

Evaluación de la durabilidad del hormigón con zeolita natural como agregado fino en ambientes agresivos mediante modelado predictivo

PROBLEMA

Las estructuras de concreto en zonas costeras (ej. Guayaquil) sufren rápida degradación por cloruros y CO₂. Los métodos tradicionales no consideran la variabilidad ambiental ni el efecto de adiciones como la zeolita, limitando la estimación de vida útil.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la durabilidad del concreto con zeolita natural como adición puzolánica, mediante modelos deterministas y simulación Monte Carlo, para estimar el tiempo de inicio de corrosión en ambientes costeros.

NOVEDAD

Estimar la vida útil del concreto con zeolita en ambientes costeros del Ecuador, usando datos reales locales y comparándolos con estudios internacionales.

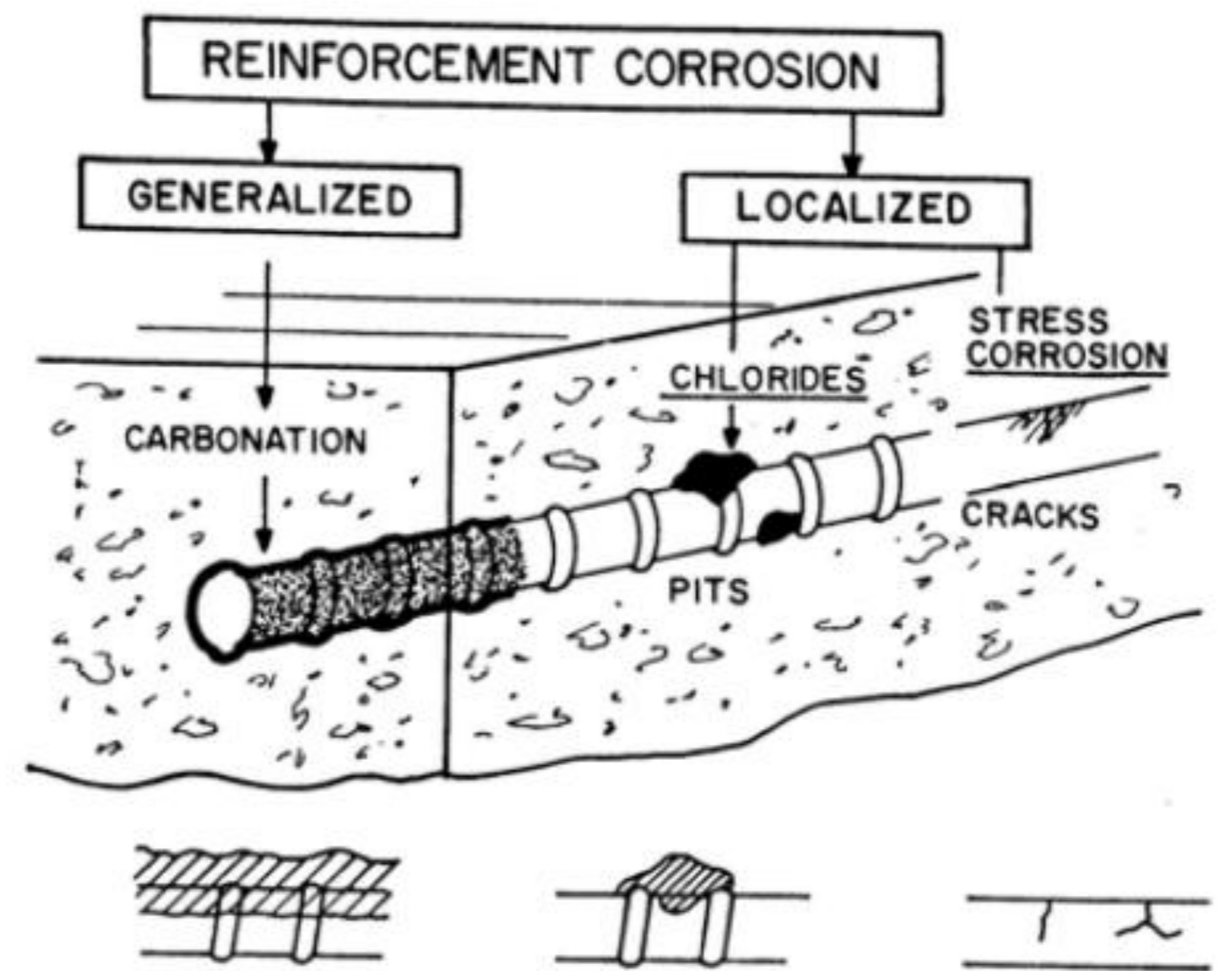


Fig. 1 Principales mecanismo de corrosión de las armaduras embebidas en hormigón. H. Tinoco, "Protección Superficial del Hormigón Armado: Cloruros y Carbonatación," no. June 2014.

