

HECHOS EN **concreto**

Organizan:

CEMENTO
ALION
© 2023 corena



CÁMARA COLOMBIANA
DE LA INFRAESTRUCTURA
SECCIONAL ANTIOQUIA

El fenómeno abrasión-erosión en obras hidráulicas

Paula Andrea López Sánchez

Líder técnico de infraestructura - Sumicol Corona S.A.

Organizan:



CÁMARA COLOMBIANA
DE LA INFRAESTRUCTURA
SECCIONAL ANTIOQUIA

Contenido

1. Introducción y definiciones
 2. Erosión por cavitación
 3. Erosión por abrasión
 4. Erosión por ataque químico
 5. Tips para mitigar la erosión, diseño por desempeño verificado
- Verificando el desempeño: resistencia a la abrasión

1. Introducción y definiciones

¿A qué se le puede llamar obra hidráulica?

Infraestructura
hidráulica



Infraestructura
civil



Son estructuras
destinadas a
trabajar en
contacto con el
agua y soportar su
acción

Fuente: Castro, Fidel, ingenieriaymas, somos del mismobarro, canstock. Lanota contruplan. Catorce C6, Publicación Técnica No. 336 Sanfandila, Qro, 2011 ; Vasques, Antonio

1. Introducción y definiciones

¿Abrasión, desgaste, erosión, cavitación?

La ACI 116 define “abrasión” como desgaste de una superficie por frotamiento y fricción.

Estructuras de pavimento
Pisos industriales



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura, ACI 116

1. Introducción y definiciones

¿Abrasión, desgaste, erosión, cavitación?

La ACI 116 define “abrasión” como desgaste de una superficie por frotamiento y fricción.

Estructuras hidráulicas



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura, ACI 116

1. Introducción y definiciones

¿Abrasión, desgaste, erosión, cavitación?

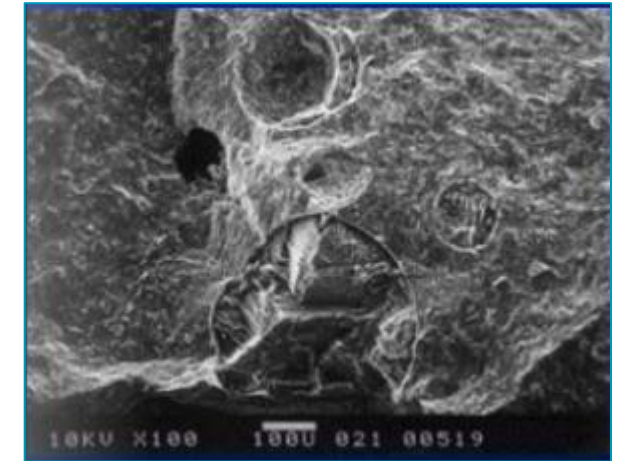


Erosión

La ACI 210 define “erosión” como la desintegración progresiva de un sólido por cavitación, abrasión o acción química.

Cavitación

La ACI 116 define “cavitación” como picaduras del concreto causadas por implosión, es decir, el colapso de burbujas de vapor en el agua, que se forman en zonas de baja presión y colapsan cuando entran en las zonas de mayor presión



Picaduras en el concreto por implosión durante la cavitación

Fuente: instituto asteco

2. Erosión por cavitación

¿Por qué ocurre el fenómeno?

