	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(93)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	CRISTIAN QUINTERO VEGA		
	CARLOS MARIO HERRERA RUEDA		
FACULTAD	INGENIERIAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL		
DIRECTOR	CAROLINA ABRIL CARRASCAL		
TÍTULO DE LA TESIS	ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA DE ALTO RANGO O SUPERPLASTIFICANTES Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO		
RESUMEN			
(70 palabras aproximadamente)			
<p>MONOGRAFIA DE COMPILACION REFERENTE AL EFECTO QUE PRODUCE LA ADICION DE ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA DE ALTO RANGO O SUPERPLASTIFICANTES EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO.</p> <p>EL DESARROLLO DE ESTA MONOGRAFIA PERMITE LA DIFUSION DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, EL CUAL HA SIDO EMPLEADO DESDE HACE VARIAS DECADAS, BRINDANDO GRANDES VENTAJAS TECNICAS PARA LA CONSTRUCCION EN CONCRETO.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 93	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 0	CD-ROM: 1



ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA DE ALTO RANGO O SUPERPLASTIFICANTES Y
SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO

Autores

CRISTIÁN QUINTERO VEGA

CARLOS MARIO HERRERA RUEDA

Trabajo de grado modalidad monografía para optar el título de Ingeniero Civil

Director

MSc. CAROLINA ABRIL CARRASCAL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

Marzo, 2021

Nota

El Comité Curricular del Plan de Estudios de Ingeniería Civil, según consta en el Acta No. 00021 de fecha 05 de junio de 2020, acordó asignar como jurados de la presente monografía a los docentes **Leandro Ovallos Manosalva** y **María Fernanda Camargo Trigos**.

Agradecimientos

Los autores de esta monografía expresan su cordial agradecimiento a la MSc. Carolina Abril Carrascal, por la dirección del trabajo, su apoyo y colaboración permanente durante toda la investigación.

Así mismo agradecen a todas aquellas personas que de una u otra manera aportaron en este trabajo: amigos, compañeros y docentes, así como aquellos profesionales que brindaron su ayuda, especialmente al Ing. Luis Miguel Duarte Vergara por su acompañamiento y colaboración en todas las etapas del proyecto.

Finalmente agradecen a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por brindar los conocimientos y las herramientas necesarias para desarrollar este trabajo.

Cristian Quintero Vega

Carlos Mario Herrera Rueda

Dedicatoria

Esta dedicatoria es para para mi fiel amigo que es Dios el que tiene toda la gloria, la honra y el poder, porque aunque hubieron tantos tropiezos en medio de este camino, el me dio las fuerzas para seguir adelante y no desvanecer en algo que el principio era tan difícil pero no imposible, y que después de un tiempo, entregando y poniendo todo en sus manos llegamos a la meta, a una de las tantas que vienen y que junto a él las vamos a lograr, porque tú siempre tienes el control y nunca lo pierdes, tus promesas se cumplieron y ahora doy gracias por hacerme un ingeniero civil.

Le doy gracias a mi padre Luis Humberto Quintero y mi madre Maritza Isabel Vega, a quienes también está dedicado este proyecto de grado, ya que con su gran esfuerzo y dedicación pudieron apoyarme en los momentos más difíciles de la vida. Cuando antes de empezar por esta travesía tenía muchas puertas cerradas y no sabía que rumbo tomar, doblando rodillas y pidiéndole a Dios por esta puerta que abrió y a la que hoy puedo llamar la carrera de tus sueños, porque hay qué soñarlo y desearlo tanto hasta que se haga realidad, también agradecerle a mi hermano por soportar tantos momentos incómodos pero siempre estuvo ahí. También darle las gracias a Ariannis, por ser mi confidente y compañera de vida, la cual siempre me incentivo para llevar todo esto a delante, la que siempre estuvo apoyándome, en las malas y en las buenas. Agradezco de todo corazón a mis familiares y amigos que de una u otra forma me animaban para poder lograr lo que tanto anhelaba, quienes saben lo duro que fue, pero que me animaban a creer que no era imposible.

Agradezco a todo el plantel universitario, en especial a los docentes, que con su gran esfuerzo se dedicaron en compartir todo su conocimiento, gracias por dejarme ser parte de esta gran institución.

Agradecerle también la ingeniera Carolina Abril Carrascal por su dedicación y esfuerzo pues gracias a su gran conocimiento nos pudo orientar y acompañar para lo que hoy pudimos lograr.

Cristian Quintero Vega

Dedicatoria

Dios es grande y es quien todo lo puede y a Él va esta dedicatoria, pues me ilumino durante todo este proceso y me dio mucha fuerza y sabiduría para ser todo un profesional.

Esta monografía es gracias al esfuerzo de mi madre Georgina Rueda, mi papá Wilson Herrera y el de mi hermana Stephanie Herrera, pues fueron mis guías y me apoyaron mucho durante todos los días.

Agradecerle también a la Ingeniera Carolina Abril Carrascal por su colaboración y por su acompañamiento en esta investigación, pues sin su apoyo no la hubiéramos podido realizar.

Carlos Mario Herrera Rueda

Tabla de contenido

Introducción.....	xvi
Capítulo 1. Generalidades del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante para mezclas de concreto	1
1.1 Antecedentes de los aditivos	1
1.2 Clasificación de los aditivos.....	2
1.3 Aditivos reductores de agua de alto rango o superplastificantes.....	5
1.3.1 Definición.....	5
1.3.2 Interacción físico química entre el cemento y el aditivo superplastificante.....	6
Capítulo 2. Propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional y el concreto con aditivo superplastificante	9
2.1 Manejabilidad o trabajabilidad.....	9
2.2 Tiempo de fraguado.....	12
2.3 Resistencia a la compresión.....	15
2.4 Resistencia a la flexión.....	19
2.5 Densidad.....	21
2.6 Absorción	22
Capítulo 3. Dosificaciones del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante en mezclas de concreto	25
3.1 Empresas fabricantes de aditivos superplastificantes.....	26
3.2 Dosificación de aditivo superplastificante recomendada por los fabricantes.....	28
3.3 Selección de la dosificación de aditivo superplastificante a emplear en el concreto	29
Capítulo 4. Marco legal para el uso del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante en mezclas de concreto y casos de aplicación con este tipo de aditivos.....	36
4.1 Exigencias de la NTC 1299 para el uso de aditivos superplastificantes	36
4.1.1 Contenido de agua.....	37
4.1.2 Tiempo de fraguado inicial.....	37

4.1.3 Tiempo de fraguado final.	37
4.1.4 Resistencia a la compresión.....	37
4.1.5 Resistencia a la flexión.....	38
4.2 Casos de aplicación de aditivos superplastificantes	38
4.2.1 Edificio Two Union Square, en la ciudad de Seattle, Estados Unidos.....	38
4.2.2 Túnel del Canal de la Mancha, una Francia e Inglaterra.....	39
4.2.3 Edificio Water Tower Place, ubicado en Chicago, Estados Unidos.....	40
4.2.4 Puente Confederaciones, ubicado en la Isla Príncipe en Canadá.	41
4.2.5 Torres Petronas, ubicado en Kuala Lumpur, Indonesia.	42
4.2.6 Pavimentación en concreto rígido de 1,42 km de El Tarra a Puente Rojo y 4,42 km de El Tarra a Convención, en el municipio de El Tarra, Norte de Santander.....	43
Conclusiones.....	46
Referencias	48
Apéndices	52

Lista de figuras

Figura 1. Representación del efecto dispersante del aditivo superplastificante.....	8
Figura 2. Prueba de asentamiento del concreto	10
Figura 3. Asentamiento obtenido en el concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante	11
Figura 4. Tiempo de fraguado inicial del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante	14
Figura 5. Tiempo de fraguado final del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante	14
Figura 6. Prueba de compresión en probeta de concreto	15
Figura 7. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante	17
Figura 8. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante	18
Figura 9. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante	18
Figura 10. Ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto	19
Figura 11. Resistencia a la flexión del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante	20
Figura 12. Densidad del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante.....	22
Figura 13. Porcentaje de absorción del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante	24
Figura 14. Logo Sika.....	26
Figura 15. Logo Tecnoconcret.....	27
Figura 16. Logo BASF.....	27
Figura 17. Logo Ulmen.....	28
Figura 18. Gráfica de dosificación de aditivo superplastificante recomendado por cada fabricante	29
Figura 19. Trabajabilidad o manejabilidad del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante con el rango promedio recomendado.....	31
Figura 20. Resistencia a compresión a los 28 días de curado en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante considerando el rango recomendado	32
Figura 21. Resistencia a compresión a los 28 días de curado en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante considerando el rango recomendado	33
Figura 22. Resistencia a compresión a los 28 días de curado en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante considerando el rango recomendado	33
Figura 23. Edificio Two Union Square.....	39
Figura 24. Túnel del Canal de la Mancha	40
Figura 25. Edificio Water Tower Place	41

Figura 26. Puente confederaciones	42
Figura 27. Torres Petronas	43
Figura 28. Fundición de losas de concreto.....	44
Figura 29. Asentamiento del concreto	45
Figura 30. Elaboración de vigas de concreto	45

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación de los aditivos de acuerdo a su función.	3
Tabla 2. Asentamiento obtenido en el concreto.	10
Tabla 3. Tiempo de fraguado inicial del concreto.	12
Tabla 4. Tiempo de fraguado final del concreto.	13
Tabla 5. Resistencia a la compresión del concreto.	16
Tabla 6. Resistencia a la flexión del concreto.	20
Tabla 7. Densidad o peso unitario del concreto.	21
Tabla 8. Porcentaje de absorción del concreto.	23
Tabla 9. Aditivos utilizados en las investigaciones consultadas.	25
Tabla 10. Dosificaciones de aditivo superplastificante recomendado por cada fabricante.	28

Lista de apéndices

Apéndice A. Ficha Técnica de Aditivos Superplastificantes.....	53
Apéndice B. Diseño de mezcla y ensayo de resistencia a la flexión Unión Temporal El Tarra 2020.....	69

Introducción

Cuando se diseñan mezclas de concreto para su uso en cualquier tipo de construcción, se busca que estas tengan una fluidez adecuada, de tal forma que se faciliten los procesos de vaciado del concreto y el acomodamiento de los agregados. Para lograr este estado, se utilizan determinadas cantidades de agua que en la mayoría de los casos afectan la relación agua/cemento, lo que conlleva a variaciones en las propiedades físicas y mecánicas finales del concreto. Por otra parte, existen situaciones que demandan mezclas altamente fluidas, sobre todo en construcciones con altas cantidades de acero de refuerzo (Fabiane, 2016; Mayta, 2014).

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), permite el uso de aditivos para la reducción de agua y modificación del tiempo de fraguado, con la condición que el aditivo utilizado en el concreto se rija por la Norma Técnica Colombiana NTC 1299 – Concretos, Aditivos químicos para concreto, y por la norma ASTM C494M, en las cuales se clasifica el aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante como Tipo F, siendo su principal característica, reducir significativamente la demanda de agua y el contenido de cemento. La reducción de agua suele ser mayor al 12%, lo que permite producir concreto con alta resistencia a la compresión y mucho más durable (Tecnoconcret, 2020).

El aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante empezó a usarse en la construcción en la década de los 60 del Siglo XX, debido a la necesidad de reducir las secciones de los elementos portantes en rascacielos, puentes, entre otros. Con este aditivo se logró obtener un concreto con una reología óptima para que escurriera como un fluido dentro de las formaletas

congestionadas de acero, brindando además resistencias muy por encima de las normales en secciones mínimas (Hernández, 2005; Moreno, 2017).

El aditivo superplastificante permite mantener una fluidez adecuada de tal forma que se faciliten los procesos de vaciado del concreto y el acomodamiento de los agregados, sin embargo, la adición de este aditivo conlleva a variaciones en las propiedades del concreto, por lo que surge el siguiente interrogante: ¿Cómo se ven afectadas las propiedades físicas y mecánicas del concreto con adición del aditivo superplastificante?

Para dar respuesta al anterior interrogante, fue necesario aplicar una metodología de investigación denominada como vigilancia tecnológica, con la cual se realizó la recopilación y análisis de la información disponible sobre el tema de estudio. Las referencias fueron seleccionadas de trabajos de grado, artículos y publicaciones realizadas por universidades e instituciones reconocidas internacionalmente.

Esta monografía fue planteada para realizar la compilación de las propiedades del concreto con aditivos reductores de agua de alto rango o superplastificantes, de tal forma que se genere un mayor entendimiento de las implicaciones del uso de este tipo de aditivos en las mezclas convencionales de concreto, y los resultados que ofrece en las propiedades en sus estados fresco y endurecido.

La elaboración de esta monografía tuvo una duración de dieciocho semanas (18). El estudio de compilación fue efectuado en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, siendo una monografía de tipo descriptivo, ya que se realizó la recolección de información de referencias seleccionadas. La monografía se centró el desarrollo de los siguientes objetivos:

1. Describir las generalidades del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante para mezclas de concreto.
2. Identificar las propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional y el concreto con aditivo superplastificante.
3. Determinar las dosificaciones usadas del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante en mezclas de concreto.
4. Delimitar el marco legal existente para el uso del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante en mezclas de concreto y casos de aplicación con este tipo de aditivos.

Capítulo 1. Generalidades del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante para mezclas de concreto

1.1 Antecedentes de los aditivos

La incorporación de aditivos en el concreto se remonta al siglo XIX, poco tiempo después de iniciarse el empleo del Cemento Portland (21 de octubre de 1824) en Inglaterra, sin embargo, fue en el siglo XX donde adquirieron mayor importancia debido a los requerimientos cada vez más exigentes de la construcción en concreto (Huaycani & Huaycani, 2018).

Los primeros aditivos reductores de agua que se desarrollaron fueron los plastificantes en la década de los años 60 del Siglo XX, con el objetivo de reducir el agua de amasado y obtener de esta manera concreto de mayor resistencia. En esta misma década en Japón se inició la adición de aditivos denominados como superplastificantes, y en Alemania y Estados Unidos se empezaron a utilizar en los años 70 (Hernández, 2005; Moreno, 2017).

Los superplastificantes inicialmente estaban compuestos de lignosulfonatos, lo cual permitía reducir el volumen de agua adicionada al concreto en un rango del 5 al 10%. Posteriormente, estos aditivos se constituyeron a partir de derivados de melanina, lo que permitió una reducción del volumen de agua entre el 10 y el 20%. El avance más significativo en los superplastificantes se dio en la década de los 90, ya que estos aditivos empezaron a ser

elaborados en base a polímeros sintéticos, cuya reducción del volumen de agua permitió alcanzar valores de hasta un 30%, incluso valores del 40% en aquellos constituidos con policarboxilatos (Nuñez & Villanueva, 2018).

Actualmente los concretos requieren, ya sea por aspectos técnicos o climáticos, la incorporación de algún tipo de aditivo con el fin de mejorar sus propiedades tanto en estado fresco como en estado endurecido, por lo que estos aditivos son considerados como un material más dentro del concreto. Según estimaciones de la Academia Europea de Investigación del Cemento, en el año 2015 cerca del 90% de los concretos empleados en Europa contenía algún tipo de aditivo, de los cuales, más del 70% eran aditivos reductores de agua, plastificantes o superplastificantes, tendencia que se ha mantenido durante los últimos años (Nuñez & Villanueva, 2018; Mayta, 2014).

1.2 Clasificación de los aditivos

Los aditivos hacen referencia a compuestos químicos que se mezclan en el concreto en cantidades generalmente inferiores al 5%, respecto al peso total del cemento empleado. El Código ACI 116R-00 “Terminología del cemento y concreto” define al aditivo como un material diferente de agua, agregados, cemento hidráulico y refuerzo de fibras usado como ingrediente del concreto o mortero, y que se agrega a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado. Con esta adición se modifican las propiedades del concreto en su estado fresco haciéndolo más manejable. Estos aditivos generalmente se comercializan en forma líquida o en polvo, esta última

en menor medida, la dosificación varía según la ficha técnica de cada fabricante (Alvarado & Tivanta, 2020; Gutiérrez, 2018).

Los aditivos son considerados como una ayuda eficaz, e incluso indispensable, para obtener concretos que cumplan con los requerimientos exigidos para cada aplicación. La clasificación, más generalizada, de los aditivos está basada en la función que éstos cumplen en la mezcla de concreto, como se muestra en la tabla 1 (Reina, Sánchez, & Solano, 2010).

Tabla 1.

Clasificación de los aditivos de acuerdo a su función

Tipo de aditivo	Descripción
Aditivos inclusores de aire	Se utiliza para retener intencionalmente burbujas microscópicas de aire en el concreto, lo cual mejora la durabilidad de concretos que estarán expuestos a ciclos de congelación y deshielo
Aditivos reductores de agua	Se emplean para disminuir la cantidad de agua de mezclado requerida para un asentamiento especificado, disminuyendo la relación agua/cemento, por lo que se obtiene un aumento de resistencia
Aditivos retardantes	Se emplean para compensar los efectos acelerantes que el clima cálido puede producir al fraguado del concreto o para retrasar el fraguado inicial en colados difíciles
Aditivos acelerantes	Se utilizan cuando es necesario desencofrar antes del tiempo que las especificaciones contractuales fijan y/o para poner en servicio la obra antes de lo previsto
Aditivos superplastificantes	Son aditivos reductores de alto rango, que se agregan a los concretos de bajo asentamiento o de baja relación agua/cemento (de alta resistencia), para producir concretos fluidos de alto asentamiento; la condición esencial que se busca al emplear un aditivo superplastificante consiste en aumentar transitoriamente la fluidez de las mezclas de concreto, sin afectar las propiedades potenciales del concreto endurecido

Fuente: Reina, Sánchez, & Solano, 2010. *Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco.*

Otra clasificación está dada por la norma ASTM C 494/C494-08a y es igualmente aceptada por la NTC 1299: *Concretos. Aditivos químicos para concreto*. Se distinguen 7 tipos de aditivos: (Hernández, 2005; NTC 1299, 2008):

- Tipo A: Aditivos reductores de agua.
- Tipo B: Aditivos retardadores de fraguado.
- Tipo C: Aditivos aceleradores de fraguado.
- Tipo D: Aditivos reductores de agua y retardadores de fraguado.
- Tipo E: Aditivos reductores de agua y aceleradores de fraguado.
- Tipo F: Aditivos reductores de agua, de alto rango.
- Tipo G. Aditivos reductores de agua, de alto efecto y retardadores de fraguado.

