene el porcentaje de aditivo plastificantes con diferentes valores: 0%, 0.7%, 1.2%, 1.6%, 2% y 2.4% y el tipo de aditivo

plastificante con dos niveles: Sika y Chema, donde las variables en estudio se muestran en la Tabla 2 y la matriz de diseño se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 2**  
*Niveles de las variables de estudio*

Variables independientes de estudio		Niveles de Estudio
Factor (A): Dosis de aditivo ASTM C494 tipo A	Factor (a <sub>1</sub> )	0.0%
	Factor (a <sub>2</sub> )	0.7%
	Factor (a <sub>3</sub> )	1.2%
	Factor (a <sub>4</sub> )	1.6%
	Factor (a <sub>5</sub> )	2.0%
	Factor (a <sub>6</sub> )	2.4%
Factor (B): Tipo de Aditivo	Factor (b <sub>1</sub> )	Sika Cem
	Factor (b <sub>2</sub> )	Chema Plast
Variables dependientes	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Trabajabilidad- Asentamiento (pulg)	

**Tabla 3**  
*Matriz de diseño de las variables de estudio*

		Niveles del Factor B										
		b <sub>1</sub>					b <sub>2</sub>					
Niveles del Factor A	a <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>						a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>				
	a <sub>2</sub>		a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>						a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>			
	a <sub>3</sub>			a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>						a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>		
	a <sub>4</sub>				a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>						a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	
	a <sub>5</sub>					a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>						a <sub>6</sub> b <sub>2</sub>
	a <sub>6</sub>						a <sub>6</sub> b <sub>1</sub>					

## 2.2. Población y muestra

### Población

De acuerdo a Jwigodski (2010) la población es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado, delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.

En la presente investigación se considerará como población el concreto estructural con aditivo ASTM C494 tipo A.

## Muestra

Según Jwigodski (2010), la muestra es un subconjunto representativo de la población en que se llevará a cabo la investigación. Por otra parte, hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros.

### Determinación de la muestra

La muestra está determinada por la técnica de muestreo no probabilístico. Se empleó la siguiente fórmula para determinar el tamaño de muestra.

$$\text{N}^\circ \text{ Pruebas} = (\# \text{ niveles del factor A} \times \# \text{ niveles del factor B} \times \# \text{ réplicas})$$

### Asentamiento y resistencia a compresión

#### Para 7 días

##### Para Sika Cem

$$\text{Número de pruebas} = 6 \times 1 \times 3 = 18$$

##### Para Chema Plast

$$\text{Número de pruebas} = 5 \times 1 \times 3 = 15$$

El número total de muestras fueron 33.

#### Para 28 días

##### Para Sika Cem

$$\text{Número de pruebas} = 6 \times 1 \times 3 = 18$$

##### Para Chema Plast

$$\text{Número de pruebas} = 5 \times 1 \times 3 = 15$$

El número total de muestras para 7 y 28 días fueron 66.

## 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### Materiales

Se tomó en cuenta que los materiales deben estar libres de impurezas y partículas orgánicas. Los agregados grueso y fino fueron obtenidos de la cantera el Milagro, cuya

selección se realizó recogiendo el agregado aleatoriamente y siempre desde el centro de las rumas sin utilizar algún tipo de instrumento de medición para luego colocarlo en la movilidad de transporte hacia el laboratorio donde se realizarán los ensayos. Asimismo, el cemento utilizado es de la marca de Cemento Pacasmayo tipo I y el agua de la localidad de Trujillo.

Por otra parte, los aditivos plastificantes son los siguientes:

- Aditivo Sika Cem, de la empresa Sika Perú.
- Aditivo Chema Plast, de la empresa Chema.

Para el uso y aplicación de cada aditivo plastificante tipo A, se tomó como guía la norma ASTM C-494 y la ficha técnica que cada uno de estos traen consigo al momento de adquirir.

### **Técnicas de recolección de datos**

Para la técnica de recolección de datos se empleó la observación, porque se busca ver, analizar y ensayar en el laboratorio, según lo señala las normas posteriormente mencionadas:

- La dosificación para la elaboración de las probetas de ensayo se realizó de acuerdo a la NTP 339.033, 2015
- Para la evaluación de la resistencia a la compresión, se ejecutó el método de ensayo de la NTP 339.034, 2015
- Para la evaluación del asentamiento, se ejecutó el método de ensayo de la NTP 339.035, 2009

### **Instrumentos**

Los instrumentos para la recolección de datos que se empleó en la presente investigación será una balanza analítica para determinar el peso de los agregados y las muestras, un termómetro para medir la temperatura de la muestra, cumpliendo con la NTP 339.184 y un horno de laboratorio con una temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  para realizar el ensayo de contenido de humedad. Asimismo, para evaluar la resistencia a la compresión según la NTP 339.034, 2015, se empleó una prensa hidráulica para determinar la resistencia de las probetas ante una

carga axial a los 7 y 28 días. Por otra parte, para la evaluación del asentamiento, según NTP 339.035, 2009, se hizo uso de la cinta métrica para medir el diámetro de la mezcla.

Los instrumentos que se usaron para poder recoger y registrar los datos de la investigación, fueron mediante guías de observación. Para el análisis granulométrico se empleó los formatos adaptados de la ASTM C33/ NTP 400.037, 2014 evidenciados en las Tablas 4 y 5, para agregado fino y grueso respectivamente; asimismo, para el ensayo de peso específico y absorción de agregados se empleó los formatos adaptados de la ASTM C128, evidenciados en las Tablas 6 y 7 para agregado fino y grueso respectivamente; de igual manera, para el contenido de humedad se empleó el formato adaptado de la ASTM C566, reflejado en la Tabla 10, para agregado fino y grueso. Por otra parte, para el ensayo de asentamiento se empleó el formato adaptado de la ASTM C143/ NTP 339.035, 2009, evidenciado en la Tabla 11; por último, para el ensayo de resistencia a la compresión se empleó el formato adaptado de la ASTM C39/ NTP 339.034, 2015, evidenciado en la Tabla 12, con el fin de que todo sea anotado de forma clara y ordenada según indica cada ensayo realizado.

### **Análisis de datos**

Para procesar y analizar los datos obtenidos luego de realizar los ensayos, se ha utilizado Microsoft Office Excel para elaborar las tablas y gráficas que describen los resultados finales de las variables, así como el Software Minitab para el análisis estadístico, determinación de media, mediana, moda, desviación estándar y demás parámetros de estadística descriptiva.

## **2.4. Aspectos Éticos**

Los ensayos de granulometría, humedad, peso específico, asentamiento, % de absorción y resistencia a la compresión, requeridos para comprobar la hipótesis de la presente tesis, fueron realizados en el Laboratorio Geocons S.R.L.

Por otra parte, los factores considerados en la presente investigación son:



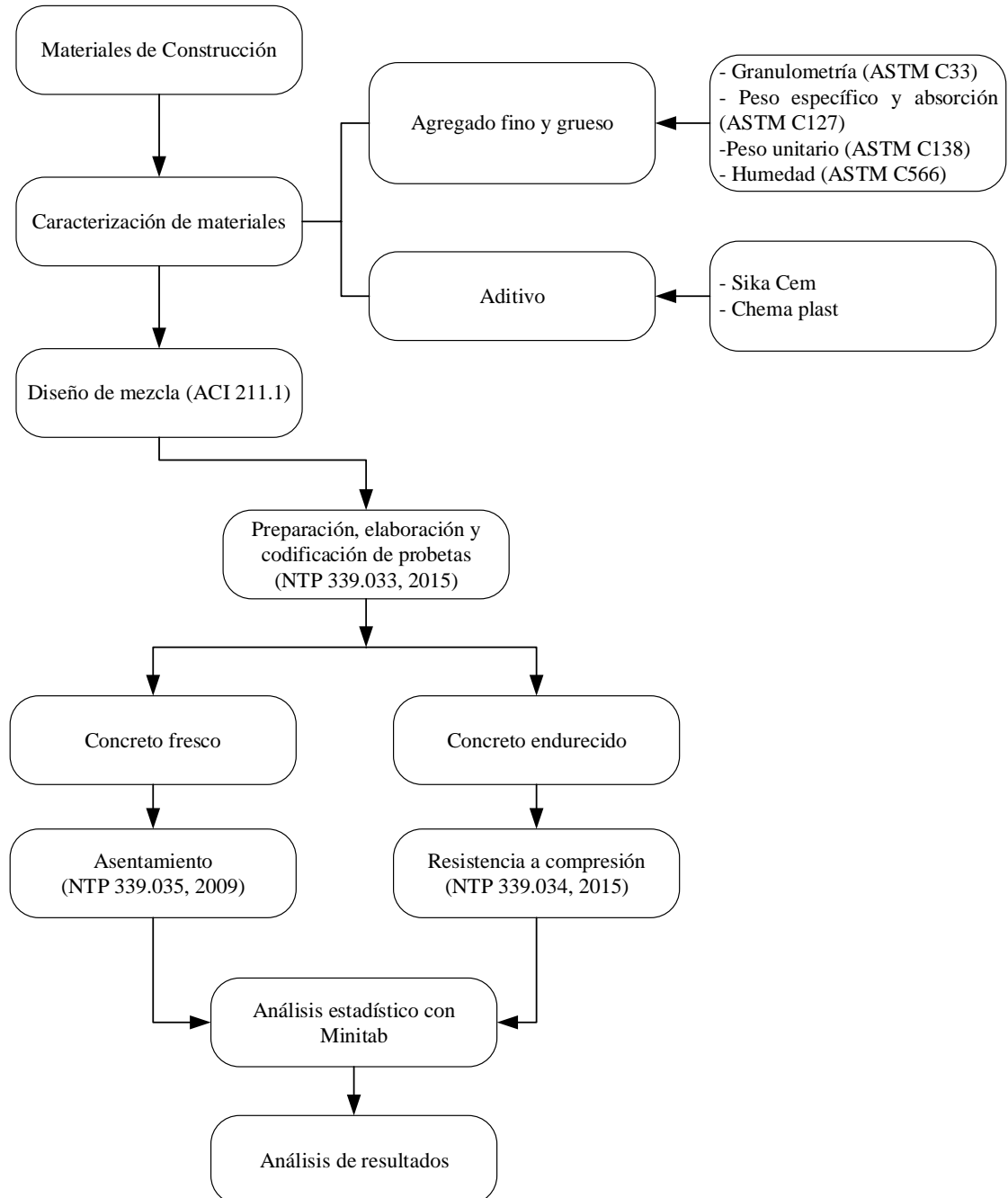
- Valor: La investigación tiene como finalidad mejorar el conocimiento referente a los aditivos químicos ASTM C494 tipo A y su influencia en la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas.

- Validez: Toda información plasmada en la investigación, como la recolección de datos y los resultados de los ensayos en Laboratorio son auténticos, originales y veraces. Asimismo, la información fue citada y referenciada según cada autor.

## 2.5. Procedimiento

En la Figura 7 se muestra el diagrama de flujo del procedimiento de trabajo.

**Figura 7.**  
*Procedimiento de trabajo*



## Ensayos

### **Granulometría (ASTM C33/ NTP 400.037, 2014)**

Para realizar el presente ensayo, se colocaron los agregados en la estufa, a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas para que puedan secarse.

Posteriormente, se limpiaron los tamices para lograr una mejor precisión y pesos adecuados para cada tamiz.

Se pesó cada tamiz sin muestras y se escribió la abertura del tamiz más grande hasta el más pequeño incluyendo la bandeja ciega.

Se colocaron las mallas ordenadamente, en función a su abertura (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, bandeja ciega) y se procedió a pesar la muestra de cada agregado en el juego de tamices.

Luego, se aseguró la tapa y se agitaron los tamices con la muestra durante 5 minutos, considerando que, para agregado grueso se requiere agitar por 5 minutos en el tamizador, mientras que, para el fino, 10 minutos.

Seguidamente, se quitó la tapa y se pesaron las mallas para obtener las cantidades retenidas en cada una de estas:

$$PR = M - m \quad (1)$$

Donde:

*PR: Peso retenido*

*M: Masa de la malla + muestra*

*m: Masa de la malla*

Asimismo, se determinó el análisis granulométrico, para el cual, se tomó el material retenido en cada tamiz (PMR), se pesó y este fue el peso retenido el cual se expresó en

porcentaje (% de peso retenido), al dividirlo entre el peso total de la muestra (PTM) y se representó mediante:

$$\%PR = \frac{\text{Peso Material Retenido}}{\text{Peso Total de la Muestra}} \times 100 \quad (2)$$

Se debe tener en cuenta que, el porcentaje de peso retenido acumulado 1 es igual al porcentaje de peso retenido 1. El porcentaje de peso retenido acumulado 2 es igual al porcentaje de peso retenido 2 más el porcentaje de peso retenido acumulado 1 (%PRA 1) y así sucesivamente para los siguientes porcentajes de pesos retenidos acumulados.

El porcentaje de peso que pasa será igual a 100 menos el porcentaje peso retenido acumulado para cada uno.

Por último, respecto al módulo de finura, esta se calculó con la siguiente ecuación:

$$MF = \frac{\sum \%PRA \text{ hasta la malla } 100}{100} \quad (3)$$

Para ingresar los resultados del ensayo granulométrico del agregado fino y grueso, se usarán los siguientes formatos:

**Tabla 4.**  
*Formato para ensayo granulométrico de agregado fino*

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	NTP 400.037 (Mínimo/Máximo)
3"	76.200					
2"	50.800					
1 ½"	38.100					
1"	25.400					
¾"	19.050					
½"	12.700					
3/8"	9.525					
N ° 4	4.760					
N ° 8	2.360					
N ° 10	2.000					
N ° 16	1.190					
N ° 20	0.850					
N ° 30	0.590					
N ° 40	0.420					
N ° 50	0.300					
N ° 60	0.250					
N ° 100	0.150					
N ° 200	0.075					
Fondo						
Fracción						
Total						

**Tabla 5.**  
*Formato para ensayo granulométrico de agregado grueso*

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	NTP 400.037 (Mínimo/Máximo)
3"	76.200					
2"	50.800					
1 ½"	38.100					
1"	25.400					
¾"	19.050					
½"	12.700					
3/8"	9.525					
N ° 4	4.760					
N ° 8	2.360					
N ° 10	2.000					
N ° 16	1.190					
N ° 20	0.850					
N ° 30	0.590					
N ° 40	0.420					
N ° 50	0.300					
N ° 60	0.250					
N ° 100	0.150					
Fondo						
FRACCIÓN						
TOTAL						

### **Peso específico y absorción de agregados (ASTM C128)**

Se realizó el ensayo según la norma ASTM C128, para determinar el peso específico y absorción.

### **Agregado Fino**

Se colocó nuestro agregado en el tamiz N°4 y zarandé hasta que pase el material más fino a través de este tamiz. Se pesó el recipiente donde se colocó la muestra total de agregado que se utilizó.

Luego se agregó agua al agregado fino y se dejó reposar 24 horas, pasado éste periodo de tiempo se procedió a separar el agua de la muestra cuidadosamente para evitar pérdidas de la misma. Posteriormente, se colocó la muestra sobre una bandeja, extendiéndola para secar las superficies de las partículas del agregado haciendo uso de una cocina eléctrica. Se pesó la fiola más el agua hasta su nivel marcado (B). Se aplicó la prueba del cono llenándolo de agregado y dándole 25 golpes cada tres capas, luego se retiró el molde para ver su desmoronamiento superficial hasta obtener un tercio de la altura del montículo. Se introdujo en la fiola la muestra de agregado y se llenó de agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm<sup>3</sup>, para eliminar el aire acumulado(C) se rodó la fiola cuidadosamente. Se retiró el agua de la muestra y luego se procedió a secarla(S). Esta muestra se coloca en el horno por 24 horas a una temperatura de 110°C ± 5°C para luego pesarla, obteniendo el peso de la muestra seca (A).

Para obtener el peso específico de masa saturado superficialmente seco (P.s.s.s), se aplicó la siguiente fórmula:

$$P. s. s. s = \frac{A}{B + S - C} \quad (4)$$

Para el porcentaje de absorción (P.A) se utilizó la expresión mostrada a continuación:

$$P. A. = \frac{S - A}{A} \quad (5)$$

Para registrar los resultados del ensayo de peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino, se utilizará el siguiente formato:

**Tabla 6.**  
*Formato para ensayo peso específico y absorción del agregado fino*

Tipo de Agregado: Fino	Norma: ASTM C128					
	Símbolo	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	Promedio	Unidad
Peso picnómetro más agua aforado	A					g
Peso de la muestra seca al horno	B					g
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	C					g
Peso picnómetro + agua + muestra aforado	D					g
Peso específico sobre base seca $B/(C-(D-A))$						g
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca $C/(C-(D-A))$						g
Peso específico aparente $B/(B-(D-A))$						g
Porcentaje de absorción = $((C-B) * 100) / B$	P.A.					%

### Agregado Grueso

Según la norma ASTM C127, el ensayo determina el peso específico seco, saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso.

Para ello, se seleccionó el agregado grueso por cuarteo, colocando este en el tamiz N°4, se zarandó y todo lo que quedó se seleccionó para el ensayo, se pesó el recipiente donde se colocó el material, luego se lavó la muestra hasta eliminar todo el polvo y se colocó en su recipiente con agua para que se humedezca por 24 horas. Pasado este tiempo se sacó la muestra y se secó esta sobre una tela hasta eliminar el agua de su superficie.

Dicha muestra seca se pesó y se obtuvo el peso superficialmente seco (B). Se taró la canastilla en la balanza mecánica para luego colocar el material dentro de ella y así hallar el peso sumergido (C). A este peso sumergido se ingresó al horno con una temperatura de 110°C ± 5°C, por 24 horas.

Finalmente, después de las 24 horas, se sacó la muestra del horno y se dejó enfriar para obtener el peso de muestra seca, el cual es: Peso muestra seca + recipiente (A).

Para obtener el Peso específico de la piedra, se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{B - C} \times 100 \quad (6)$$

Y, para hallar el porcentaje de absorción:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{B - A}{A} \times 100 \quad (7)$$

Los resultados de ambos ensayos del agregado grueso se registrarán en el formato siguiente:

**Tabla 7.**

*Formato para ensayo peso específico y absorción del agregado grueso*

<b>Tipo de Agregado: Grueso</b>	<b>Norma: ASTM C128</b>					
<b>Descripción</b>	Símbolo	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	Promedio	Unidad
<b>Peso del material saturado superficialmente seco (en aire)</b>	A					g
<b>Peso del material saturado superficialmente seco (en agua)</b>	B					g
<b>Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B</b>	C					cm <sup>3</sup>
<b>Peso picnómetro + agua + Peso material seco en estufa (105°C)</b>	D					g
<b>Volumen de masa = C-(A-D)</b>						cm <sup>3</sup>
<b>Pe bulk (Base seca) = D/C</b>						g
<b>Pe bulk (Base saturada) = A/C</b>						g
<b>Pe Aparente (Base seca) = D/E</b>						
<b>Porcentaje de absorción = ((A-D)/ D*100)</b>	P.A.					%

### **Peso unitario (ASTMC 138)**

En la norma ASTM C29 este ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado, el cual se lleva a cabo con el siguiente procedimiento:

Para determinar el peso unitario suelto seco, primero se pesó el molde cilíndrico (P1), luego se colocó de manera helicoidal el agregado en el molde hasta el punto de derrame, posteriormente se niveló la superficie con una varilla de acero. Se pesó el molde cilíndrico con



el agregado suelto dentro de él, obteniendo un nuevo peso (P<sub>2</sub>) y finalmente se calculó el volumen del molde cilíndrico (V<sub>m</sub>) con los resultados obtenidos anteriormente. Para obtener el P.U.S.S, se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Peso unitario suelto seco} = \frac{P_1 - P_2}{V_m}$$

Por otro lado, para el peso unitario compactado seco (P.U.C.S), se pesó el molde cilíndrico (P<sub>1</sub>), luego se colocó el agregado en el molde hasta 1/3 de su capacidad y con una varilla de diámetro de 5/8” se procedió a dar 25 golpes de manera helicoidal y golpear con el martillo de goma 15 veces alrededor del molde. Luego se colocó agregado hasta los 2/3 de la capacidad del molde, se compactó 25 veces de forma helicoidal y se golpeó 15 veces con el martillo de goma y al final se colocó más agregado hasta que desborde, se ejecutó el mismo procedimiento de compactación y se niveló la capa superficial del agregado usando la varilla. Finalmente se determinó la masa del molde más el agregado compactado dentro de él, obteniendo un (P<sub>3</sub>) y el volumen del molde cilíndrico. Para obtener el P.U.C.S, se usó la siguiente formula:

$$\text{Peso unitario compactado seco} = \frac{P_3 - P_1}{V_m} \quad (9)$$

Los formatos para los resultados del ensayo de peso unitario del agregado fino y grueso serán colocados en las tablas N° 8 Y N° 9.