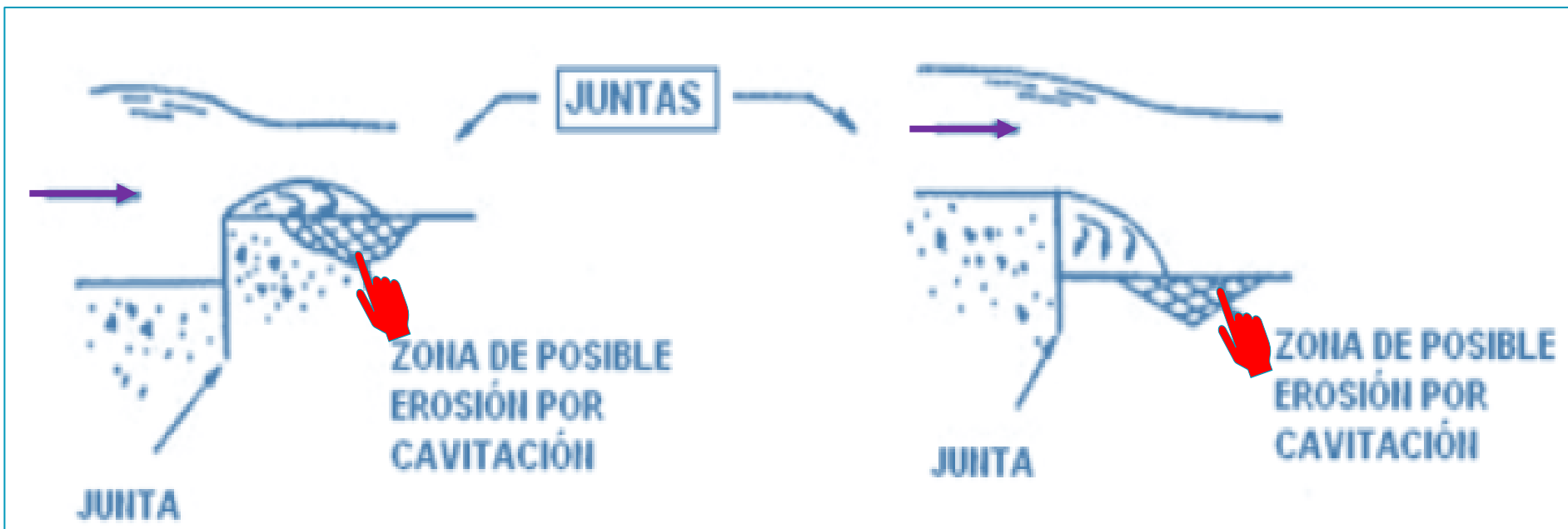
Formas típicas de irregularidades



Fuente: ACI 210 Rafael Pardo-Gómez, Evio Alegret

2. Erosión por cavitación ¿Por qué ocurre el fenómeno?

Formas típicas de irregularidades

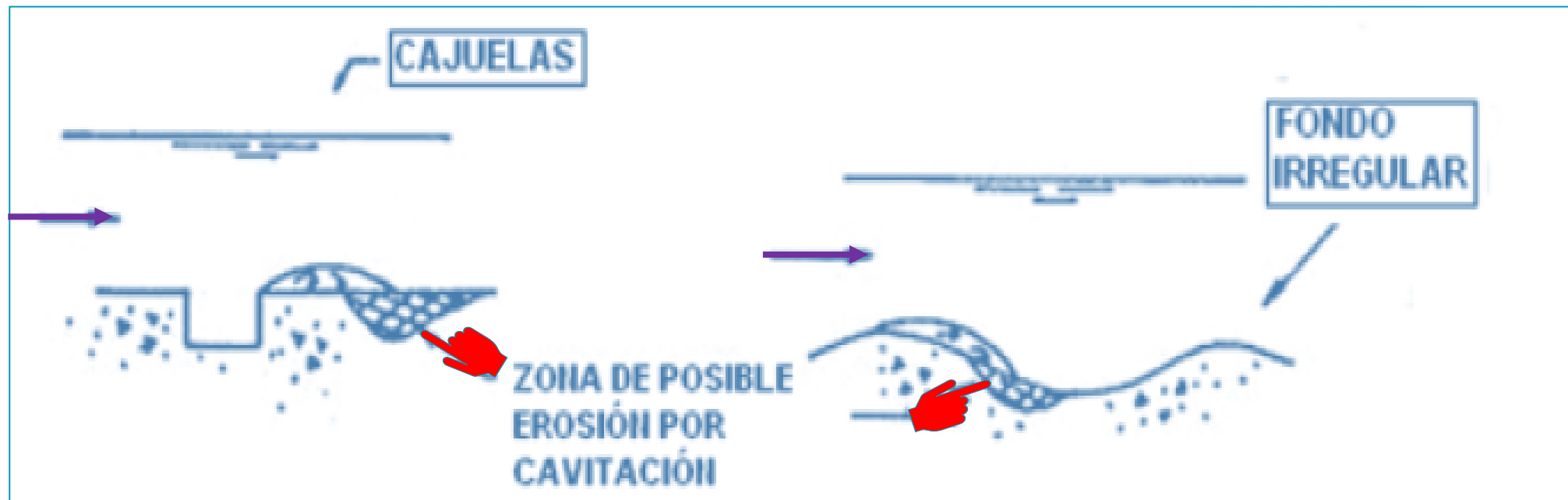


Fuente: ACI 210 Rafael Pardo-Gómez, Evio Alegret

2. Erosión por cavitación

¿Por qué ocurre el fenómeno?

Formas típicas de irregularidades



Fuente: ACI 210 Rafael Pardo-Gómez, Evio Alegret

2. Erosión por cavitación

¿Por qué ocurre el fenómeno?

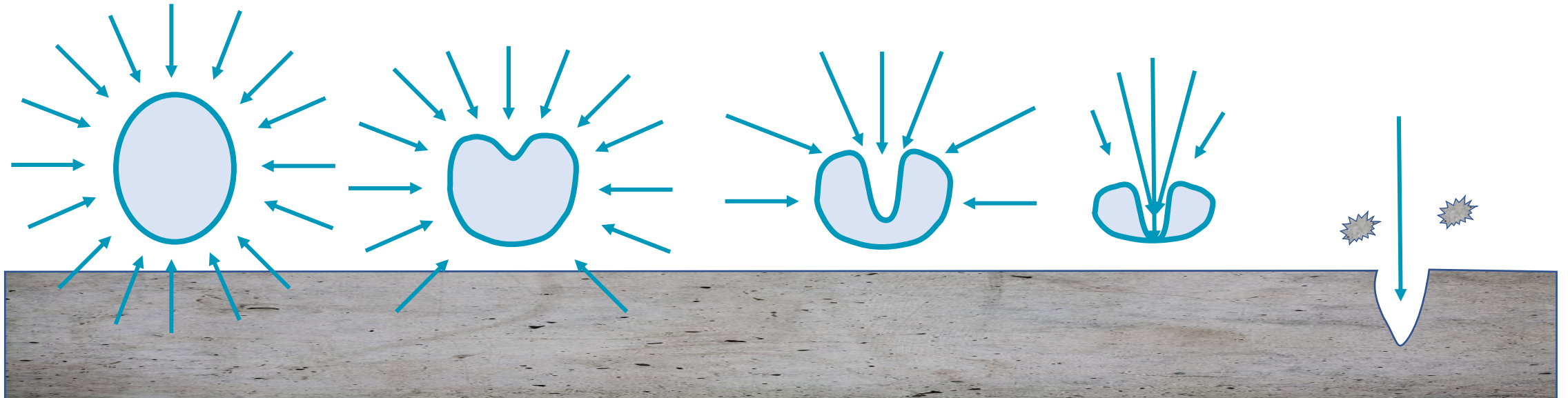
Formas típicas de irregularidades



Fuente: ACI 210 Rafael Pardo-Gómez, Evio Alegret

2. Erosión por cavitación

¿Cómo ocurre el deterioro del concreto?



Burbuja inicial

Inicio del choque

Ingreso de líquido

Formación de jet

Erosión por impacto

Fuente: ACI 210

2. Erosión por cavitación

Lesiones típicas en estructuras

Pérdida de masa en un canal

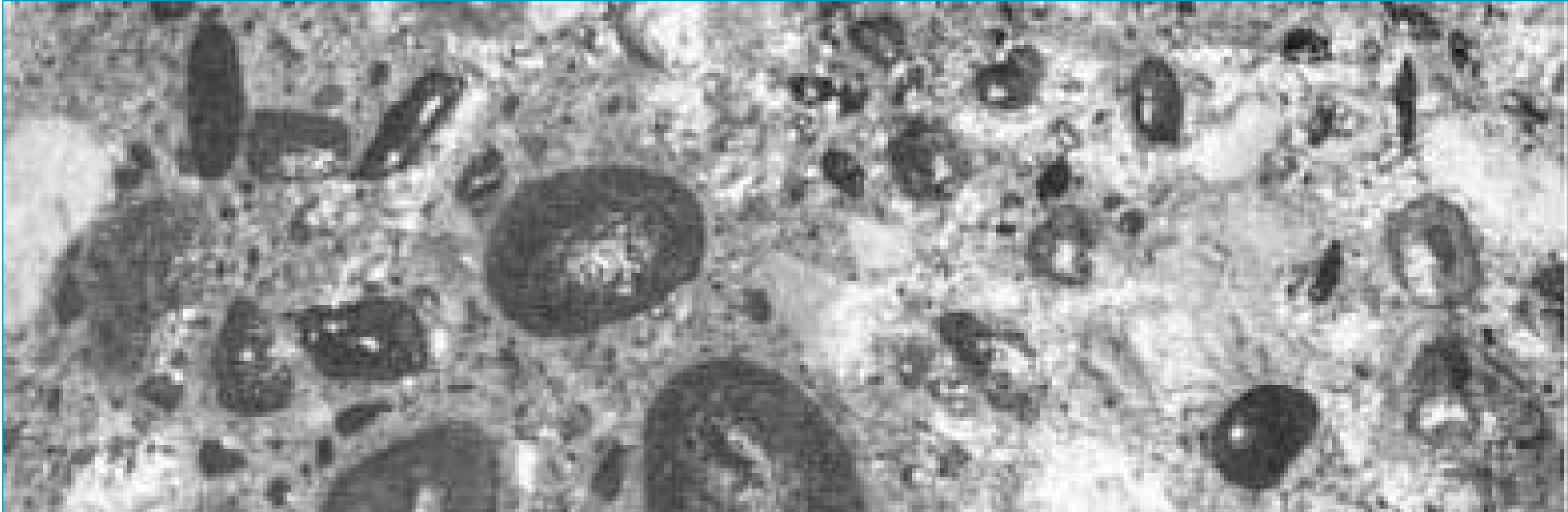


Fuente: Cavitation in chutes and spillways, www.ce.berkeley.edu , M V S S Giridhar, Madaka Madavi, Ramaraju Anirudh and E Ramakrishna Goud, JCP Ingenieria

2. Erosión por cavitación

Lesiones típicas en estructuras

Aliviadero presa Hoover, pérdida de masa



Fuente: Cavitation in chutes and spillways, www.ce.berkeley.edu , M V S S Giridhar, Madaka Madavi, Ramaraju Anirudh and E Ramakrishna Goud, JCP Ingenieria

2. Erosión por cavitación

Lesiones típicas en estructuras

Perfil del aliviadero de la presa Nagarjuna Sagar



Fuente: Cavitation in chutes and spillways, www.ce.berkeley.edu , M V S S Giridhar, Madaka Madavi, Ramaraju Anirudh and E Ramakrishna Goud, JCP Ingenieria

3. Erosión por abrasión ¿Cómo ocurre el fenómeno?

El daño de erosión por abrasión resulta de los efectos abrasivos del limo, la arena, la grava, las rocas, el hielo y otros desechos que son transportados por el agua y que chocan contra una superficie de concreto durante la operación de una estructura hidráulica.