El desarrollo de este trabajo está centrado en los aditivos Tipo F: Aditivos reductores de agua, de alto rango, por lo que en adelante todas las consideraciones estarán referidas a este tipo de aditivo.

1.3 Aditivos reductores de agua de alto rango o superplastificantes

1.3.1 Definición.

Los aditivos superplastificantes son considerados como los más especiales, debido a que aumentan la manejabilidad del concreto a la vez que permiten una reducción del agua necesaria para el mezclado. Pasquel, 1998, citado por Nuñez, O, y Villanueva, J., 2018, comprobó que al adicionar este tipo de aditivo, se puede duplicar o triplicar el asentamiento del concreto sin alterar la relación Agua/Cemento. Por otra parte, el ahorro en la cantidad de agua puede alcanzar valores de hasta el 40%, lo que permite producir concretos de alta resistencia (Nuñez & Villanueva, 2018).

Inmediatamente después de realizado el mezclado de los materiales constituyentes del concreto, se inicia el denominado proceso de fraguado o endurecimiento debido a la reacción del agua con el cemento. Dicha reacción ocasiona un alto calor de hidratación que conlleva a una rápida evaporación del agua de mezclado y una reducción progresiva del asentamiento necesario para moldear el concreto. Para evitar esta situación, y mantener la trabajabilidad del concreto el tiempo necesario, sin producir modificaciones considerables en las propiedades del mismo, se recurre a los aditivos reductores de agua de alto rango o superplastificantes, clasificados como Tipo F (Fernández, Morales, & Soto, 2016).

1.3.2 Interacción físico química entre el cemento y el aditivo superplastificante.

Los superplastificantes, químicamente, pueden ser clasificados dentro de tres grupos: lignosulfonatos, Naftalenosulfonatos y melaminasulfonatos, y poliacarboxilatos. Los primeros, los lignosulfonatos, son aquellos que se obtienen de materiales naturales, a través de la producción y extracción de celulosa, dentro de la industria del papel y madera. Fueron los primeros tipos de superplastificantes empleados, sin embargo, hoy día son poco utilizados. Llegaron a permitir reducciones en el contenido de agua hasta en un 10% (Kong, 2018; ANFAH, 2020).

El segundo grupo son los naftalenosulfonatos y melaminasulfonatos, estos se caracterizan por producir en promedio la misma reducción de agua en el concreto, hasta un 25%, por lo cual son categorizados en el mismo grupo, sin embargo, los naftalenosulfonatos se originan de desechos del carbón, mientras que los melaminasulfonatos se producen a partir de polímeros sintéticos. Al igual que el grupo anterior, son poco empleados en la actualidad (Kong, 2018; ANFAH, 2020).

El tercer grupo, los poliacarboxilatos, corresponden a los superplastificantes más utilizados en la actualidad. Son fabricados a partir de polímeros dispersantes diseñados con éteres de poliacarboxilato. Este tipo de aditivo ha permitido alcanzar reducciones en el contenido de agua en el concreto hasta en un 40%, siendo empleado en todos los tipos de concretos existentes: armados, prefabricados, autocompactados, entre otros (Kong, 2018; ANFAH, 2020).

Una factor que afecta directamente la resistencia del concreto es la relación Agua/Cemento (A/C), ya que entre menor sea el contenido de agua requerido en la mezcla, mayor resultara la resistencia final. Un concreto adecuado es aquel que contiene la cantidad de agua necesaria para desarrollar la máxima resistencia posible del cemento a la vez que proporciona la capacidad de trabajo suficiente para la colocación. No obstante, al contacto con el agua, las partículas del cemento tienden a flocular por lo que se hace necesario adicionar más agua para mantener la trabajabilidad del concreto. Los flóculos generados atrapan agua en su interior y como consecuencia la trabajabilidad de la mezcla es menor, además el agua no puede acceder a la superficie de las partículas de cemento que están en contacto entre sí (Prakash, 2013; Gutiérrez, 2018).

Lo anterior conlleva a la necesidad de adicionar más agua en la mezcla, sin embargo, este exceso de agua conlleva a una significativa disminución de la resistencia y un aumento de la porosidad, reflejándose en un debilitamiento de las propiedades del concreto y reduciendo su durabilidad. Para evitar aumentar la adicción de agua, se emplean los aditivos superplastificantes, los cuales actúan como agentes dispersantes, ya que disminuyen el grado de floculación de las partículas del cemento y el agua inicialmente atrapada queda libre permitiendo mantener la trabajabilidad por mayor tiempo. En la figura 1 se observa el efecto desfloculante del aditivo superplastificante en las partículas de cemento (Prakash, 2013; Gutiérrez, 2018).

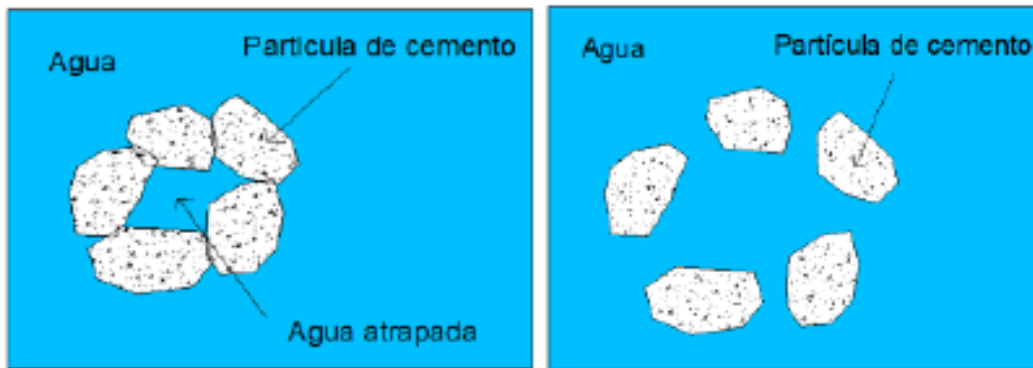


Figura 1. Representación del efecto dispersante del aditivo superplastificante. *Obtenido de:* Gutiérrez, 2018. Evaluación de las ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos superplastificantes en los concretos de resistencias convencionales. *Pág. 20.*

Capítulo 2. Propiedades físicas y mecánicas del concreto convencional y el concreto con aditivo superplastificante

Se denomina como concreto al material constituido por la mezcla ,en ciertas proporciones, de cemento, agua, agregados (pétreos) y opcionalmente aditivos, que inicialmente se caracteriza por poseer una estructura plástica y moldeable, para posteriormente adquirir una consistencia rígida con una resistencia ideal para la construcción (Coapaza & Cahui, 2018).

Hasta la fecha existe un consenso sobre las modificaciones que genera la adición de aditivos superplastificantes en el concreto en sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido. Con el fin de observar estas variaciones, a continuación se detallan las propiedades del concreto sobre las cuales se encontró información relevante referida al tema de estudio.

2.1 Manejabilidad o trabajabilidad

El American Concrete Institute (ACI) define la manejabilidad o trabajabilidad como aquella propiedad del concreto en estado fresco, la cual determina la facilidad con la cual puede ser manejado y completamente compactado. Esta propiedad se mide por medio de la prueba del asentamiento, y que en Colombia está normalizada en la NTC 396: Ensayo de asentamiento del concreto. En la figura 2 se observa la medición del asentamiento en el concreto (Coapaza & Cahui, 2018).



Figura 2. Prueba de asentamiento del concreto. Obtenido de: Coapaza, H. & Cahui, R. *Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $F'_{C}=210 \text{ KG/CM}^2$ como alternativa de mejora en los vaciado de techos de vivienda autoconstruidos en puno*. Pág. 18.

La manejabilidad o trabajabilidad es relativa, pues las condiciones de cada proyecto pueden conllevar a considerar a un concreto con determinado asentamiento como adecuado o no, ya sea por el tipo de construcción o por lo equipos y materiales disponibles, por tal razón, la información mostrada a continuación está limitada a considerar estrictamente la medida obtenida en el ensayo de asentamiento. En la Tabla 2 se muestran los datos recopilados referentes a esta propiedad. (Coapaza & Cahui, 2018; Moreno, 2017).

Tabla 2.

Asentamiento obtenido en el concreto

Autor	Año	Unidad	Concreto sin aditivo	Cantidad de superplastificante adicionada al concreto						
				200 - 400 ml/100 kg de cemento	400 - 500 ml/100 kg de cemento	500 - 600 ml/100 kg de cemento	800 - 1000 ml/100 kg de cemento	1000 - 1200 ml/100 kg de cemento	1500 - 1800 ml/100 kg de cemento	2000 - 2500 ml/100 kg de cemento
Alsadey, S.	2013		50	57	65	75	120	175	225	264
Abdulridha, H.	2016		66	78	87	100	127	142	182	204
Coapaza, H. & Cahui, R.	2018	mm	81	95	112	128	154	181	223	260
Mayta, J.	2014		100	150	187,5	218,75	225	237,5	246,7	259,3
Quispe, G. & Urrutia, P.	2019		75	94	128	150	175	225	265	395

Nota: Autores citados en la tabla.

Se observa en los datos de la tabla anterior, que la adición del aditivo superplastificante permite aumentar entre 2 y 5 veces el asentamiento obtenido en el concreto, si se compara con el concreto sin aditivo. Este aumento en el asentamiento permite una mejor manipulación del concreto, sin embargo, diversos estudios indican que valores excesivos de asentamiento pueden conllevar a una notable pérdida de resistencia del concreto en su estado endurecido, debido a la excesiva segregación de los agregados, por lo cual, se debe ajustar la cantidad de aditivo superplastificante a incluir en el concreto de acuerdo a los requerimientos de dispersión que sean necesarios para cada obra o proyecto, además de considerar los resultados obtenidos en las demás propiedades. En la figura 3 se observa la representación gráfica de los datos de la tabla 2 (Coapaza & Cahui, 2018; Fabiane, 2016).

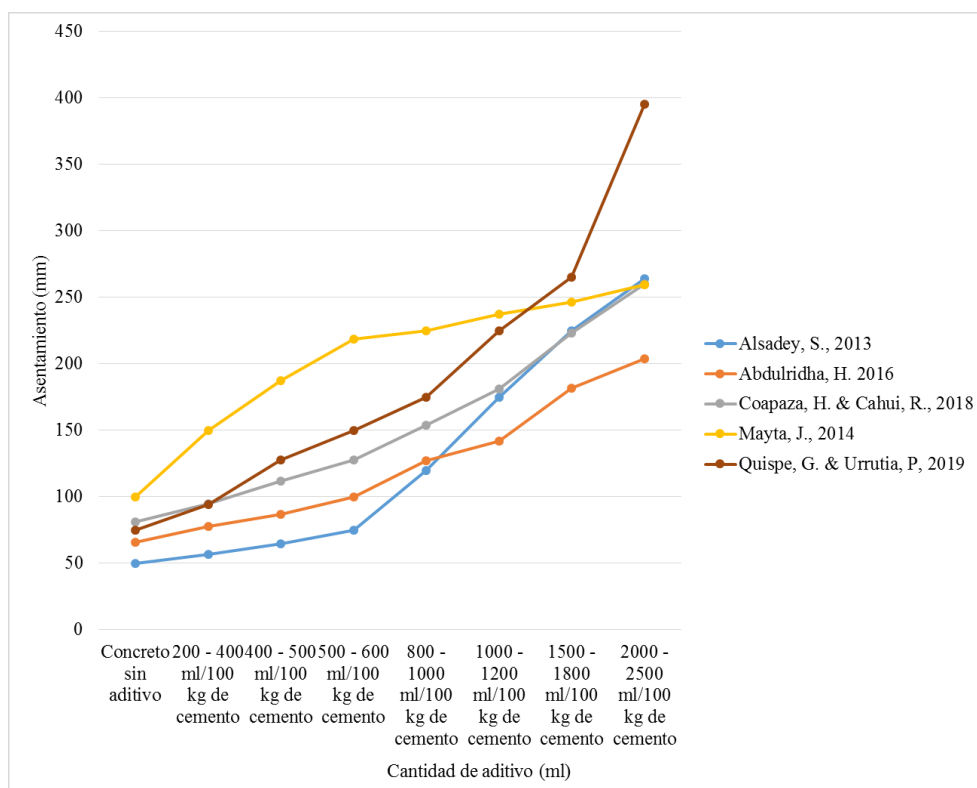


Figura 3. Gráfico del asentamiento obtenido en el concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante. Autores, 2021.

2.2 Tiempo de fraguado

El American Concrete Institute (ACI) indica que al momento de iniciar el contacto entre el cemento y el agua, se inicia una reacción química exotérmica, flujo de calor de dentro hacia afuera de la reacción, que paulatinamente conlleva a la rigidización de la mezcla. Mediante el ensayo descrito en la NTC 890: *Concretos. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración*, y la ASTM-C403, se obtiene la evolución del fraguado, identificando dos medidas: tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final (Abdulridha, 2016; Mayta, 2014).

El tiempo de fraguado inicial es el momento en que el concreto comienza a endurecerse, mientras que el tiempo de fraguado final es cuando empieza a ganar fuerza o resistencia el concreto. En las tablas 3 y 4 se muestran los resultados obtenidos en las investigaciones en las cuales se determinó esta propiedad, respectivamente (Abdulridha, 2016).

Tabla 3.

Tiempo de fraguado inicial del concreto

Autor	Año	Unidad	Concreto sin aditivo	Cantidad de superplastificante adicionada al concreto						
				200 - 400 ml/100 kg de cemento	400 - 500 ml/100 kg de cemento	500- 600 ml/100 kg de cemento	800- 1000 ml/100 kg de cemento	1000 - 1200 ml/100 kg de cemento	1500 - 1800 ml/100 kg de cemento	2000 - 2500 ml/100 kg de cemento
Abdulridha, H.	2016		2,6	3,15	3,8	4,3	6,2	8	12,38	15,7
Mayta, J.	2014	Horas	6,08	6,5	6,92	7,08	7,25	7,33	7,64	-
Alsadey, S. & Megat, M.	2016		4,5	4,79	5,17	6,17	7	8,5	8,75	-

Nota: Autores citados en la tabla.

Tabla 4.

Tiempo de fraguado final del concreto

Autor	Año	Unidad	Concreto sin aditivo	Cantidad de superplastificante adicionada al concreto							
				200 - 400 ml/100 kg de cemento	400 - 500 ml/100 kg de cemento	500- 600 ml/100 kg de cemento	800- 1000 ml/100 kg de cemento	1000 - 1200 ml/100 kg de cemento	1500 - 1800 ml/100 kg de cemento	2000 - 2500 ml/100 kg de cemento	
Mayta, J.	2014	Horas	8,91	8,83	9,25	9,56	9,83	10,08	10,57	-	
Alsadey, S. & Megat, M.	2016		6,17	6,29	6,5	7,75	8,5	9,67	10,25	-	

Nota: Autores citados en la tabla.

En las dos tablas anteriores se observa que la adición del aditivo superplastificante aumenta los tiempos tanto de fraguado inicial como final, y que este tiempo crece conforme a mayor sea la cantidad de aditivo incorporado en el concreto. El mayor efecto se produce en el tiempo de fraguado inicial, cuando se adicionan cantidades a los 1000 ml/ por cada 100 kg de cemento, se produce un aumento de hasta 150%, 15 veces más del tiempo sin aditivo. En el caso de del tiempo de fraguado final el efecto es menor, para la misma cantidad de aditivo, se obtiene un aumento de 20,48% del tiempo respecto al concreto sin aditivo. En las figuras 4 y 5 se visualizan gráficamente los datos de las tablas mencionadas, donde se puede observar el aumento en los tiempos de fraguado inicial y final producidos por la adición de aditivos.

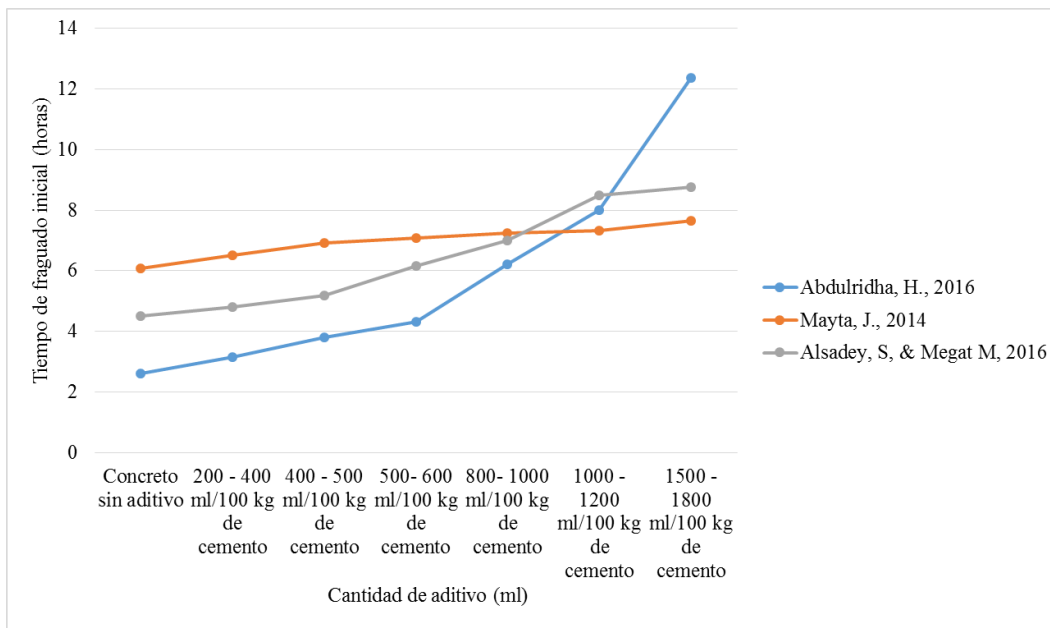


Figura 4. Gráfico del tiempo de fraguado inicial del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante. Obtenido de: Autores citados en el gráfico.