**Tabla 8.**  
*Formato de peso unitario para agregado fino*

PESO UNITARIO SUELTO				
DESCRIPCIÓN	Und	IDENTIFICACIÓN		
		1	2	3
<b>Peso del recipiente + muestra</b>	g			
<b>Peso del recipiente</b>	g			

<b>Peso de la muestra</b>	g			
<b>Volumen</b>	cm <sup>3</sup>			
<b>Peso unitario suelto</b>	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>Peso unitario suelto promedio</b>	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Und	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
		1	2	3
<b>Peso del recipiente + muestra</b>	g			
<b>Peso del recipiente</b>	g			
<b>Peso de la muestra</b>	g			
<b>Volumen</b>	cm <sup>3</sup>			
<b>Peso unitario compactado</b>	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>Peso unitario compactado promedio</b>	Kg/m <sup>3</sup>			

**Tabla 9.**
*Formato de peso unitario para agregado grueso*

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Und	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
		1	2	3
<b>Peso del recipiente + muestra</b>	g			
<b>Peso del recipiente</b>	g			
<b>Peso de la muestra</b>	g			
<b>Volumen</b>	cm <sup>3</sup>			
<b>Peso unitario suelto</b>	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>Peso unitario suelto promedio</b>	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Und	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
		1	2	3
<b>Peso del recipiente + muestra</b>	g			
<b>Peso del recipiente</b>	g			
<b>Peso de la muestra</b>	g			
<b>Volumen</b>	cm <sup>3</sup>			
<b>Peso unitario compactado</b>	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>Peso unitario compactado promedio</b>	Kg/m <sup>3</sup>			

**Contenido de humedad (ASTM C566)**

En el presente ensayo se determina el porcentaje de total de humedad evaporable en las muestras de agregado fino o grueso. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado.

Para ello, se tomaron muestras pequeñas de los agregados y luego estas fueron colocadas en sus respectivos recipientes. En primer lugar, se pesaron los moldes metálicos (A), para luego colocar la muestra húmeda dentro de estos, y así obtener los pesos de los moldes más su muestra húmeda correspondientes (B). Posteriormente se procedió a colocar los moldes metálicos más las muestras de los agregados húmedos dentro de un horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas, pasado este tiempo se sacaron del horno los moldes metálicos con las muestras de los agregados, y así se procedió a pesar los moldes con sus respectivas muestras secas (C).

Finalmente, se obtuvo el contenido de humedad en porcentaje (H), tal como se muestra a continuación:

$$\%H = \frac{(B - A) - (C - A)}{C - A} \times 100 \quad (10)$$

Los resultados del ensayo de contenido de humedad de los agregados serán registrados en el siguiente formato:

**Tabla 10.**

*Formato para ensayo contenido de humedad de agregado fino y grueso*

Muestra	Descripción	Símbolo	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	Unidad
Agregado fino	Peso del molde	A				g
	Peso del molde muestra húmeda	B				g
	Peso del molde + muestra seca	C				g
	Contenido de humedad	H				%
	Promedio					%
Agregado grueso	Peso del molde	A				g
	Peso del molde + muestra	B				g
	Peso del molde + muestra seca	C				g
	Contenido de humedad	H				%
	Promedio					%

### Asentamiento (ASTM C143/ NTP 339.035, 2009)

Para este ensayo, primero se humedece el cono de Abrams y el piso o placa base, luego se apoya firmemente el cono sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos de este. Posteriormente se llena el cono en tres capas de igual volumen, la primera a una profundidad de 70 mm, la segunda a 160 mm y la tercera hasta el borde superior del molde.

Después de ello, se procede a compactar cada capa dándole 25 penetraciones con la varilla de 5/8", distribuyendo las penetraciones en toda la superficie y así continuando progresivamente en forma de espiral hacia el centro de la primera capa, de la misma manera se compacta la segunda y tercera. Luego se enrasa la parte superior del cono, rodando la varilla de compactación sin girar y de un solo movimiento. Inmediatamente, se procede a medir con una precisión de ¼ de pulgada el asentamiento que es la altura desde la parte superior de la mezcla hasta la parte inferior de la varilla.

Cabe resaltar que la duración de este ensayo completo no debe durar más de 2.5 minutos. Los datos de asentamiento para las diferentes marcas de aditivos y dosificaciones irán en el formato siguiente:

**Tabla 11.**  
 Formato para ensayo de asentamiento

Marca de aditivo	Código de probeta	Dosificación de aditivo	Asentamiento (plg)	Promedio (plg)	Desv. Est
------------------	-------------------	-------------------------	--------------------	----------------	-----------

-	Patrón	0			
Sika Cem	A-1	0.70%			
	A-2	1.20%			
	A-3	1.60%			
	A-4	2.00%			
	A-5	2.40%			
Chema plast	B-1	0.70%			
	B-2	1.20%			
	B-3	1.60%			
	B-4	2.00%			
	B-5	2.40%			

**Resistencia a la compresión (ASTM C39/ NTP 339.034, 2015)**

Este ensayo se realiza para determinar si la mezcla del concreto realizada cumple con los requerimientos de la resistencia especificada.

Para ello, se retiran las probetas cilíndricas del sistema de curado donde estuvieron 28 días, posteriormente, se deja secar por unos minutos, se toman las medidas de diámetro y altura en diferentes posiciones para obtener el promedio de cada medida.

Asimismo, se colocan las probetas estando lisas sobre el bloque inferior de apoyo del equipo de compresión, luego se registra la carga máxima, el tipo de rotura y las dimensiones de la probeta en la pantalla digital de la prensa hidráulica, se procede con el ensayo a compresión accionando las válvulas de cierre para la máquina de flexión y abriendo la válvula para la máquina a compresión, se registran las fuerzas y la resistencia del ensayo a compresión de la probeta y se comparan los datos con las otras probetas que tienen otras proporciones en sus componentes de preparación.

Los valores obtenidos de la resistencia a compresión, para las diferentes marcas de aditivo se colocan en el siguiente formato:

**Tabla 12.**  
*Formato para ensayo de resistencia a la compresión*

Marca de aditivo	Código de probeta	Dosis Aditivo	Fuerza (KN)	Resistencia compresión (MPa)	Resistencia compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
-	Patrón	0				
Sika Cem	A-1	0.70%				

	A-2	1.20%				
	A-3	1.60%				
	A-4	2.00%				
	A-5	2.40%				
Chema plast	B-1	0.70%				
	B-2	1.20%				
	B-3	1.60%				
	B-4	2.00%				
B-5	2.40%					

## Matriz de consistencia

**Tabla 13**

Matriz de consistencia

PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN - MUESTRA
¿En qué medida los aditivos químicos ASTM C494 tipo A influyen en la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas Trujillo, 2022?	Los aditivos químicos ASTM C494 tipo A incrementan significativamente la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas Trujillo, 2022.	<p><b>GENERAL:</b> Determinar en qué medida los aditivos químicos ASTM C494 tipo A influyen en la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas Trujillo, 2022.</p> <p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Determinar los porcentajes óptimos de los aditivos químicos ASTM C494 tipo A de las diferentes marcas sobre la resistencia a compresión del concreto estructural a la edad de 28 días.</li> <li>– Analizar la resistencia a la compresión de las muestras con aditivo de 0%, 0.7%, 1.2%, 1.6%, 2% y 2.4% respecto a la muestra patrón sin aditivo.</li> <li>– Determinar la dosis óptima de aditivo químico ASTM C494 tipo A que garantice la trabajabilidad de la mezcla sin afectar su resistencia.</li> <li>– Evaluar la parte estadística del asentamiento y resistencia a la compresión con el software Minitab (Análisis de Varianza).</li> </ul>	<p><b>VI:</b> Aditivos químicos ASTM C494 tipo A</p> <p><b>VD:</b> Trabajabilidad y resistencia</p>	<p>El tipo de investigación por la orientación es cuantitativa, pues analiza hechos objetivos existentes y sometidos a leyes y patrones generales, asimismo, están orientados a procedimientos experimentales, por otra parte, según el diseño es experimental bifactorial, en el cual un grupo de individuos o conglomerado, son divididos en forma aleatoria en grupos de estudio, control y son analizados con respecto a un factor o medida que el investigador introduce para estudiar y evaluar.</p>	<p><b>POBLACIÓN</b> La población está conformada por el concreto estructural con aditivo químico ASTM C494 tipo A.</p> <p><b>MUESTRA</b> La muestra está conformada por 66 probetas con aditivos al 0%, 0.7%, 1.2%, 1.6%, 2% y 2.4% y con el tipo de aditivo plastificante: Sika Cem y Chema Plast a los 7 y 28 días.</p>



## Matriz Operacional

**Tabla 14**  
*Matriz Operacional*

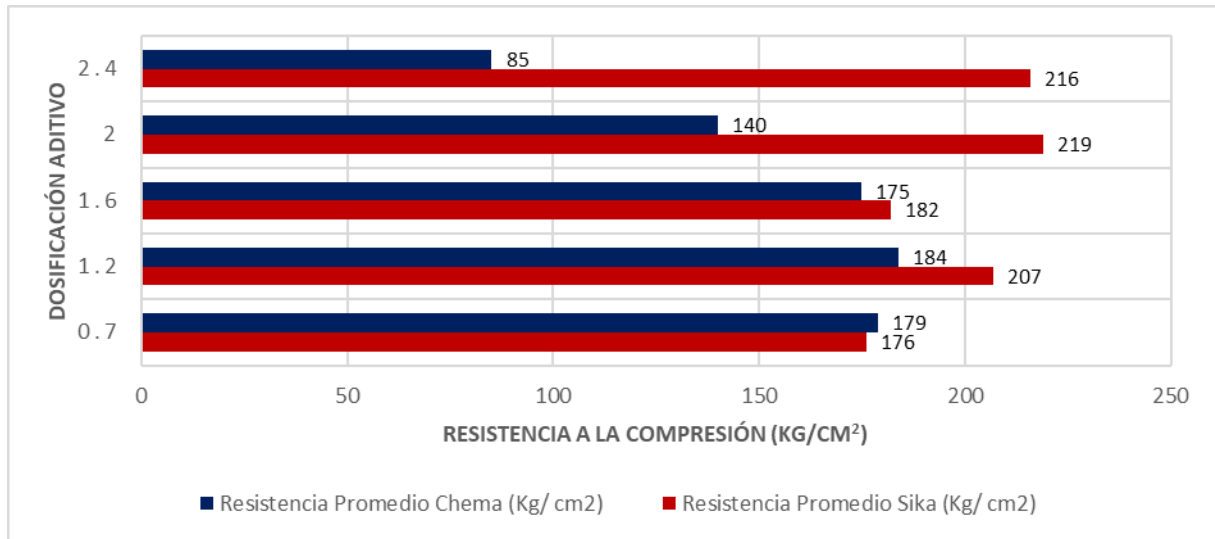
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
VI: Aditivos químicos ASTM C 494 tipo A	Los aditivos reductores de agua son sustancias que se añaden para alterar las propiedades físicas de un material, ya sea líquidos con baja volatilidad o de sólidos. Disminuyen la atracción entre las cadenas de polímeros para hacerlas más flexibles.	Es un aditivo que, sin modificar la consistencia, reduce el contenido de agua del concreto, incrementando la trabajabilidad del concreto, retrasando brevemente el tiempo de fraguado, y aumentando la resistencia a la compresión (Laskar, Bhattacharjee, 2013)	Aditivo ASTM C494 tipo A: reductor de agua	Plastificante (0.7%-2.4%)	Razón
VD: Trabajabilidad y resistencia	La trabajabilidad es la capacidad de un material para ser manipulado.  Según la RAE, la resistencia es la capacidad para resistir.	Es la capacidad que el concreto tiene para ser colocado y compactado apropiadamente sin que se produzca segregación alguna, está representado por la facilidad a la compactación, como también el mantenerse como una masa estable, deformarse continuamente sin romperse y fluir o llenar espacios vacíos alrededor de los elementos que absorbe. (Terreros y Carvajal, 2016).  La resistencia es la capacidad del concreto a resistir un fenómeno de aplastamiento que se ve comúnmente en todos los materiales que se utilizan para la elaboración de estructuras de todo tipo (Hernández, Gómez, Contreras y Padilla, 2018).	Trabajabilidad  Resistencia a la compresión (Tabla 12)	Asentamiento  Granulometría  Peso específico Porcentaje de absorción Contenido de humedad	Razón (Tabla 11)  Razón (Tabla 4 y 5)  Razón (Tabla 6 y 7) Razón (Tabla 6 y 7)  Razón (Tabla 10)

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### Resistencia a la compresión de las muestras según dosis y tipo de aditivo

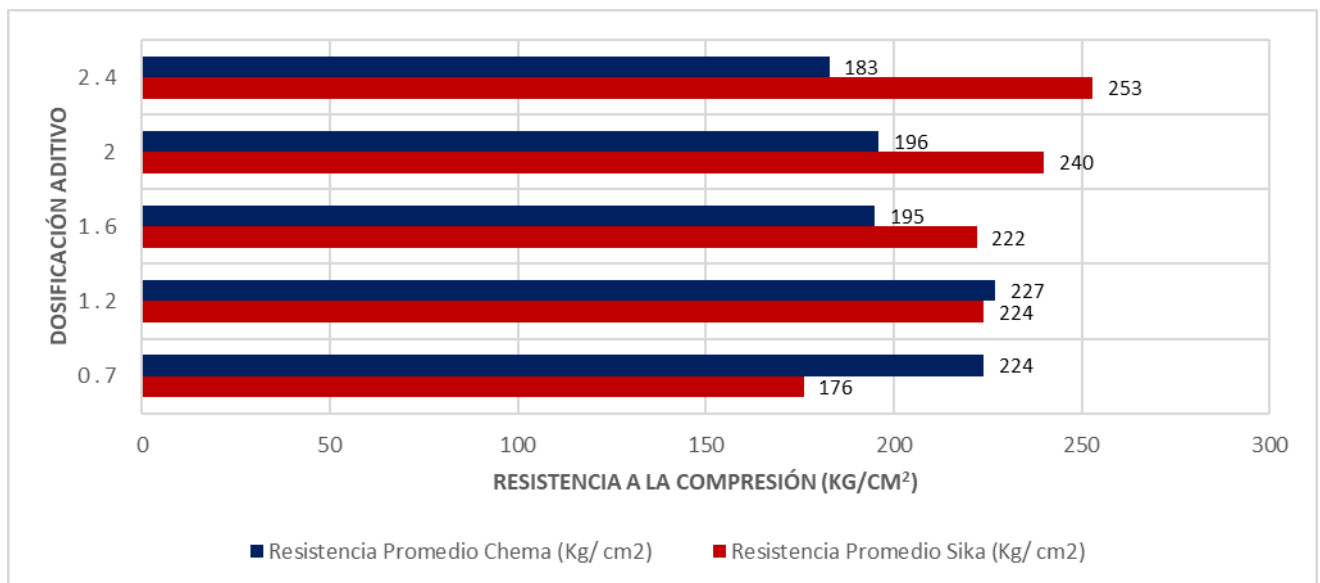
En la Figura 8 se presentan los resultados de la resistencia a la compresión de los aditivos Chema y Sika a los 7 días.

**Figura 8.**  
*Resistencia a la compresión en ambos aditivos a los 7 días*



En la Figura 9 se presentan los resultados de la resistencia a la compresión de los aditivos Chema y Sika a los 28 días.

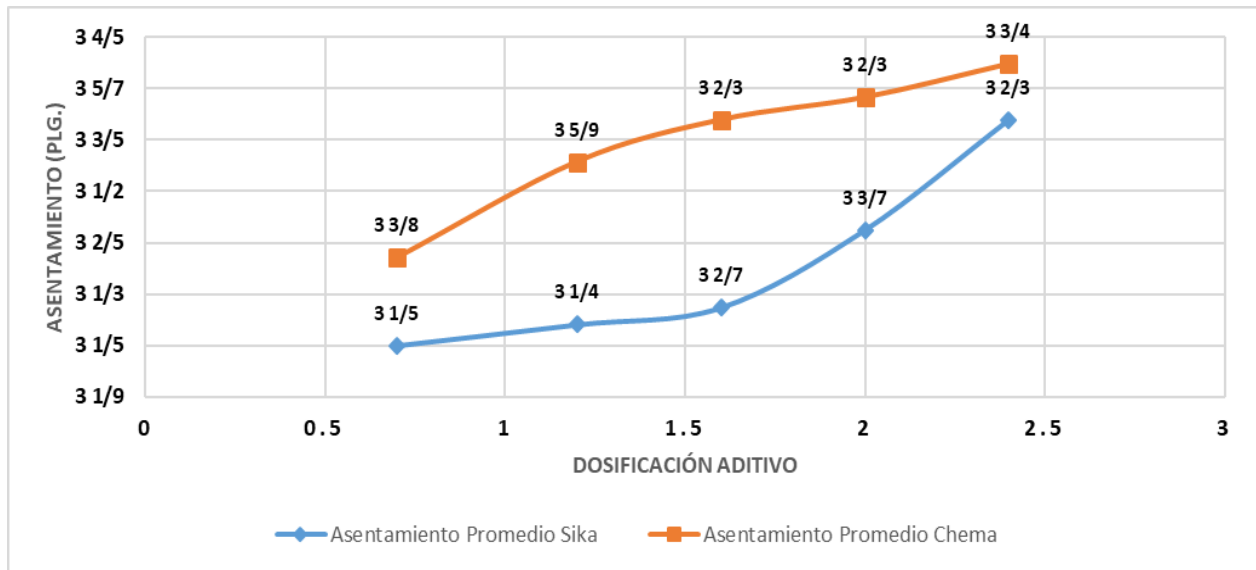
**Figura 9.**  
*Resistencia a la compresión en ambos aditivos a los 28 días*



### Trabajabilidad de la muestra según dosis y marca de aditivo

En la Figura 10 se presentan los resultados de asentamiento según la dosis establecida correspondiente a los aditivos Chema y Sika.

**Figura 10.**  
*Asentamiento según dosificaciones de aditivo*



### Análisis estadístico del asentamiento y resistencia a la compresión

En las Tablas 15 y 16 se presentan los análisis estadísticos del asentamiento y resistencia a la compresión en ambos aditivos.