Fuente: instituto asteco

3. Erosión por abrasión

Lesiones típicas en las estructuras

La tasa de erosión depende de una serie de factores, incluidos el tamaño, la forma, la cantidad y la dureza de las partículas que se transportan, la velocidad del agua y la calidad del concreto.

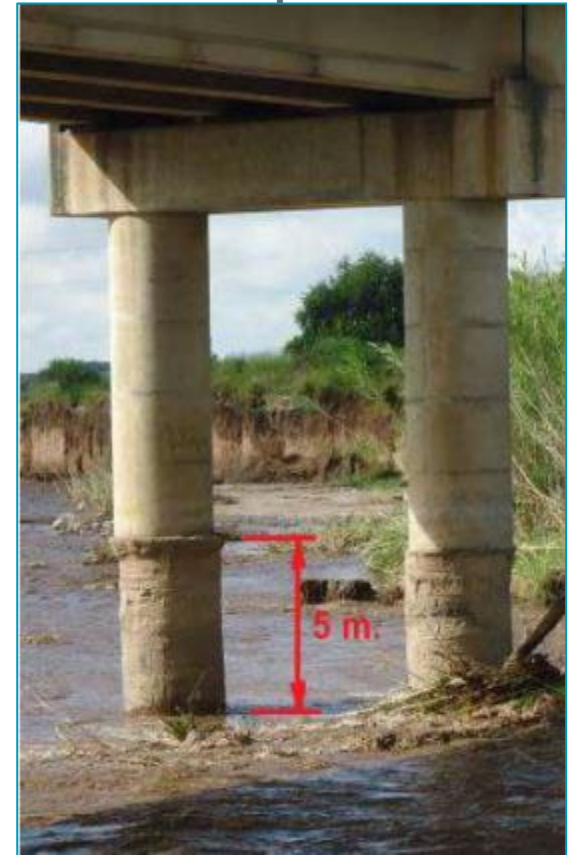
Si bien, el concreto de alta calidad es capaz de resistir altas velocidades del agua durante muchos años, con poco o ningún daño, el concreto no puede resistir la acción abrasiva de los escombros o el impacto repetido en su superficie.

Fuente: Rinaudi, María, Henry Falvey

Túnel de vertedero



Pilotes de puente



4. Erosión por ataque químico

Ambientes de exposición y mecanismo de corrosión del concreto

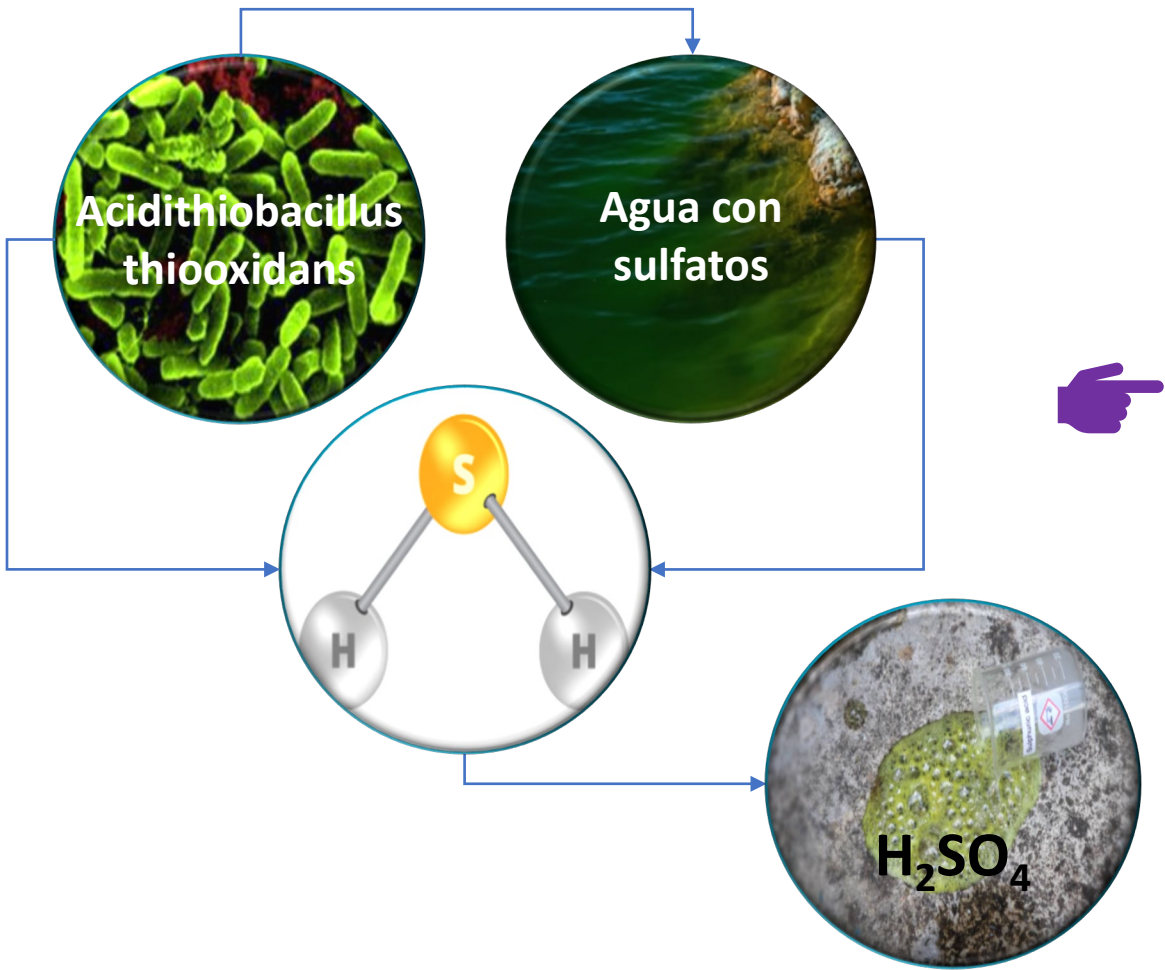
- El ambiente ácido: el agua libre de minerales, plantas de procesamiento.
- Los ambientes alcalinos contienen sulfatos de magnesio, sodio y calcio, atacan el concreto.
- La corrosión por sulfuro de hidrógeno, una forma de ataque ácido, común en los sistemas sanitarios.