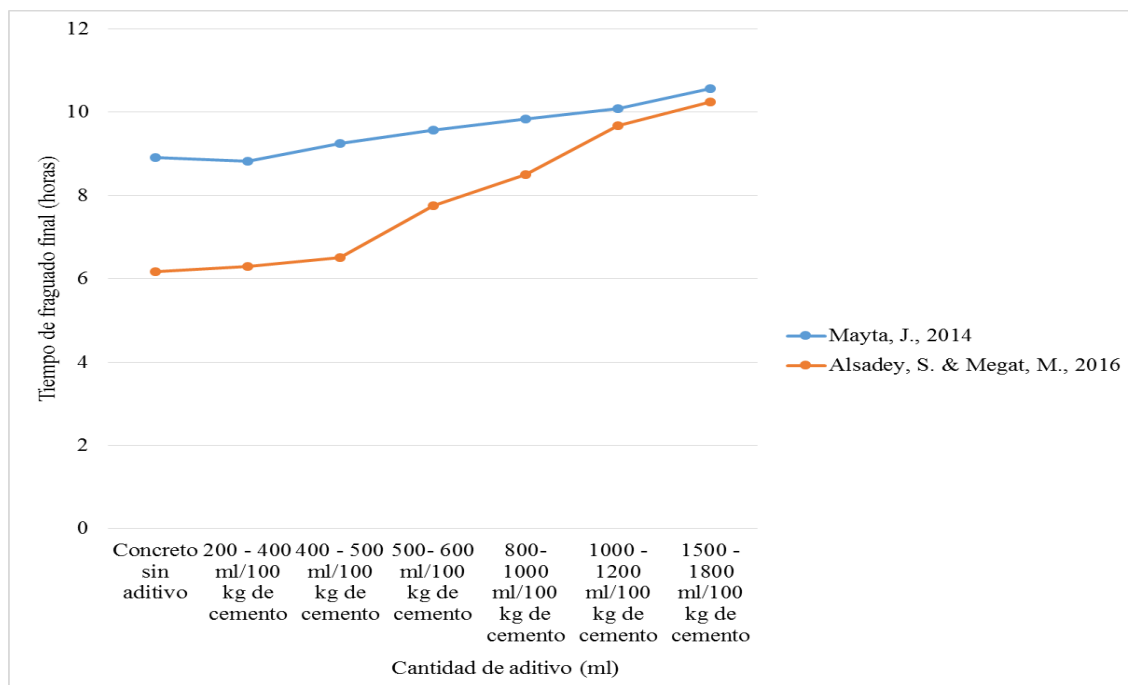


Figura 5. Gráfico del tiempo de fraguado final del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante. Obtenido de: Autores citados en el gráfico.

2.3 Resistencia a la compresión

La resistencia se define como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por un material sin romperse. En la ASTM C39, se define la resistencia a la compresión como la capacidad del concreto de resistir cargas o esfuerzos (Coapaza & Cahui, 2018; Giraldo & Ramos, 2014).

En el caso específico de la compresión, esta resistencia puede ser obtenida mediante lo descrito en NTC 673 *Concretos, Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*. El procedimiento consiste en ensayar probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, ensayadas a los 28 días debido a que a esta edad generalmente se presenta más del 90% de la resistencia final del concreto, aunque también puede ensayarse a los 7 y 14 días. En la figura 6 se observa una probeta de concreto antes de ser ensayada (Coapaza & Cahui, 2018; Giraldo & Ramos, 2014).



Figura 6. Prueba de compresión en probeta de concreto. Obtenido de Giraldo & Ramos, 2014.

Se ha comprobado que un factor determinante para obtener resistencias a compresión adecuadas en el concreto es la relación Agua/Cemento (A/C). Se ha demostrado que a menor relación A/C se obtienen mayores resistencias a los 28 días, sin embargo, debe garantizarse la calidad de los demás materiales que constituyen el concreto (agua, cemento y agregados) para asegurar su correcto desempeño. Por otra parte, se ha demostrado que la adición de aditivos superplastificante tiende a afectar directamente la resistencia final del concreto. En relación a lo anterior, en la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en diversas investigaciones llevadas a cabo hasta la fecha y recopiladas en este trabajo (Coapaza & Cahui, 2018).

Tabla 5.

Resistencia a la compresión del concreto

Autor	Autor	Unidad	Concreto sin aditivo	Cantidad de superplastificante adicionada al concreto						
				200 - 400 ml/100 kg de cemento	400 - 500 ml/100 kg de cemento	500- 600 ml/100 kg de cemento	800- 1000 ml/100 kg de cemento	1000 - 1200 ml/100 kg de cemento	1500 - 1800 ml/100 kg de cemento	2000 - 2500 ml/100 kg de cemento
Alsadey, S.	2013		39	39,3	39,6	40	40,5	41	44	29
Abdulridha, H.	2016		32,45	32,69	32,93	33,16	33,83	34,5	35,99	32,1
Fernández, A. Morales, J. Soto, F.	2016		34,88	34,94	35,01	35,07	34,85	34,01	-	-
Coapaza, H. Cahui, R.	2018		19,6	20,93	22,26	23,58	24,7	21,68	-	-
Mayta, J.	2014	Mpa	35,83	36,48	37,1	38,76	37,21	35,97	-	-
Alsadey, S. Megat, M.	2016		35,29	39,03	42,77	44,61	46,79	44,21	42,46	-
Reina, J. Sánchez, M. Solano, E.	2010		45	47,82	50,64	53,46	55,55	57,63	58,35	-
Shan, A. Khan, S. Khan, R. Jan, I.	2013		33,85	38,39	42,93	47,46	42,32	37,18	36,9	31,87
Huaycani, J. Huaycani, F.	2018		36,2	40,07	43,94	47,8	47,93	48,06	48,2	45,3
Quispe, G. Urrutia, P.	2019		33,1	33,53	33,96	34,4	31,4	28,4	22,71	-

Nota: Autores citados en la tabla.

Observando la Tabla 5 se evidencia claramente que la adición del aditivo superplastificante representa un aumento de la resistencia del concreto a los 28 días si se compara con el concreto sin aditivo, sin embargo, dosis altas del aditivo tienden a disminuir tal resistencia. En la cantidad adecuada, la adición del aditivo representa un aumento de entre el 15 y el 30% de la resistencia a

compresión respecto al concreto sin aditivo. En las figuras 7, 8, y 9, se ilustran gráficamente los datos de la Tabla 5.

Debe añadirse, que para cada conjunto de datos comparado (figuras 7, 8 y 9), el valor máximo de la resistencia a compresión fue diferente. En la figura 7 los mayores valores se encuentran para los concretos con adición de 1500 a 1800 ml de aditivo superplastificante por cada 100 kg de cemento; en la figura 8 se encuentra para los concretos con una adición de aditivo superplastificante de 1000 a 1200 ml por cada 100 kg de cemento, y en los de la figura 9 se encuentran para los concretos con una adición de 800 a 1000 ml por cada 100 kg de cemento. Estas diferencias pueden deberse a las variaciones presentadas en los materiales empleados en cada estudio, específicamente los agregados y el agua, pues en todos se empleó cemento de uso general (Tipo I). El efecto porcentual en el aumento de resistencia tiende ser similar en cada gráfico, sin embargo, se presenta en la cantidad anteriormente descritas.

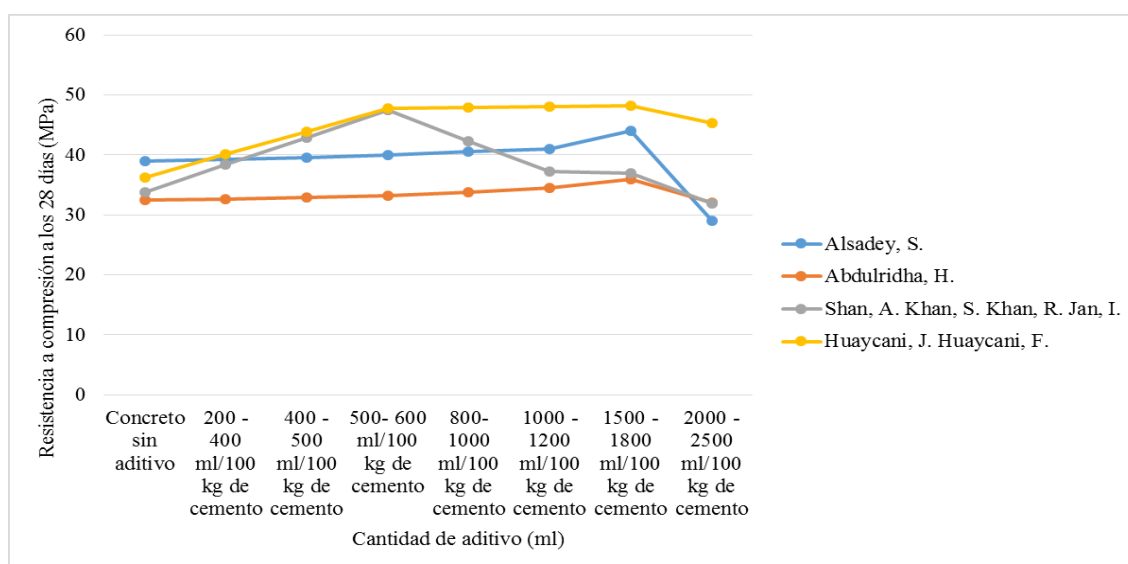


Figura 7. Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante. Obtenido de: Autores citados en el gráfico.

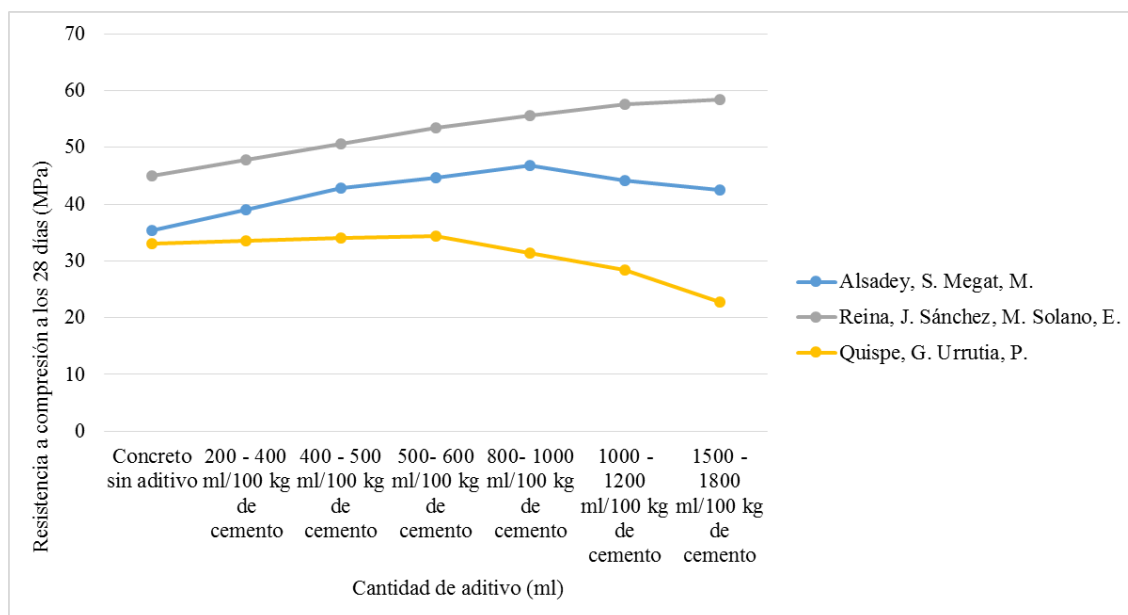


Figura 8. Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante. Obtenido de: Autores citados en el gráfico.

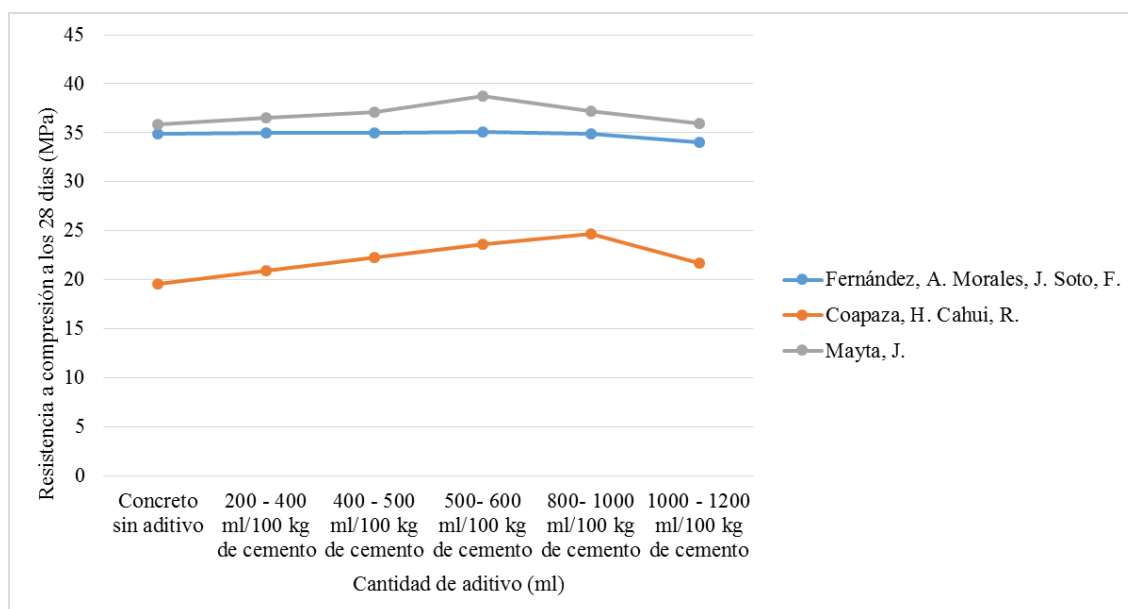


Figura 9. Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante. Obtenido de: Autores citados en el gráfico.

2.4 Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión del concreto es menor comparada con su resistencia a la compresión, sin embargo, esta propiedad es de suma importancia sobre todo en aquellos concretos empleados para la pavimentación de vías, debido a que las losas que conforman este tipo de pavimentos, con el paso de los vehículos, se ven sometidas simultáneamente a esfuerzos de tensión y compresión. Este valor puede ser determinado mediante lo descrito en la NTC 2871 *Método de ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión (utilizando una viga simple con carga en los tercios medios)*, como se observa en la figura 10. En la tabla 6 se muestra los resultados del estudio encontrado referente a esta propiedad y en la cual se hizo una evaluación de los cambios producidos por la adición de aditivo superplastificante (Prakash, 2013; Sánchez, 2017).

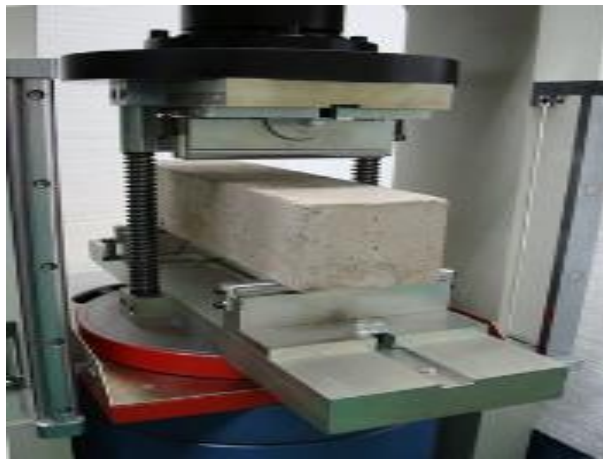


Figura 10. Ensayo de resistencia a la flexión de vigas de concreto. Obtenido de: Instron, 2020.

Tabla 6.

Resistencia a la flexión del concreto

Autor	Año	Unidad	Concreto sin aditivo	Cantidad de superplastificante adicionada al concreto						
				200 - 400 ml/100 kg de cemento	400 - 500 ml/100 kg de cemento	500 - 600 ml/100 kg de cemento	800 - 1000 ml/100 kg de cemento	1000 - 1200 ml/100 kg de cemento	1500 - 1800 ml/100 kg de cemento	2000 - 2500 ml/100 kg de cemento
Rossell, A.	2018	Mpa	3,92	4,6	5,3	5,98	6,57	7,16	7,55	6,37

Fuente: Autores citados en la tabla.

Se observa en los datos de la Tabla 6 que la adición del aditivo superplastificante representa un aumento de la resistencia a la flexión del concreto hasta un 90% para adiciones de entre 1500 – 1800 ml; cantidades mayores producen, al igual que en la resistencia a la compresión, una disminución en el valor de esta propiedad. Se debe resaltar que en todos los concretos con aditivos el valor de la flexión es mayor al del concreto convencional. En figura 11 se muestra la representación gráfica de los datos de la tabla anterior.

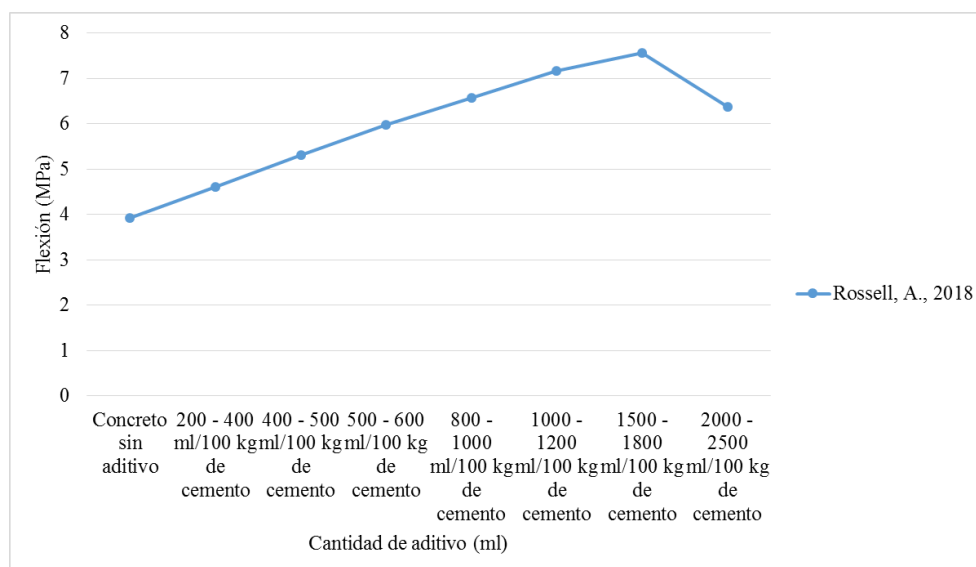


Figura 11. Resistencia a la flexión del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante. Obtenido en: Autores citado en el gráfico.