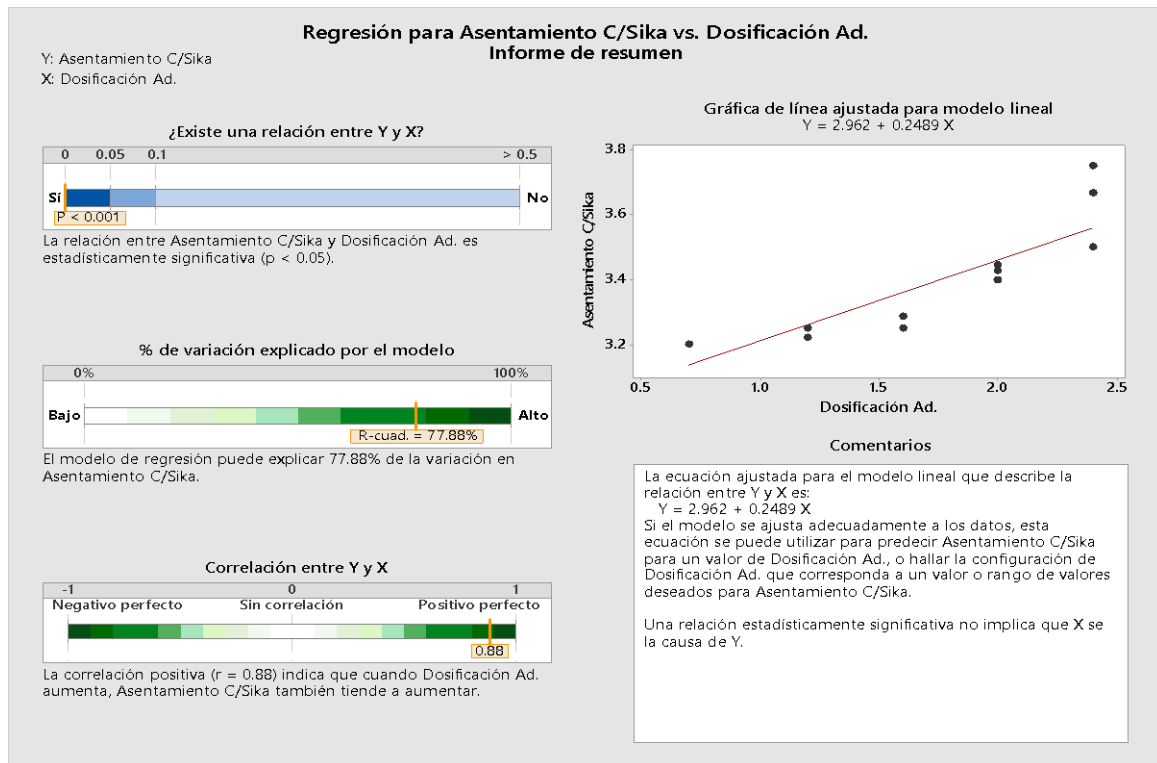
**Tabla 15**  
*Análisis estadístico descriptivo del asentamiento en ambos aditivos*

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
Asentamiento C/Sika	15	3.356	0.174	0.0301	5.17	3.200	3.286	3.750
Asentamiento C/Chema	15	3.600	0.161	0.0260	4.48	3.111	3.625	3.778

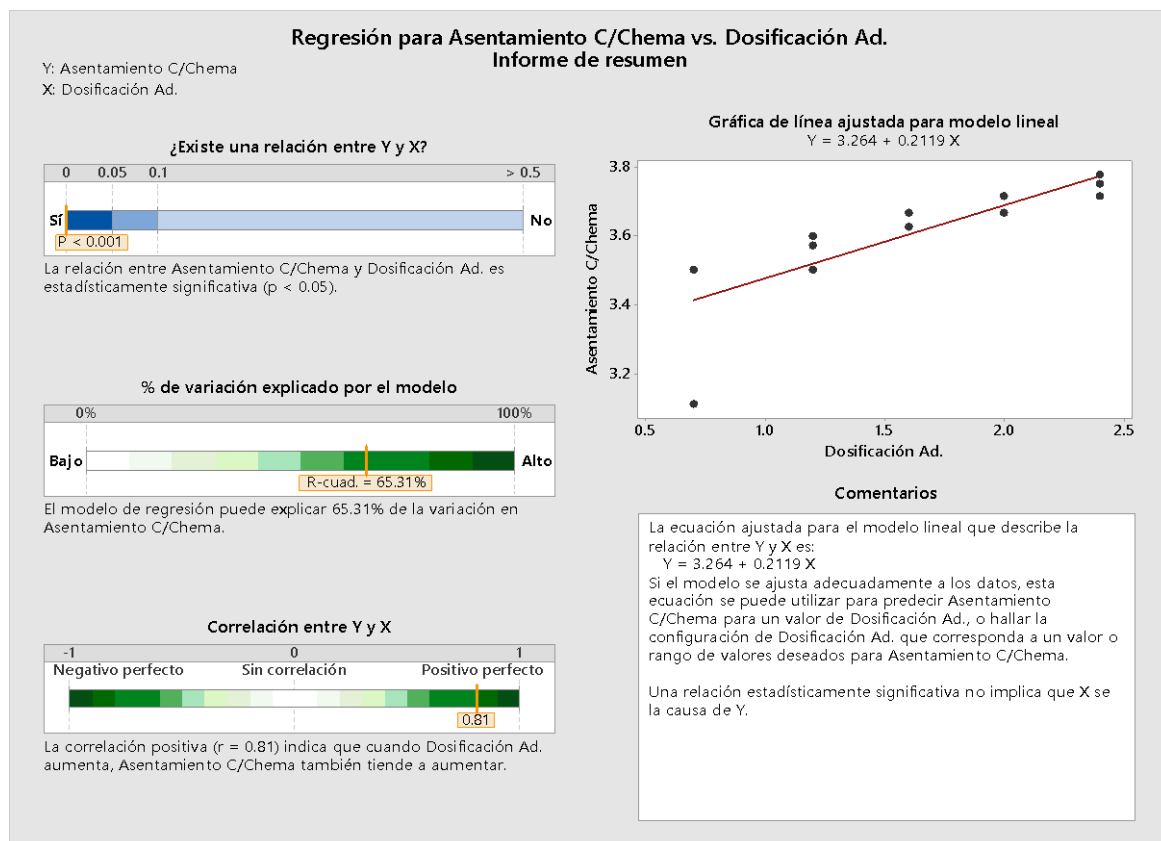
**Tabla 16**  
*Desviación estándar del asentamiento en ambos aditivos*

Marca de aditivo	Código de probeta	Dosificación de aditivo	Asentamiento (plg)	Desv. Est
Sika Cem	Patrón	0	3 1/9	0.02
			3 1/8	
			3 1/7	
	A-1	0.70%	3 1/5	0.00
			3 1/5	
			3 1/5	
	A-2	1.20%	3 2/9	0.02
			3 1/4	
			3 1/4	
	A-3	1.60%	3 1/4	0.02
			3 2/7	
			3 2/7	
	A-4	2.00%	3 2/5	0.02
			3 3/7	
			3 4/9	
A-5	2.40%	3 1/2	0.13	
		3 2/3		
		3 3/4		
Chema Plast	B-1	0.70%	3 1/9	0.22
			3 1/2	
			3 1/2	
	B-2	1.20%	3 1/2	0.05
			3 4/7	
			3 3/5	
	B-3	1.60%	3 5/8	0.02
			3 5/8	
			3 2/3	
	B-4	2.00%	3 2/3	0.03
			3 2/3	
			3 5/7	
	B-5	2.40%	3 5/7	0.03
			3 3/4	
			3 7/9	
Desviación estándar total promedio				<b>0.05</b>

**Figura 11.**  
Análisis estadístico para asentamiento con Sika en Minitab



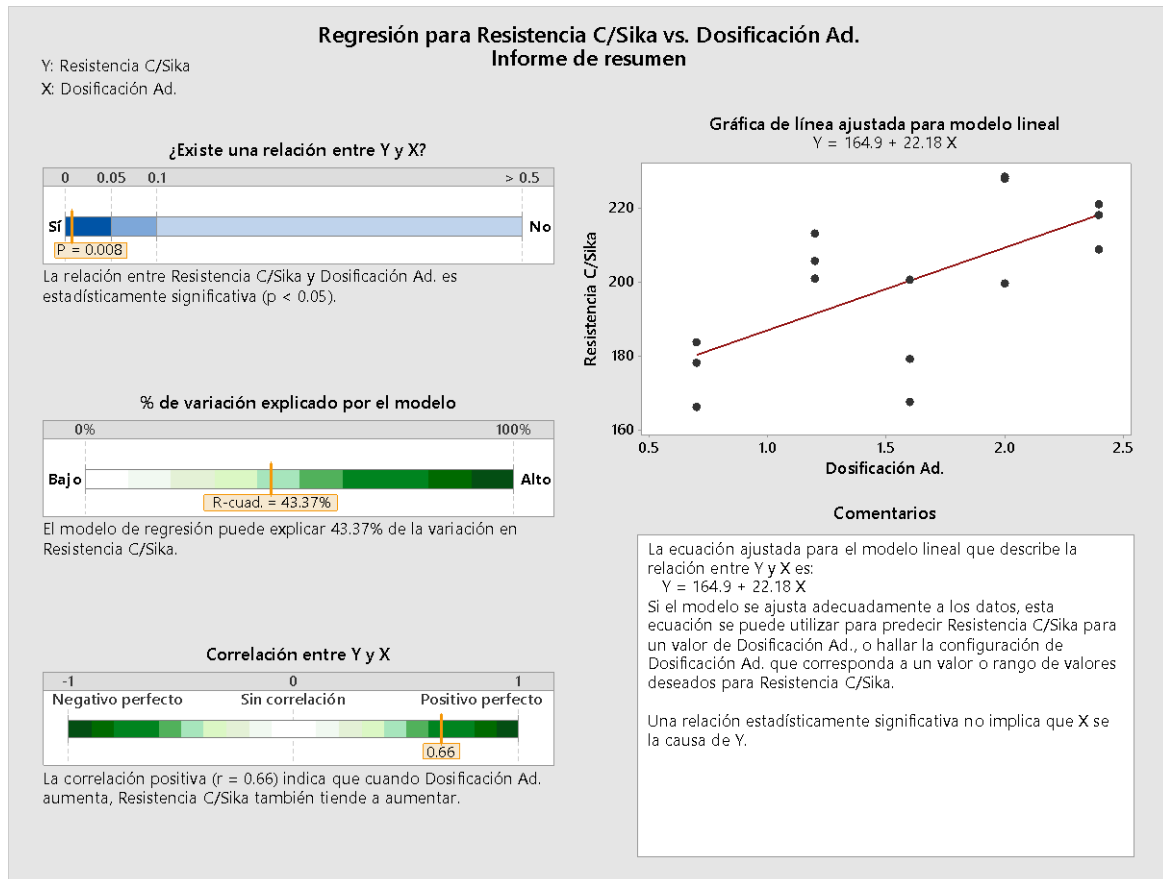
**Figura 12.**  
Análisis estadístico para asentamiento con Chema en Minitab



**Tabla 17.**  
Análisis estadístico de resistencia en ambos aditivos a los 7 días

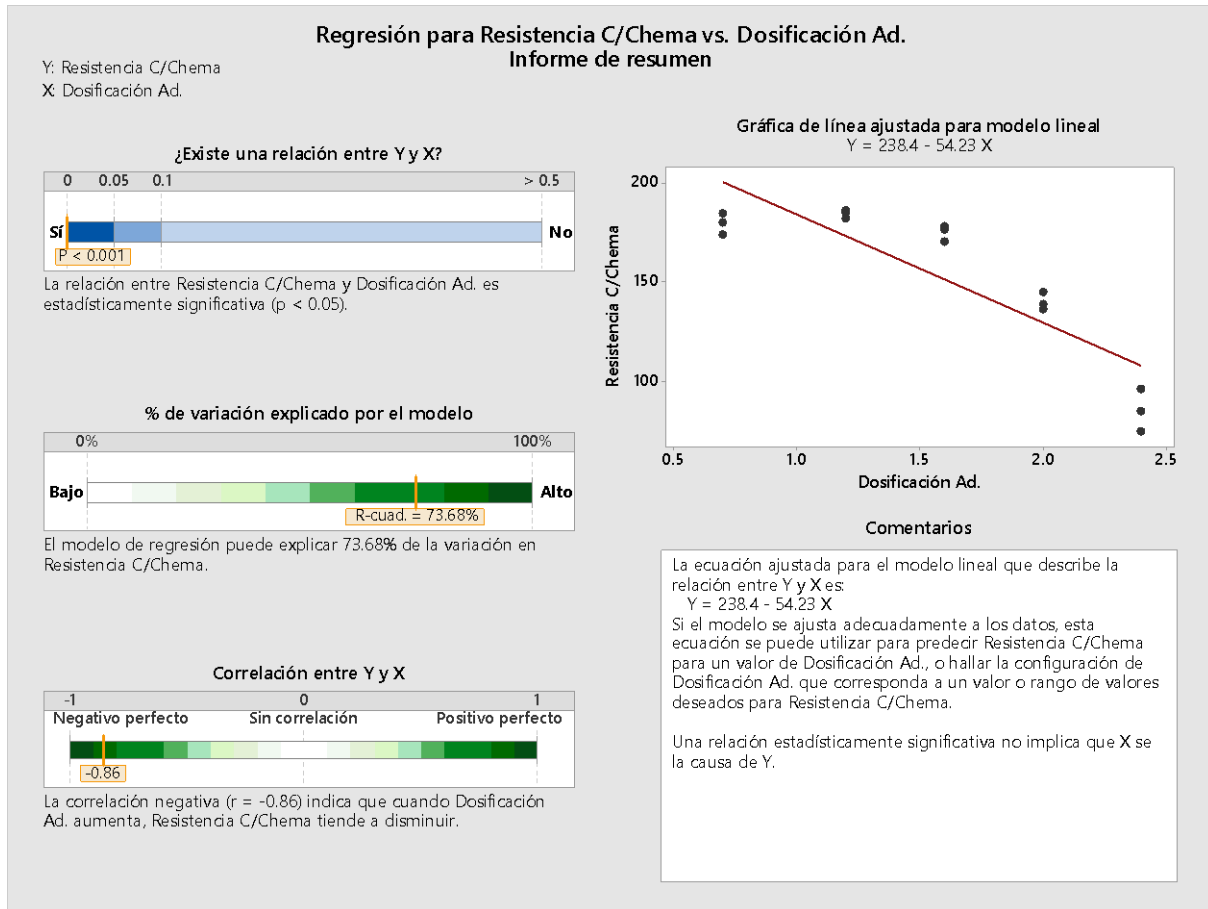
Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
Resistencia c/Sika	15	199.92	20.73	429.56	10.37	166.29	200.92	228.42
Resistencia C/Chema	15	152.70	38.90	1512.3	25.46	74.60	173.90	186.30

**Figura 13.**  
Análisis estadístico de resistencia con Sika a los 7 días en Minitab



**Figura 14.**

*Análisis estadístico de resistencia con Chema Plast a los 7 días en Minitab*

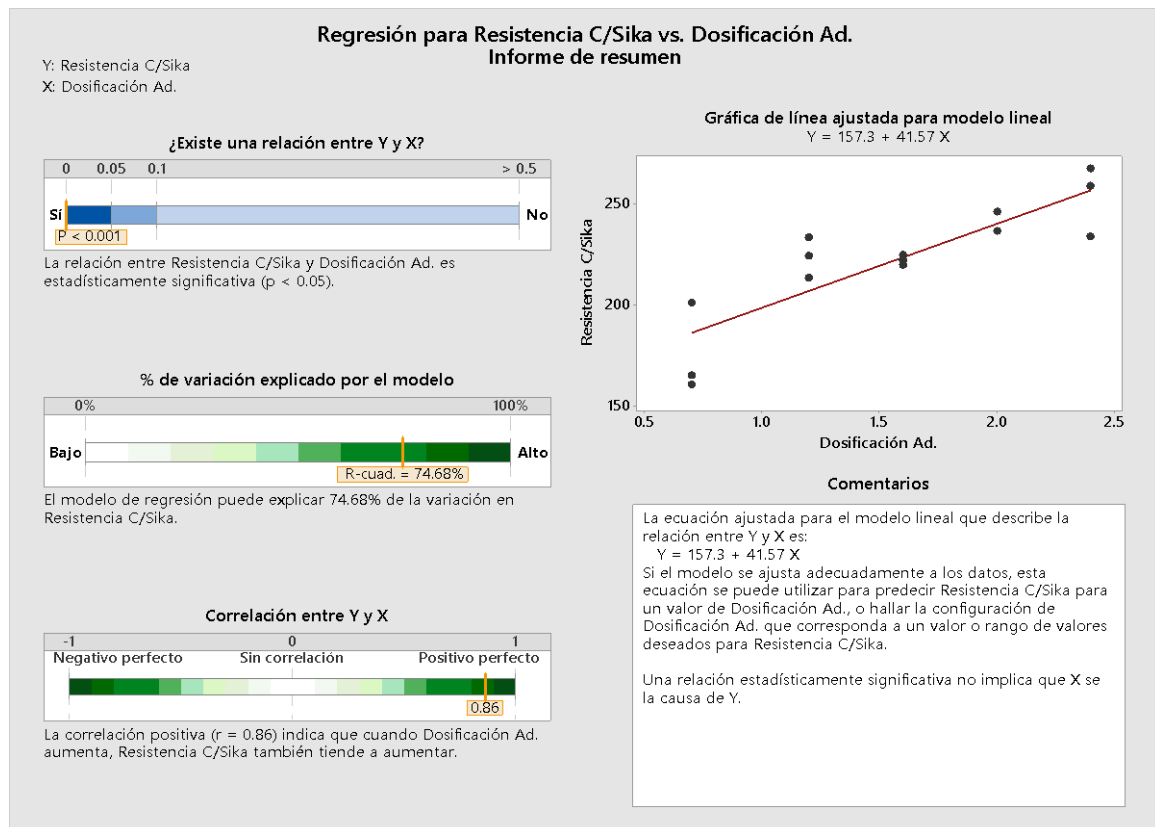


**Tabla 18.**

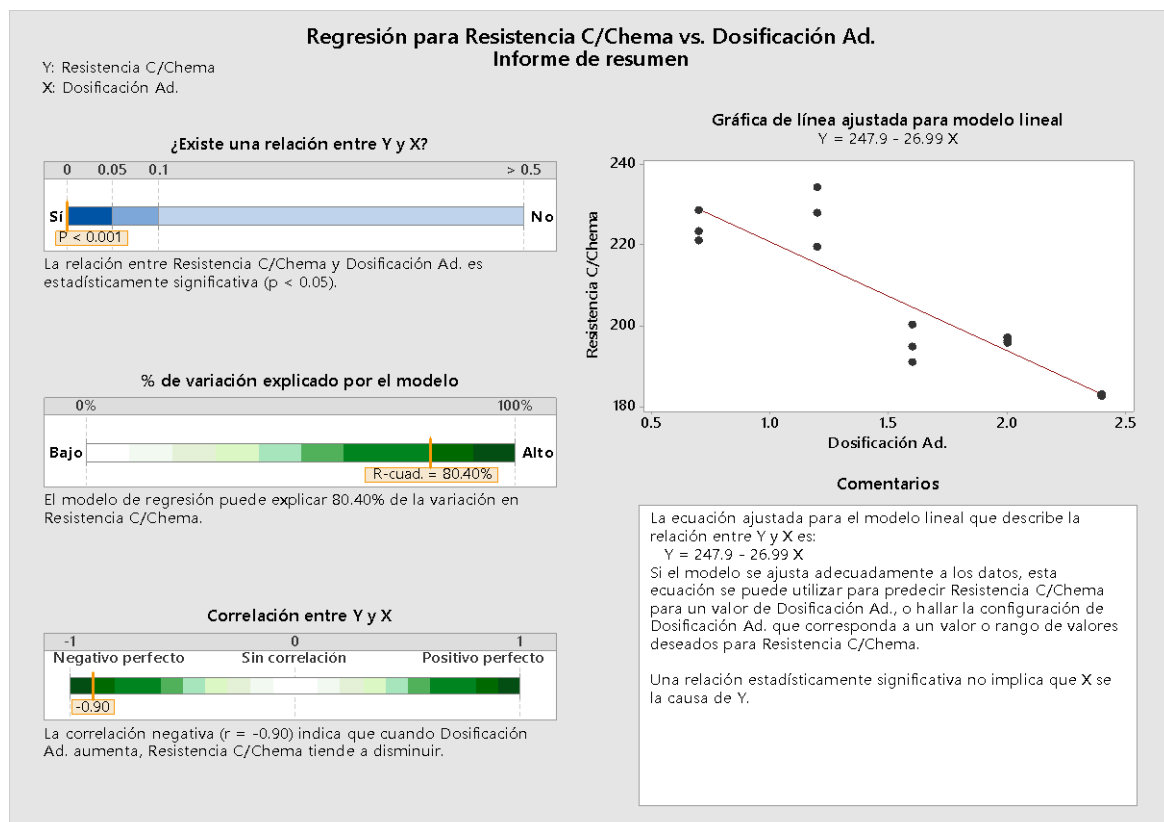
*Análisis estadístico de resistencia en ambos aditivos a los 28 días*