Fuente: Tecnología del concreto

4. Erosión por ataque químico

Bacterias: mecanismo de corrosión y pérdida de masa del concreto

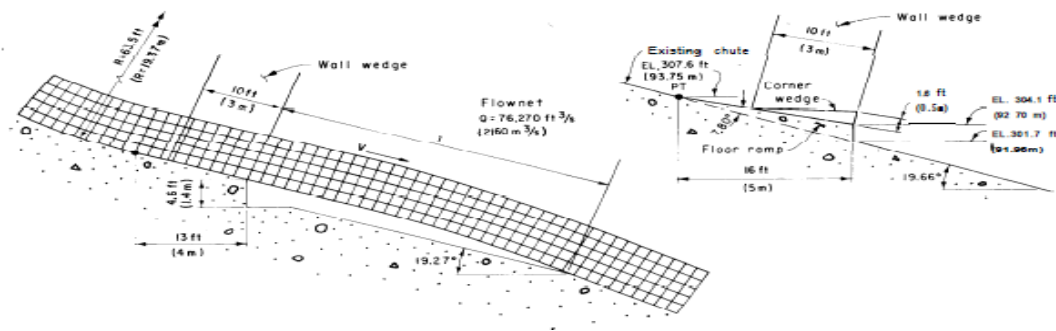


Fuente: Gázquez, Fernando ;Loteró, María; <https://www.theengineeringcommunity.org>

5. Tips para mitigar la erosión

Desde el diseño hidráulico - estructural

Desde el diseño hidráulico



- Mitigar la cavitación
- Garantizar una entrada de aire en la zona de vacío
- Adecuado diseño de juntas, recubrimientos.

5. Tips para mitigar la erosión

Diseñemos mezclas por desempeño verificado



- Uso de MCS que permitan aumentar la resistencia a la erosión por abrasión y por cavitación como por ejemplo Fortacret® 10.
- Uso de MCS que permitan aumentar la resistencia a la erosión por ataque químico como por ejemplo Fortacret® 10.
- Bajar la relación a/c retarda el fenómeno de erosión
- Utilizar agregados TMN<1”, de densidad acorde y que permita una adecuada adherencia con la pasta de cemento.
- Controlar la temperatura del concreto en estado fresco.
- Bajar la contracción del concreto, sugerencia el uso de Fortacret®10.
- Usar el tipo de cemento adecuado

6. Medida de la resistencia a la abrasión en un concreto

Método de ensayo ASTM C1138

Standard test method for abrasion resistance of concrete (underwater method)

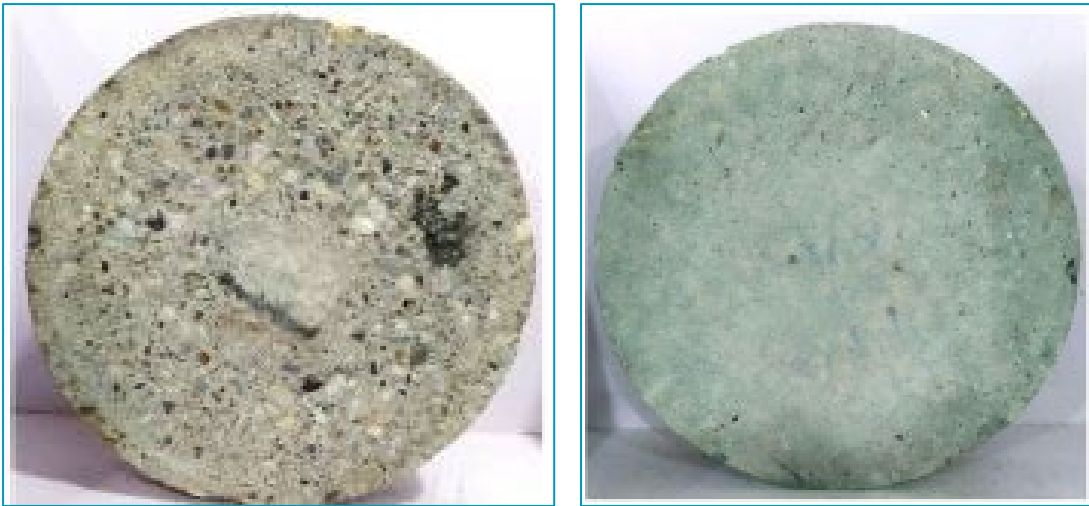


Fuente: ACI 210, Rafael Pardo-Gómez, Evio Alegret, laboratorio de infraestructura sumicol

6. Medida de la resistencia a la abrasión en un concreto

Método de ensayo ASTM C1138

Standard test method for abrasion resistance of concrete (underwater method)



Comparativos:

- Pérdida de masa
- Profundidad de abrasión

Fuente: ACI 210, Rafael Pardo-Gómez, Evio Alegret, laboratorio de infraestructura sumicol

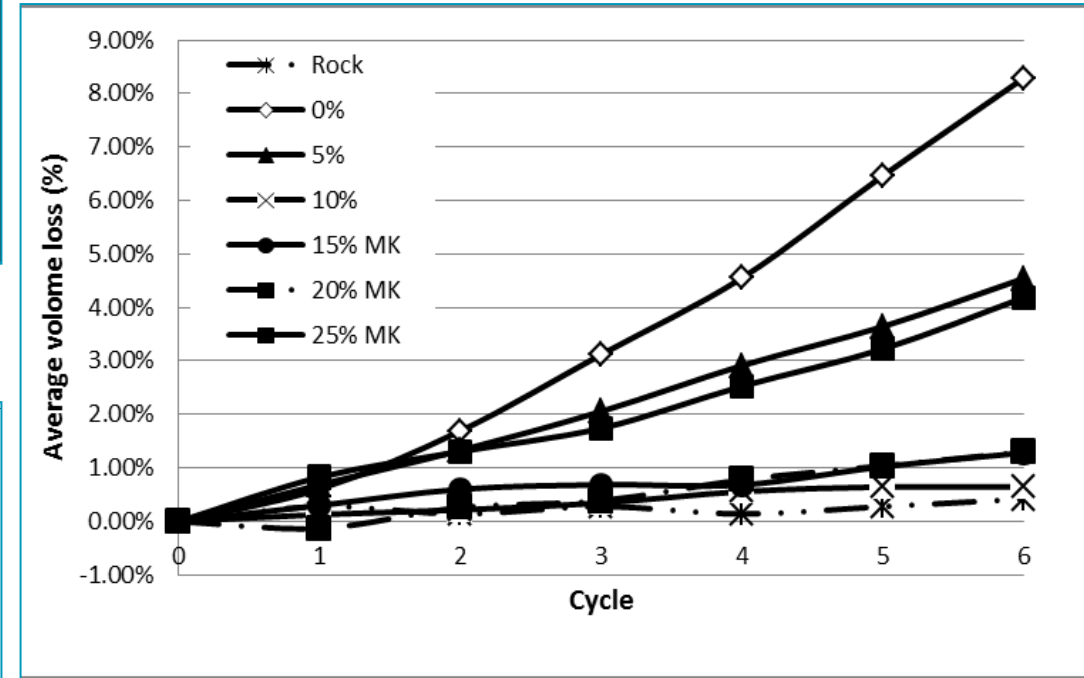
6. Verificando el desempeño: resistencia a la abrasión