2.5 Densidad

La densidad hace referencia a la cantidad de masa por unidad de volumen, y en el caso del concreto está directamente relacionada con la dosificación de los materiales y la resistencia a la compresión, por lo tanto, un concreto con mayor densidad resultara más resistente. Esta propiedad puede calcularse mediante lo descrito en la ASTM C138/C138M-17^a *Método de ensayo normalizado de densidad (peso unitario), rendimiento, y contenido de aire (gravimétrico) del concreto*. En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos en algunas investigaciones en las cuales hallaron este valor (Megat & Alsadey, 2016).

Tabla 7.

Densidad o peso unitario del concreto

Autor	Año	Unidad	Concreto sin aditivo	Cantidad de superplastificante adicionada al concreto						
				200 - 400 ml/100 kg de cemento	400- 500 ml/100 kg de cemento	500 - 600 ml/100 kg de cemento	800 - 1000 ml/100 kg de cemento	1000 - 1200 ml/100 kg de cemento	1500 - 1800 ml/100 kg de cemento	2000- 2500 ml/100 kg de cemento
Abdulridha, H.	2016		2362	2382	2396	2412	2421	2430	2418	2404
Mayta, J.	2014	Kg/m ³	2371,9	2385,3	2399,1	2417,9	2389,9	2369,1	2349,1	2339,1
Quispe, G. & Urrutia, P.	2019		2388,3	2398,1	2411,2	2424,3	2418,2	2414,1	2388,7	2376,3

Fuente: Autores citados en la tabla

Se observa en los datos de la Tabla 7 que la adición del aditivo superplastificante representó un aumento de la densidad cuando se aplica en cantidad de 500 a 600 ml por cada 100 kg de cemento, en un porcentaje de entre 1,5 y 2,5% respecto al concreto sin aditivos. Cantidades superiores a 600 ml aditivo representan paulatinamente una reducción de la densidad, en promedio un 2%. En la figura 12 se muestra el gráfico de los datos de la tabla anterior.

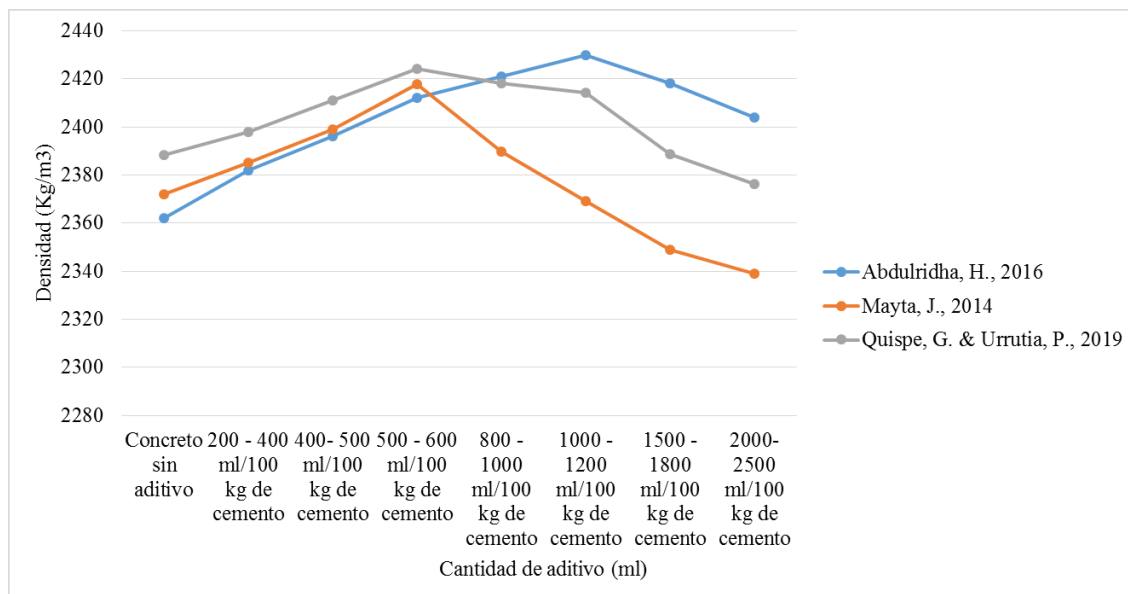


Figura 12. Densidad del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante. Obtenido de: Autores citados en el gráfico.

2.6 Absorción

La absorción es la propiedad en la cual se determina la cantidad de agua que es capaz de absorber el concreto. Es un indicador del contenido de vacíos o poros presente en el concreto. Entre más bajo sea el porcentaje de absorción, menor es el número de vacíos o poros, y por tanto se reduce la cantidad de agua a adicionar en el curado del concreto. En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos en una investigación donde se calculó dicho porcentaje en función de la cantidad de aditivo superplastificante adicionado (Abdulridha, 2016).

Tabla 8.

Porcentaje de absorción del concreto

Autor	Año	Unidad	Concreto sin aditivo	Cantidad de superplastificante adicionada al concreto			
				500 - 600 ml/100 kg de cemento	1000 - 1200 ml/100 kg de cemento	1500 - 1800 ml/100 kg de cemento	2000- 2500 ml/100 kg de cemento
Abdulridha, H.	2016	%	1,28	1,19	1,01	0,82	0,66

Fuente: Autores citados en la tabla

Observando la Tabla 8, se evidencia que la adicción del aditivo superplastificante reduce el porcentaje de absorción del concreto, con lo cual se disminuye la cantidad de agua durante el curado, siendo un ahorro con beneficios medio ambientales y sociales. Esta reducción en la absorción es debida principalmente a la baja relación Agua/Cemento que se puede lograr con el uso del aditivo superplastificante. La reducción de absorción llega a ser en promedio de un 20% para cantidades inferiores a los 1000 ml de aditivos, y de hasta un 50% para más de 2000 ml de aditivos.

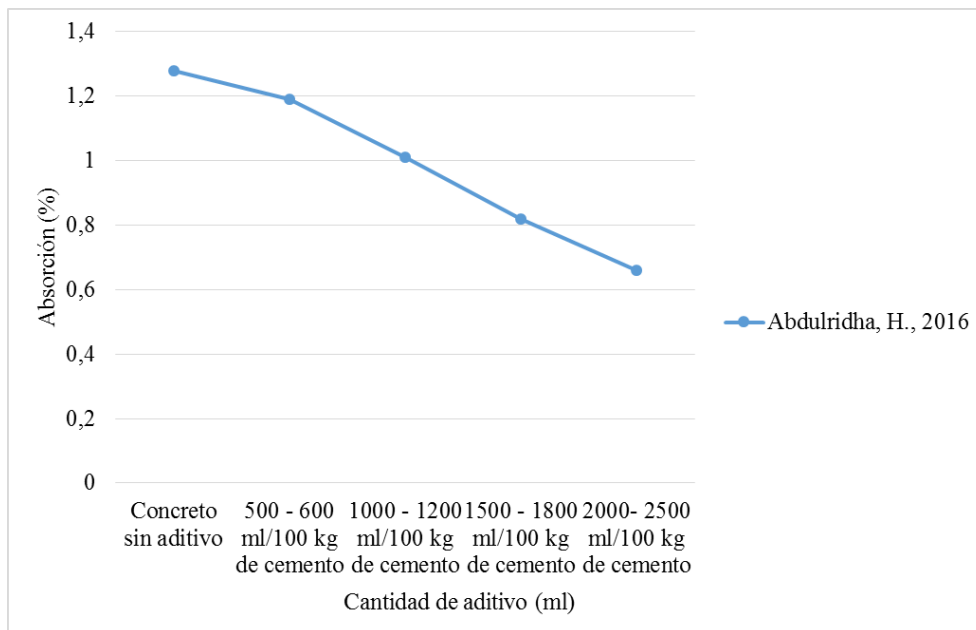


Figura 13. Porcentaje de absorción del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante. Obtenido en: Autores citados en el gráfico.

Capítulo 3. Dosificaciones del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante en mezclas de concreto

El diseño de una mezcla de concreto, consiste en establecer la cantidad de materiales (cemento, agregados, agua y aditivos) que serán empleados para conformar en conjunto un volumen unitario de concreto cuya calidad debe cumplir con lo especificado para la estructura que se pretende construir (Coapaza & Cahui, 2018).

Como se evidenció en el capítulo anterior, la inclusión del aditivo superplastificante tiene efectos considerables sobre las propiedades del concreto, por tal razón, su utilización debe estar basada en las recomendaciones dadas por los fabricantes de estos aditivos. En la tabla 9 se muestra el nombre comercial y el fabricante de los aditivos utilizados en las investigaciones consultadas en este trabajo, y de las cuales fue posible obtener su respectiva ficha técnica, las cuales se muestran por separado en el Apéndice A.

Tabla 9.

Aditivos utilizados en las investigaciones consultadas

Autor	País	Nombre aditivo superplastificante	Empresa fabricante	Relación Agua/Cemento	Cemento
Abdulridha, H.	Irak	SikaPlast RM-100	Sika	0,5	Tipo I
Fernández, A.; Morales, J. & Soto, F.	Venezuela	PSP NLS	Tecnoconcret	0,5	Tipo I
Coapaza, H. & Cahui, R.	Perú	Sikament-290N	Sika	0,56	Tipo I
Mayta, J.	Perú	MasterRheobuild-	Basf	0,5	Tipo I
Alsadey, S. & Megat, M.	Libia	Master Glenium-3300	Basf	0,5	Tipo I
Huaycani, J. & Huaycani, F.	Perú	SikaCem	Sika	0,5	Tipo I
Quispe, G. & Urrutia, P.	Perú	Ulmen W-84	Ulmen	0,56	Tipo I

Nota: Autores citados en la tabla

3.1 Empresas fabricantes de aditivos superplastificantes

Se observa en la tabla 9 que los aditivos superplastificantes utilizados correspondieron a los productos ofrecidos por 4 empresas. A continuación se presenta una breve descripción de cada una de ellas.

Sika: Es la mayor empresa global dedicada a la producción de aditivos para el sector de la construcción y automoción, con sede principal en Baar, Suiza. Cuenta con sedes y sucursales en más de 100 países. Fue fundada en el año 1910. En la figura 14 se muestra el logo distintivo de esta empresa (Sika Colombia, 2020).



Figura 14. Logo Sika

Fuente: Sika Colombia, 2020.

Tecnoconcret: Es una empresa con capital 100% venezolano fundada en el año 1952, con el objetivo de comercializar productos y servicios especiales para la industria y la construcción. Actualmente se centra en la producción de aditivos, fibras, adhesivos, entre otros. En la figura 15 se muestra el logo de esta empresa (Tecnoconcret, 2020).



Figura 15. Logo Tecnoconcret

Fuente: Tecnoconcret, 2020.

BASF: Es una empresa alemana fundada en el año 1865. Inicialmente se dedicaba exclusivamente a la fabricación de tintas. Posteriormente incursionó en el mercado de la construcción ofreciendo aditivos para el concreto. Actualmente cuenta con sede en más de 10 países. En la figura 16 se muestra el logo de esta empresa (BASF, 2020).



Figura 16. Logo BASF

Fuente: BASF, 2020.

Ulmen: Es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de aditivos para concretos y morteros con sede principal en Chile, sucursales en Perú, Europa y Sudáfrica. Se encarga de abastecer principalmente actividades de infraestructura de transporte, hidroeléctricas, minería y cementación de pozos de petróleo y gas. En la figura 17 se muestra el logo de esta empresa (Ulmen, 2020).



Figura 17. Logo Ulmen

Fuente: Ulmen, 2020.

3.2 Dosificación de aditivo superplastificante recomendada por los fabricantes

Como se ha mostrado en este trabajo, las investigaciones realizadas hasta la fecha han estado centradas, por un lado, en demostrar los cambios producidos por el aditivo superplastificantes en las propiedades del concreto, y por otro lado, en establecer la cantidad óptima de aditivo a incorporar en el concreto. Sin embargo, dado que en los distintos estudios se emplean aditivos diferentes, se muestra a continuación la dosificación recomendada por cada fabricante de cada aditivo (Ver tabla 10). En la figura 18 se muestran gráficamente estos datos.

Tabla 10.

Dosificación de aditivo superplastificante recomendado por cada fabricante

Autor	País	Nombre aditivo superplastificante	Empresa fabricante	Dosificación recomendada por cada 100 kg de cemento
Abdulridha, H.	Irak	SikaPlast RM-100	Sika	180 - 700 ml
Fernández, A.; Morales, J. & Soto, F.	Venezuela	PSP NLS	Tecnoconcret	660 - 1400 ml
Coapaza, H. & Cahui, R.	Perú	Sikament-290N	Sika	580 - 1000 ml
Mayta, J.	Perú	MasterRheobuild-1000	Basf	650 - 1600 ml
Alsadey, S. & Megat, M.	Libia	Master Glenium-3300	Basf	260 - 780 ml
Huaycani, J. & Huaycani, F.	Perú	SikaCem	Sika	1000 ml
Quispe, G. & Urrutia, P.	Perú	Ulmen W-84	Ulmen	500 - 2000 ml

Fuente: Fichas técnicas de cada aditivo, ver Apéndice A.

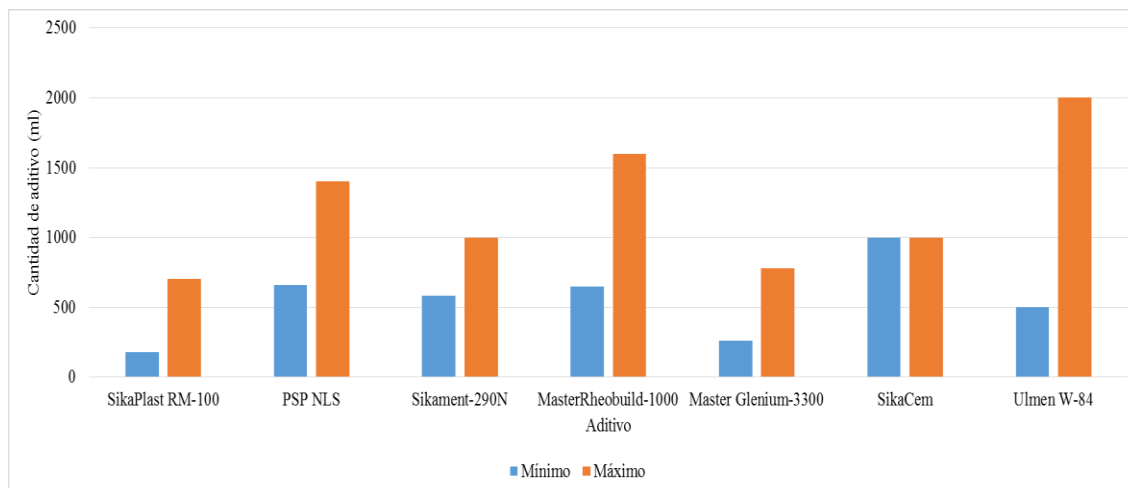


Figura 18. Gráfica de dosificación de aditivo superplastificante recomendado por cada fabricante. Obtenido de: Fichas técnicas de cada aditivo.

Observando las dosificaciones mostradas en la tabla 10 y graficadas en la figura 18, se muestra que existe una variación considerable entre la dosificación recomendada por cada empresa y para cada aditivo en específico. El valor mínimo promedio de aditivo es de 600 ml, mientras que el valor máximo promedio es de 1200 ml, de acuerdo a los datos anteriores.

3.3 Selección de la dosificación de aditivo superplastificante a emplear en el concreto

El rango promedio de dosificación obtenido anteriormente (600 a 1200 ml) muestra la cantidad usualmente recomendada a utilizar. Todo los fabricantes, y como se muestra en las fichas anexas en el Apéndice A, recomiendan utilizar la cantidad de aditivo que brinde mejores resultados en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas del concreto, es decir, todo proyecto o construcción donde se empleen aditivos, debe previamente realizar ensayos con diferentes contenidos de aditivo y seleccionar el valor que brinde mejores resultados.

Las propiedades del concreto que pueden ser consideradas dentro de estos ensayos incluyen: trabajabilidad o manejabilidad, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, densidad y absorción, las cuales, como se observó en el capítulo 2, se ven afectadas por la adición del aditivo superplastificante, sin embargo, de este conjunto de propiedades, dos (2) son consideradas como las más importantes, pues son un indicativo directo de la calidad del concreto: la trabajabilidad o manejabilidad y la resistencia a la compresión, la primera por facilitar la colocación y moldeó del concreto, y la segunda, porque permite establecer si el concreto soportará las cargas y esfuerzos a los cuales se verá sometido.

De acuerdo a la información recopilada, a continuación se muestra el gráfico de trabajabilidad mostrado en el capítulo 2, indicando el rango promedio recomendado de aditivo superplastificante: de 600 a 1200 ml, ver figura 19. Como consideración principal se tendrá que los valores de asentamiento recomendados para el concreto generalmente oscilan entre 3 y 6 pulgadas (75 y 150 mm, respectivamente).