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
Resistencia c/Sika	15	222.99	29.61	876.60	13.28	160.43	224.85	267.63
Resistencia C/Chema	15	205.28	18.53	343.28	9.03	182.58	197.10	234.40

**Figura 15.**  
Análisis estadístico de resistencia con Sika los 28 días en Minitab



**Figura 16.**  
Análisis estadístico de resistencia con Chema Plast los 28 días en Minitab





## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la presente investigación experimental, se realizó un diseño bifactorial de 2 variables independientes, para determinar los porcentajes de los aditivos químicos reductores de agua, relacionado con el primer objetivo específico, determinando el porcentaje de aditivo plastificantes con diferentes dosis de 0.7%, 1.2%, 1.6%, 2.0% y 2.4% y el tipo de aditivo plastificante tipo A con 2 niveles: Sika Cem y Chema Plast, para lo cual se empleó una relación a/c de 0.56, realizando un diseño de mezcla para el concreto para una  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , concluyendo que, el porcentaje óptimo del aditivo Chema es de 0.7%, pues a los 28 días se obtuvo una resistencia a la compresión de  $224 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que, en el caso del aditivo Sika, la dosis óptima es de 1.2%, obteniendo a los 28 días, una resistencia a la compresión de  $224 \text{ kg/cm}^2$ . Por su parte, Vergara (2018) realizó una investigación experimental con un diseño bifactorial de 2 variables independientes, el porcentaje de aditivo plastificantes con diferentes dosis de 0.4%, 0.8%, 1.2%, 1.6%, 2.0% y 2.4% y el tipo de aditivo plastificante tipo A con 3 niveles: Sika Plastiment HE 98, Chema Plast y Euco WR 91, para la cual hizo uso del agregado grueso de TMN 1/2", arena gruesa con módulo de finura de 2.9, cemento tipo I y agua potable. Asimismo, realizó el diseño de mezcla para el concreto según el comité ACI 211.1, para una  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyendo que, el aditivo de la marca Sika tuvo una resistencia de  $288 \text{ kg/cm}^2$ , a edad de 28 días, con una dosis de 0.8%, mientras que Chema plast tuvo una resistencia de  $281 \text{ kg/cm}^2$  al 1.6% de dosificación, y el aditivo de marca Euco WR91 obtuvo una resistencia de  $305 \text{ kg/cm}^2$  a la misma edad y a una dosis del 0.4% de aditivo plastificante. Por último, con Sika se generó una mezcla fluida al 0.8%, con Chema a una dosis del 1.6% y con Euco WR91 a una dosis de 0.4%.

De igual manera, acorde con el segundo objetivo específico, se determinó la resistencia a la compresión de las muestras según dosis y tipo de aditivo, donde, en la Figura 8 y Figura 9 se observan los valores promedio de resistencia a la compresión para cada aditivo y su

dosificación respectiva. Este ensayo corresponde una de las propiedades del concreto en estado endurecido, la cual se evaluó en primer lugar a los 7 días (Ver Anexo 9) obteniendo resultados favorables, los cuales permitieron continuar con dicho diseño. Según la norma ASTM C1074, el concreto cumple a 7 días con el 65% de su resistencia final, logrando cumplir en este trabajo de investigación con dicho enunciado dado que se obtuvo la resistencia entre  $135 \text{ kg/cm}^2$  y  $139 \text{ kg/cm}^2$  para la muestra patrón. De igual manera, como se observa en la Figura 8, el aditivo que brindó mayor resistencia para el periodo de 7 días fue Sika Cem en todas las dosificaciones planteadas a excepción del 0.7%. Asimismo, en la Figura 9 se muestran los valores para los 28 días, donde se superó la resistencia esperada, de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , sin embargo, algunas dosificaciones están por debajo del mismo, como la de 0.7% para el aditivo Sika y 1.6%, 2% y 2.4% para el caso de Chema. Los valores más detallados de cada réplica por dosificación a los 28 días se pueden observar en el Anexo 10. Por otra parte, se observa los resultados obtenidos por cada aditivo y el que superó en resistencia a los 28 días, siendo Chema Plast. En la presente investigación se manipularon 2 variables, empresas de aditivos y dosis de aditivos plastificantes, en la cual, se determinó que la resistencia del concreto patrón a los 28 días fue de  $214 \text{ kg/cm}^2$  (100%), con el aditivo Sika Cem, el concreto patrón más aditivo (0.7%) fue de  $176 \text{ kg/cm}^2$  (82.07%) y el concreto patrón más aditivo (2.4%) fue  $253 \text{ kg/cm}^2$  (118.45%) mientras que, con el aditivo Chema Plast, la resistencia del concreto patrón más aditivo (0.7%) fue de  $224 \text{ kg/cm}^2$  (104.90%) y el concreto patrón más aditivo (2.4%) fue  $183 \text{ kg/cm}^2$  (85.40%), concluyendo que se debe emplear el aditivo Chema Plast con una dosis de 0.7%, con una relación a/c de 0.56, obteniendo una resistencia de  $224 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días, ello empleando  $344.64 \text{ kg/m}^3$  de cemento,  $193.00 \text{ kg/m}^3$  de agua,  $670.53 \text{ kg/m}^3$  de agregado fino,  $1130.16 \text{ kg/m}^3$  de agregado grueso y  $2.41 \text{ kg/m}^3$  de aditivo. Por su parte, Bedón (2017) tuvo como objetivo diseñar un tipo de concreto de alta resistencia que se ajuste a los requerimientos de las obras civiles en las zonas Altoandinas del Perú. En su investigación se manipularon 3 variables

para lograr una resistencia a la compresión óptima, el agregado, agua y el cemento, concluyendo que, el aditivo superplastificante en una dosis del 2% en peso del cemento reduce la cantidad de agua en 22% con respecto al diseño del concreto patrón e incrementa la resistencia a la compresión a una edad de 90 días; logrando mejores desempeños; donde, la resistencia del concreto patrón fue de  $615 \text{ kg/cm}^2$  (100%); el concreto patrón más aditivo (2 %) fue de  $756 \text{ kg/cm}^2$  (123%); y el concreto patrón con aditivo (2.3%) más microsílíce fue de  $915 \text{ kg/cm}^2$  (149%). Por su parte, Bernal (2017) elaboró 08 especímenes por cada grupo experimental resultante de la combinación de cada Cemento con los aditivos Superplastificantes Chema Súper Plast, Euco 37 y Sika Plast 1000, ensayados a la compresión a las edades de 7,14 y 28 días, para lo cual, realizó el diseño de mezclas, para una resistencia a la compresión especificada de  $280 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días, concluyendo que, se logró una mayor resistencia de la especificada utilizando aditivos superplastificantes en una proporción de 1% del peso del cemento en la elaboración de concreto, la mayor resistencia a compresión se logró combinando aditivo superplastificante Sika Plast 1000 con Cemento Pacasmayo tipo I, mayor en 11.00% que su respectivo grupo de control y mayor en 24.80 % respecto a la resistencia a la compresión especificada; además que los aditivos utilizados otorgaron una buena trabajabilidad a las mezclas de concreto. Asimismo, Basu et al., (2020) evaluó las propiedades frescas y la resistencia a la compresión del concreto autocompactante y determinó la dosis óptima de Superplastificante (SP) con la proporción adecuada a/c debido a que, el concreto autocompactante requiere una alta fluidez para su uso en estructuras reforzadas congestionadas, y para conseguir dicha fluidez se requiere más cantidad de superplastificante que el concreto tradicional, en su investigación empleó cemento Portland puzolana, agregado fino, agregado grueso (10 mm), lechada de arenisca seca y superplastificante. Seleccionó 3 proporciones de a/c: 0.36, 0.34 y 0.32 y dosis fijadas de superplastificante, realizó prueba de asentamiento, T500, embudo en V, segregación por tamiz, prueba de caja en L y resistencia a la compresión

a los 7, 14 y 28 días. Concluyendo que, al emplear más de 1.7% de dosis de superplastificante, disminuye la resistencia a la compresión del concreto, por lo que se recomienda usar una dosis entre 1.35% a 1.7%, con una relación a/c de 0.34. La resistencia más alta que obtuvo fue de 50.50 MPa, a los 28 días, empleando  $600 \text{ kg/m}^3$  de cemento,  $806.88 \text{ kg/m}^3$  de agregado fino,  $768.07 \text{ kg/m}^3$  de agregado grueso,  $204 \text{ kg/m}^3$  de agua, con una relación de superplastificante de 1.36% y a/c de 0.34. Se acepta la hipótesis planteada pues, la adición de aditivos químicos reductores de agua incrementa significativamente la resistencia del concreto a diferencia de una muestra patrón.

Por otra parte, de acuerdo con el tercer objetivo específico, en la investigación se buscó determinar la mejor trabajabilidad de la muestra según dosis y marca de aditivo, donde, en la Figura 10 se muestran los resultados de asentamiento de las muestras obtenidas durante la elaboración de probetas cilíndrica para medir el slump, el cual determina el asentamiento de cada muestra de concreto en estado fresco; este procedimiento se realizó para las muestras de ambos aditivos (Ver Anexo 8); con ello obtenemos los promedios correspondientes a cada dosificación y marca de aditivo; evidenciando que las muestras con aditivo Chema Plast tienen mayor asentamiento y por ende mayor trabajabilidad. Asimismo, los resultados que se obtuvieron al medir la variable del asentamiento, con la aplicación de 2 marcas de aditivos plastificantes y sus diferentes dosificaciones se encuentran dentro del rango especificado en la norma ASTM C143 (1/2" a 9") y lo esperado en el diseño de mezcla, obteniendo una mezcla plástica con valores dentro del rango de 3" a 4", de esta manera se observa la función de los aditivos, incrementar el valor del asentamiento a medida que se aumenta la dosis de éstos respecto al peso cemento; sin embargo se debe tener en cuenta el uso moderado de estos y el porcentaje óptimo para la mezcla, que garantice beneficios en las propiedades del concreto. Para esta investigación y el ensayo de asentamiento de la mezcla patrón se obtuvo un TMN de agregado grueso de 1", y 2.75 como módulo de finura para el agregado fino, el cual es aceptable

y cumple con los parámetros de la norma ASTM C33, al ubicarse dentro del intervalo de 2.1 a 3.2. De igual manera, Akiije (2019) buscó optimizar la resistencia y trabajabilidad del concreto usando un superplastificante; MasterRheobuild 850 y cemento recién introducido; Tipo I, Nigeria Supaset Portland; debido a que, en obras de ingeniería civil y ambiental, la atención normalmente se centra en compresiones, flexiones y resistencias a la tracción del concreto para mayor durabilidad y sustentabilidad. En su investigación empleó una relación a/c de 0.40 para concreto normal mientras que de 0.30 para concretos con agregado de superplastificante. Los porcentajes de superplastificante por peso de cemento están limitados a 1%, 1.25% y 1.5%. Se concluyó que, a mayor dosis de superplastificante, mayor aumento de la trabajabilidad y resistencia, obteniendo una resistencia de 55 N/mm<sup>2</sup> a los 90 días, con una dosis del 1.5% de superplastificante. Por otra parte, los valores de trabajabilidad del hormigón fresco oscilaron entre 45 y 60 mm de asentamiento, mientras que las cantidades del factor de compactación oscilaron entre 0.89 y 0.92. A medida que aumentaba la cantidad de superplastificante, aumentaba el valor de asentamiento y también el valor del factor de compactación. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, se confirma que, a más dosificación de aditivo reductor de agua, se obtiene mayor trabajabilidad y resistencia a la compresión, esto debido a que, ya que al agregar un plastificante se mejora la trabajabilidad de la mezcla sin la necesidad de agregar agua, disminuyendo así la relación agua/cemento, originando que se incremente la resistencia a compresión

Por otra parte, continuando con el cuarto objetivo específico, en la investigación se planteó realizar un análisis estadístico del asentamiento y resistencia a la compresión y determinar la dosis óptima de aditivo que garantice una mayor resistencia y trabajabilidad, obteniendo lo siguiente: En la Tabla 15, en cuanto al análisis estadístico del asentamiento, se obtiene que la desviación estándar para Sika es de 0.174 plg., con valores entre 3.200 y 3.750 plg.; para el caso de Chema, su desviación estándar es de 0.161 plg., con valores entre 3.111 y

3.778. Se puede deducir que el 50% de los datos con dosificación del aditivo Chema se encuentra con un asentamiento por encima de 3.625 plg. En la Tabla 16, se demuestra que, se cumplió con la desviación estándar de 3/4" como rige la norma ASTM C143, para este ensayo se obtuvo una desviación estándar de 0.05 pulgadas. En la Figura 11 se observan los resultados obtenidos mediante el software Minitab para el asentamiento con el aditivo Sika Cem, a partir de los cuales se interpreta que la relación entre el asentamiento con este aditivo y las dosificaciones es significativa al obtener un valor menor de 0.05. Asimismo, el modelo de regresión puede explicar 77.88% de la variación en asentamiento. Además, la correlación positiva indica que cuando la dosificación aumenta, el asentamiento también tiende a aumentar. En la Figura 12 se observan los resultados obtenidos mediante el software Minitab para el asentamiento con el aditivo Chemaplast, a partir de los cuales se interpreta que la relación entre el asentamiento con este aditivo y las dosificaciones es significativa al obtener un valor menor de 0.05. De igual manera, el modelo de regresión puede explicar 65.31% de la variación en asentamiento. Además, la correlación positiva indica que cuando la dosificación aumenta, el asentamiento también tiende a aumentar. En cuanto al análisis estadístico de la resistencia a la compresión a los 7 días, se obtiene que la desviación estándar para Sika es de 20.73, con valores entre 166.29 y 228.42; para el caso de Chema, su desviación estándar es de 38.90, con valores entre 74.60 y 186.30 (Ver Tabla 17). En la Figura 13 se observan los resultados obtenidos mediante el software Minitab para la resistencia a la compresión a los 7 días con el aditivo Sika Cem, a partir de los cuales se interpreta que la relación entre la resistencia con este aditivo y las dosificaciones es significativa al obtener un valor menor de 0.05. Asimismo, el modelo de regresión puede explicar 43.37% de la variación en resistencia. Además, la correlación positiva indica que cuando la dosificación aumenta, la resistencia también tiende a aumentar. En la Figura 14 se observan los resultados obtenidos mediante el software Minitab para la resistencia a la compresión a los 7 días con el aditivo Chema Plast, a partir de los cuales se interpreta que

la relación entre la resistencia con este aditivo y las dosificaciones es significativa al obtener un valor menor de 0.05. Asimismo, el modelo de regresión puede explicar 73.68% de la variación en resistencia. Además, la correlación negativa indica que cuando la dosificación aumenta, la resistencia tiende a disminuir. A partir de estos resultados se concluye que el aditivo Sika Cem funciona mejor para resistencia a los 7 días, a excepción de la dosificación de 0.7%. En la Figura 15 se observan los resultados obtenidos mediante el software Minitab para la resistencia a la compresión a los 28 días con el aditivo Sika Cem, a partir de los cuales se interpreta que la relación entre la resistencia con este aditivo y las dosificaciones es significativa al obtener un valor menor de 0.05. Asimismo, el modelo de regresión puede explicar 74.68% de la variación en resistencia. Además, la correlación positiva indica que cuando la dosificación aumenta, la resistencia tiende a aumentar. En la Figura 16 se observan los resultados obtenidos mediante el software Minitab para la resistencia a la compresión a los 28 días con el aditivo Chema Plast, a partir de los cuales se interpreta que la relación entre la resistencia con este aditivo y las dosificaciones es significativa al obtener un valor menor de 0.05. Asimismo, el modelo de regresión puede explicar 80.40% de la variación en resistencia. Además, la correlación negativa indica que cuando la dosificación aumenta, la resistencia tiende a disminuir. A partir de estos resultados se concluye que el aditivo Sika Cem tiene mejores resistencias con dosificaciones mayores a 1.2%, en comparación con el aditivo Chema Plast, cuyas resistencias son mejores con menores dosificaciones, pues desde 1.6%, la resistencia tiende a disminuir. En la presente investigación, se emplearon 2 aditivos plastificantes: Sika Cem y Chema Plast con dosificaciones de: 0.7%, 1.2%, 1.6%, 2% y 2.4% y una relación a/c de 0.54., cuyos resultados de asentamientos se encuentran dentro del rango especificado en la norma ASTM C143 (1/2" a 9"). Para esta investigación y el ensayo de asentamiento de la mezcla patrón se obtuvo un TMN de agregado grueso de 1", y 2.75 como módulo de finura para el agregado fino, el cual es aceptable y cumple con los parámetros de la norma ASTM C33, al

ubicarse dentro del intervalo de 2.1 a 3.2. Se concluyó que, con dosificación de aditivo Chema Plast al 0.70%, se obtiene un asentamiento de  $3 \frac{3}{8}$ ", el cual está dentro del rango especificado en la norma ASTM C143 (1/2" a 9"), así como una mayor resistencia de  $224.5 \text{ Kg/ cm}^2$ . En cuanto al análisis estadístico del asentamiento, para este ensayo se obtuvo una desviación estándar de 1/20"; cumpliendo con la desviación estándar de 3/4" como rige la norma ASTM C143.

Por último, según la Figuras 9 y 10, el mejor resultado, con mayor resistencia que la muestra patrón, es de  $224 \text{ Kg/ cm}^2$  con asentamiento promedio  $3.38 \text{ plg.} \approx 3 \frac{3}{8} \text{ plg.}$  el cual cumple con el diseño de mezcla y lo especificado en la ASTM C143, se logra con dosificación de aditivo Chema Plast al 0.70%. Por ello es conveniente utilizar el aditivo Chema al 0.70% para obtener mejores resultados y menor cantidad de aditivo. Asimismo, en el caso del aditivo Sika Cem, se obtiene una resistencia de  $223.8 \text{ Kg/ cm}^2$  con asentamiento permisible de  $3.24 \text{ plg.} \approx 3 \frac{1}{4}$ ", con dosificación de aditivo Sika Cem de 1.20%. Siendo menor a la resistencia y trabajabilidad del aditivo Sika Cem. Frente a lo mencionado, se acepta la hipótesis de investigación, en la cual se demuestra que, los aditivos químicos reductores de agua incrementan significativamente la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas Trujillo, 2021.