Interpretación de resultados del método ASTM C1138

Muestra patrón sin adición de Fortacret®10

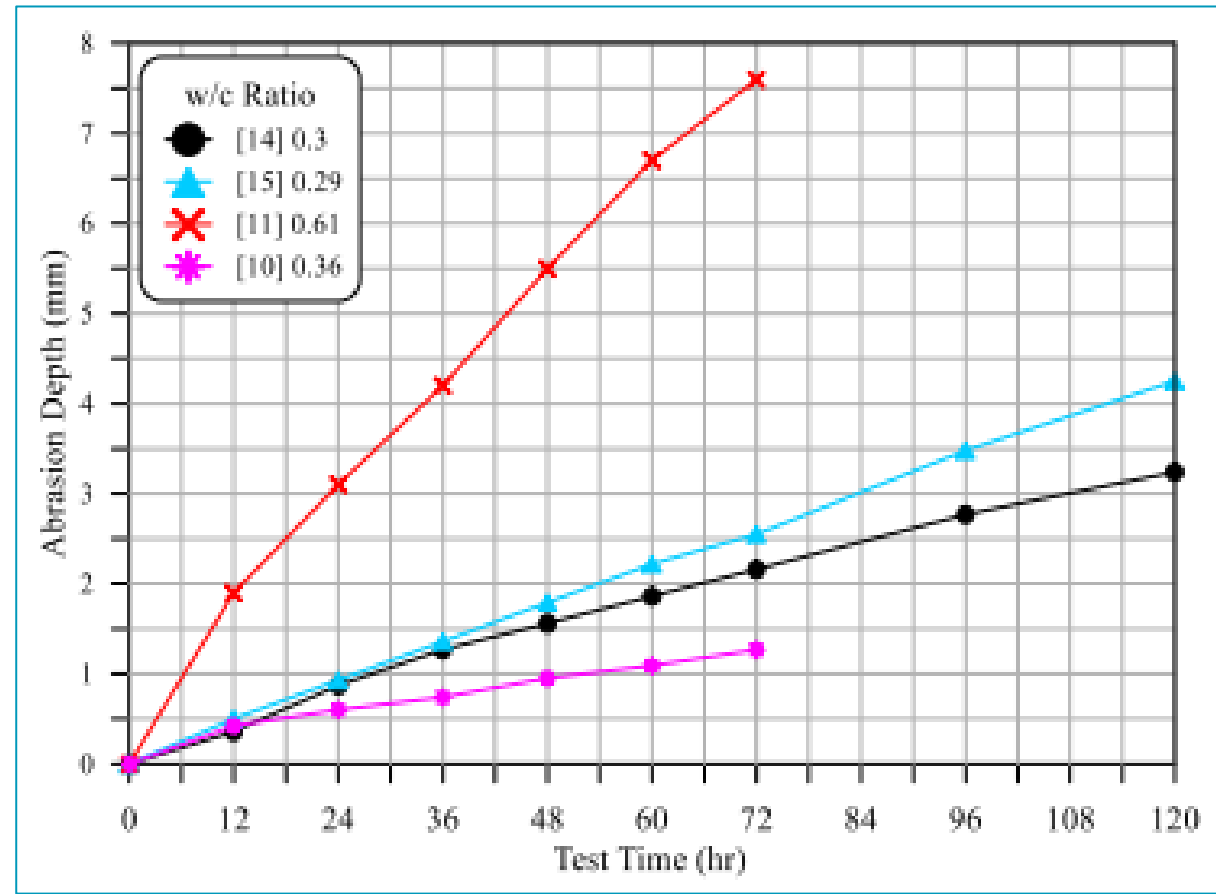
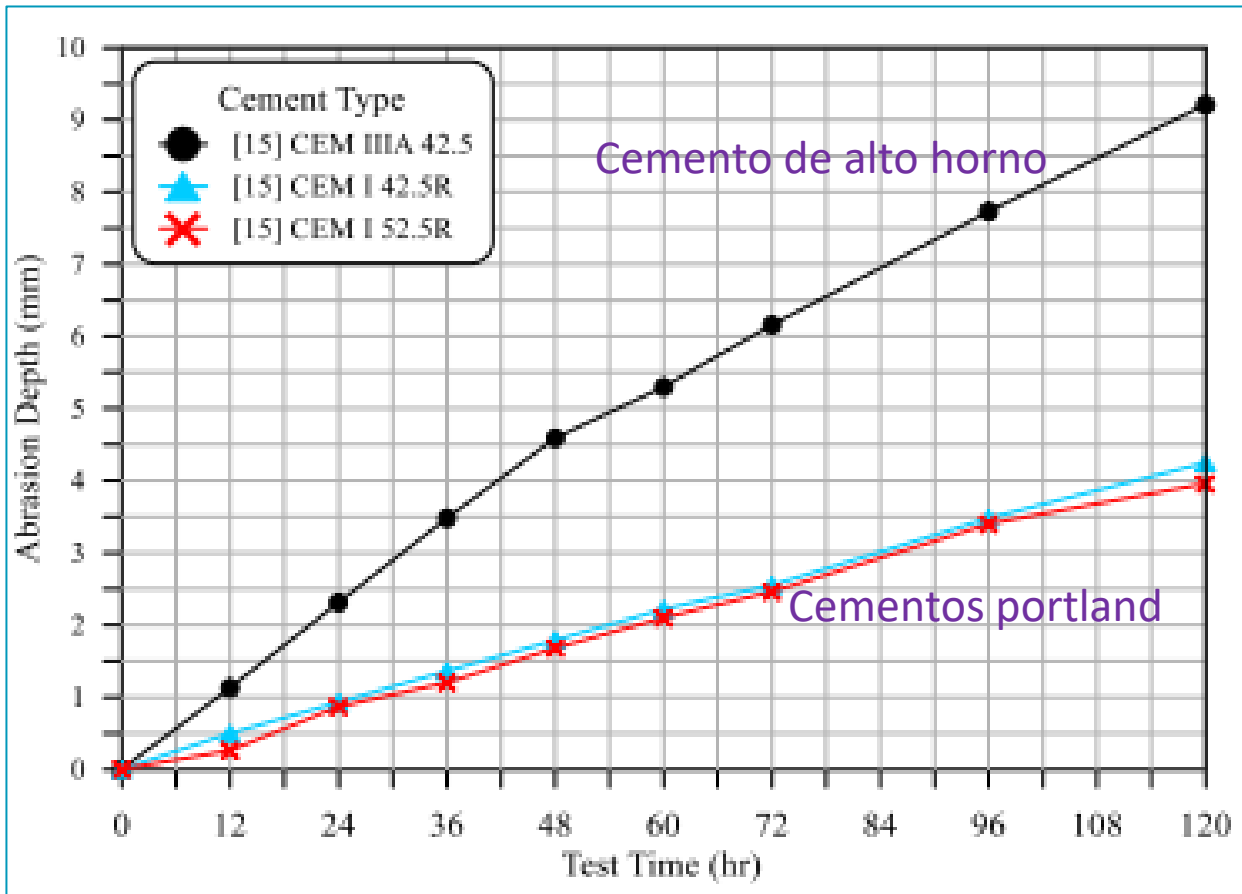


Muestra con adición de Fortacret®10 al 10%, logró 9 veces menos abrasión que el patrón.