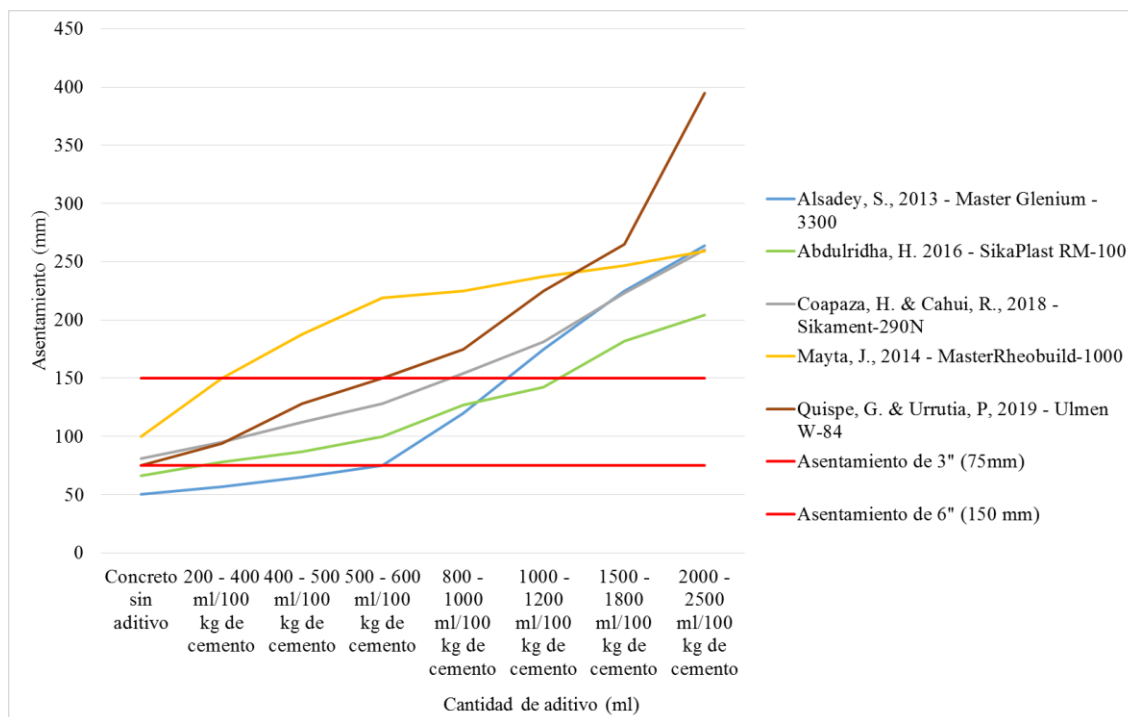


Figura 19. Trabajabilidad o manejabilidad del concreto en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante con el rango promedio recomendado

Fuente: Autores, adaptada, 2020.

Observando el gráfico de la figura 19, se evidencia que adiciones superiores a los 1200 ml de aditivo superplastificante por cada 100 kg de cemento representa obtener asentamientos por encima de los valores recomendados (entre 3 y 6 pulgadas). Por otra parte, también se observa que el aditivo MasterRheobuild-1000 fabricado por la empresa Basf, presenta el mayor incremento de asentamiento en el caso de adiciones menores a 1200 ml por cada 100 kg de cemento, mientras que Ulmen W-84 fabricado por la empresa Ulmen, presenta los mayores asentamientos cuando se adiciona en cantidades superiores a los 1200 ml por cada 100 kg de cemento.

La resistencia a la compresión es la otra propiedad que permite determinar el contenido de aditivo a emplear en el concreto. En la figuras 20, 21 y 22 se muestran los valores de resistencia a compresión referidas en el capítulo 2, añadiendo el rango de aditivo en análisis (600 a 1200 ml por cada 100 kg de cemento).

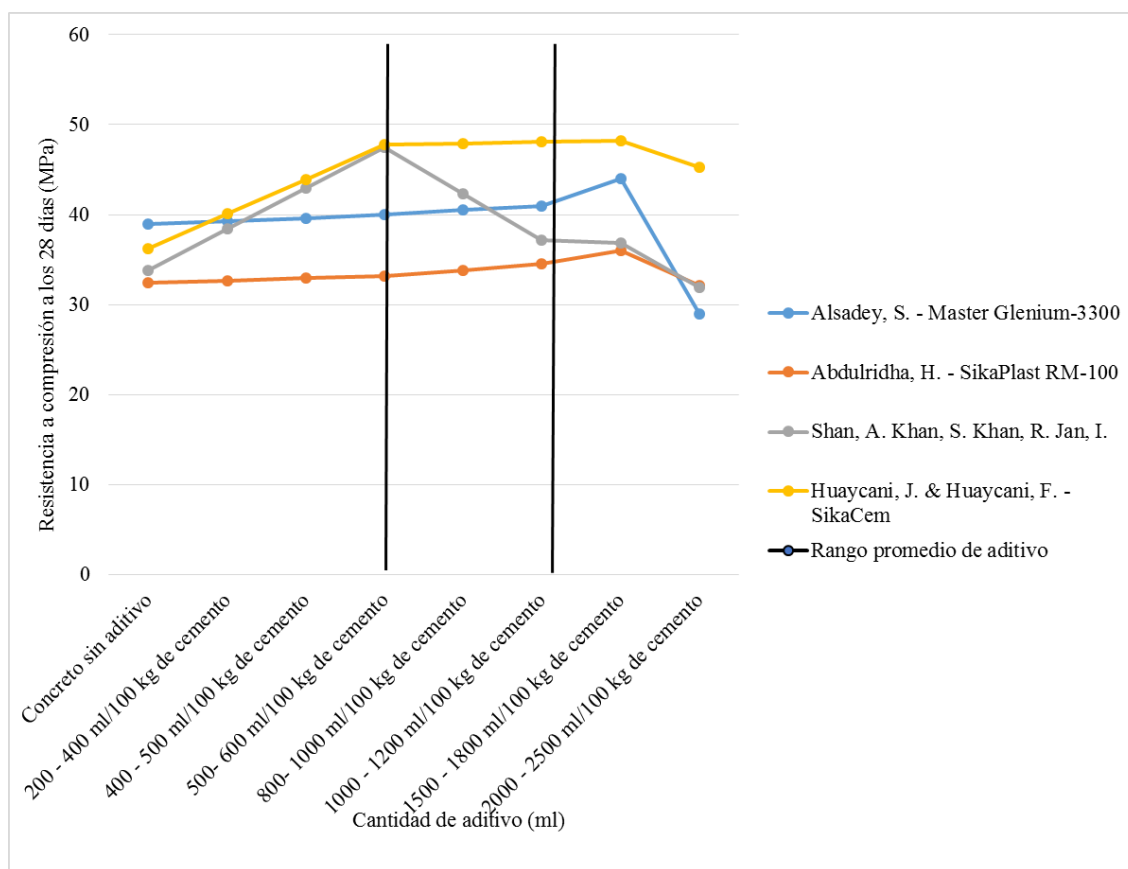


Figura 20. Resistencia a compresión a los 28 días de curado en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante considerando el rango recomendado. Autores, 2021.

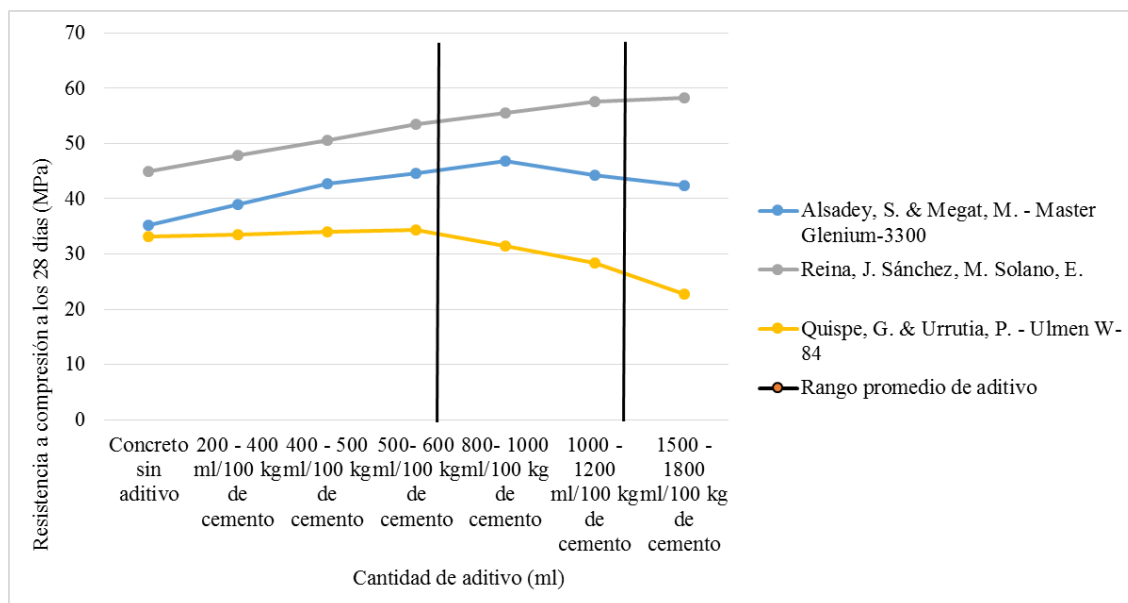


Figura 21. Resistencia a compresión a los 28 días de curado en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante considerando el rango recomendado. Autores, 2021.

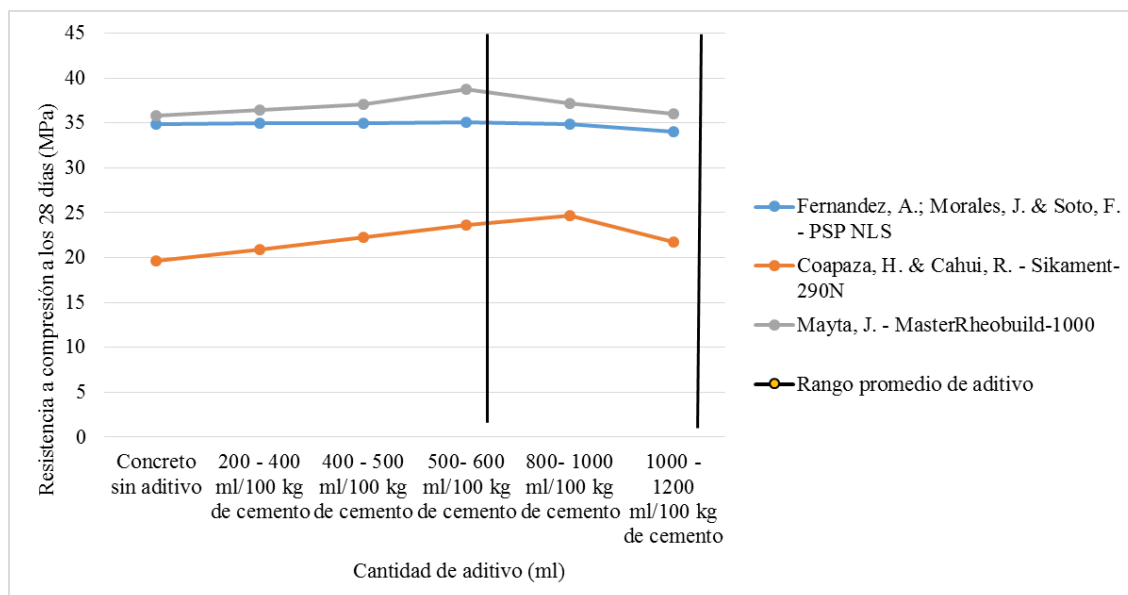


Figura 22. Resistencia a compresión a los 28 días de curado en función de la cantidad ml de aditivo superplastificante considerando el rango recomendado. Autores, 2020.

Analizando las tres gráficas anteriores se observa que el concreto con aditivo superplastificante con una adición entre 600 y 1200 ml por cada 100 kg de cemento, representa

un aumento de la resistencia respecto al concreto sin aditivo, aun si se presenta una leve reducción de resistencia esta tiende a ser mayor a la del concreto sin aditivo, sin embargo, se presenta un solo caso (ver figura 21) donde la resistencia tiende a disminuir desde valores de 500 - 600 ml de aditivo por cada 100 kg de cemento y se presenta una resistencia menor a la del concreto sin aditivo. Se trata de la investigación llevada a cabo por Quispe & Urrutia, 2019, en la cual empleo el aditivo Ulmen W-84 fabricado por la empresa Ulmen.

Este mismo aditivo (Ulmen W-84) fue el que brindó los mayores asentamientos en el concreto, sin embargo, se evidencia que la adición de este aditivo tiene afectaciones negativas en la resistencia a la compresión del concreto, por lo cual, debe ser utilizado en cantidades inferiores a los 600 ml por cada 100 kg de peso. El fabricante recomienda su uso en cantidades entre los 500 y los 2000 ml por cada 100 kg de peso, sin embargo, deben considerarse que las condiciones en las cuales son evaluadas las propiedades por estas empresas son totalmente diferentes a las brindadas por cada investigador. En todo caso se recomienda evaluar las propiedades para cada cantidad de aditivo.

De forma general, se expresa que la adición del aditivo superplastificante debe oscilar entre 600 a 1200 ml por cada 100 kg de peso, ya que dosis mayores representan una disminución de más del 15% de la resistencia a la compresión y cantidades menores a los 600 ml tienden a presentar propiedades muy similares al concreto sin aditivo. Este aspecto es fundamental para establecer en el diseño de mezclas, el aditivo más adecuado para el concreto, dada la amplia variedad de marcas disponibles en el mercado, con el fin de producir un concreto que cumpla

con las especificaciones necesarias para cada proyecto, además que sea económico y de fácil fabricación, siendo las propiedades de resistencia a la compresión y la manejabilidad, las que mayor indicios brindan sobre la calidad del concreto elaborado.

Capítulo 4. Marco legal para el uso del aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante en mezclas de concreto y casos de aplicación con este tipo de aditivos

El aditivo reductor de agua de alto rango o superplastificante, como cualquier otro material adicionado al concreto, debe cumplir con unos requerimientos para su utilización acorde a una normativa existente. En el capítulo 1 se hizo mención a la norma ASTM C494/C494M-08^a *Historial Standard: Especificación normalizada de aditivos químicos para concreto*. Esta norma es el referente internacional para el uso de aditivos en general en el concreto, sin embargo, en Colombia existe una norma, basada en la ASTM, la cual normaliza la incorporación de los aditivos: la NTC 1299 *Concretos, aditivos químicos para concreto* (NTC 1299, 2008).

4.1 Exigencias de la NTC 1299 para el uso de aditivos superplastificantes

Cuando se decide utilizar aditivos superplastificantes en el concreto, se debe considerar las exigencias dadas en la norma NTC 1299. En esta norma se expresa, que un aditivo superplastificante puede ser utilizado en la construcción de cualquier tipo de estructura siempre y cuando cumpla con los aspectos establecidos en la norma. El proceso consiste en realizar una comparación del concreto sin aditivo respecto al concreto con adición del aditivo superplastificante en diferentes porcentajes. Se evalúan los siguientes aspectos (NTC 1299, 2008).

4.1.1 Contenido de agua.

El concreto con aditivo superplastificante debe requerir una cantidad de agua de 88%, respecto a la que fue utilizada en el concreto sin aditivo (100%), es decir, la adición del aditivo debe asegurar una reducción mínimo del 12% de agua en la mezcla (NTC 1299, 2008).

4.1.2 Tiempo de fraguado inicial.

El concreto con aditivo superplastificante debe iniciar su fraguado inicial entre 1 hora y 1:30 horas después de que inicia la del concreto sin aditivo (NTC 1299, 2008).

4.1.3 Tiempo de fraguado final.

El concreto con aditivo superplastificante debe iniciar su fraguado final entre 1 hora y 1:30 horas después de que inicia la del concreto sin aditivo (NTC 1299, 2008).

4.1.4 Resistencia a la compresión.

La resistencia a compresión del concreto con aditivo superplastificante a los 28 días, debe ser mínimo un 10% mayor a la del concreto sin aditivo (NTC 1299, 2008).

4.1.5 Resistencia a la flexión.

La resistencia a la flexión del concreto con aditivo superplastificante debe ser igual o mayor a la del concreto sin aditivo (NTC 1299, 2008).

También se deben evaluar aspectos como la retracción y la durabilidad. En ambas el concreto con aditivo superplastificante debe obtener por lo menos valores iguales al del concreto sin aditivo (NTC 1299, 2008).

4.2 Casos de aplicación de aditivos superplastificantes

Se mencionó en el capítulo 2, que solo en el caso de Europa, el 70% del concreto utiliza algún tipo de aditivo superplastificante. Así mismo, en muchos países se emplean estos aditivos para la construcción de diferentes tipos de estructuras. Son múltiples las construcciones en las que se han aplicado concreto con aditivo superplastificante, a continuación se muestran algunos ejemplos de obras representativas construidas con concreto con adición de este aditivo.

4.2.1 Edificio Two Union Square, en la ciudad de Seattle, Estados Unidos.

Es un rascacielos de aproximadamente 226 m de altura, cuya construcción inicio en el año 1987 y se concluyó totalmente en el año 1989. En la figura 23 se muestra una panorámica de este

edificio. Se decidió emplear aditivo superplastificante para la construcción de este rascacielos debido a que se debía garantizar un concreto lo suficientemente fluido para ser vaciado en los elementos altamente reforzados con acero, pero que a su vez garantizara obtener las resistencias esperadas (The Skyscraper Center, 2020).



Figura 23. Edificio Two Union Square. Obtenido en: Skyscrapercenter.com, 2020.

4.2.2 Túnel del Canal de la Mancha, una Francia e Inglaterra.

También llamado Eurotunnel, es un túnel ferroviario que cruza el canal de la Mancha. La construcción fue iniciada en el año 1986 y terminada en 1994. Tiene una longitud de 50,5 kilómetros. El canal fue construido con concreto de ultra resistencia (resistencias a compresión superiores a los 60 MPa), para lo cual fue necesario adicionar aditivos superplastificantes que

permitieran acomodar el concreto en las secciones circulares que conforman el túnel. En la figura 24 se observa uno de los túneles principales (Viprocosa, 2020).



Figura 24. Túnel del Canal de la Mancha. Obtenido en: Viprocosa.com, 2020.

4.2.3 Edificio Water Tower Place, ubicado en Chicago, Estados Unidos.

Es un rascacielos de 262 metros de altura. Fue construido en la década de los 70. Presta servicios de hotelería, cuenta con oficinas, centro comercial, salón de juegos, entre otros. En la figura 25 se observa una panorámica de este edificio. Al igual que otros edificios similares, el uso del aditivo superplastificante se debe principalmente al alto grado de refuerzo de acero de la estructura, por lo cual el concreto debe ser lo suficientemente fluido para escurrir por las respectivas secciones (Emporis, 2020).