#### Limitaciones de la investigación:

La principal limitación para realizar esta investigación fue que se optó por una metodología experimental, a principios del año 2021, en el cual el mundo se encontraba en un colapso sanitario debido al auge del COVID 19, y donde prevalecía el distanciamiento como medida de protección para evitar el incremento de contagios, por otra parte, no se contaba con muchos laboratorios disponibles, sin embargo, se tuvo que tomar las medidas de protección necesarias para evitar contagiarse mientras se realizaban los ensayos en un laboratorio particular.



La presente investigación presenta las siguientes conclusiones:

- Se determinó que los aditivos químicos reductores de agua de tipo A de las marcas Sika Cem y Chema Plast influyen en la trabajabilidad y resistencia del concreto para edificaciones urbanas, destacando el aditivo Chema Plast al 0.70% de dosificación respecto al cemento, obteniendo un asentamiento de 3 3/8", así como una resistencia de 224 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Se determinó que, el aditivo de la marca Chema Plast tuvo una resistencia de 224.5 Kg/cm<sup>2</sup>, a la edad de 28 días, al 0.70% de dosificación, mientras que el aditivo de marca Sika Cem obtuvo una resistencia de 223.8 kg/cm<sup>2</sup> a la misma edad y a una dosis de 1.2% de aditivo plastificante.
- Se determinó que, la resistencia del concreto patrón a los 28 días fue de 214 kg/cm<sup>2</sup> (100%), con el aditivo Chema Plast, el concreto patrón más aditivo (0.7%) fue de 224.5 kg/cm<sup>2</sup> (104.9%) y el concreto patrón más aditivo (2.4%) fue 182.8 kg/cm<sup>2</sup> (85.4%), mientras que, con el aditivo Sika Cem, la resistencia del concreto patrón más aditivo (0.7%) fue de 175.6 kg/cm<sup>2</sup> (82.07%) y el concreto patrón más aditivo (2.4%) fue 253.5 kg/cm<sup>2</sup> (118.45%).
- Se determinó que, el aditivo Chema Plast tuvo un asentamiento de 3 3/8", al 0.70% de dosificación, generando mayor trabajabilidad de la muestra y no afectando su resistencia, cumpliendo con el rango de asentamiento estipulado en la norma ASTM C143 (1/2" a 9"). Mientras que el aditivo Sika Cem logra un asentamiento de 3 1/4" a una dosificación de 1.2%.
- Se evaluó estadísticamente el asentamiento y resistencia a la compresión con el software Minitab. Para el asentamiento se obtuvo una desviación estándar de 1/20", cumpliendo con la desviación estándar de 3/4" estipulada en la norma ASTM C143. La relación entre el asentamiento con el aditivo Sika y Chema es

significativa al obtener un valor menor de 0.05. Asimismo, la correlación positiva indica que cuando la dosificación aumenta, el asentamiento también tiende a aumentar. En cuanto al análisis estadístico de la resistencia a la compresión a los 28 días con el aditivo Chema Plast, se interpreta que la relación entre la resistencia con este aditivo y las dosificaciones es significativa al obtener un valor menor de 0.05. Asimismo, la correlación negativa indica que cuando la dosificación aumenta, la resistencia tiende a disminuir.

La presente investigación presenta las siguientes recomendaciones:

- Realizar el ensayo de resistencia a compresión con edades mayores a 28 días para analizar si la resistencia incrementa o disminuye.
- Analizar las propiedades físicas y mecánicas tanto en estado fresco como endurecido del concreto, empleando otros tipos de cemento y en diferentes marcas, a fin de determinar la que mejora al máximo sus propiedades del según el uso del mismo.
- Realizar los ensayos de resistencia a la compresión y asentamiento empleando superplastificantes para evaluar sus resultados con relación a los plastificantes utilizados en la presente investigación.

## REFERENCIAS

- Akije, I. (2019). Characteristic and Effects of a Superplasticizer Quantity Variation in some Concrete Strengths Optimization. *Nigerian Journal of Technology*, 38(1), 81–92. <https://doi.org/10.4314/njt.v38i1.11>
- Alcalde, A., & Alcalde, J. (2019). *Análisis comparativo de las principales propiedades mecánicas de un concreto: Patrón, con aditivo natural (azúcar) y con aditivo Chema Plast* (Tesis grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4641>
- Banfill, P. (2011). Additivity effects in the rheology of fresh concrete containing water-reducing admixtures. *Construction and Building Materials*, 25(1), 2955-2960. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.12.001>
- Basu, P., Chandra, R., & Agrawal, V. (2020). Effects of sandstone slurry, the dosage of superplasticizer and water/binder ratio on the fresh properties and compressive strength of self-compacting concrete. *Materials Today: Proceedings*, 21(2), 1250-1254. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.01.113>
- Bedoya, C. (2017). Incidencias del contenido de agua en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 11 (1), 1-9. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193955500001>
- Bedón, J. (2017). *Diseño óptimo para obtener Concreto de Alta Resistencia para Obras Civiles en Zonas Alto Andinas del Perú* (Tesis doctoral). Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2910>
- Bernal, D. (2017). *Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes* (Tesis maestría). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1233/TESIS%20EPG%20DBD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cámara de Comercio de La Libertad (2020). *Sector Construcción en La Libertad cayó en un 17.8% a septiembre de este año.*

<http://www.camaratru.org.pe/web2/index.php/jstuff/noticias-destacadas/item/5441-sector-construccion-en-la-libertad-cayo-en-un-17-8-a-setiembre-de-este-ano>

CAPECO (2018). *La construcción informal en el Perú.*

<https://acarquitectos.com.pe/wonderful-serenity-has-taken/>

Ceballos, M. (2016). El concreto, material fundamental para la infraestructura. *Construcción y Tecnología en Concreto*, 1, 24-25.

<http://www.revistacyt.com.mx/pdf/agosto2016/experto.pdf>

Cuadras, C. (1982). *Problemas de probabilidades y estadística II*. Promociones Publicaciones Universitarias, Barcelona.

Estela, W. (2010). *El proceso de investigación*. <https://cutt.ly/hhjR7by>

Fernández, A., Morales, J. & Soto. (2016). Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días. *Revista Ingeniería UC*, 23(2), 197-203.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70746634010>

Fernández, F. (2017). *Las edificaciones en Trujillo son bombas de tiempo.*  
<https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/las-edificaciones-en-trujillo-son-bombas-de-tiempo-777515/?ref=dcr>

Fernández, F. (2016). *Advierten que los nuevos edificios en Trujillo no resistirían un sismo.*  
<https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/advierten-que-los-nuevos-edificios-en-trujillo-no-resistirian-un-sismo-692440/?ref=dcr>

- García, J., Sánchez, M., Carballosa, P., Pedrosa, F. & Tavares, F. (2019). Improvement of the Concrete Permeability by Using Hydrophilic Blended Additive. *Materials*, 15, 1-12. <https://doi.org/10.3390/ma12152384>
- Gestión (25 octubre de 2017). *Mayoría de fallas en infraestructura en América Latina se vinculan al diseño*. <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/mayoria-fallas-infraestructura-america-latina-vinculan-diseno-221369-noticia/>
- Grillo, H., Mariano, N., Ramos, A., Ferrazo, A., Grillo, K. & Maestrelli, S. (2015). Effect of Superplasticizer Additives for Class Type Cpii E32 Cements. *Materials Science Forum*, 820(1), 483-487. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.820.483>
- Guerrero, T. (2011). *Los edificios japoneses, los mejores preparados para resistir un sismo*. <https://www.elmundo.es/elmundo/2011/03/21/ciencia/1300706112.html>
- Guevara, G., Hidalgo, C., Rodríguez, I., Rojas, L. & Segura, G. (2011). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en Marcha*, 25(2), 80-86. <https://doi.org/10.18845/tm.v25i2.1632>
- Hernández, S. (2018). *Fallas estructurales dejan sin vivienda a miles de personas en el país*. <https://www.rcnradio.com/colombia/fallas-estructurales-dejan-sin-vivienda-miles-de-personas-en-el-pais>
- Hernández, L.; Gómez, J.; Contreras, A. & Padilla, L. (2018). Resistencia a la compresión del concreto. *Researchgate*, 1. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16390.63044>
- Hernández, N. (2010). Efecto del curado sobre un concreto de resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>. *Revista Ingeniería UC*, 17(3), 92-96. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70721962011>
- Jun, Y., Bingwen, Z., Clementine, C. & Lijun, L. (2018). Application of anti-crack corrosion-resistant plasticizer (water reducing agent) in the marine concrete made of manufactured

- sand. *China Harbour Engineering*, 38(8), 40-43.  
<https://doi.org/10.7640/zggwjs201808009>
- Jwigodski, J. (2010). *Población y muestra*.  
<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>
- Khan, M. & Ali, M. (2018). Effect of super plasticizer on the properties of medium strength concrete prepared with coconut fiber. *Construction and Building Materials*, 182(1), 703-715. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.06.150>
- Korovkin, M. & Grintsov, D. (2017). Research of Efficient Methods of Superplasticizer Introduction into Cement Materials. *Solid State Phenomena* 265(1), 379-384.  
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.265.379>
- La República (21 mayo de 2019). *60% de viviendas son construcciones informales*.  
<https://larepublica.pe/economia/190373-60-de-viviendas-son-construcciones-informales/>
- Laskar, A. & Bhattacharjee, R. (2013). Effect of Plasticizer and Superplasticizer on Rheology of Fly-Ash-Based Geopolymer Concrete. *ACI Materials Journal*, 110(5), 513-518.  
<https://doi.org/10.14359/51685902>
- León, L., Torres, L. & Rodríguez, C. (2020). Disminución del contenido de cemento a partir de un diseño de mezcla en la Unidad de Servicios Básicos Hormigón. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 14(2).  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1939/193963490005/html/index.html>
- Liang, M., Feng, K., He, C., Li, Y., An, L. & Guo, W. (2020). A meso-scale model toward concrete water permeability regarding aggregate permeability. *Construction and Building Materials*, 261(1). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120547>

López, N., & Sandoval, I. (2016). *Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa*.

<http://148.202.167.116:8080/jspui/bitstream/123456789/176/3/M%c3%a9todos%20y%20t%c3%a9cnicas%20de%20investigaci%c3%b3n%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf>

Mollamahmutoglu, M. & Avci, E. (2019). Properties of superplasticizer-amended superfine cement grouted sand. *Romanian Journal of Material*, 49(4).

<http://solacolu.chim.upb.ro/pg554-561.pdf>

Mayta, J. (2014). *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/403>

Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2011). *Los retos de la economía informal en Colombia*.

[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/F92EE46AD221CB7605257D7A0074FC80/\\$FILE/RetosEconomiaInformalColombia.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F92EE46AD221CB7605257D7A0074FC80/$FILE/RetosEconomiaInformalColombia.pdf)

National Ready Mixed Concrete Association (2017). *Baja resistencia en los cilindros de prueba de concreto*. <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/09pes.pdf>

Niño, J. (2010). *Tecnología del concreto Tomo 1: Materiales, propiedades y diseño de mezclas*. Tercera edición. Bogotá D.C: Asocreto, p.228

Pixel, M. (2018). *El colapso de Plaza Artz en Ciudad de México sí fue por un error de cálculo estructural, señalan tres estudios diferentes*. <https://www.xataka.com/otros-1/colapso-plaza-artz-ciudad-mexico-fue-error-calculo-estructural-senalan-tres-estudios-diferentes>

- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J. & Velazco, G. (2014). *Manual del Concreto Estructural*. Caracas, Venezuela: PAG Marketing Soluciones.  
<https://pe56d.s3.amazonaws.com/p193k6ak6nqf8199a17uh1ukueue9.pdf>
- Publimetro Colombia (16 enero de 2018). *Top 5: derrumbes de estructuras por errores en la construcción*. <https://www.publimetro.co/co/colombia/2018/01/16/top-5-derrumbes-estructuras-errores-la-construccion.html>
- Qasrawi, H. (2016). Design of Normal Concrete Mixtures Using Workability-Dispersion-Cohesion Method. *Advances in Civil Engineering*.  
<http://dx.doi.org/10.1155/2016/1035946>
- RPP (2 junio de 2014). *La Libertad: afirman que 80 % de construcciones en Chepén son informales*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/la-libertad-afirman-que-80-de-construcciones-en-chepen-son-informales-noticia-696802>
- Sosa, M., Villagrán, Y., Peralta, J., & Zega, C. (2018). Eficiencia de sistemas cemento-aditivo en morteros con cementos Portland binarios y ternarios. *DYNA*, 85(204), 134-142.  
<https://doi.org/10.15446/dyna.v85n204.66468>
- Stark, R. (2020). *¿Por qué los edificios súper altos se construyen en concreto?*  
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/innovacion-y-tendencias/edificios-super-altos-se-construyen-en-concreto>
- Terreros, L., & Carvajal, I. (2016). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo* (Tesis de grado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. <https://cutt.ly/vg4EBY9>
- Trujillo en línea (2016). *Trujillo: albañil atrapado tras derrumbe en construcción clandestina es rescatado por serenos*.  
<http://www.trujilloenlinea.pe/noticias/locales/12/10/2016/trujillo-albanil-atrapado-tras-derrumbe-en-construccion-clandestina-es>

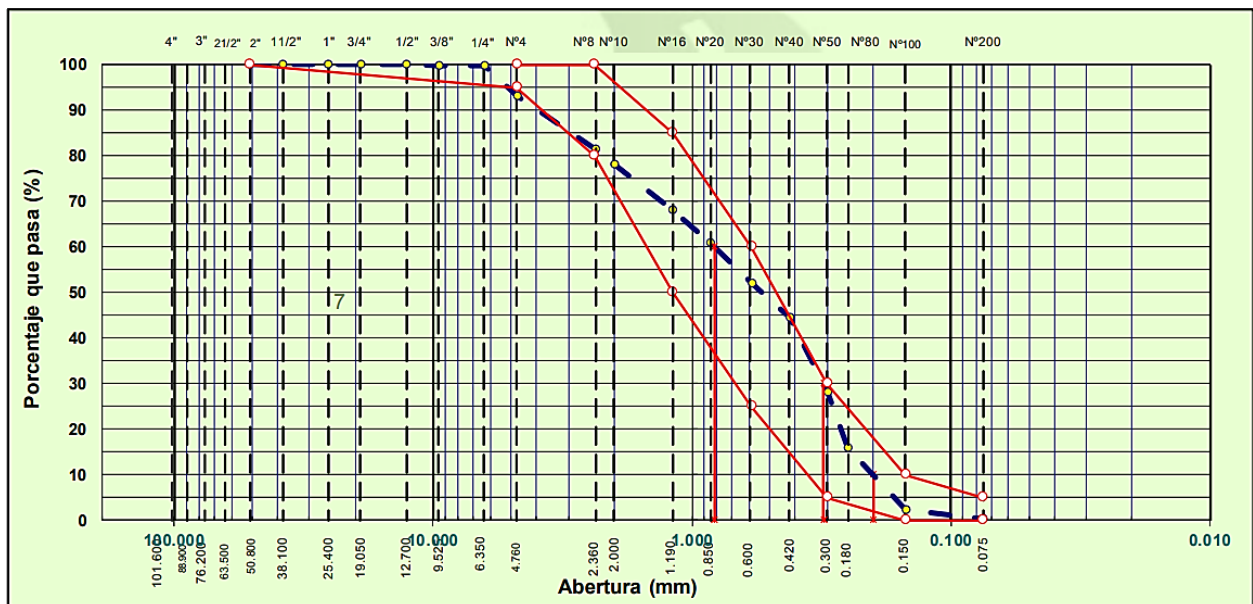


Vergara, B. (2018). *Influencia de los aditivos plastificantes tipo A sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto estructural* (Tesis grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.  
<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11042/VERGARA%20POLO%2C%20Brayan%20David.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS

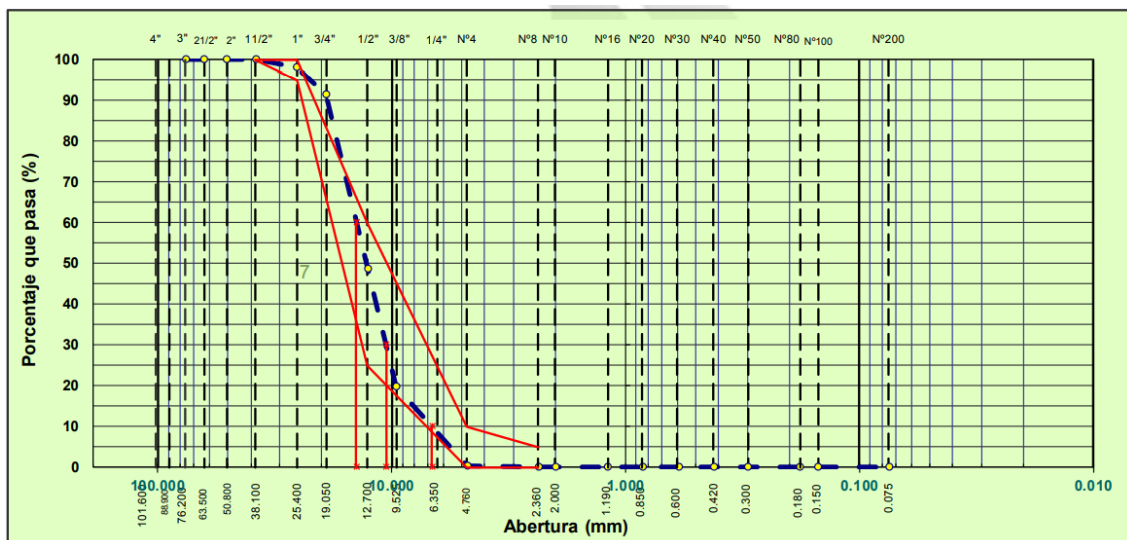
Anexo 1. Análisis granulométrico de agregado fino

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	NTP 400.037 (Mínimo/Máximo)	
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		
2"	50.800		0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		
1"	25.400		0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	3.0	0.3	0.3	99.7	100.0	100.0
N° 4	4.760	65.1	6.5	6.8	93.2	95.0	100.0
N° 8	2.360	117.4	11.7	18.6	81.5	80.0	100.0
N° 10	2.000	33.8	3.4	21.9	78.1		
N° 16	1.190	100.5	10.1	32.0	68.0	50.0	85.0
N° 20	0.850	71.7	7.2	39.2	60.9		
N° 30	0.590	88.7	8.9	48.0	52.0	25.0	60.0
N° 40	0.420	73.8	7.4	55.4	44.6		
N° 50	0.300	164.3	16.4	71.8	28.2	5.0	30.0
N° 60	0.250	120.9	12.1	83.9	16.1		
N° 100	0.150	137.6	13.8	97.7	2.3	0.0	10.0
N° 200	0.075	18.7	1.9	99.6	0.5	0.0	5.0
Fondo		4.5	0.5	100.0	0.0		
FRACCIÓN TOTAL		931.9					
TOTAL		1000.0					



