

Utilización de la cal hidratada como aditivo en concreto.



- El concreto es el resultado de mezclar arena (agregado fino), grava (agregado grueso), agua y un agente cementante, por lo regular cemento portland o alguno de los tipos estandarizados de cemento existentes.
- Sin embargo existen otros agentes cementantes como los son las escorias de alto horno, cenizas residuales de procesos de combustión, arenas con sílices activos, cal y en general cualquier mezcla que presente los tres elementos básicos para una reacción puzolanica:
 - > Aluminio
 - > Calcio
 - > Silicio

- El que se presenten los tres elementos anteriores no significa que reaccionen “espontáneamente”, para que se lleven a cabo las reacciones de “fraguado”, los compuestos de dichos elementos deben de presentar actividad química.
- Primeramente conozcamos como se llega a la integración de los componentes en las matrices cementantes del concreto y en general de cualquier mezcla con reacciones puzolánicas.

Comparativo de procesos de fabricación de cal y cemento.

Cal:

- Materia prima: Caliza
- Calcinación a 1100°C
- Formación de CaO
- Se agrega agua para formar cal hidratada $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Listo para uso

Cemento:

- Materia prima: Caliza o margas, arcilla (por lo regular caolín), Fierro como catalizador
- Calcinación a 1320°C
- Formación de complejos deshidratados de silicoaluminatos y CaO
- Adición de yeso para controlar velocidad de hidratación
- Listo para utilización

¿Cómo actúa la cal en el concreto?

- Primeramente debemos comprender que tanto el cemento como la cal tienen una completa compatibilidad química, el agregar cal al concreto tiene su origen en el tipo de problemática que se quiere resolver o en las propiedades que se quieren modificar.

Modificación del revenimiento y tamaño de poro.

- Al agregar entre un 3% y 7% de cal con respecto al peso de cemento en el concreto, la mezcla se vuelve muy fluida, permitiendo bajar los costos de vibración y en el caso de cimbras encofradas permite que el concreto llegue hasta las zonas más inaccesibles, evitando costos extras de reparación al retirar la cimbra

- Es importante mencionar que la cantidad de agua inicial en la mezcla se modifica (aumenta), sin embargo la disponibilidad de Calcio extra provoca una mayor formación de bisilicatos cálcicos que son los responsables de la resistencia del concreto, en la práctica el diseño de resistencia normalmente aumenta.
- Debido al pequeño tamaño de partícula de la cal, el poro se reduce formando monolitos impermeables, con el tiempo el hidróxido remanente forma otra matriz de Carbonato de calcio que aumenta la resistencia en el largo plazo.

Uso como aditivo de protección Química.

- El sistema cal-cemento del concreto, forma una excelente barrera de protección al ataque químico, presenta resistencia a los sulfatos, en general a los ácidos, a las eflorescencias (salitre; formado principalmente por sales de origen amoniacal, sodio y potasio) así como a los compuestos de fosforo.
- Éste sistema ha sido utilizado con gran éxito en la fabricación de drenajes municipales e industriales.

◉ Algunos de los proyectos que han utilizado en México la protección química:

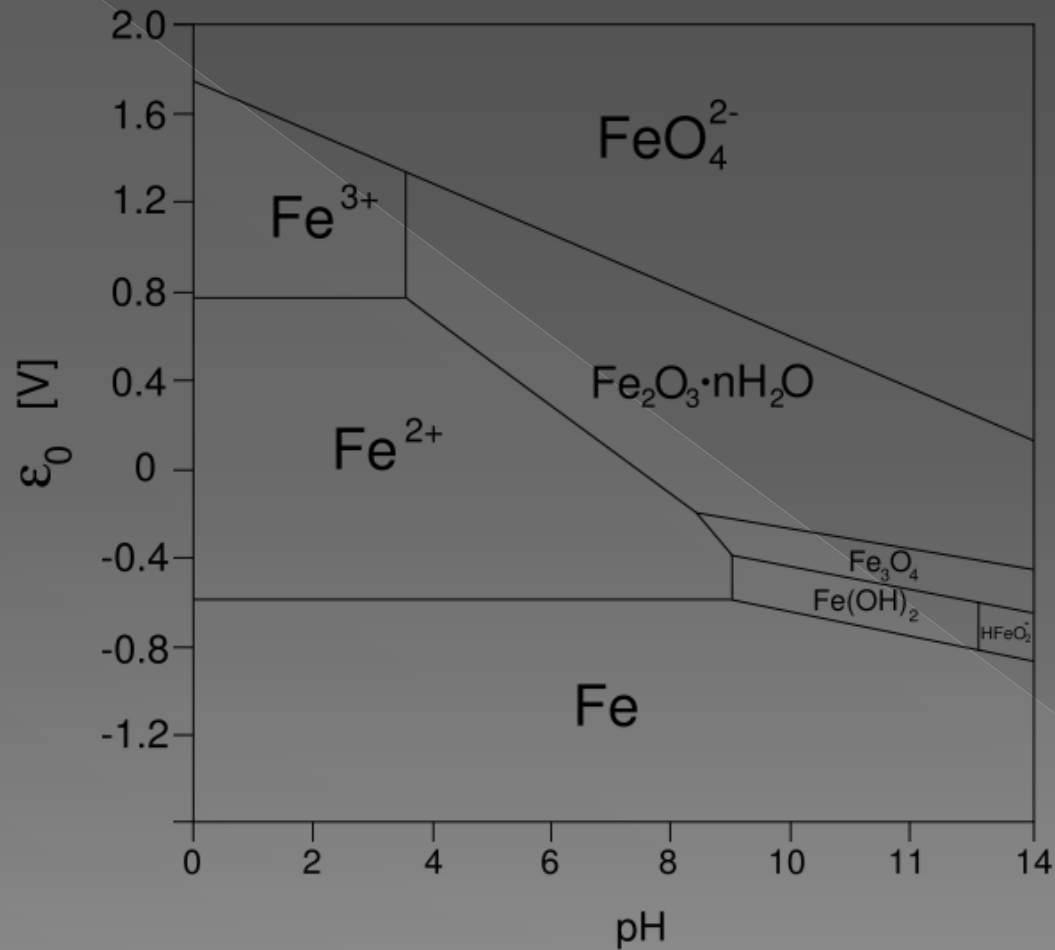
- > Cimentación de turbinas de la nueva central termoeléctrica Mitsubishi en Puerto Madero.
- > Instalaciones de la marina en puerto Punta Peñasco Sonora.
- > Ampliaciones en el puerto de Veracruz.
- > Desarrollo Puente del Mar Grupo Geo, Acapulco.
- > Desarrollo Los Héroe, Grupo Sadasi, Edo-Mex.
- > Ampliación de red de drenaje municipal Puebla, Puebla.

Utilización de la cal como protección del acero de refuerzo.

- Una de las aplicaciones más interesantes y menos difundidas es la capacidad que tiene la cal para evitar la corrosión del acero en el concreto.
- Para explicar lo anterior es necesario profundizar un poco en el fenómeno de la corrosión, que presenta siempre un problema de tiempo de vida en las estructuras.

- La corrosión es en última instancia un fenómeno eléctrico, las estructuras que contienen metales y el caso específico del acero de refuerzo se degradan por su capacidad de conducir la corriente eléctrica, dando origen a reacciones de tipo electroquímico.
- Solo existen tres maneras de controlar la corrosión:
 - > Pasivación
 - > Protección Catódica
 - > Alcalinización de soluciones