Figura 25. Edificio Water Tower Place. Obtenido en: Viprocosa.com, 2020.

4.2.4 Puente Confederaciones, ubicado en la Isla Príncipe en Canadá.

Es un puente con una longitud aproximada de 13 kilómetros. Su construcción inició en el año 1993 y se inauguró en el año 1997. La altura del puente medida sobre el nivel del mar oscila entre los 40 y 60 m. En la figura 26 se observa una panorámica de este puente. El concreto con aditivo superplastificante fue el más conveniente debido a la gran cantidad de acero utilizado en este puente (Estructuralia, 2020).



Figura 26. Puente confederaciones. Obtenido en: Estructuralia.com, 2020.

4.2.5 Torres Petronas, ubicado en Kuala Lumpur, Indonesia.

Son las torres gemelas más altas del mundo, ambos rascacielos tienen una altura aproximada de 452 metros. Fueron los edificios más altos del mundo desde el año 1998 hasta el año 2004. Se caracterizó por construirse totalmente de concreto reforzado, siendo uno de los pocos rascacielos totalmente construidos con este material. Debido a la gran altura de estas torres, el concreto era transportado mediante tuberías hasta los pisos en construcción, por lo cual el concreto debía ser lo suficiente fluido para no atascarse en las tuberías, por esta razón se adicionó aditivos superplastificantes. En la figura 27 se observa una panorámica de estas torres (Apuntes de Arquitectura, 2020).



Figura 27. Torres Petronas. Obtenido en: Estructuralia.com, 2020.

4.2.6 Pavimentación en concreto rígido de 1,42 km de El Tarra a Puente Rojo y 4,42 km de El Tarra a Convención, en el municipio de El Tarra, Norte de Santander.

Es un proyecto que actualmente se encuentra en ejecución, el cual inicio en septiembre del año 2019 y se estima sea finalizado a comienzos del año 2021. Debido a las altas temperaturas de este municipio durante el año (promedio 30°C), se hizo necesario adicionar un aditivo superplastificante a la mezcla de concreto de manera que se garantizara su trabajabilidad, conservando su resistencia a la flexión (módulo de rotura). El asentamiento del concreto diseñado con el aditivo es de 4" (100 mm), mientras que sin el aditivo se obtenían asentamientos menores a 2" (75 mm), lo cual dificultaba el esparcimiento del concreto en los carriles que conforman la vía. Por otra parte, con el aditivo se aseguró la obtención de la resistencia a la

flexión requerida (45 kg/cm^2). Emplean una cantidad de entre 500 a 600 ml de aditivo por cada 100 kg de cemento. En las figuras 28, 29 y 30 se muestran fotos del avance de esta obra. En el apéndice B, se muestra el diseño de mezcla y un ensayo resistencia a la flexión de este proyecto. La información fue suministrada por el laboratorista de la Unión Temporal El Tarra 2020, la cual está encargada de este proyecto.



Figura 28. Fundición de losas de concreto. Obtenido en: Unión Temporal El Tarra, 2020.



Figura 29. Asentamiento del concreto. Obtenido en: Unión Temporal El Tarra, 2020.



Figura 30. Elaboración de vigas de concreto. Obtenido en: Unión Temporal El Tarra, 2020.

Conclusiones

La identificación de las propiedades del concreto: manejabilidad o trabajabilidad, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, densidad y absorción, indica que todas estas se ven afectadas por la adición del aditivo superplastificante. Esta modificación produce mejores resultados en el concreto, respecto al concreto sin aditivo, siempre y cuando se realice en las cantidades recomendadas por cada fabricante, para cada aditivo. La propiedad con mayor variación producida por la adición del aditivo es la manejabilidad o trabajabilidad, ya que puede ser hasta 5 veces mayor al asentamiento obtenido en el concreto sin aditivo. El tiempo de fraguado tanto inicial como final, aumenta conforme aumenta el contenido de aditivo en el concreto. La misma tendencia presentan la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la densidad. La única propiedad en la que se presenta un efecto inverso es la absorción, ya que esta disminuye al aumentar la adición del aditivo, sin embargo, este aspecto se considera positivo, pues reduce la demanda hídrica del concreto. Todo esto indica que se debe procurar hacer el respectivo conjunto de ensayos indicados en la NTC 1299 que permitan determinar la cantidad de aditivo a adicionar en el concreto, con el fin de cumplir con los valores adecuadas para cada propiedad. Se evidencia en todos los estudios recopilados que cantidades excesivas de aditivo pueden ocasionar afectaciones negativas en el concreto.

La determinación de las dosificaciones empleadas en el concreto muestra que el aditivo superplastificante debe ser adicionado en un rango comprendido entre los 600 a 1200 ml por

cada 100 kg de cemento, pues con estos valores se obtienen resultados más favorables para cada una de las propiedades del concreto, comparado con concretos sin aditivo.

En Colombia el uso de aditivos Tipo F: reductores de agua, de alto rango, superplastificantes, debe regirse por lo establecido en la NTC 1299, donde se indica que las propiedades a evaluar en el concreto son: contenido de agua, tiempo de fraguado inicial y final, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, retracción y durabilidad, y que los resultados obtenidos en el concreto con este aditivo deben cumplir con lo estipulado en la norma para poder ser empleado en cualquier estructura a construir. La mayor diferencia del concreto con aditivo superplastificante respecto al concreto sin aditivo, se da en el contenido de agua, pues el aditivo debe garantizar una reducción de mínimo el 12% del volumen de agua necesario en la mezcla.

Con esta monografía, y la información recopilada, se concluye de forma general, que la incorporación de aditivos superplastificantes en el concreto si produce afectaciones directas, y que éstas resultan ventajosas siempre y cuando se apliquen cantidades de aditivo comprendidas entre los 600 y los 1200 ml por cada 100 kg de cemento. Cantidades a superior a 1200 ml de aditivo tiende a producir afectaciones negativas en el concreto, por lo cual se recomienda cumplir con la realización de los ensayos necesarios para establecer la cantidad óptima de aditivo a emplear.

Referencias

- Abdulridha, H. (2016). Estudying of effect the high range, water-reducer/Super plasticizeer, retarding admixture on properties of concrete. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 7(10), 219-223.
- Aguilar, J. (2015). *Fabricación y evaluación de concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante y sílices con cemento portland tipo IP en la ciudad de Tacna*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna, Tacna, Perú.
- Almeida, W. (2019). *Análisis comparativo de métodos de diseño de mezclas de un hormigón de alta resistencia conformado por agregados procedentes de la cantera de pintag*. Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Quito, Ecuador.
- Alsadey, S. (2013). Effects of super plasticizing and retarding admixtures on properties of concrete. *International Conference on Innovations in Engineering and Technology*, (págs. 270-274). Bangkok, Thailand.
- Alvarado, I., & Tivanta, K. (2020). *Análisis comparativo de sensibilidad de diferentes aditivos superplastificantes en el hormigón*. Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.
- Apuntes de Arquitectura. (2020). *Apuntes de Arquitectura Digital*. Obtenido de <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2011/12/archivideo-2-las-torres-petronas.html>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia.
- BASF. (2020). *BASF*. Obtenido de basf.com: <https://www.basf.com/co/es/who-we-are.html>
- Coapaza, H., & Cahui, R. (2018). *Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $F'_{C} = 210 \text{ kg/cm}^2$ como alternativa de mejora en los vaciado de techos de vivienda autoconstruidos en puno*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Emporis. (2020). *Emporis*. Obtenido de Emporis.com: <https://www.emporis.com/buildings/116832/water-tower-place-chicago-il-usa>
- Estructuralia. (2020). *Estructuralia*. Obtenido de blog.structuralia.com: <https://blog.structuralia.com/el-puente-de-la-confederacion-el-mas-largo-del-mundo-sobre-aguas->

- Núñez, O., & Villanueva, J. (2018). *Evaluación de la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo sikaplasta 700*. Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Palacios, M., Sierra, C., & Puertas, F. (2003). Métodos y técnicas de caracterización de aditivos para el hormigón. *Mater Construcc*, 43(269), 89-106.
- Papayianni, I., Tsohos, G., Oikonomou, N., & Mavria, P. (s.f.). *Influence of mixing design parameters on performance of superplasticisers in concrete mixtures*.
- Prakash, S. (2013). Experimental Studies on properties of concrete due to different ingredient based super plasticizers. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research*, 2(5), 1036-1040.
- Puertas, F. (2001). Hidratación inicial del cemento. Efecto de aditivos superplastificantes. *Materiales de construcción*, 51(262), 52-61.
- Quispe, G., & Urrutia, P. (2019). *Diseño de mezclas de concreto estructural $f'c=280$ kg/cm², $f'c=350$ kg/cm² y $f'c=420$ kg/cm² para la construcción de obras civiles con aditivo superplastificante y agregados del distrito de Chalhuanhuacho, región Apurímac - 2017*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
- Reina, J., Sánchez, M., & Solano, E. (2010). *Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido*. Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador, Ciudad Universitaria, El Salvador.
- Rossell, A. (2018). *Propiedades de un concreto $F'c=350$ kg/cm² adicionando aditivo superplastificante para estructuras densamente armadas en el Distrito de Nuevo Chimbote, Áncash-2018*. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú.
- Sánchez, R. (2017). *Aplicación del aditivo superplastificante para reducir la permeabilidad capilar del concreto $f'c=210$ kg/cm² en Lima-Perú, 2017*. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Shah, R., Aslam, M., Shah, S., & Oad, R. (2014). Behaviour of normal concrete using superplasticizer under different curing regimes. *Park J. Engg. & Appl. Sci.*, 14, 87-94.
- Shan, A., Khan, S., Khan, R., & Jan, I. (2013). Effect of high range water reducers (HRWR) on the properties and strength development characteristics of fresh and hardened concrete. *Transactions of Civil Engineering*, 37, 513-517.
- Sika Colombia. (2020). *SIKA COLOMBIA*. Obtenido de Col.sika.com: <https://col.sika.com/es/somos-sika/acerca-de-sika/historia.html>
- Tecnoconcret. (2020). *Tecnoconcret: Ideas y soluciones en concreto*. Obtenido de Tecnoconcret.com: <https://tecnoconcret.com/nuestra-empresa/>

The Skyscraper Center. (2020). *The Skyscraper Center*. Obtenido de Syscrapercenter.com:
<http://www.skyscrapercenter.com/building/two-union-square/1176>

Ulmen. (2020). *Ulmen*. Obtenido de Ulmen.cl: <https://ulmen.cl/about/>

Viprocosa. (2020). *Viprocosa Prefabricados de concreto*. Obtenido de Viprocosa.com:
<http://www.viprocosa.com/news/el-tunel-de-la-mancha-la-construccion-que-une-francia-y-gran-bretana/>

Apéndices

Apéndice A. Ficha Técnica de Aditivos Superplastificantes

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaPlast® RM-100

PLASTIFICANTE DE MEDIANO RANGO

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

SikaPlast® RM-100 es un aditivo líquido, compuesto por resinas sintéticas y polímeros última generación. Es un reductor de agua que puede emplearse como reductor de agua de mediano rango, es decir como plastificante y superplastificante dependiendo la dosis empleada. Cuenta con un poder retardante bajo a sus dosis más altas y un buen sostenimiento de la manejabilidad en el tiempo. No contiene cloruros.

USOS

SikaPlast® RM-100 tiene tres usos básicos:

Como superplastificante:

Adicionándolo a una mezcla de consistencia normal se consigue fluidificar el concreto o mortero facilitando su colocación y su bombeabilidad en elementos esbeltos densamente armados y en la construcción de estructuras civiles prefabricadas.

Permite recuperar el asentamiento del concreto premezclado sin alterar sus tiempos de fraguado ante demoras en la colocación del mismo. Cuenta con un poder de sostenimiento de manejabilidad superior a los superplastificantes usuales

Como reductor de agua de alto poder:

Para mejorar su efectividad se adiciona disuelto en la última porción de agua de amasado tiene la capacidad de reducir hasta un 20% de agua de mezcla, consiguiéndose la misma manejabilidad inicial y obteniéndose un incremento proporcional a la reducción de agua en la resistencia mecánicas del concreto a todas las edades. La resistencia de concretos a la penetración de gases y líquidos aumenta en la medida que se incrementa la dosis de este aditivo y se reduce la cantidad de agua para un asentamiento constante, es decir se aumenta la durabilidad del material y de la estructura hecha con este.

Como economizador de cemento:

Se puede aprovechar la reducción del agua lograda, para disminuir el contenido de cemento conservando así la misma manejabilidad y resistencias de partida pero con un menor contenido de material cementante. De esta forma el concreto resultante no solo resulta más económico sino al mismo tiempo más durable puesto que contará con un menor calor de hidratación, menor retracción, menor fluencia, mayor resistencia a la abrasión, mayor módulo elástico y menores penetraciones de líquidos.

CARACTERISTICAS / VENTAJAS

El **SikaPlast® RM-100** proporciona los siguientes beneficios tanto en el concreto fresco como en el concreto endurecido.

- Le confiere una mayor fluidez a la pasta de cemento y por ende al concreto.
- Su efecto fluidificante se conserva en el tiempo mejor que los superplastificantes tradicionales, cuando se usa en un nivel de alta reducción de agua.
- A igual nivel de reducción de agua que un superplastificante o plastificante convencional se obtiene una mezcla ligeramente mas viscosa y menos segregable.
- Facilita el bombeo y colocación del concreto a mayores alturas y distancias.
- En su uso plastificante mejora considerablemente el acabado del concreto y reproduce la textura de la formaleta.

- Frente a un concreto dado sin aditivo con un asentamiento y una resistencia específica permite la obtención de las mismas propiedades con un material más económico y al mismo tiempo más durable.
- Se puede usar para recuperar el asentamiento perdido en el concreto premezclado ya que no retarda el fraguado del mismo incluso en climas medios y fríos.
- Evita la segregación y disminuye la exudación del concreto fluido.
- Disminuye los tiempos de vibrado del concreto.

Como reductor de agua:

- Incrementa la resistencia inicial del concreto hasta en un 60% aprox.
- Aumenta la resistencia final del concreto en un 35% aprox. dependiendo del tipo de cemento.
- Reduce considerablemente la penetración de líquidos al concreto ya sea bajo presión de agua o capilaridad.
- Densifica el concreto y mejora su adherencia al acero de refuerzo.
- Gran economía en los diseños por reducción de cemento.

INFORMACION DEL PRODUCTO

Empaques	Tambor de 230 kg y granel.
Apariencia / Color	Color café, olor característico.
Vida en el recipiente	Un (1) año desde la fecha de producción.
Condiciones de Almacenamiento	Almacene el producto en sitio fresco y bajo techo, en su envase original, bien cerrado. Para su transporte deben tomarse las precauciones normales de productos químicos
Densidad	1.15 kg/l \pm 0.06 kg/l
Dosificación Recomendada	Entre el 0.2% al 0.8% del peso del cementante. La dosis óptima debe determinarse mediante ensayos preliminares.

INSTRUCCIONES DE APLICACION

DOSIFICACIÓN

Plastificando un concreto, mortero o lechada:

Adicione el **SikaPlast® RM-100** a la mezcla ya preparada en la que ya exista una humectación del cemento y los agregados. Agregue el aditivo en planta o en sitio, en el caso de los concretos bombeados es preferible usar la totalidad o parte del aditivo justo antes del inicio de dicho bombeo. Mezcle el concreto con **SikaPlast® RM-100** durante mínimo 4 minutos o de acuerdo al volumen de concreto mezclado 1 minuto por m³. Durante el transporte o luego de un tiempo de preparado el concreto, mortero o lechada si estos han perdido la manejabilidad redosifique el **SikaPlast® RM-100** de acuerdo a la cantidad de asentamiento que se requiere recuperar.

Reduciendo cemento y agua:

Adicionar la dosis escogida de **SikaPlast® RM-100** en la última porción del agua de amasado de la mezcla. La reducción de pasta de cemento implica una reducción de agua que puede llevar a una mayor reducción en el sostenimiento de la manejabilidad por lo cual coloque y vibre su mezcla lo más pronto posible.

LIMITACIONES

La elaboración de concreto o mortero fluido exige una buena distribución granulométrica. Se debe garantizar un suficiente contenido de finos para evitar la segregación del material fluido. En caso de deficiencia de finos, dosificar **SikaAer D** para incorporar del 3% al 4% de aire en la mezcla. El uso de concreto fluido demanda un especial cuidado en el sellado de las formaletas para evitar la pérdida de la pasta.

La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y las condiciones de la obra.

Al adicionar **SikaPlast® RM-100** para superfluidificar una mezcla con asentamiento menor de 5 cm, el efecto superplastificante se reduce notablemente y se incrementan los requerimientos del aditivo. Cuando se emplea para recuperar la bombeabilidad de una mezcla perdida por demoras en la colocación y se desea plasticidad por más de 1 hora adicional, agregue un plastificante retardante. Los mejores resultados se obtienen cuando los componentes que intervienen en la preparación del concreto cumplen con las normas vigentes.

Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla; si se emplea un plastificante retardante adicionarlo previamente al **SikaPlast® RM-100**. El curado del concreto con agua y/o **Antisol** es muy recomendable para el desarrollo de resistencias mecánicas y contra la entrada de agentes nocivos gaseosos o líquidos.



NOTAS

Los usuarios deben referirse siempre a la versión local más reciente de la Hoja Técnica del Producto cuya copia será suministrada al ser solicitada.

RESTRICCIONES LOCALES

Este producto puede variar en su funcionamiento o aplicación como resultado de regulaciones locales específicas. Por favor, consulte la hoja técnica del país para la descripción exacta de los modos de aplicación y uso.

ECOLOGIA, SALUD Y SEGURIDAD

Manténgase fuera del alcance de los niños. Usar guantes de caucho y gafas de protección en su manipulación. Consultar Hoja de Seguridad del producto.

REGULACIÓN (EC) Nº 1907/2006 - REACH

SikaPlast® RM-100 cumple con las normas ASTM C-949, ASTM C-1017 y NTC 1299 como un aditivo tipo F o como un aditivo tipo A. Densidad 1.21 kg/L aprox.