Anexo 2. Análisis granulométrico de agregado grueso

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	NTP 400.037 (Mínimo/Máximo)	
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		
2"	50.800		0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0		
1"	25.400	57.2	1.9	1.9	98.1		
3/4"	19.050	201.8	6.7	8.6	91.4		
1/2"	12.700	1283.0	42.8	51.4	48.6	25.0	60.0
3/8"	9.525	864.0	28.8	80.2	19.8		
N° 4	4.760	584.0	19.5	99.7	0.3	0.0	10.0
N° 8	2.360		0.0	99.7	0.3	0.0	5.0
N° 10	2.000		0.0	99.7	0.3		
N° 16	1.190		0.0	99.7	0.3		
N° 20	0.850		0.0	99.7	0.3		
N° 30	0.590		0.0	99.7	0.3		
N° 40	0.420		0.0	99.7	0.3		
N° 50	0.300		0.0	99.7	0.3		
N° 60	0.250		0.0	99.7	0.3		
N° 100	0.150		0.0	99.7	0.3		
Fondo		10	0.3	100.0	0.0		
FRACCIÓN		10					
TOTAL		3000.0					



**Anexo 3. Peso específico y absorción del agregado fino**

<b>Tipo de Agregado: Fino</b>	<b>Norma: ASTM C128</b>					
<b>Descripción</b>	Símbolo	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	Promedio	Unidad
Peso picnómetro más agua aforado	A	678.0	678.0	678.0	-	
Peso de la muestra seca al horno	B	488.9	489.1	487.01	-	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	C	500.04	500.09	498.3	-	
Peso picnómetro + agua + muestra aforado	D	992.02	992.09	990.9	-	
Peso específico sobre base seca B/(C-(D-A))		2.628	2.630	2.627	-	
Peso específico sobre base saturada superficialmente seca C/(C-(D-A))		2.688	2.689	2.688	<b>2.688</b>	g
Peso específico aparente B/(B-(D-A))		2.796	2.795	2.797	<b>2.796</b>	g
Porcentaje de absorción = ((C-B) *100) B	P.A.	2.279	2.247	2.318	<b>2.28</b>	%

**Anexo 4. Peso específico y absorción del agregado grueso**

<b>Tipo de Agregado: Fino</b>	<b>Norma: ASTM C128</b>					
<b>Descripción</b>	Símbolo	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	Promedio	Unidad
Peso del material saturado superficialmente seco (en aire)	A	3000	3000	3000	-	g
Peso del material saturado superficialmente seco (en agua)	B	1880	1883	1879	-	g
Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B	C	1120	1120.1	1119.9	-	cm <sup>3</sup>
Peso picnómetro + agua + Peso material seco en estufa (105°C)	D	2983	2982.9	2983.2	-	g
Volumen de masa = C-(A-D)	E	1103	1103	1103.1	-	cm <sup>3</sup>
Pe bulk (Base seca) = D/C		2.663	2.663	2.664	2.663	g
Pe bulk (Base saturada) = A/C		2.679	2.678	2.679	2.679	g
Pe Aparente (Base seca) = D/E		2.704	2.704	2.704	2.704	g
Porcentaje de absorción = ((A-D)/ D*100)	P.A.	0.570	0.573	0.563	0.57	%

**Anexo 5. Peso unitario del agregado grueso**

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Und	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	g	9320	9383	9386
Peso del recipiente	g	6054	6054	6054
Peso de la muestra	g	3266	3329	3332
Volumen	cm <sup>3</sup>	2105	2105	2105
Peso unitario suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1552	1581	1583
Peso unitario suelto promedio	Kg/m <sup>3</sup>	1572		
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Und	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	g	9751	9558	9550
Peso del recipiente	g	6054	6054	6054
Peso de la muestra	g	3517	3504	3496
Volumen	cm <sup>3</sup>	2105	2105	2105
Peso unitario compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1671	1665	1661
Peso unitario compactado promedio	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1665</b>		

**Anexo 6. Peso unitario del agregado fino**

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Und</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	g	5439	5449	5442
Peso del recipiente	g	4158	4158	4158
Peso de la muestra	g	1281	1291	1284
Volumen	cm <sup>3</sup>	948	948	948
Peso unitario suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1351	1354	1354
Peso unitario suelto promedio	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1356</b>		
<b>PESO UNITARIO VARILLADO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Und</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		
		1	2	3
Peso del recipiente + muestra	g	5771	5763	5760
Peso del recipiente	g	4158	4158	4158
Peso de la muestra	g	1613	1605	1602
Volumen	cm <sup>3</sup>	948	948	948
Peso unitario compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1701	1693	1690
Peso unitario compactado promedio	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1695</b>		

**Anexo 7. Contenido de humedad del agregado fino y grueso**

Muestra	Descripción	Símbolo	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	Unidad
Agregado fino	Peso del molde	A	70.3	72.5	69.8	g
	Peso del molde muestra húmeda	B	250	330	310	g
	Peso del molde + muestra seca	C	245.09	322.92	303.37	g
	Contenido de humedad	H	2.809	2.827	2.839	%
	Promedio		2.82			%
Agregado grueso	Peso del molde	A	67.98	75.32	72.47	g
	Peso del molde + muestra	B	212	340	330	g
	Peso del molde + muestra seca	C	210.98	338.12	328.16	g
	Contenido de humedad	H	0.713	0.715	0.720	%
	Promedio		0.72			%

**Anexo 8. Asentamiento para ambas marcas de aditivo**

Marca de aditivo	Código de probeta	Dosificación de aditivo	Asentamiento (plg)	Promedio (plg)	Desv. Est
-	Patrón	0	3 1/9	3 1/8	0.02
			3 1/8		
			3 1/7		
Sika Cem	A-1	0.70%	3 1/5	3 1/5	0.01
			3 1/5		
			3 1/5		
	A-2	1.20%	3 2/9	3 1/4	0.01
			3 1/4		
			3 1/4		
	A-3	1.60%	3 1/4	3 2/7	0.02
			3 2/7		
			3 2/7		
	A-4	2.00%	3 2/5	3 3/7	0.02
			3 3/7		
			3 4/9		
	A-5	2.40%	3 1/2	3 2/3	0.10
			3 2/3		
			3 3/4		
Chema plast	B-1	0.70%	3 1/9	3 3/8	0.22
			3 1/2		
			3 1/2		
	B-2	1.20%	3 1/2	3 5/9	0.05
			3 4/7		
			3 3/5		
	B-3	1.60%	3 5/8	3 2/3	0.02
			3 5/8		
			3 2/3		
	B-4	2.00%	3 2/3	3 2/3	0.03
			3 2/3		
			3 5/7		
	B-5	2.40%	3 5/7	3 3/4	0.03
			3 3/4		
			3 7/9		

**Anexo 9. Resistencia a la compresión para ambas marcas a los 7 días**

Marca de aditivo	Código de probeta	Dosis Aditivo	Fuerza (KN)	Resistencia compresión (MPa)	Resistencia compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
-	Patrón	0	10580	13.21	134.71	135.43
			10430	13.02	132.80	
			10900	13.61	138.78	
Sika Cem	A-1	0.70%	14430	18.02	183.73	176.05
			13990	17.47	178.13	
			13060	16.31	166.29	
	A-2	1.20%	16730	20.89	213.01	206.52
			15780	19.70	200.92	
			16150	20.17	205.63	
	A-3	1.60%	13150	16.42	167.43	182.41
			14070	17.57	179.14	
			15760	19.68	200.66	
	A-4	2.00%	15670	19.57	199.52	218.62
			17940	22.40	228.42	
			17900	22.35	227.91	
	A-5	2.40%	16410	20.49	208.94	216.03
			17350	21.66	220.91	
			17140	21.40	218.23	
Chema plast	B-1	0.70%	14490	18.09	184.49	179.40
			13660	17.06	173.92	
			14120	17.63	179.78	
	B-2	1.20%	14530	18.14	185.00	184.45
			14300	17.86	182.07	
			14630	18.27	186.27	
	B-3	1.60%	13370	16.69	170.23	174.73
			13840	17.28	176.22	
			13960	17.43	177.74	
	B-4	2.00%	11370	14.20	144.77	140.01
			10710	13.37	136.36	
			10910	13.62	138.91	
	B-5	2.40%	6660	8.32	84.80	85.09
			7530	9.40	95.87	
			5860	7.32	74.61	



**Anexo 10. Resistencia a la compresión para ambas marcas a los 28 días**

Marca de aditivo	Código de probeta	Dosis Aditivo	Carga de rotura (Kg)	Resistencia compresión (MPa)	Resistencia compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
-	Patrón	0	16590	20.71	211.23	213.99
			16620	20.75	211.61	
			17210	21.49	219.12	
Sika Cem	A-1	0.70%	12980	16.21	165.27	175.62
			15800	19.73	201.17	
			12600	15.73	160.43	
	A-2	1.20%	16750	20.91	213.27	223.75
			17640	22.03	224.60	
			18330	22.89	233.38	
	A-3	1.60%	17250	21.54	219.63	222.14
			17660	22.05	224.85	
			17430	21.76	221.93	
	A-4	2.00%	18600	23.22	236.82	239.96
			19350	24.16	246.37	
			18590	23.21	236.70	
	A-5	2.40%	21020	26.25	267.63	253
			18360	22.92	233.77	
			20340	25.40	258.98	
Chema plast	B-1	0.70%	17380	21.70	221.29	224.47
			17550	21.91	223.45	
			17960	22.43	228.67	
	B-2	1.20%	17910	22.36	228.04	227.40
			17260	21.55	219.76	
			18410	22.99	234.40	
	B-3	1.60%	15310	19.12	194.93	195.44
			15730	19.64	200.28	
			15010	18.74	191.11	
	B-4	2.00%	15370	19.19	195.70	196.33
			15480	19.33	197.10	
			15410	19.24	196.21	
	B-5	2.40%	14340	17.91	182.58	182.75
			14370	17.94	182.96	
			14350	17.92	182.71	

**Anexo 11. Diseño de mezcla 0.7% de aditivo**
**A. Especificaciones**

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en elementos estructurales, muros, entre otros. Las especificaciones de obra indican:

- No existen limitaciones en el diseño por presencia de sulfatos.
- La resistencia en compresión de diseño a los 28 días especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- La mezcla deberá tener una consistencia plástica entre 3" a 4" slump.
- El concreto será colocado en obra mediante el uso de equipo de bombeo.

**B. Datos de materiales**
**Cemento Portland Pacasmayo TIPO I**

- Peso específico = 3120 kg/m<sup>3</sup>
- Peso por bolsa = 42.5 kg
- Volumen por bolsa = 1 pie<sup>3</sup>

**Agua**

Debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto.

**Agregados**

		<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
Peso específico	Kg/ m <sup>3</sup>	2663	2628
Absorción	%	0.57	2.28
Contenido de agua	%	0.71	2.82
Peso volumétrico seco varillado	Kg/ m <sup>3</sup>	1662	1695
Peso volumétrico seco suelto	Kg/ m <sup>3</sup>	1572	1356
Tamaño máximo nominal	pulg	1	-
Módulo de finura		-	2.75

**Aditivos**

- Peso específico = 1210 kg/m<sup>3</sup>
- Proporción = 0.7 %

### C. Determinación de la resistencia promedio

Resistencia a compresión especificada, $f'c$	Resistencia promedio requerida $f'cr$
< 210 kg/cm <sup>2</sup>	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 85$
> 350	$1.10 f'c + 50$

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### D. Volumen unitario de agua

Revenimiento (cm)	Agua l/m <sup>3</sup> para el concreto de agregado de tamaño nominal máximo (mm) indicado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	<b>228</b>	<b>216</b>	<b>205</b>	<b>193</b>	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-

$$\text{Volumen unitario de agua} = 193 \text{ l/m}^3$$

### E. Volumen de aire atrapado

Concreto sin aire incorporado									
Tamaño máximo nominal (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4	
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	<b>1.50</b>	1.00	0.50	0.30	0.20	

$$\text{Contenido de aire} = 1.50\%$$

## F. Relación agua/cemento

f'cr 28 días	Relación agua – cemento de diseño 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
<b>294</b>	<b>r a/c</b>	
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-

$$\frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = \frac{300 - 294}{0.55 - r a/c}$$

$$\frac{50}{-0.07} = \frac{6}{0.55 - r a/c}$$

$$-714.286(0.55 - r a/c) = 6$$

$$-392.857 + 714.286 r a/c = 6$$

$$r a/c = 0.56$$

## G. Volumen de cemento

$$c = \frac{a}{r}$$

$$V_c = \frac{c}{\text{peso específico del cemento}}$$

$$V_c = \frac{193}{0.56}$$

$$V_c = 344.64$$

$$\text{Cemento} = 8.11 \text{ bolsas}$$

## H. Cálculo del volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino				
	2.40	2.60	2.75	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	⋮	0.46	0.44
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	↓ x	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74		0.72	0.70
2"	0.78	0.76		0.74	0.72
3"	0.81	0.79		0.77	0.75

$$\frac{2.8 - 2.6}{0.69 - 0.67} = \frac{2.8 - 2.75}{0.67 - x}$$

$$\frac{0.2}{-0.02} = \frac{0.05}{0.67 - x}$$

$$-10 * (0.67 - x) = 0.05$$

$$-6.7 + 10x = 0.05$$

$$x = 0.68$$

*Peso del agregado grueso seco = x \* Peso volumétrico seco varillado*

$$Peso del agregado grueso seco = 0.68 * 1662$$

$$Peso del agregado grueso seco = 1130.2 \frac{Kg}{m^3}$$

$$Volumen unitario del agregado grueso = \frac{Peso del AG}{Peso específico del AG}$$

$$Volumen unitario del agregado grueso = \frac{1130}{2663}$$

$$Volumen unitario del agregado grueso = 0.4244$$

## I. Aditivo reductor de agua

$$Cantidad Aditivo = \frac{Volumen Cemento * Proporción Aditivo}{100}$$

$$Cantidad Aditivo = \frac{344.64 * 0.7}{100}$$

$$Cantidad Aditivo = 2.41 kg$$

### J. Peso del agregado fino

$$Vol. agregado fino = 1 - \sum (V_{ag} + V_c + V_{agua} + V_{aire} + V_{aditivo})$$

$$Vol. agregado fino = 1 - \sum (0.4244 + 0.1105 + 0.1930 + 0.015 + 0.0020)$$

$$Vol. agregado fino = 0.2552$$

$$Peso del agregado fino = Volumen unitario AF * Peso específico del AF$$

$$Peso del agregado fino = 0.2552 * 2628$$

$$Peso del agregado fino = 670.53 \frac{Kg}{m^3}$$

### K. Corrección por Humedad y Absorción

$$Aporte de agua = Peso seco * \frac{\%Humedad - \%Absorción}{100}$$

#### – Aporte de agua en agregado fino

$$Aporte de agua AF = 670.53 * \frac{2.82 - 2.28}{100}$$

$$Aporte de agua del agregado fino = 3.62$$

#### – Aporte de agua en agregado grueso

$$Aporte de agua AG = 1130.16 * \frac{0.71 - 0.57}{100}$$

$$Aporte de agua del agregado grueso = 1.58$$

#### – Cantidad de agua

$$Cant. agua final = Cant. agua inicial - \sum (Ap_{AF} + Ap_{AG})$$

$$Cant. agua final = 193 - \sum (3.62 + 1.58)$$

$$Cant. agua final = 187.80 \frac{Kg}{m^3}$$

#### – Peso húmedo de agregado

$$Peso húmedo de agregados = Peso seco del agregado * \left(1 + \frac{\%HA}{100}\right)$$

$$Peso húmedo AF = 670.53 * \left(1 + \frac{2.82}{100}\right)$$

$$Peso húmedo AF = 689.4 \frac{Kg}{m^3}$$

$$Peso húmedo AG = 1130.16 * \left(1 + \frac{0.71}{100}\right)$$

$$\text{Peso húmedo AG} = 1138.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

## L. Diseño de mezcla final

<b>Material</b>	<b>Peso por m<sup>3</sup> (Kg)</b>
Cemento	344.6
Agua	187.80
Agregado fino	689.4
Agregado grueso	1138.2
Aditivo	2.4
Total	2362.48

**Anexo 12. Diseño de mezcla 1.2% de aditivo**
**A. Especificaciones**

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en elementos estructurales, muros, entre otros. Las especificaciones de obra indican:

- No existen limitaciones en el diseño por presencia de sulfatos.
- La resistencia en compresión de diseño a los 28 días especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- La mezcla deberá tener una consistencia plástica entre 3" a 4" slump.
- El concreto será colocado en obra mediante el uso de equipo de bombeo.

**B. Datos de materiales**
**Cemento Portland Pacasmayo TIPO I**

- Peso específico = 3120 kg/m<sup>3</sup>
- Peso por bolsa = 42.5 kg
- Volumen por bolsa = 1 pie<sup>3</sup>

**Agua**

Debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto.

**Agregados**

		<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
Peso específico	Kg/ m <sup>3</sup>	2663	2628
Absorción	%	0.57	2.28
Contenido de agua	%	0.71	2.82
Peso volumétrico seco varillado	Kg/ m <sup>3</sup>	1662	1695
Peso volumétrico seco suelto	Kg/ m <sup>3</sup>	1572	1356
Tamaño máximo nominal	pulg	1	-
Módulo de finura		-	2.75

**Aditivos**

- Peso específico = 1210 kg/m<sup>3</sup>
- Proporción = 1.2 %



### C. Determinación de la resistencia promedio

Resistencia a compresión especificada, f'c	Resistencia promedio requerida f'cr
< 210 kg/cm <sup>2</sup>	f'c + 70
211 a 350	f'c + 85
> 350	1.10 f'c + 50

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### D. Volumen unitario de agua