6. Verificando el desempeño: resistencia a la abrasión

Influencia del tipo de cemento y la relación a/c



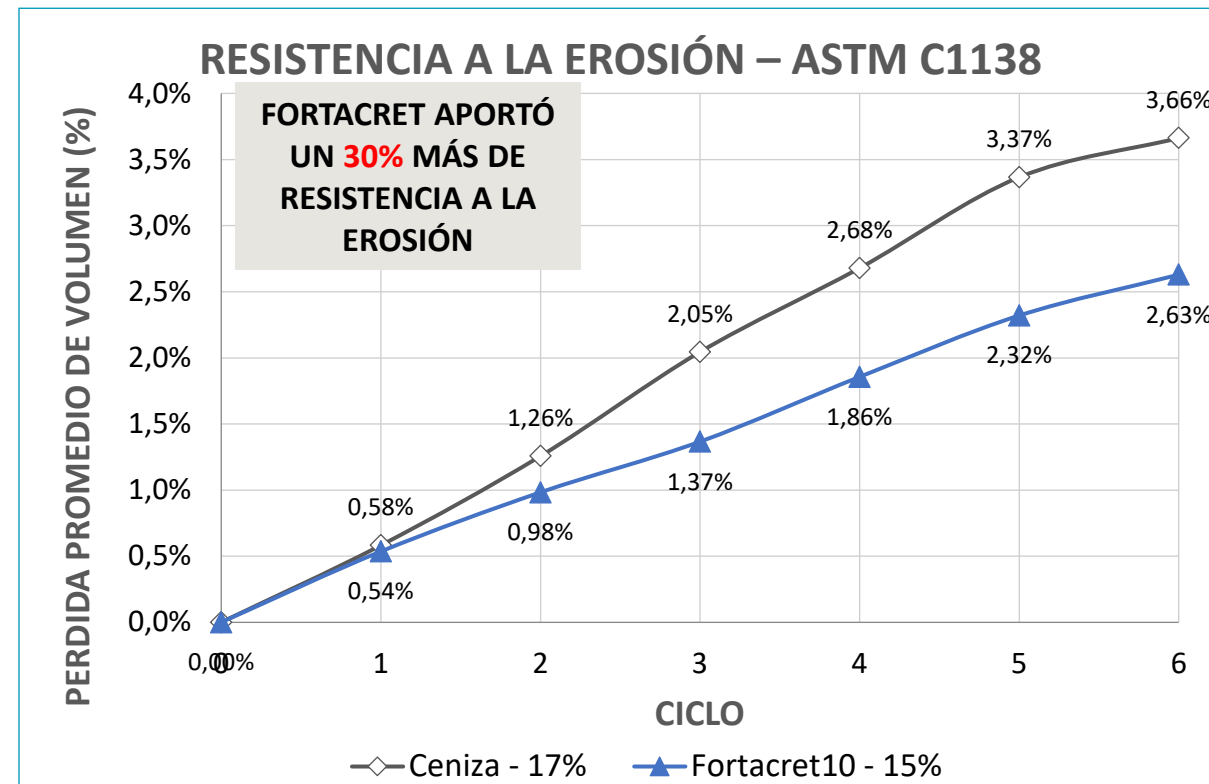
6. Verificando el desempeño: resistencia a la abrasión

Influencias de los MCS

Muestra con adición de Fortacret®10 al 15%, logró un 30% más de resistencia a la abrasión



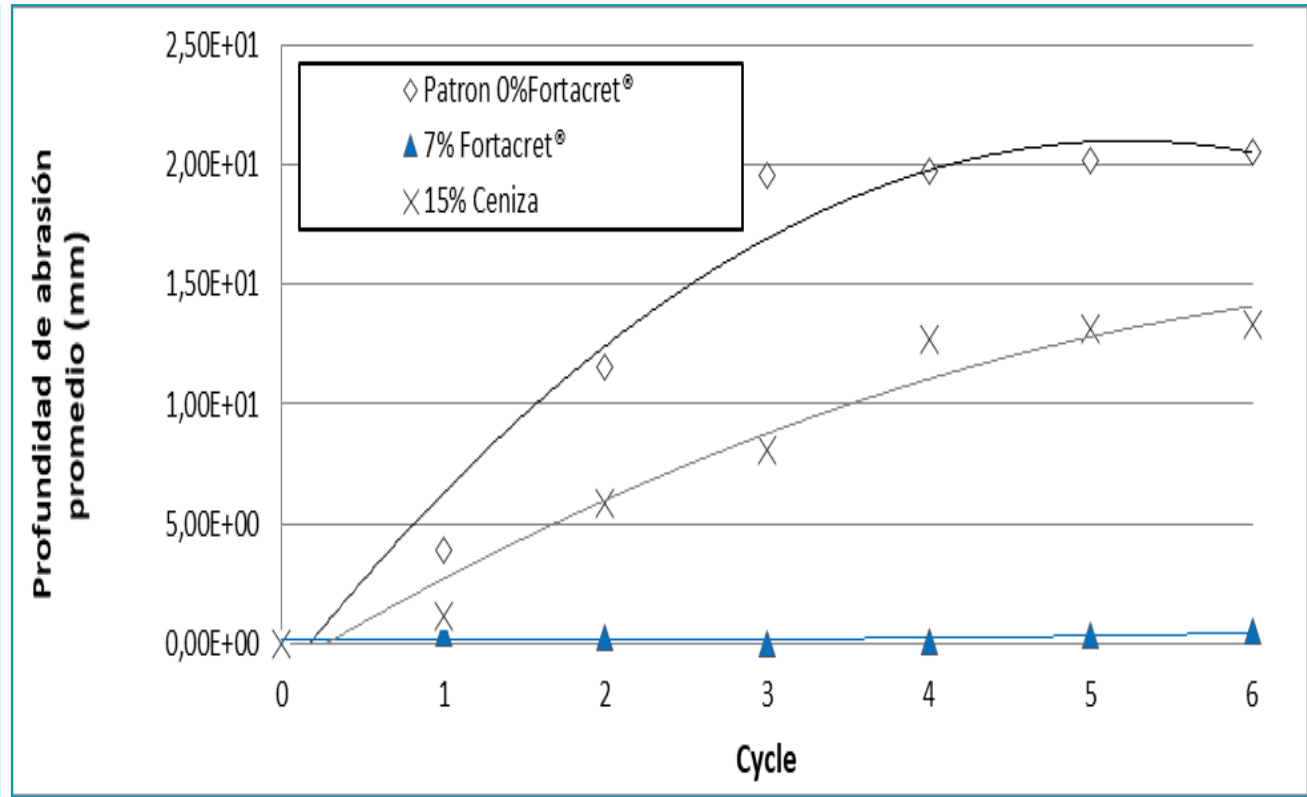
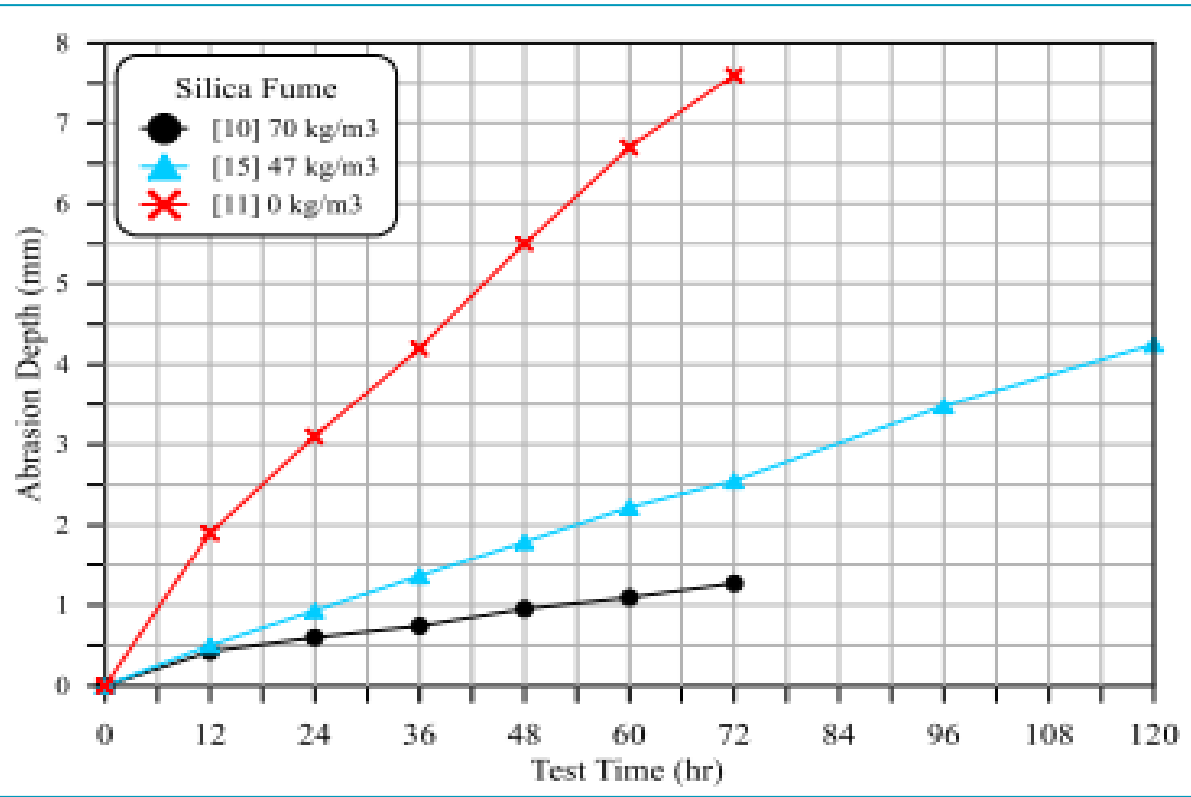
Muestra con adición ceniza al 17%