NOTAS LEGALES

La información, y en particular las recomendaciones relacionadas con la aplicación y uso final de los productos Sika, se proporcionan de buena fe, con base en el conocimiento y la experiencia actuales de Sika sobre los productos que han sido apropiadamente almacenados, manipulados y aplicados bajo condiciones normales de acuerdo con las recomendaciones de Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones actuales de las obras son tales, que ninguna garantía con respecto a la comercialidad o aptitud para un propósito particular, ni responsabilidad proveniente de cualquier tipo de relación legal pueden ser inferidos ya sea de esta información o de cualquier recomendación escrita o de cualquier otra asesoría ofrecida. El usuario del producto debe probar la idoneidad del mismo para la aplicación y propósitos deseados. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de los productos. Los derechos de propiedad de terceras partes deben ser respetados. Todas las órdenes de compra son aceptadas con sujeción a nuestros términos de venta y despacho publicadas en la página web: col.sika.com.

Sika Colombia S.A.S

Vereda Canavita, Km 20.5 Autopista Norte
Tocancipá Cundinamarca Colombia
phone: +57 1 878 6333
e-mail: sika_colombia@co.sika.com
web: col.sika.com



SikaPlastRM-100_es_CO_(12-2017)_1_1.pdf

Hoja de Datos del Producto
SikaPlast® RM-100
Diciembre 2017, Versión 01.01
021301011000000589



PSP NLS

Super plastificante de fraguado normal con baja pérdida de asentamiento.



PSP NLS

DESCRIPCIÓN:

PSP NLS es un aditivo súper plastificante líquido a base de resinas de naftaleno, libre de cloruros, de color marrón. Cuando se añade al concreto aumenta significativamente sus características de fluidez y trabajabilidad, como baja pérdida de asentamiento. También es capaz de proporcionar grandes aumentos de resistencias en todas las edades del concreto. Permite una reducción significativa del agua y una ganancia importante de la resistencia a la compresión, sin necesidad de aumentar el contenido de cemento. Agregado a la mezcla sin modificar la relación "agua-cemento", produce un concreto de muy alta fluidez. Esta fluidez permite que el agua de la mezcla pueda reducirse considerablemente.

RECOMENDADO PARA:

- Concreto con baja pérdida de asentamiento.
- Aumento de la resistencia a temprana edad y a todas las edades.
- Asentamiento de 8-10 pulgadas.
- Mientras que los aditivos tradicionales, utilizados para reducir el agua de la mezcla logran una reducción de un 10-15%, el **PSP NLS** puede lograr reducciones de agua de un 20-30%, pudiendo adquirir resistencias iguales a las de 28 días en solo 3-7 días.
- Rápido desencofrado y movilización de elementos prefabricados.
- Vaciados en moldes estrechos con gran cantidad de acero de refuerzo.
- Fácil bombeo, vibrado y colocación.
- Ahorro de cemento manteniendo la misma resistencia.
- Mayor densidad e impermeabilidad.
- Mejor acabado.

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS:

- Es un súper plastificante de fraguado normal que se puede usar en todo tipo de concretos, como los mezclados en obra o premezclados.
- Permite ser usado junto a otros aditivos como incorporadores de aire "**AEROCRET**", microsíllica, fibras, etc, sin afectar sus propiedades.
- Permite una reducción notable en los costos por mayor rapidez de bombeo, descarga, colocación y acabados.
- Permite optimizar el diseño de mezclas para lograr concretos de mayor calidad con un importante ahorro de cemento.

INFORMACIÓN TÉCNICA:

Color	Marrón
Estado Físico	Líquido
Densidad	1,195 Kg/L + 0,005
pH	6-8

El PSP NLS excede todos los requerimientos de:

COVENIN 356
AASHTO M 194
ASTM C 494. Tipos A y F
CRD C-87

DOSIFICACIÓN:

Puede dosificarse, dependiendo de los efectos que se deseen, a razón de 11 a 21 onzas por 100 lb de cemento; 1,4 lts por 100 Kg de cemento; 0,8% a 1,7% por peso de cemento. En todo caso se recomienda realizar ensayos para determinar la dosis adecuada.

ADITIVOS PARA EL CONCRETO



PSP NLS



MODO DE EMPLEO:

El **PSP NLS** deberá añadirse en la última agua de la mezcla en la planta de concreto. Es recomendable el uso de equipos dosificadores, cuando se trata de grandes vaciados.

PRESENTACIÓN:

Envases de 55 galones (208 litros).
 Envases de 5 galones (19 litros).
 A granel (litros).

PRECAUCIONES Y LIMITACIONES:



- La dosis óptima del producto debe determinarse haciendo ensayos con los materiales y condiciones de la obra.
- Si se requiere hacer combinaciones con otros aditivos, se recomienda dosificarlos por separado en la mezcla. Consulte a nuestro Departamento Técnico.
- Todo concreto después de fraguado debe ser curado adecuadamente, de acuerdo a las normas. Consultar a nuestro Departamento Técnico.

ALMACENAMIENTO Y VIDA ÚTIL:

Deberá almacenarse en sus envases originales en un lugar fresco y seco, bajo techo. Su vida útil en estas condiciones es de un año.

HIGIENE Y SEGURIDAD:

El **PSP NLS** es un material que debe ser manipulado adecuadamente. El personal que maneja estos productos deberá utilizar lentes, guantes y mascarillas. Si el producto hace contacto con la piel o con los ojos, estos deberán lavarse abundantemente con agua. Si se ingiere, buscar atención médica inmediata. No inducir el vomito.

Para más información consultar la Hoja de Seguridad de este producto.

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikament®-290 N

ADITIVO POLIFUNCIONAL E IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

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

USOS

Sikament®-290N está particularmente indicado para:

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

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

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

CERTIFICADOS / NORMAS

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

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

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

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Hoja De Datos Del Producto
Sikament®-290 N
Julio 2020, Versión 03.02
02130201100000115

Dosificación Recomendada

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

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN**Como Plastificante impermeabilizante**

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

Como Superplastificante impermeabilizante

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

NOTAS

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

NOTAS LEGALES

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



MasterRheobuild® 1000

Antes: RHEOBUILD 1000®

Aditivo reductor de agua para producir concreto rheoplástico.

Descripción del producto

MasterRheobuild 1000 es un aditivo reductor de agua de alto rango diseñado para producir concreto Rheoplástico. Este concreto fluye fácilmente manteniendo una alta plasticidad por tiempos más prolongados que el concreto superplastificado convencional. El concreto rheoplástico tiene la baja proporción agua: material cementicio del concreto sin asentamiento, dando excelentes propiedades de ingeniería (endurecimiento).

Campo de aplicación

- Concreto donde se desea una alta plasticidad, características de fraguado normal y desarrollo rápido de resistencias.
- Aplicaciones de concreto pretensado, prefabricado y premezclado.
- Aplicaciones de construcción subterránea civil y minera: shotcrete por vía húmeda o seca, grouts de alto desempeño, grouts de túneles y suspensiones de inyección.

Corrosividad: no corrosivo, no contiene cloruros. **MasterRheobuild 1000** no iniciará o promoverá la corrosión del acero reforzado en el concreto, concreto pretensado o concreto colocado en sistemas de pisos y techos de acero galvanizado. No se utilizó cloruro de calcio ni ningún ingrediente a base de cloruros en la manufactura del aditivo **MasterRheobuild 1000**.

Compatibilidad: **MasterRheobuild 1000** puede utilizarse en combinación con la mayoría de los aditivos de **BASF** y en todo el concreto de color y arquitectónico. Cuando se usa con otros aditivos, cada aditivo deberá adicionarse a la mezcla en forma separada. **MasterRheobuild 1000** no debe usarse con RHEOMAC® UW 450, RHEOMAC® VMA 358 o RHEOMAC® 450 VMA ya que pueden experimentarse comportamientos erráticos en asentamiento, extensión del asentamiento o capacidad de bombeo.

Temperatura: si se llega a congelar el **MasterRheobuild 1000**, eleve a una temperatura de 7°C (45°F) o mayor y reconstituya el producto por completo con una agitación mecánica ligera. No use aire presurizado para agitar.

Características y beneficios

En el concreto plástico

- Rango de plasticidad de 200 a 280 mm (8-11 in).
- Retención prolongada de asentamiento.
- Tiempos de fraguado controlados.
- Permite mezclas cohesivas sin segregación y mínima exudación de agua.

Para concreto endurecido

- Mayores resistencias iniciales en comparación con los superplastificantes convencionales.
- Mayor resistencia final a compresión.
- Mayor módulo de elasticidad.
- Mejor resistencia de adhesión al acero.
- Baja permeabilidad y alta durabilidad.
- Menor retracción y deformación.
- Integridad estructural del elemento terminado altamente confiable.

Otros

- Cumple con la especificación ASTM C 494 para aditivos reductores de agua tipo A y aditivos reductores de agua de alto rango Tipo F.
- Menos dependencia de energía de consolidación.
- Menor costo de mano de obra y mayor productividad.
- Permite cambios en las especificaciones de ingeniería ya que es factible aumentar los límites de caída libre del concreto fresco, los espesores de las coladas y temperaturas del concreto, así como ajustes económicos en las mezclas.



We create chemistry

Presentación

MasterRheobuild 1000 se suministra en tambores de 208 l (55 gal), en tanques de 1040 l (275 gal) y a granel.

Datos técnicos*

Velocidad de endurecimiento: **MasterRheobuild 1000** ha sido diseñado para producir características normales de fraguado para todo el rango de dosificación que se recomienda. El tiempo de fraguado del concreto depende de la composición física y química de los ingredientes básicos del concreto, la temperatura del concreto y las condiciones ambientales. Deben hacerse mezclas de prueba con los materiales de la obra para determinar la dosificación requerida para el tiempo de fraguado especificado y un requerimiento de resistencia determinado.

Manejabilidad: el concreto al que se ha adicionado **MasterRheobuild 1000** tiene la capacidad de mantener una condición rheoplástica de 200 a 280 mm (8 a 11 in) de asentamiento si así se requiere. La duración precisa para poder trabajar la mezcla no solo depende de la temperatura, sino también del tipo de cemento, materiales cementicios suplementarios, proporciones de la mezcla, la naturaleza de los agregados, el método de transporte y la dosificación.

*Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean los datos de control, pueden solicitarse a nuestro Departamento Técnico.

Procedimiento de aplicación

Dosificación: el rango de dosificación recomendado para el **MasterRheobuild 1000** es de 650-1600 ml/100 kg (10-25 oz fl/100 lb) de material cementicio dependiendo de la aplicación y de cuanto se desee incrementar el asentamiento y resistencia.

Las dosificaciones anteriores aplican a la mayoría de las mezclas de concreto que usan ingredientes típicos del concreto. Debido a las variaciones en las condiciones de la obra y de los materiales de concreto como la microsilica, se podrán requerir rangos de dosificación diferentes a los recomen-

dados. En tales casos, contacte a su representante local de **BASF**.

Mezclado: ya que se incrementa la retención de asentamiento usando el aditivo **MasterRheobuild 1000**, éste se puede adicionar en la planta de premezclados.

También puede adicionarse en la obra si se desea incrementar el asentamiento.

Almacenamiento

MasterRheobuild 1000 tiene una vida útil de 18 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor.

Precauciones de seguridad

Consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) para este producto.

Para información adicional sobre este producto o para su uso en el desarrollo de mezclas de concreto con características especiales de desempeño, consulte a su representante local de **BASF**.

“Para mayor información, consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) o a su representante local **BASF** o llame a las líneas de emergencia locales de Cisproquim y/o **BASF** que se encuentran al final del catálogo”.

MASTER®
»BUILDERS
 SOLUTIONS



We create chemistry

NOTA:

La presente ficha técnica sirve, al igual que todas las demás recomendaciones e información técnica, únicamente para la descripción de las características del producto, forma de empleo y sus aplicaciones. Los datos e informaciones reproducidos, se basan en nuestros conocimientos técnicos obtenidos en la bibliografía, en ensayos de laboratorio y en la práctica.

Los datos sobre consumo y dosificación que figuran en esta ficha técnica, se basan en nuestra propia experiencia, por lo que estos son susceptibles de variaciones debido a las diferentes condiciones de las obras. Los consumos y dosificaciones reales, deberán determinarse en la obra, mediante ensayos previos y son responsabilidad del cliente.

Para un asesoramiento adicional, nuestro Servicio Técnico, está a su disposición.

BASF Química Colombiana S.A. se reserva el derecho de modificar la composición de los productos, siempre y cuando éstos continúen cumpliendo las características descritas en la ficha técnica.

Otras aplicaciones del producto que no se ajusten a las indicadas, no serán de nuestra responsabilidad.

Otorgamos garantía en caso de defectos en la calidad de fabricación de nuestros productos, quedando excluidas las reclamaciones adicionales, siendo de nuestra responsabilidad tan solo la de reingresar el valor de la mercancía suministrada.

Debe tenerse en cuenta las eventuales reservas correspondientes a patentes o derechos de terceros.

Edición: 26/08/2016

La presente ficha técnica pierde su validez con la aparición de una nueva edición.

BASF Química Colombiana S.A.
Calle 99 # 69C – 32
Bogotá, D.C. Colombia
Tel: +57 1 634 20 99

BASF Venezolana S.A.
Circunvalación del Sol, Centro
Profesional Santa Paula, PB, Espacio
Express, Local 4, Caracas - Venezuela
Teléfono: +58 212 935 8306 - Celular:
+58 424 676 4002

BASF Ecuatoriana S.A.
Avenida Naciones Unidas E-230
entre Núñez de Vela e Iñaquito,
edificio Metropolitan, 8vo piso,
oficinas 808, 809 y 810.
Tel : + 593 2397 9500

Visite nuestra página web:

- Colombia: www.master-builders-solutions.basf.com.co
- Venezuela: www.master-builders-solutions.basf.com.ve
- Ecuador: www.master-builders-solutions.basf.com.ec



The Chemical Company

MasterGlenium®330

Aditivo reductor de agua de alto rango.

Antes GLENIUM® C330

USOS RECOMENDADOS

- Concreto con características de fraguado rápido, mejor apariencia superficial y desarrollo de resistencias acelerado.
- Concreto donde el control de trabajabilidad y el tiempo de fraguado son críticos.
- Concreto donde sea necesaria una reducción de agua de alto rango (12 a 40%).
- Concreto donde se requieran altas resistencias tempranas como finales, y un incremento en la durabilidad.

DESCRIPCION

MasterGlenium® 330 es un aditivo reductor de agua de alto rango, basado en tecnología de punta. MasterGlenium® 330 permite producir concreto rheoplástico, el cual fluye fácilmente, manteniendo su trabajabilidad por prolongados períodos de tiempo sin ningún efecto en el tiempo de fraguado. MasterGlenium® 330 cumple con los requisitos ASTM C494 para aditivos Tipo A (reductores de agua) y tipo F (reductores de agua alto rango).

CARACTERISTICAS Y BENEFICIOS

- ✓ Proporciona una reducción de agua lineal dentro del rango de dosificación recomendado.
- ✓ Produce una mezcla de concreto cohesiva que no segrega.
- ✓ Tiempos de fraguado y desarrollo de resistencias más rápidos.
- ✓ Incremento en el desarrollo de resistencias a compresión y a flexión a todas las edades.
- ✓ Resulta en menores costos de producción debido al rápido vaciado, mejor acabado, y reducción de costos de curado.

DOSIFICACIÓN

El rango de dosificación recomendada del aditivo reductor de agua de alto rango es de 260 a 780 ml por 100 kg de cemento para la mayoría de las mezclas que utilizan ingredientes estándar. Sin embargo. Las variaciones en las condiciones de la obra y materiales del concreto, como microsilice, pueden requerir dosificaciones fuera del rango recomendado. En esos casos, contacte a su representante local BASF CC Ltda.

FRAGUADO

MasterGlenium® 330 está formulado para producir concreto con características de fraguado de normales a aceleradas dentro del rango de dosificación recomendado proporciona una retención mejorada de trabajabilidad. El tiempo de fraguado del concreto está influenciado por la composición química y física de los ingredientes básicos del concreto, la temperatura del concreto y las condiciones climáticas. Se deberán hacer mezclas de prueba para determinar la dosificación requerida para el tiempo de fraguado especificado y los requisitos de resistencia.

INTRUCCIONES DE USO

A diferencia de los superplastificantes convencionales, el aditivo MasterGlenium® 330 puede añadirse una vez colocado todo el agua de dosificación.

Nota: contacte a su representante local BASF CC Ltda. para la evaluación adecuada del aditivo MasterGlenium® 330 en aplicaciones específicas.

ENVASE

Suministro en tambores de 225 kg y tinetas de 20 kg.

DENSIDAD

1.085 gr/ml.

MASTER®
» BUILDERS
 SOLUTIONS



The Chemical Company

MasterGlenium®330

Aditivo reductor de agua de alto rango.

Antes GLENIUM® C330

PRECAUCIONES

Si el aditivo MasterGlenium® 330 se congela, descongele a >7°C y reconstituya completamente agitando mecánicamente. No agite con aire a presión.

Sin cloruro, no corrosivo:

El aditivo MasterGlenium® 330 no iniciará ni promoverá la corrosión del acero del refuerzo del concreto, concreto preforzado o concreto vaciado sobre un piso de acero galvanizado ni sistema de techos. No se ha utilizado cloruro de calcio ni otros ingredientes con base

cloruros en la fabricación MasterGlenium® 330. Este aditivo cumple con los estándares y prácticas más estrictos de la industria de la construcción.

Para información adicional acerca del aditivo MasterGlenium® 330 o su uso en el desarrollo de mezclas de concreto con características especiales de desempeño, contacte a su representante local BASF CC Ltda.

BOLETINES RELACIONADOS
HOJA DE SEGURIDAD - MasterGlenium® C 330.



The Chemical Company

NOTA:

La presente ficha técnica sirve, al igual que todas las demás recomendaciones e información técnica, únicamente para la descripción de las características del producto, forma de empleo y sus aplicaciones. Los datos e informaciones reproducidos, se basan en nuestros conocimientos técnicos obtenidos en la bibliografía, en ensayos de laboratorio y en la práctica.

Los datos sobre consumo y dosificación que figuran en esta ficha técnica, se basan en nuestra propia experiencia, por lo que estos son susceptibles de variaciones debido a las diferentes condiciones de las obras. Los consumos y dosificaciones reales, deberán determinarse en la obra, mediante ensayos previos y son responsabilidad del cliente.