Revenimiento (cm)	Agua l/m <sup>3</sup> para el concreto de agregado de tamaño nominal máximo (mm) indicado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	<b>228</b>	<b>216</b>	<b>205</b>	<b>193</b>	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-

$$\text{Volumen unitario de agua} = 193 \text{ l/m}^3$$

### E. Volumen de aire atrapado

Concreto sin aire incorporado								
Tamaño máximo nominal (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	<b>1.50</b>	1.00	0.50	0.30	0.20

$$\text{Contenido de aire} = 1.50\%$$

## F. Relación agua/cemento

f'cr 28 días	Relación agua – cemento de diseño 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
<b>294</b>	<b>r a/c</b>	
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-

$$\frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = \frac{300 - 294}{0.55 - r a/c}$$

$$\frac{50}{-0.07} = \frac{6}{0.55 - r a/c}$$

$$-714.286(0.55 - r a/c) = 6$$

$$-392.857 + 714.286 r a/c = 6$$

$$r a/c = 0.56$$

## G. Volumen de cemento

$$c = \frac{a}{r}$$

$$V_c = \frac{c}{\text{peso específico del cemento}}$$

$$V_c = \frac{193}{0.56}$$

$$V_c = 344.64$$

$$\text{Cemento} = 8.11 \text{ bolsas}$$

## H. Cálculo del volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino				
	2.40	2.60	2.75	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	⋮	0.46	0.44
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	↓ x	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74		0.72	0.70
2"	0.78	0.76		0.74	0.72
3"	0.81	0.79		0.77	0.75

$$\frac{2.8 - 2.6}{0.69 - 0.67} = \frac{2.8 - 2.75}{0.67 - x}$$

$$\frac{0.2}{-0.02} = \frac{0.05}{0.67 - x}$$

$$-10 * (0.67 - x) = 0.05$$

$$-6.7 + 10x = 0.05$$

$$x = 0.68$$

*Peso del agregado grueso seco = x \* Peso volumétrico seco varillado*

$$\text{Peso del agregado grueso seco} = 0.68 * 1662$$

$$\text{Peso del agregado grueso seco} = 1130.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Volumen unitario del agregado grueso} = \frac{\text{Peso del AG}}{\text{Peso específico del AG}}$$

$$\text{Volumen unitario del agregado grueso} = \frac{1130}{2663}$$

$$\text{Volumen unitario del agregado grueso} = 0.4244$$

## M. Aditivo reductor de agua

$$\text{Cantidad Aditivo} = \frac{\text{Volumen Cemento} * \text{Proporción Aditivo}}{100}$$

$$\text{Cantidad Aditivo} = \frac{344.64 * 1.2}{100}$$

$$\text{Cantidad Aditivo} = 4.14 \text{ kg}$$

### I. Peso del agregado fino

$$Vol. agregado fino = 1 - \sum (V_{ag} + V_c + V_{agua} + V_{aire} + V_{aditivo})$$

$$Vol. agregado fino = 1 - \sum (0.4244 + 0.1105 + 0.1930 + 0.015 + 0.0034)$$

$$Vol. agregado fino = 0.2537$$

$$Peso del agregado fino = Volumen unitario AF * Peso específico del AF$$

$$Peso del agregado fino = 0.2537 * 2628$$

$$Peso del agregado fino = 666.79 \frac{Kg}{m^3}$$

### J. Corrección por Humedad y Absorción

$$Aporte de agua = Peso seco * \frac{\%Humedad - \%Absorción}{100}$$

#### – Aporte de agua en agregado fino

$$Aporte de agua AF = 666.79 * \frac{2.82 - 2.28}{100}$$

$$Aporte de agua del agregado fino = 3.60$$

#### – Aporte de agua en agregado grueso

$$Aporte de agua AG = 1130.16 * \frac{0.71 - 0.57}{100}$$

$$Aporte de agua del agregado grueso = 1.58$$

#### – Cantidad de agua

$$Cant. agua final = Cant. agua inicial - \sum (Ap_{AF} + Ap_{AG})$$

$$Cant. agua final = 193 - \sum (3.60 + 1.58)$$

$$Cant. agua final = 187.82 \frac{Kg}{m^3}$$

#### – Peso húmedo de agregado

$$Peso húmedo de agregados = Peso seco del agregado * \left(1 + \frac{\%HA}{100}\right)$$

$$Peso húmedo AF = 666.79 * \left(1 + \frac{2.82}{100}\right)$$

$$Peso húmedo AF = 685.6 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\text{Peso húmedo AG} = 1130.16 * \left(1 + \frac{0.71}{100}\right)$$

$$\text{Peso húmedo AG} = 1138.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

### K. Diseño de mezcla final

<b>Material</b>	<b>Peso por m<sup>3</sup> (Kg)</b>
Cemento	344.6
Agua	187.82
Agregado fino	685.6
Agregado grueso	1138.2
Aditivo	4.1
Total	2360.38

**Anexo 13. Diseño de mezcla 1.6% de aditivo**
**A. Especificaciones**

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en elementos estructurales, muros, entre otros. Las especificaciones de obra indican:

- No existen limitaciones en el diseño por presencia de sulfatos.
- La resistencia en compresión de diseño a los 28 días especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- La mezcla deberá tener una consistencia plástica entre 3" a 4" slump.
- El concreto será colocado en obra mediante el uso de equipo de bombeo.

**B. Datos de materiales**
**Cemento Portland Pacasmayo TIPO I**

- Peso específico = 3120 kg/m<sup>3</sup>
- Peso por bolsa = 42.5 kg
- Volumen por bolsa = 1 pie<sup>3</sup>

**Agua**

Debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto.

**Agregados**

		<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
Peso específico	Kg/ m <sup>3</sup>	2663	2628
Absorción	%	0.57	2.28
Contenido de agua	%	0.71	2.82
Peso volumétrico seco varillado	Kg/ m <sup>3</sup>	1662	1695
Peso volumétrico seco suelto	Kg/ m <sup>3</sup>	1572	1356
Tamaño máximo nominal	pulg	1	-
Módulo de finura		-	2.75

**Aditivos**

- Peso específico = 1210 kg/m<sup>3</sup>
- Proporción = 1.6 %

### C. Determinación de la resistencia promedio

Resistencia a compresión especificada, f'c	Resistencia promedio requerida f'cr
< 210 kg/cm <sup>2</sup>	f'c + 70
212 a 350	f'c + 85
> 350	1.10 f'c + 50

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### D. Volumen unitario de agua

Revenimiento (cm)	Agua l/m <sup>3</sup> para el concreto de agregado de tamaño nominal máximo (mm) indicado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	<b>228</b>	<b>216</b>	<b>205</b>	<b>193</b>	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-

$$\text{Volumen unitario de agua} = 193 \text{ l/m}^3$$

### E. Volumen de aire atrapado

Concreto sin aire incorporado									
Tamaño máximo nominal (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4	
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	<b>1.50</b>	1.00	0.50	0.30	0.20	

$$\text{Contenido de aire} = 1.50\%$$

### F. Relación agua/cemento

f'cr 28 días	Relación agua – cemento de diseño 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
<b>294</b>	<b>r a/c</b>	
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-

$$\frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = \frac{300 - 294}{0.55 - r a/c}$$

$$\frac{50}{-0.07} = \frac{6}{0.55 - r a/c}$$

$$-714.286(0.55 - r a/c) = 6$$

$$-392.857 + 714.286 r a/c = 6$$

$$r a/c = 0.56$$

### G. Volumen de cemento

$$c = \frac{a}{r}$$

$$V_c = \frac{c}{\text{peso específico del cemento}}$$

$$V_c = \frac{193}{0.56}$$

$$V_c = 344.64$$

$$\text{Cemento} = 8.11 \text{ bolsas}$$



### H. Cálculo del volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino				
	2.40	2.60	2.75	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	⋮	0.46	0.44
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	↓ x	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74		0.72	0.70
2"	0.78	0.76		0.74	0.72
3"	0.81	0.79		0.77	0.75

$$\frac{2.8 - 2.6}{0.69 - 0.67} = \frac{2.8 - 2.75}{0.67 - x}$$

$$\frac{0.2}{-0.02} = \frac{0.05}{0.67 - x}$$

$$-10 * (0.67 - x) = 0.05$$

$$-6.7 + 10x = 0.05$$

$$x = 0.68$$

*Peso del agregado grueso seco = x \* Peso volumétrico seco varillado*

$$Peso del agregado grueso seco = 0.68 * 1662$$

$$Peso del agregado grueso seco = 1130.2 \frac{Kg}{m^3}$$

$$Volumen unitario del agregado grueso = \frac{Peso del AG}{Peso específico del AG}$$

$$Volumen unitario del agregado grueso = \frac{1130}{2663}$$

$$Volumen unitario del agregado grueso = 0.4244$$

### N. Aditivo reductor de agua

$$Cantidad Aditivo = \frac{Volumen Cemento * Proporción Aditivo}{100}$$

$$Cantidad Aditivo = \frac{344.64 * 1.6}{100}$$

$$Cantidad Aditivo = 5.51 kg$$

### I. Peso del agregado fino

$$Vol. agregado fino = 1 - \sum (V_{ag} + V_c + V_{agua} + V_{aire} + V_{aditivo})$$

$$Vol. agregado fino = 1 - \sum (0.4244 + 0.1105 + 0.1930 + 0.015 + 0.0046)$$

$$Vol. agregado fino = 0.2526$$

$$Peso del agregado fino = Volumen unitario AF * Peso específico del AF$$

$$Peso del agregado fino = 0.2526 * 2628$$

$$Peso del agregado fino = 663.80 \frac{Kg}{m^3}$$

### J. Corrección por Humedad y Absorción

$$Aporte de agua = Peso seco * \frac{\%Humedad - \%Absorción}{100}$$

#### – Aporte de agua en agregado fino

$$Aporte de agua AF = 663.80 * \frac{2.82 - 2.28}{100}$$

$$Aporte de agua del agregado fino = 3.58$$

#### – Aporte de agua en agregado grueso

$$Aporte de agua AG = 1130.16 * \frac{0.71 - 0.57}{100}$$

$$Aporte de agua del agregado grueso = 1.58$$

#### – Cantidad de agua

$$Cant. agua final = Cant. agua inicial - \sum (Ap_{AF} + Ap_{AG})$$

$$Cant. agua final = 193 - \sum (3.58 + 1.58)$$

$$Cant. agua final = 187.83 \frac{Kg}{m^3}$$

#### – Peso húmedo de agregado

$$Peso húmedo de agregados = Peso seco del agregado * \left(1 + \frac{\%HA}{100}\right)$$

$$Peso húmedo AF = 663.80 * \left(1 + \frac{2.82}{100}\right)$$

$$Peso húmedo AF = 682.5 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\text{Peso húmedo AG} = 1130.16 * \left(1 + \frac{0.71}{100}\right)$$

$$\text{Peso húmedo AG} = 1138.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

## K. Diseño de mezcla final

<b>Material</b>	<b>Peso por m<sup>3</sup> (Kg)</b>
Cemento	344.6
Agua	187.83
Agregado fino	682.5
Agregado grueso	1138.2
Aditivo	5.5
Total	2358.69

**Anexo 14. Diseño de mezcla 2% de aditivo**
**A. Especificaciones**

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en elementos estructurales, muros, entre otros. Las especificaciones de obra indican:

- No existen limitaciones en el diseño por presencia de sulfatos.
- La resistencia en compresión de diseño a los 28 días especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- La mezcla deberá tener una consistencia plástica entre 3" a 4" slump.
- El concreto será colocado en obra mediante el uso de equipo de bombeo.

**B. Datos de materiales**
**Cemento Portland Pacasmayo TIPO I**

- Peso específico = 3120 kg/m<sup>3</sup>
- Peso por bolsa = 42.5 kg
- Volumen por bolsa = 1 pie<sup>3</sup>

**Agua**

Debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto.

**Agregados**

		<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
Peso específico	Kg/ m <sup>3</sup>	2663	2628
Absorción	%	0.57	2.28
Contenido de agua	%	0.71	2.82
Peso volumétrico seco varillado	Kg/ m <sup>3</sup>	1662	1695
Peso volumétrico seco suelto	Kg/ m <sup>3</sup>	1572	1356
Tamaño máximo nominal	pulg	1	-
Módulo de finura		-	2.75

**Aditivos**

- Peso específico = 1210 kg/m<sup>3</sup>
- Proporción = 2 %

### C. Determinación de la resistencia promedio

Resistencia a compresión especificada, $f'c$	Resistencia promedio requerida $f'cr$
< 210 kg/cm <sup>2</sup>	$f'c + 70$
213 a 350	$f'c + 85$
> 350	$1.10 f'c + 50$

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### D. Volumen unitario de agua

Revenimiento (cm)	Agua l/m <sup>3</sup> para el concreto de agregado de tamaño nominal máximo (mm) indicado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	<b>228</b>	<b>216</b>	<b>205</b>	<b>193</b>	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-

$$\text{Volumen unitario de agua} = 193 \text{ l/m}^3$$

### E. Volumen de aire atrapado

Concreto sin aire incorporado									
Tamaño máximo nominal (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4	
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	<b>1.50</b>	1.00	0.50	0.30	0.20	

$$\text{Contenido de aire} = 1.50\%$$

## F. Relación agua/cemento

f'cr 28 días	Relación agua – cemento de diseño 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
<b>294</b>	<b>r a/c</b>	
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-

$$\frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = \frac{300 - 294}{0.55 - r a/c}$$

$$\frac{50}{-0.07} = \frac{6}{0.55 - r a/c}$$

$$-714.286(0.55 - r a/c) = 6$$

$$-392.857 + 714.286 r a/c = 6$$

$$r a/c = 0.56$$

## G. Volumen de cemento

$$c = \frac{a}{r}$$

$$Vc = \frac{c}{\text{peso específico del cemento}}$$

$$Vc = \frac{193}{0.56}$$

$$Vc = 344.64$$

$$\text{Cemento} = 8.11 \text{ bolsas}$$

### H. Cálculo del volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino				
	2.40	2.60	2.75	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	↓	0.46	0.44
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	↓ x	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74		0.72	0.70
2"	0.78	0.76		0.74	0.72
3"	0.81	0.79		0.77	0.75

$$\frac{2.8 - 2.6}{0.69 - 0.67} = \frac{2.8 - 2.75}{0.67 - x}$$

$$\frac{0.2}{-0.02} = \frac{0.05}{0.67 - x}$$

$$-10 * (0.67 - x) = 0.05$$

$$-6.7 + 10x = 0.05$$

$$x = 0.68$$

*Peso del agregado grueso seco = x \* Peso volumétrico seco varillado*

$$Peso del agregado grueso seco = 0.68 * 1662$$

$$Peso del agregado grueso seco = 1130.2 \frac{Kg}{m^3}$$

$$Volumen unitario del agregado grueso = \frac{Peso del AG}{Peso específico del AG}$$

$$Volumen unitario del agregado grueso = \frac{1130}{2663}$$

$$Volumen unitario del agregado grueso = 0.4244$$

### O. Aditivo reductor de agua

$$Cantidad Aditivo = \frac{Volumen Cemento * Proporción Aditivo}{100}$$

$$Cantidad Aditivo = \frac{344.64 * 2}{100}$$

$$Cantidad\ Aditivo = 6.89\ kg$$

### I. Peso del agregado fino

$$Vol.\ agregado\ fino = 1 - \sum (V_{ag} + V_c + V_{agua} + V_{aire} + V_{aditivo})$$

$$Vol.\ agregado\ fino = 1 - \sum (0.4244 + 0.1105 + 0.1930 + 0.015 + 0.0057)$$

$$Vol.\ agregado\ fino = 0.2514$$

$$Peso\ del\ agregado\ fino = Volumen\ unitario\ AF * Peso\ específico\ del\ AF$$

$$Peso\ del\ agregado\ fino = 0.2514 * 2628$$

$$Peso\ del\ agregado\ fino = 660.80 \frac{Kg}{m^3}$$

### J. Corrección por Humedad y Absorción

$$Aporte\ de\ agua = Peso\ seco * \frac{\%Humedad - \%Absorción}{100}$$

#### – Aporte de agua en agregado fino

$$Aporte\ de\ agua\ AF = 660.80 * \frac{2.82 - 2.28}{100}$$

$$Aporte\ de\ agua\ del\ agregado\ fino = 3.57$$

#### – Aporte de agua en agregado grueso

$$Aporte\ de\ agua\ AG = 1130.16 * \frac{0.71 - 0.57}{100}$$

$$Aporte\ de\ agua\ del\ agregado\ grueso = 1.58$$

#### – Cantidad de agua

$$Cant.\ agua\ final = Cant.\ agua\ inicial - \sum (Ap_{AF} + Ap_{AG})$$

$$Cant.\ agua\ final = 193 - \sum (3.57 + 1.58)$$

$$Cant.\ agua\ final = 187.85 \frac{Kg}{m^3}$$

#### – Peso húmedo de agregado

$$Peso\ húmedo\ de\ agregados = Peso\ seco\ del\ agregado * (1 + \frac{\%HA}{100})$$

$$Peso\ húmedo\ AF = 660.80 * (1 + \frac{2.82}{100})$$

$$Peso\ húmedo\ AF = 679.4 \frac{Kg}{m^3}$$



$$\text{Peso húmedo AG} = 1130.16 * \left(1 + \frac{0.71}{100}\right)$$

$$\text{Peso húmedo AG} = 1138.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

## K. Diseño de mezcla final

Material	Peso por m <sup>3</sup> (Kg)
Cemento	344.6
Agua	187.85
Agregado fino	679.4
Agregado grueso	1138.2
Aditivo	6.9
Total	2357.01

**Anexo 15. Diseño de mezcla 2.4% de aditivo**

**A. Especificaciones**

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en elementos estructurales, muros, entre otros. Las especificaciones de obra indican:

- No existen limitaciones en el diseño por presencia de sulfatos.
- La resistencia en compresión de diseño a los 28 días especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- La mezcla deberá tener una consistencia plástica entre 3" a 4" slump.
- El concreto será colocado en obra mediante el uso de equipo de bombeo.

**B. Datos de materiales**

**Cemento Portland Pacasmayo TIPO I**

- Peso específico = 3120 kg/m<sup>3</sup>
- Peso por bolsa = 42.5 kg
- Volumen por bolsa = 1 pie<sup>3</sup>

**Agua**

Debe cumplir con las condiciones requeridas para la elaboración del concreto.

**Agregados**

		<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>
Peso específico	Kg/ m <sup>3</sup>	2663	2628
Absorción	%	0.57	2.28
Contenido de agua	%	0.71	2.82
Peso volumétrico seco varillado	Kg/ m <sup>3</sup>	1662	1695
Peso volumétrico seco suelto	Kg/ m <sup>3</sup>	1572	1356
Tamaño máximo nominal	pulg	1	-
Módulo de finura		-	2.75

**Aditivos**

- Peso específico = 1210 kg/m<sup>3</sup>
- Proporción = 2.4 %

### C. Determinación de la resistencia promedio

Resistencia a compresión especificada, $f'c$	Resistencia promedio requerida $f'cr$
< 210 kg/cm <sup>2</sup>	$f'c + 70$
214 a 350	$f'c + 85$
> 350	$1.10 f'c + 50$

$$f'cr = f'c + 84$$

$$f'cr = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### D. Volumen unitario de agua

Revenimiento (cm)	Agua l/m <sup>3</sup> para el concreto de agregado de tamaño nominal máximo (mm) indicado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	<b>228</b>	<b>216</b>	<b>205</b>	<b>193</b>	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-

$$\text{Volumen unitario de agua} = 193 \text{ l/m}^3$$

### E. Volumen de aire atrapado

Concreto sin aire incorporado									
Tamaño máximo nominal (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4	
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	<b>1.50</b>	1.00	0.50	0.30	0.20	

$$\text{Contenido de aire} = 1.50\%$$

## F. Relación agua/cemento

f'cr 28 días	Relación agua – cemento de diseño 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
<b>294</b>	<b>r a/c</b>	
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-

$$\frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = \frac{300 - 294}{0.55 - r a/c}$$

$$\frac{50}{-0.07} = \frac{6}{0.55 - r a/c}$$

$$-714.286(0.55 - r a/c) = 6$$

$$-392.857 + 714.286 r a/c = 6$$

$$r a/c = 0.56$$

## G. Volumen de cemento

$$c = \frac{a}{r}$$

$$V_c = \frac{c}{\text{peso específico del cemento}}$$

$$V_c = \frac{193}{0.56}$$

$$V_c = 344.64$$

$$\text{Cemento} = 8.11 \text{ bolsas}$$

## H. Cálculo del volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino				
	2.40	2.60	2.75	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	⋮	0.46	0.44
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	↓ x	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74		0.72	0.70
2"	0.78	0.76		0.74	0.72
3"	0.81	0.79		0.77	0.75

$$\frac{2.8 - 2.6}{0.69 - 0.67} = \frac{2.8 - 2.75}{0.67 - x}$$

$$\frac{0.2}{-0.02} = \frac{0.05}{0.67 - x}$$

$$-10 * (0.67 - x) = 0.05$$

$$-6.7 + 10x = 0.05$$

$$x = 0.68$$

*Peso del agregado grueso seco = x \* Peso volumétrico seco varillado*

$$\text{Peso del agregado grueso seco} = 0.68 * 1662$$

$$\text{Peso del agregado grueso seco} = 1130.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Volumen unitario del agregado grueso} = \frac{\text{Peso del AG}}{\text{Peso específico del AG}}$$

$$\text{Volumen unitario del agregado grueso} = \frac{1130}{2663}$$

$$\text{Volumen unitario del agregado grueso} = 0.4244$$

## P. Aditivo reductor de agua

$$\text{Cantidad Aditivo} = \frac{\text{Volumen Cemento} * \text{Proporción Aditivo}}{100}$$

$$\text{Cantidad Aditivo} = \frac{344.64 * 2.4}{100}$$

$$\text{Cantidad Aditivo} = 8.27 \text{ kg}$$

### I. Peso del agregado fino

$$Vol. agregado fino = 1 - \sum (V_{ag} + V_c + V_{agua} + V_{aire} + V_{aditivo})$$

$$Vol. agregado fino = 1 - \sum (0.4244 + 0.1105 + 0.1930 + 0.015 + 0.0068)$$

$$Vol. agregado fino = 0.2503$$

$$Peso del agregado fino = Volumen unitario AF * Peso específico del AF$$

$$Peso del agregado fino = 0.2503 * 2628$$

$$Peso del agregado fino = 657.81 \frac{Kg}{m^3}$$

### J. Corrección por Humedad y Absorción

$$Aporte de agua = Peso seco * \frac{\%Humedad - \%Absorción}{100}$$

#### – Aporte de agua en agregado fino

$$Aporte de agua AF = 657.81 * \frac{2.82 - 2.28}{100}$$

$$Aporte de agua del agregado fino = 3.55$$

#### – Aporte de agua en agregado grueso

$$Aporte de agua AG = 1130.16 * \frac{0.71 - 0.57}{100}$$

$$Aporte de agua del agregado grueso = 1.58$$

#### – Cantidad de agua

$$Cant. agua final = Cant. agua inicial - \sum (Ap_{AF} + Ap_{AG})$$

$$Cant. agua final = 193 - \sum (3.55 + 1.58)$$

$$Cant. agua final = 187.87 \frac{Kg}{m^3}$$

#### – Peso húmedo de agregado

$$Peso húmedo de agregados = Peso seco del agregado * \left(1 + \frac{\%HA}{100}\right)$$

$$Peso húmedo AF = 657.81 * \left(1 + \frac{2.82}{100}\right)$$

$$Peso húmedo AF = 676.4 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\text{Peso húmedo AG} = 1130.16 * \left(1 + \frac{0.71}{100}\right)$$

$$\text{Peso húmedo AG} = 1138.2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