Fuente: Laboratorio de infraestructura Sumicol

6. Verificando el desempeño: resistencia a la abrasión

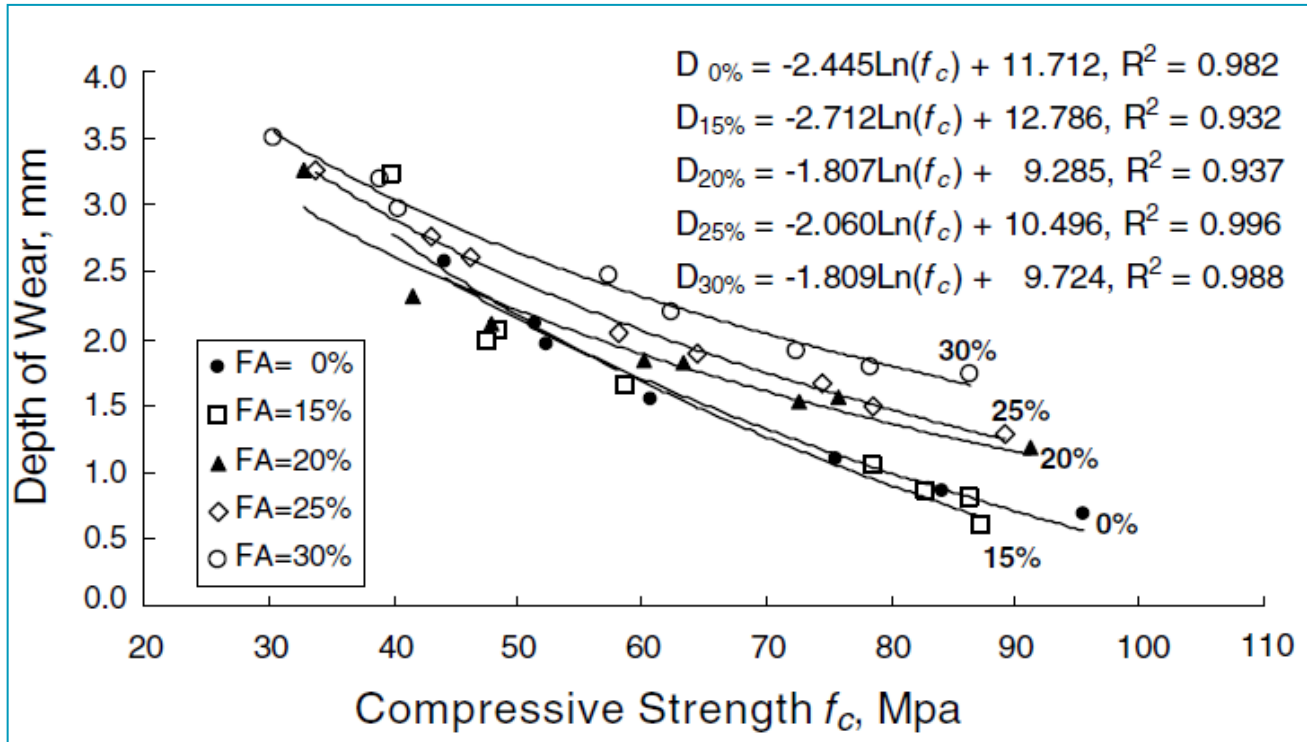
Influencias de los MCS



Fuente: Laboratorio de infraestructura Sumicol, Nadheer S. Ayoob1 , Sallal R Abid,