Para un asesoramiento adicional, nuestro Servicio Técnico, está a su disposición.

BASF Construction Chemicals Ltda. se reserva el derecho de modificar la composición de los productos, siempre y cuando éstos continúen cumpliendo las características descritas en la ficha técnica.

Otras aplicaciones del producto que no se ajusten a las indicadas, no serán de nuestra responsabilidad.

Otorgamos garantía en caso de defectos en la calidad de fabricación de nuestros productos, quedando excluidas las reclamaciones adicionales, siendo de nuestra responsabilidad tan solo la de reingresar el valor de la mercancía suministrada.

Debe tenerse en cuenta las eventuales reservas correspondientes a patentes o derechos de terceros.

Edición: 26/02/2014

La presente ficha técnica pierde su validez con la aparición de una nueva edición

BASF SA

Avenida das Nações Unidas,
14.171, Morumbi
04794-000 Sao Paulo – SP, Brasil
Tel: +55 11 2718 5507
www.basf-cc.com.br

BASF Construction Chemicals Ltda.

Rio Palena 9665
Núcleo Empresarial ENEA
Santiago de Chile, Chile
Tel: +56-2 2799 4300
www.basf-cc.cl

BASF Construction Chemicals Perú S.A.

Jr. Plácido Jiménez N° 630
Lima 1, Peru
Tel: +51-1 219 0630
www.basf-cc.com.pe

BASF Química Colombia S.A.

Tel: +57 1 632 20 90
www.basf-cc.com.co

BASF Venezolana S.A.

Tel : + 58 212 9586711
www.basf-cc.com.ve

BASF Ecuatoriana S.A.

Tel : + 593 2397 9500
www.basf-cc.com.ec

Para obtener más información: Visítenos: www.basf-cc.cl

MASTER®
» BUILDERS
SOLUTIONS

CONSTRUYENDO CONFIANZA



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 la cantidad de agua en aproximadamente un 10 % 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 de un 10 % 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 del 10 al 15%, contra testigo.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envase PET x 4 L ▪ Balde x 20 L
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.01

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto

Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante 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® Plastificante 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.

LIMITACIONES

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

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

NOTAS

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

NOTAS LEGALES

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





W-84

Aditivo Rango Medio

Fecha de Emisión: Oct 15, 17
 Revisión:
 Fecha de Revisión:
 Página: 1 de 1

Industrias Ulmen S.A. Aditivos para Concreto

DESCRIPCIÓN

Es un reductor de agua de rango medio que incorpora materias primas de alta tecnología, permitiendo un mejor control del concreto.

No contiene cloruros.

No requiere cuidados ni precauciones especiales y se trata como cualquier aditivo convencional.

PROPIEDADES

Reduce la razón agua cemento sin alterar la plasticidad del concreto.

Mantiene la fluidez del concreto fresco sin alterar negativamente las resistencias mecánicas.

CAMPO DE APLICACIÓN

Es adecuado para concretos bombeables, fluidos, premezclados y pretensados.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Aspecto	: Líquido levemente viscoso.
Color	: Café claro
Densidad	: 1,06 ± 0,02 g/mL
Viscosidad	: 20 ± 2 (s)
pH	: 6,5 ± 1
Sólidos	: 25 ± 3
Envase	: Cilindro de 220 kg o Dispenser retornable de 1.100 kg.

USO Y DOSIS

Se agrega directamente sobre el hormigón en dosis que varían entre 0,5 y 2% del peso del cemento. La dosis más adecuada se determina con ensayos de prueba específicos.

DURACIÓN

6 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, certificado bajo ISO 9001:2008



Las Vertientes Mz C-1 Sub Lr 2-F Villa El Salvador – Lima
 Teléfonos (51-1) 719.4126 719.4127

www.cognoscibletechnologies.com

www.ulmen.cl

atencionalcliente@ulmen.cl

Apéndice B. Diseño de mezcla y ensayo de resistencia a la flexión Unión Temporal El

Tarra 2020



TOXEMENT S.A.

NIT: 860.090.222-3
Parque Industrial Gran Sabana, M3 - M7
Tocancipá • Colombia
PBX: (1) 869 87 87

INFORME TECNICO

INFORME N°	11	
FECHA	17/09/2019	
PROYECTO:	VALIDACIÓN ADITIVO PLASTOL 3500 ULTRA EN CONCRETO MR 45 CON CEMENTOS ART ULTRACEM Y CEMEX	
CLIENTE	Nombre de la Empresa:	UNION TEMPORAL EL TARRA 2020
	Para:	Ing. Jorge Mario Alsina
	Cargo:	Administrador
	Dirección:	Calle 11 No.16 A 13
	Teléfono:	3004270490
	email:	Uniontemporaleltarra2020@gmail.com
TIPO DE INFORME	Preliminar	<input checked="" type="checkbox"/> (x)
	Final	<input type="checkbox"/> ()
	Interno	<input type="checkbox"/> ()
	Externo	<input type="checkbox"/> ()
REGIONAL	Antioquia	<input type="checkbox"/> ()
	Costa	<input type="checkbox"/> ()
	Norte de Santander	<input checked="" type="checkbox"/> (x) Ocaña
	Bogotá	<input type="checkbox"/> ()
	Cali	<input type="checkbox"/> ()
ELABORO	Nombre:	Albert Edin Riaño Carrillo
	Cargo:	Consultor Técnico Comercial de Concretos
REVISO	Nombre:	Frank Barcasnegras Anaya
	Cargo:	Coordinador Técnico de Concretos

WWW.TOXEMENT.COM.CO

OFICINAS NACIONALES: • Medellín: (4) 448 01 21. • Cali: (2) 524 23 25. • Barranquilla: (5) 380 80 23 / 382 05 22. • Bucaramanga: (7) 690 96 51 / 691 52 14. • Cartagena: (5) 653 62 31 / 653 62 47.

**TOXEMENT S.A.**

NIT: 860.090.222-3
Parque Industrial Gran Sabana, M3 - M7
Tocancipá • Colombia
PBX: (1) 869 87 87

1. OBJETIVO.

- Determinar el desarrollo de resistencias del **Concreto MR 45** con la implementación del aditivo **Plastol 3500 Ultra** y uso de los **Cementos ART Ultracem** y **Cemex**.

2. NORMAS DE REFERENCIA.

- Producción de concreto. (**ASTM C 94**).
- Norma sismo resistente del año 2010. **NSR10**
- Especificación estándar de aditivos químicos para concreto. (**ASTM C 494**).
- Práctica normalizada para el muestreo del concreto recién mezclado. (**ASTM C 172**).
- Método de prueba normalizado para determinar el asentamiento en el concreto elaborado con cemento hidráulico. (**ASTM C 143**).
- Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos en el laboratorio. (**ASTM C 192**).
- Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto (**ASTM C 39**).
- Otras propiedades del concreto en estado fresco: Aspecto, Segregación, Cohesividad, Viscosidad, Homogeneidad, Exudación, etc.

3. PROCEDIMIENTO

Se procede a realizar el diseño de mezcla MR 45 con los materiales que se recibieron en la bodega de Toxement Bucaramanga, los cuales se describen en Cemento Ultracem y Cemex ART, Arena, Grava de ¾" y agua de la zona con la que se va a producir el concreto en sitio.

Para asegurar el cumplimiento de la especificación de resistencias se tuvo en cuenta las estadísticas conocidas de los proyectos anteriores donde se empleaba Cemento Tipo UG, con las cuales conforme a las propiedades mecánicas del

WWW.TOXEMENT.COM.CO

OFICINAS NACIONALES: • Medellín: (4) 448 01 21. • Cali: (2) 524 23 25. • Barranquilla: (5) 380 80 23 / 382 05 22. • Bucaramanga: (7) 690 96 51 / 691 52 14. • Cartagena: (5) 653 62 31 / 653 62 47.

**TOXEMENT S.A.**

NIT: 860.090.222-3
Parque Industrial Gran Sabana, M3 - M7
Tocancipá • Colombia
PBX: (1) 869 87 87

Cemento ART, se proyecta una mejoría en el desarrollo de resistencias con cuantías menores del material.

A continuación, se compilan los resultados obtenidos de la validación del diseño de concreto evaluado con los materiales suministrados.

- **CONCRETO MR 45 GRAVA ¾ - ASENTAMIENTO 4 +/- 1"**

MATERIAL	PROCEDENCIA	PESO SECO kg
CEMENTO 1	cemento ART	404
AGUA	Potable	170
ARENA1	arena	816
GRAVA 1	grava 3/4"	997
ADITIVO 1	plastol 3500 ultra	2,22

- **RESULTADOS DE RESISTENCIAS CEMENTO ULTRACEM**

RESISTENCIA A FLEXION Mpa		
Edad (días)	Resultado	evolución
9	3,5	79%

- **RESULTADOS DE RESISTENCIAS CEMENTO ULTRACEM**

RESISTENCIA A FLEXION Mpa		
Edad (días)	Resultado	evolución
9	3	68%

WWW.TOXEMENT.COM.CO

OFICINAS NACIONALES: • Medellín: (4) 448 01 21. • Cali: (2) 524 23 25. • Barranquilla: (5) 380 80 23 / 382 05 22. • Bucaramanga: (7) 690 96 51 / 691 52 14. • Cartagena: (5) 653 62 31 / 653 62 47.

**TOXEMENT S.A.**

NIT: 860.090.222-3
 Parque Industrial Gran Sabana, M3 - M7
 Tocancipá • Colombia
 PBX: (1) 869 87 87

- INFORME DE RESISTENCIAS SGS

SGS

INFORME DE ENSAYO 19-2019
RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA FLEXION EN VIGUETAS
NTC 2871 - 2018

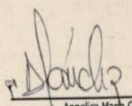
Calle 58 No. 8-51 km 6 Vía Girón - P.L. Garibaldi B-5
 Tel: 57-7-6913805

INFORME COMPRENDIDO
 Fecha inicial: 2019-08-01
 Fecha final: 2019-09-04

Ciente: TOXEMENT S.A.
 Proyecto: U-1597 PRUEBAS DE LABORATORIO
 Dirección: Parque industrial san Jorge Bodega 5
 Encargado: Ing. Albert Edín Riaño Carrillo

Número de muestra	Fecha de muestreo	Programación		Dimensiones (mm)		Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura			Diseño (MPa)	Porcentaje alcanzado	Observaciones
		Edad (d/a/a)	Rotura	Ancho	Alto		Kg/cm ²	psi	MPa			
Concreto M.O.												
19	2019-08-20	9	2019-08-29	150	150	25,056	33.9	465	3,50	4,41	75%	
	Localización: CONCRETOS CLINER											
20	2019-08-20	9	2019-08-29	153	150	23,016	30.6	420	3,00	4,41	69%	
	Localización: CONCRETOS CLINER											

Para los ensayos se utilizaron cuñas de acero. Los especímenes ensayados fueron fundidos.
 Los especímenes fueron curados a 23 °C ± 2 °C y se ensayaron con sus superficies húmedas.
 La distancia entre apoyos fue de 450 mm.

Aprobó: 
 Angelica María Quintero Ortiz
 Coordinador Técnico

--- Fin del Informe ---

4. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados de los ensayos realizados permitieron evidenciar la versatilidad que presente el aditivo Plastol 3500 Ultra, al presentar un buen desempeño con los dos cementos tipos de cemento probados en el diseño de Concreto MR 45.

Sin embargo, se evidencia que el Cemento Ultracem ART proporciona un mejor comportamiento en tema de resistencias al superar en un 11% el resultado conseguido con Cemento Cemex en las mismas condiciones.

WWW.TOXEMENT.COM.CO

OFICINAS NACIONALES: • Medellín: (4) 448 01 21. • Cali: (2) 524 23 25. • Barranquilla: (5) 380 80 23 / 382 05 22. • Bucaramanga: (7) 690 96 51 / 691 52 14. • Cartagena: (5) 653 62 31 / 653 62 47.

**TOXEMENT S.A.**

NIT: 860.090.222-3
Parque Industrial Gran Sabana, M3 - M7
Tocancipá • Colombia
PBX: (1) 869 87 87

No obstante, es necesario hacer seguimiento a la evolución de resistencias hasta la edad de especificación (28 días), para extraer las respectivas conclusiones.

Elaboró:

ALBERT EDIN RIAÑO CARRILLO
Consultor Técnico Comercial de Concretos
Euclid Group Toxement

Revisó:

FRANK BARCASNEGRAS ANAYA
Coordinador Técnico de Concretos
Euclid Group Toxement.

WWW.TOXEMENT.COM.CO

OFICINAS NACIONALES: • Medellín: (4) 448 01 21. • Cali: (2) 524 23 25. • Barranquilla: (5) 380 80 23 / 382 05 22. • Bucaramanga: (7) 690 96 51 / 691 52 14. • Cartagena: (5) 653 62 31 / 653 62 47.

ENSAYO A FLEXION VIGAS DE CONCRETO															
INVE 414-13															
PROYECTO	OTROSI No. 4 AL ADICIONAL 2 DEL CONTRATO DE CONCESION No006 DEL 2007 POR MEDIO DEL CUAL Y EN COMPLEMENTACION A LAS OBRAS EJECUTADAS MEDIANTE OTROSI No. 1 AL ADICIONAL No. 2 DEL 2009, PARA REALIZAR LA PAVIMENTACION EN CONCRETO RIGIDO DE 1,42 KM DESDE EL MUNICIPIO DE EL TARRA - EMPALME PROYECTO PUENTE ROJO Y 4,42 KM DESDE EL MUNICIPIO DE EL TARRA - AL MUNICIPIO DE CONVENCION, NORTE DE SANTANDER							FECHA LLEGADA:	29/08/2020						
LOCALIZACION	EL TARRA, NORTE DE SANTANDER							SOLICITANTE:	UT. TARRA 2020						
RESISTENCIA	MR 45							EQUIPO	Prensa doble rango PC - 160 / marca						
FECHA INFORME:	25 de septiembre del 2020														
LOCALIZACION DE LA MUESTRA	MUESTRA	FECHAS		EDAD	DIMENSIONES			DIST. ENTRE APOYOS	VELOCIDAD DE CARGA	CARGA	MODULO DE ROTURA			OBSERVACIONES	
		(Número)	Toma		Rotura	(días)	Altura (mm)				Ancho (mm)	Area (mm ²)	(mm)		Mpa/min
PR 0 + 930 CARRIL IZQUIERDO TRAMO 4,42 KM	-	28-ago-20	04-sep-20	7	152	152	23104	502	1,052	22,03	3,149	32,1	457		
	-	28-ago-20	04-sep-20	7	152	152	23104	500	1,052	22,45	3,196	32,6	464		
	-	28-ago-20	11-sep-20	14	152	152	23104	501	1,052	27,32	3,898	39,7	565		
	-	28-ago-20	11-sep-20	14	152	152	23104	500	1,052	27,12	3,861	39,4	560		
	-	28-ago-20	25-sep-20	28	152	152	23104	502	1,052	31,68	4,529	46,2	657		
	-	28-ago-20	25-sep-20	28	152	152	23104	501	1,052	32,01	4,567	46,6	662		
Elaboro:	Fernando Ojeda Jaime Laboratorista					Reviso:	Ing. Eider Lopez Angarita T.P. 54202-269141 NTS								
Calle 27 # 7-50 Barrio Promesa de Dios, Ocaña N.S. Telefono (7) 562 59 88 Celular 310 320 2009															
suelosyconcretos2019@gmail.com															

ENSAYO A FLEXION VIGAS DE CONCRETO															
INVE 414-13															
PROYECTO	OTROSI No. 4 AL ADICIONAL 2 DEL CONTRATO DE CONCESION No006 DEL 2007 POR MEDIO DEL CUAL Y EN COMPLEMENTACION A LAS OBRAS EJECUTADAS MEDIANTE OTROSI No.1 AL ADICIONAL No. 2 DEL 2009, PARA REALIZAR LA PAVIMENTACION EN CONCRETO RIGIDO DE 1,42 KM DESDE EL MUNICIPIO DE EL TARRA - EMPALME PROYECTO PUENTE ROJO Y 4,42 KM DESDE EL MUNICIPIO DE EL TARRA - AL MUNICIPIO DE CONVENCION, NORTE DE SANTANDER								FECHA LLEGADA:	29/08/2020					
LOCALIZACION	EL TARRA, NORTE DE SANTANDER								SOLICITANTE:	UT. TARRA 2020					
RESISTENCIA	MR 45								EQUIPO	Prensa doble rango PC - 160 / marca					
FECHA INFORME:	28 de septiembre del 2020														
LOCALIZACION DE LA MUESTRA	MUESTRA (Número)	FECHAS		EDAD (días)	DIMENSIONES			DIST. ENTRE APOYOS (mm)	VELOCIDAD DE CARGA Mpa/min	CARGA (kN)	MODULO DE ROTURA			OBSERVACIONES	
		Toma	Rotura		Altura (mm)	Ancho (mm)	Area (mm ²)				MPa	Kg/cm ²	Psi		
PR 0 + 380 CARRIL DERECHO TRAMO 4,42 KM	-	31-ago-20	07-sep-20	7	152	152	23104	502	1,052	22,92	3,276	33,4	475		
	-	31-ago-20	07-sep-20	7	152	152	23104	500	1,052	22,05	3,139	32,0	455		
	-	31-ago-20	14-sep-20	14	152	152	23104	501	1,052	27,23	3,885	39,6	563		
	-	31-ago-20	14-sep-20	14	152	152	23104	500	1,052	27,48	3,913	39,9	567		
	-	31-ago-20	28-sep-20	28	152	152	23104	502	1,052	32,92	4,706	48,0	683		
	-	31-ago-20	28-sep-20	28	152	152	23104	501	1,052	32,01	4,567	46,6	662		
Elaboro:	Fernando Ojeda Jaime Laboratorista					Reviso:	Ing. Eider Lopez Angarita T.P. 54202-269141 NTS								
Calle 27 # 7-50 Barrio Promesa de Dios, Ocaña N.S. Telefono (7) 562 59 88 Celular 310 320 2009.															
suelosyconcretos2019@gmail.com															