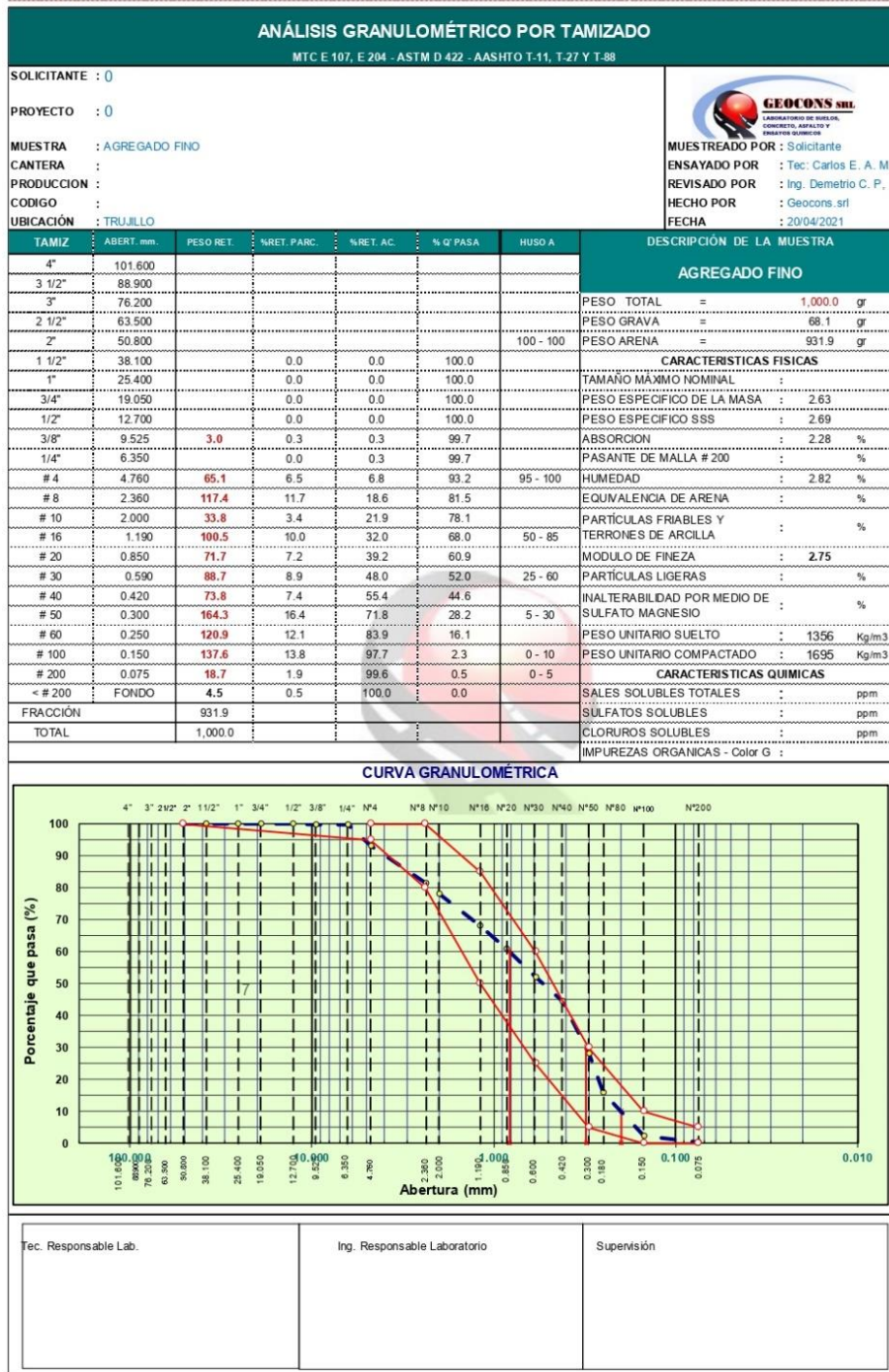
## K. Diseño de mezcla final

Material	Peso por m <sup>3</sup> (Kg)
Cemento	344.6
Agua	187.87
Agregado fino	676.4
Agregado grueso	1138.2
Aditivo	8.3
Total	2355.32

**Anexo 16. Certificados emitidos por GEOCONS SRL**




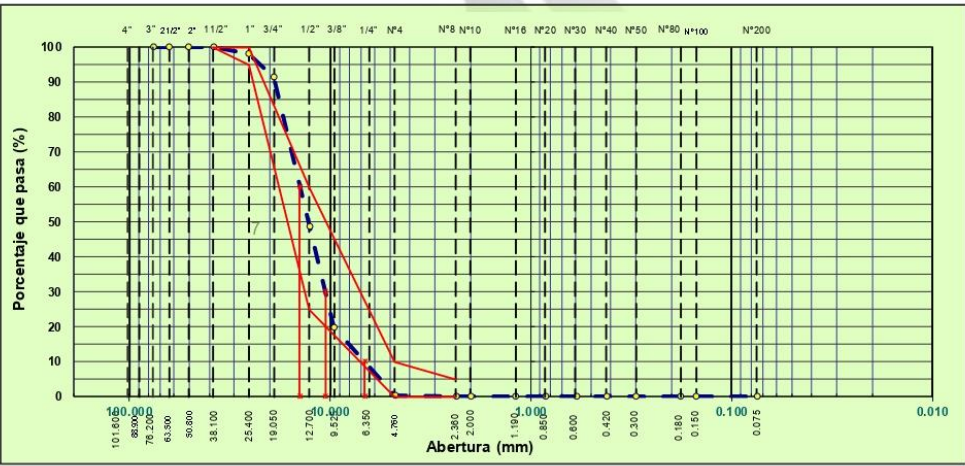
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**








**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
NTP 400.012 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88						
SOLICITANTE : 0						
PROYECTO : 0						
MUESTRA : AGREGADO GRUESO						
CANTERA : 0						
PRODUCCION :						
CODIGO :						
UBICACIÓN : TRUJILLO						
						
						MUESTREADO POR : Solicitante
						ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M.
						REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.
						HECHO POR : Geocons.srl
						FECHA : 20/04/2021
TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	huso 57
DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
AGREGADO GRUESO						
4"	101.600					
3 1/2"	88.900					
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					100 - 100
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	57.2	1.9	1.9	98.1	
3/4"	19.050	201.8	6.7	8.6	91.4	
1/2"	12.700	1,283.0	42.8	51.4	48.6	25 - 60
3/8"	9.525	864.0	28.8	80.2	19.8	
1/4"	6.350		0.0	80.2	19.8	
# 4	4.760	584.0	19.5	99.7	0.3	0 - 10
# 8	2.360		0.0	99.7	0.3	0 - 5
# 10	2.000		0.0	99.7	0.3	
# 16	1.190		0.0	99.7	0.3	
# 20	0.850		0.0	99.7	0.3	
# 30	0.590		0.0	99.7	0.3	
# 40	0.420		0.0	99.7	0.3	
# 50	0.300		0.0	99.7	0.3	
# 80	0.180		0.0	99.7	0.3	
# 100	0.150		0.0	99.7	0.3	
# 200	0.075		0.0	99.7	0.3	
< # 200	FONDO	10.0	0.0	99.7	0.3	
DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
PESO TOTAL = 3,000.0 gr						
PESO GRAVA = 2990.0 gr						
PESO ARENA = 10.0 gr						
CARACTERISTICAS FISICAS						
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL : 1"						
PESO ESPECIFICO DE LA MASA : 2.66						
PESO ESPECIFICO APARENTE : 2.70						
ABSORCION : 0.57 %						
PASANTE DE MALLA # 200 : %						
HUMEDAD : 0.71 %						
CARBÓN Y LIGNITO : %						
PARTÍCULAS FRILES Y TERRONES DE ARCILLA : %						
ABRASION LOS ANGELES : %						
PARTÍCULAS LIGERAS : %						
INALTERABILIDAD POR MEDIO DE SULFATO MAGNESIO : %						
PESO UNITARIO SUELTO : 1572 Kg/m3						
PESO UNITARIO COMPACTADO : 1665 Kg/m3						
CARACTERISTICAS QUIMICAS						
SALES SOLUBLES TOTALES : ppm						
SULFATOS SOLUBLES : ppm						
CLORUROS SOLUBLES : ppm						
FRACCIÓN TOTAL : 10.0						
TOTAL : 3,000.0						
CURVA GRANULOMÉTRICA						
						
Tec. Responsable Lab.		Ing. Responsable Laboratorio			Supervisión	



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS					
(NORMA AASHTO T-84, T-85)					
<b>SOLICITANTE :</b>  <b>PROYECTO :</b>  <b>MUESTRA :</b> AGREGADO FINO <b>CANTERA :</b> <b>PROVEEDOR :</b> <b>CODIGO :</b> <b>UBICACIÓN :</b> TRUJILLO			 <b>MUESTREADO PC :</b> Solicitante <b>ENSAYADO POR :</b> Tec: Carlos E. A. M. <b>REVISADO POR :</b> Ing. Demetrio C. P., <b>HECHO POR :</b> Geocons.srl <b>FECHA :</b> 20/04/2021		
DATOS DE LA MUESTRA					
AGREGADO FINO					
A	Peso Picnometro mas agua aforado (gr)	678.0			
B	Peso de la muestra seca al horno (gr)	488.9			
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	500.0			
D	Peso Picnometro + agua + muestra aforado	992.0			
	Peso especifico sobre base seca B/(C-(D-A))	2.628			<b>PROMEDIO</b>
	Peso especifico sobre base saturada superficialmente seca C/(C-(D-A))	2.688			2.688
	Peso especifico aparente B/(B-(D-A))	2.796			2.796
	% de absorción = (( C - B ) *100)/B	2.279			2.28%
<b>OBSERVACIONES:</b> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>					
Tec. Responsable Lab.		Ing. Responsable Laboratorio		Supervisión	




**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS					
(ASTM C127 AASHTO T-84, T-85)					
SOLICITANTE :			 <b>MUESTREADO PC : Solicitante</b> <b>ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M.</b> <b>REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.,</b> <b>HECHO POR : Geocons.srl</b> <b>FECHA : 20/04/2021</b>		
PROYECTO :					
MUESTRA : AGREGADO GRUESO					
CANTERA :					
PROVEEDOR :					
CODIGO :					
UBICACIÓN : TRUJILLO					
DATOS DE LA MUESTRA					
AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire ) (gr)	3000.0			
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua ) (gr)	1880.0			
C	Volumen de masa + volumen de vacios = A-B (cm <sup>3</sup> )	1120.0			
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	2983.0			
E	Volumen de masa = C- ( A - D ) (cm <sup>3</sup> )	1103.0			PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.663			2.663
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.679			2.679
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.704			2.704
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	0.570			0.57%
OBSERVACIONES:					
Tec. Responsable Lab.		Ing. Responsable Laboratorio		Supervisión	




**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS					
ASTM C 29 - ASSHTO T-19					
SOLICITANTE :			 <p>MUESTREADO POR : Solicitante            ENSAYADO POR : Tec. Carlos E. A. M.            REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.            HECHO POR : Geocons.srl            FECHA : 20/04/2021</p>		
PROYECTO :					
MUESTRA : AGREGADO GRUESO					
CANTERA :					
PROVEEDOR :					
CODIGO :					
UBICACIÓN : TRUJILLO					
AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9320	9383	9386	
Peso del recipiente	(gr)	6054	6054	6054	
Peso de la muestra	(gr)	3266	3329	3332	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1552	1581	1583	
<b>Peso unitario suelto promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1572</b>			
PESO UNITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9571	9558	9550	
Peso del recipiente	(gr)	6054	6054	6054	
Peso de la muestra	(gr)	3517	3504	3496	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1671	1665	1661	
<b>Peso unitario compactado promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1665</b>			
OBS.:					
Tec. Responsable Lab.		Ing. Responsable Laboratorio		Supervisión	



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS					
MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19					
SOLICITANTE :			 <p>MUESTREADO POR : Solicitante            ENSAYADO POR : Tec: Carlos E. A. M.            REVISADO POR : Ing. Demetrio C. P.            HECHO POR : Geocons.srl            FECHA : 20/04/2021</p>		
PROYECTO :					
MUESTRA : AGREGADO FINO					
CANTERA :					
PROVEEDOR :					
UBICACIÓN : TRUJILLO					
AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	5439	5449	5442	
Peso del recipiente	(gr)	4158	4158	4158	
Peso de la muestra	(gr)	1281	1291	1284	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	948	948	948	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1351	1362	1354	
<b>Peso unitario suelto promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1356</b>			
PESO UNITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	5771	5763	5760	
Peso del recipiente	(gr)	4158	4158	4158	
Peso de la muestra	(gr)	1613	1605	1602	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	948	948	948	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1701	1693	1690	
<b>Peso unitario compactado promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1695</b>			
OBS.:					
Tec. Responsable Lab.		Ing. Responsable Laboratorio		Supervisión	

**Anexo 17. Ficha técnica Chema Plast**



**DESCRIPCIÓN** CHEMA PLAST es un aditivo reductor de agua y plastificante de color marrón de uso universal, que hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación. Permite una reducción de agua hasta 10%, generando aumento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. Tiene además propiedades de reducir la permeabilidad del concreto. Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C-494 tipo A.

**VENTAJAS** El concreto tratado con CHEMAPLAST tiene las siguientes ventajas:

- Mejor acabado: La plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.
- Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos con alta densidad de armadura sin necesidad de aumentar la relación agua / cemento.
- Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
- Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.
- Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.
- No contiene cloruros.
- Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.
- No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina. Cuenta con certificado CEPIS<sup>1</sup>.

**USOS** Como reductor de agua y plastificante en:

- En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos.
- En concreto caravista.
- En concretos pretensados y post-tensados.
- En obras hidráulicas.
- En concretos para elementos pre-fabricados: postes, buzones, cajas, tuberías, etc.
- En concretos para pavimentos y puentes.
- En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.
- En concretos de reparación en general.
- En construcciones frente al mar se recomienda utilizarlo desde los cimientos, en el concreto de techos, vigas, columnas, pisos, en el mortero de asentado y en el tarrajeo.
- En esculturas de concreto.

**DATOS TÉCNICOS**

- Apariencia : Líquido
- Color : Marrón oscuro
- Densidad : 1.2 g/ml ± 0.06
- pH : 9.00 - 12.50
- VOC : 0 g/L



**Chema®**  
*Calidad que Construye*

**Hoja Técnica**  
**CHEMA PLAST**  
Aditivo mejorador de la trabajabilidad del concreto y reductor de agua para lograr concretos fluidos, compactos, y durables.

VERSION: 02  
FECHA: 09/02/2018

<b>PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO</b>	<p>Agregar de 145 ml a 360 ml de <b>CHEMA PLAST</b> por bolsa de cemento al agua de amasado de acuerdo al efecto deseado, sin combinarlo con otros aditivos. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla. Se sugiere realizar pruebas previas con los materiales, tipo de cemento y condiciones de obra.</p> <p>Para morteros impermeables usar diseño 1:3 (1 de cemento+ 3 de arena fina) utilizando la mayor dosis de aditivo.</p> <p>Es indispensable realizar el curado del concreto con agua o alguno de nuestros curadores como Membranil Económico Reforzado antes y después del fraguado</p>
<b>RENDIMIENTO</b>	<p>La dosis sugerida es de 145 ml a 360 ml de <b>CHEMAPLAST</b> por bolsa de cemento. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales, tipo de cemento y en las condiciones de obra.</p>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<p>Envase de 1 gal. Envase de 5 gal. Envase de 55 gal.</p>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<p>1 año almacenado en su envase original, sellado en lugar fresco, ventilado y bajo techo.</p>
<b>PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<p>En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).</p> <p>Durante su manipulación no beber ni comer alimentos. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Es tóxico si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.</p>

**"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 1 para todos los fines"**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

**ATENCIÓN AL CLIENTE:**  
**(511) 336-8407**

Página 2 de 2

**Anexo 18. Ficha técnica SikaCem Plastificante**



## 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"> <li>▪ Envase PET x 4 L</li> <li>▪ Balde x 20 L</li> </ul>
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. Protegido 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  
02130201100000829



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  
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6  
Lurín, Lima  
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Plástico  
Junio 2021, Versión 01.02  
02130201100000829

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 las 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](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

SikaCemPlástico-es-PE-(06-2021)-1-2.pdf

**CONSTRUYENDO CONFIANZA**



**Anexo 19. Panel fotográfico**

Medición de aditivo	Elaboración de probetas
	
<p><b>Rotura de probetas muestra patrón 7 días</b></p>	<p><b>Rotura de probetas muestra patrón 28 días</b></p>
	
<p><b>Rotura de probetas 0.7%, 1.2% y 1.6% SIKA 7 días</b></p>	<p><b>Rotura de probetas 1.2% CHEMA 7 días</b></p>
	

<p><b>Rotura de probetas 2.0% y 2.4 SIKA 7 días</b></p> 	<p><b>Rotura de probetas CHEMA 7 días</b></p> 
<p><b>Rotura de probetas 0.7%, 1.2% y 1.6% SIKA 28 días</b></p>	<p><b>Rotura de probetas 0.7% CHEMA 28 días</b></p>
	
<p><b>Rotura de probetas 2.0% SIKA 28 días</b></p>	<p><b>Rotura de probetas 1.2% CHEMA 28 días</b></p>
	

Rotura de probetas 2.4% SIKA 28 días	Rotura de probetas 1.6% y 2.0% CHEMA 28 días
	
Rotura de probetas 2.4% CHEMA 28 días	Asentamiento
	