Diagrama de Pourbaix para corrosión de Hierro



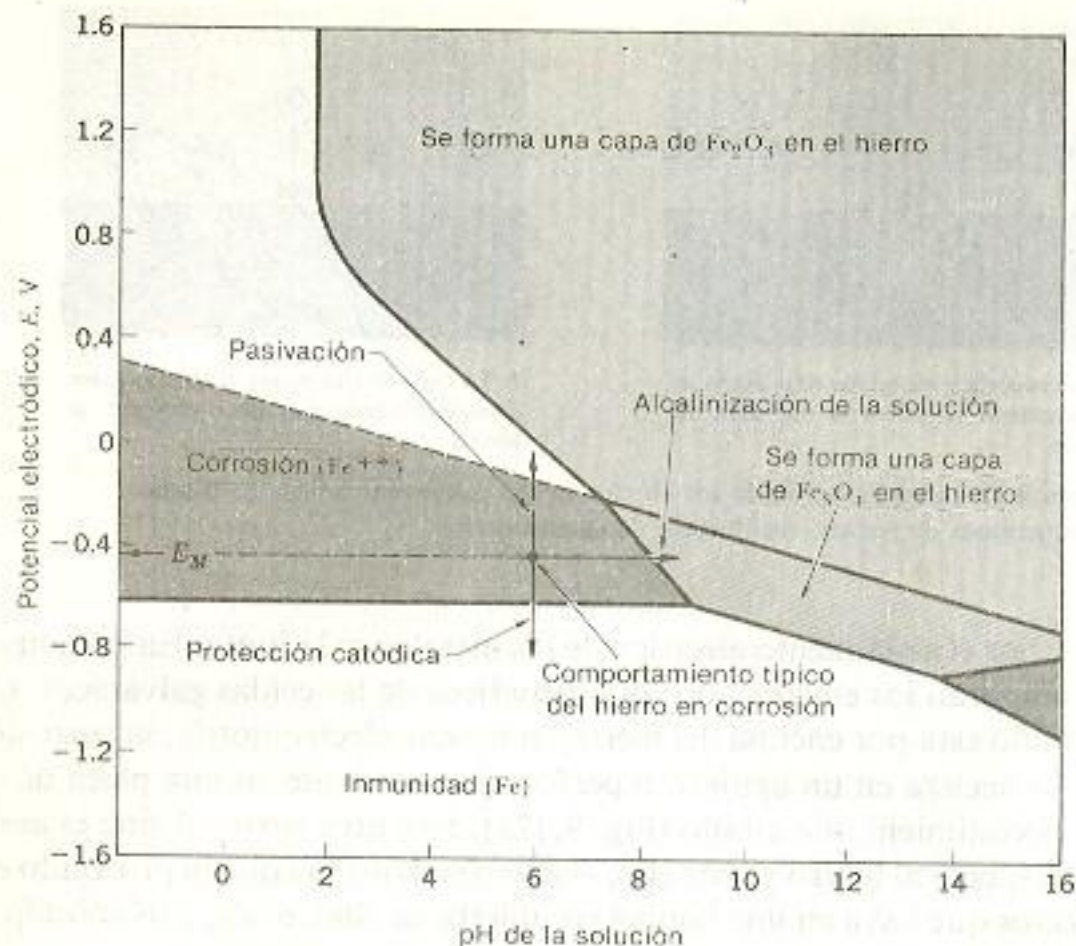


Figura 9.13 Diagrama de tres métodos para modificar el comportamiento en la corrosión del hierro. (Según M. Pourbaix.)

Alcalinización

- Cuando el ambiente que rodea al acero (Fierro), se torna altamente alcalino, los compuestos que se forman no pueden pasar a formas oxidadas de tal manera que se forma un sistema pasivo, el cual dura mientras el pH se mantenga elevado, un concreto adicionado con cal adecuadamente forma una capa de Fe_2O_3 o en su caso de Fe_3O_4 internamente sobre el acero de refuerzo, impidiendo su posterior degradación, aunque el sistema ya no tenga cal disponible, la capa interna impide la corrosión.

¿Qué pasa con la resistencia?

- En un buen diseño de mezcla la resistencia aumenta si no se mueven otros parámetros, lo que se hace normalmente es ajustar la cantidad de agregados y arena o cemento de manera a que se alcance la resistencia requerida con las propiedades modificadas que se necesitan.

- Por último lo que siempre se recomienda es que se hagan ensayos preliminares, sobre todo en grandes proyectos, por un lado para optimizar las formulas y los materiales y por otro para detectar otras variables que intervienen como lo son las arenas activas vs pasivas, contaminantes en los agregados, presencias de componentes que puedan intervenir en la reacción y diseños utilizando simultáneamente otros modificadores del comportamiento, ya sea acelerantes o retardantes de fraguado, aditivos de alta resistencia, silicas micronizadas o usos de cementos especiales como los vidriados, semitransparentes o blindados.