6. Verificando el desempeño: resistencia a la abrasión

Influencias de los MCS



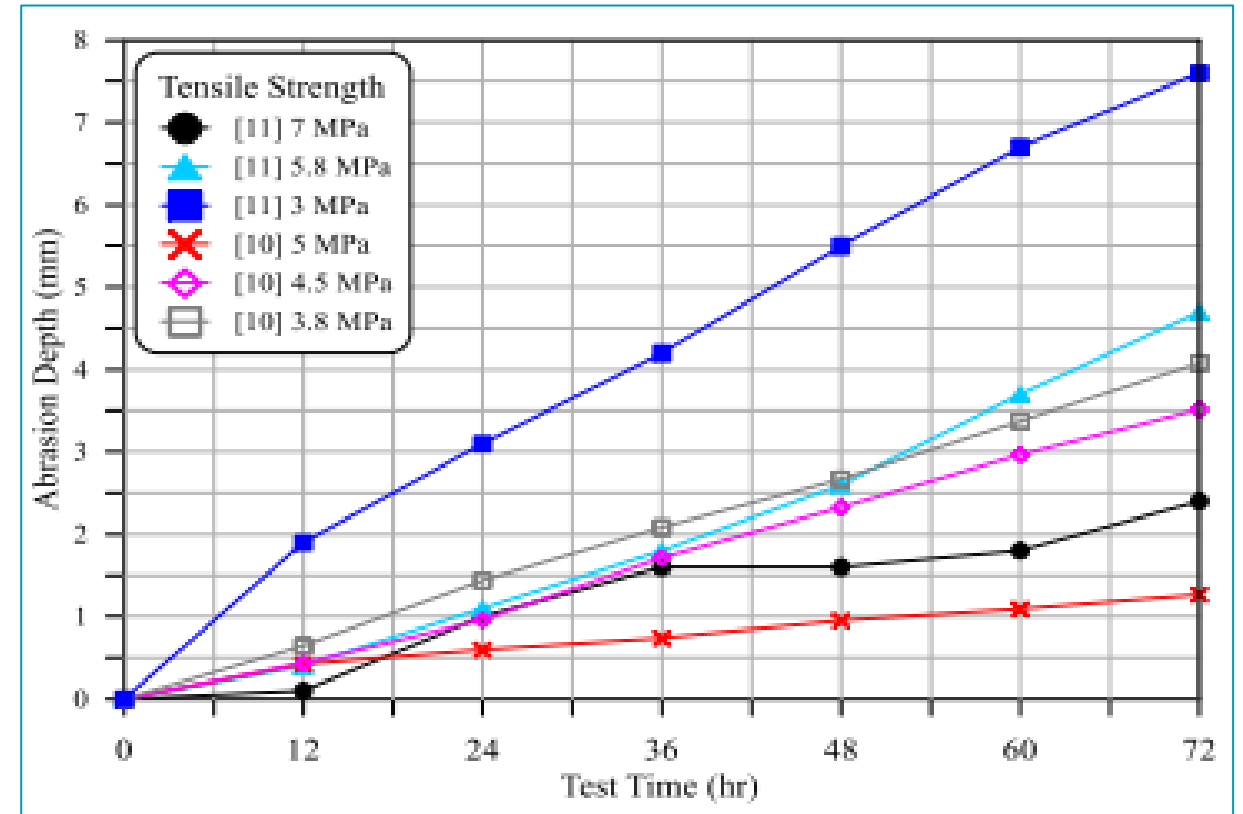
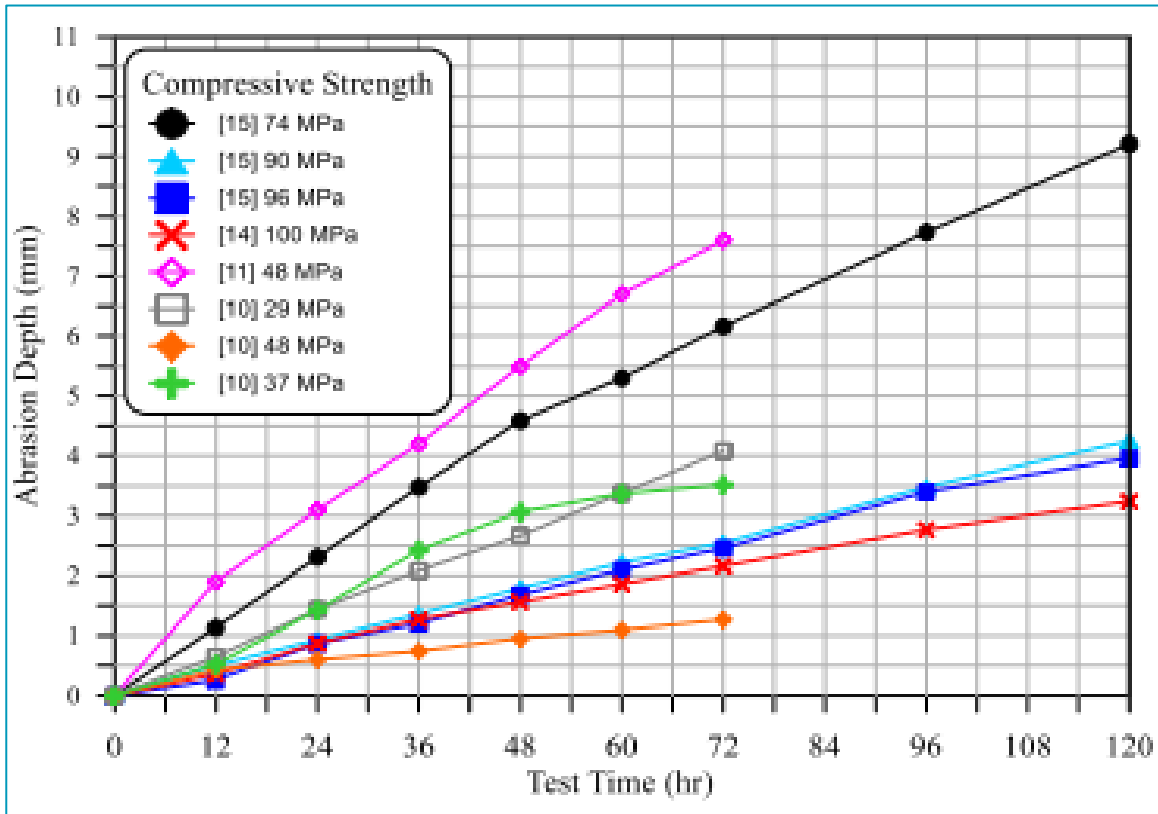
A mayor dosificación de ceniza mayor la profundidad de abrasión (Deep of Wear).

Así, incluir ceniza tipo F para mitigar, por ejemplo, la reacción álcali agregado, disminuye la resistencia a la erosión del concreto.

Fuente: Laboratorio de infraestructura Sumicol

6. Verificando el desempeño: resistencia a la abrasión

Influencias de las resistencias a compresión y tracción



Fuente: Nadheer S. Ayoob1 , Sallal R Abid,

Construir bien
desde el inicio del proyecto
es el mejor negocio

Si necesitas más información para tus proyectos de infraestructura, **¡Contáctanos!**

Hernán Pimentel
Gerente de Ventas Sector Constructor,
Transformador e Infraestructura
hpimentel@alion.com.co
320 491 91 97

Línea Siempre Firme: (601) 482 33 55 - (604) 283 61 00
WhatsApp: (310) 354 51 83

Paula Andrea López
Líder técnico de infraestructura -
Sumicol Corona S.A.
plopez@corona.co
317 643 62 28

¡Gracias!

Organizan:



CÁMARA COLOMBIANA
DE LA INFRAESTRUCTURA
SECCIONAL ANTIOQUIA