PROPUESTA

- "Se usaron datos reales de la zona costera de Guayaquil, obtenidos de investigaciones locales previas."
- "Nuestro aporte: estimación de vida útil (no realizada en trabajos anteriores) y comparación con estudios internacionales en climas marinos similares."

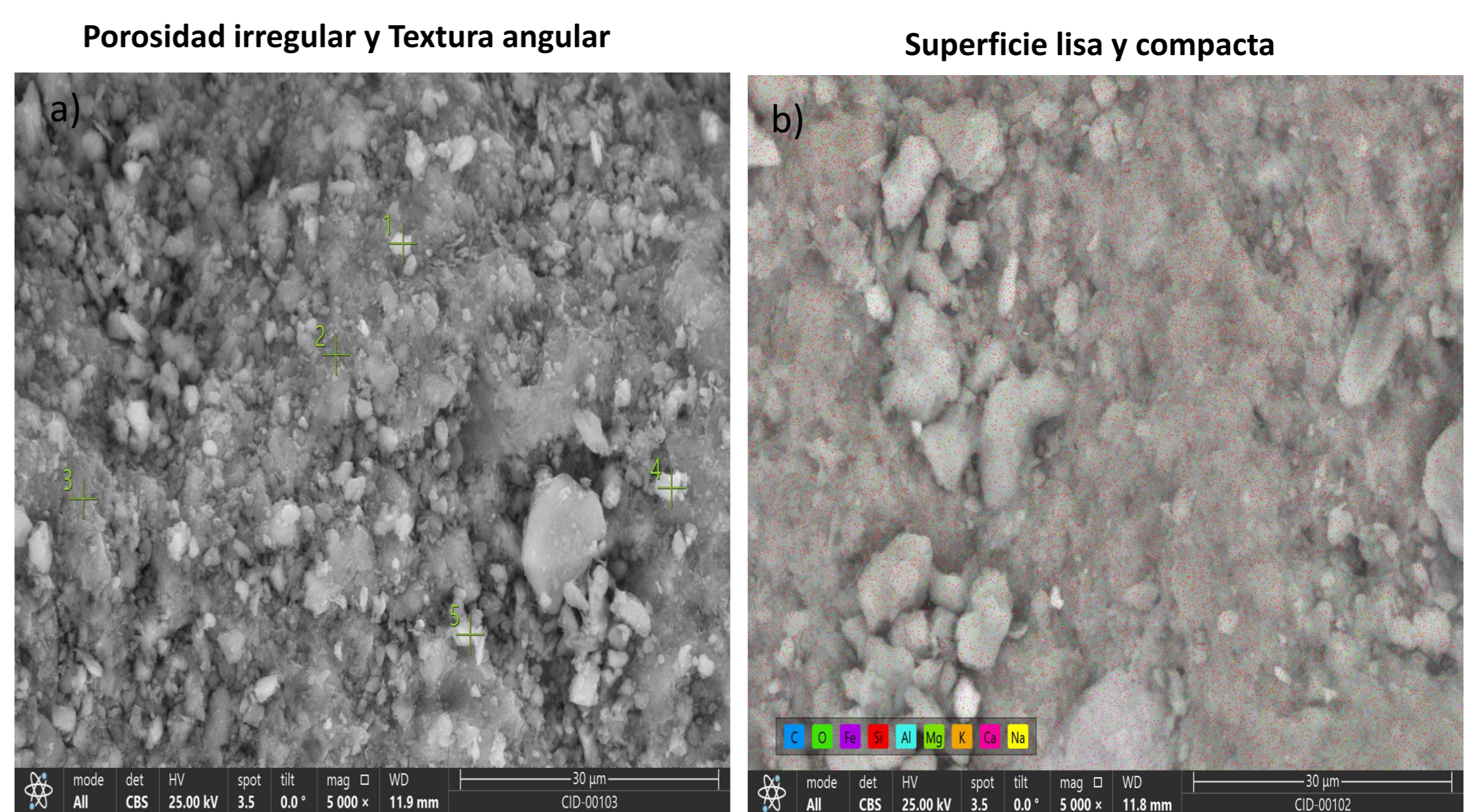
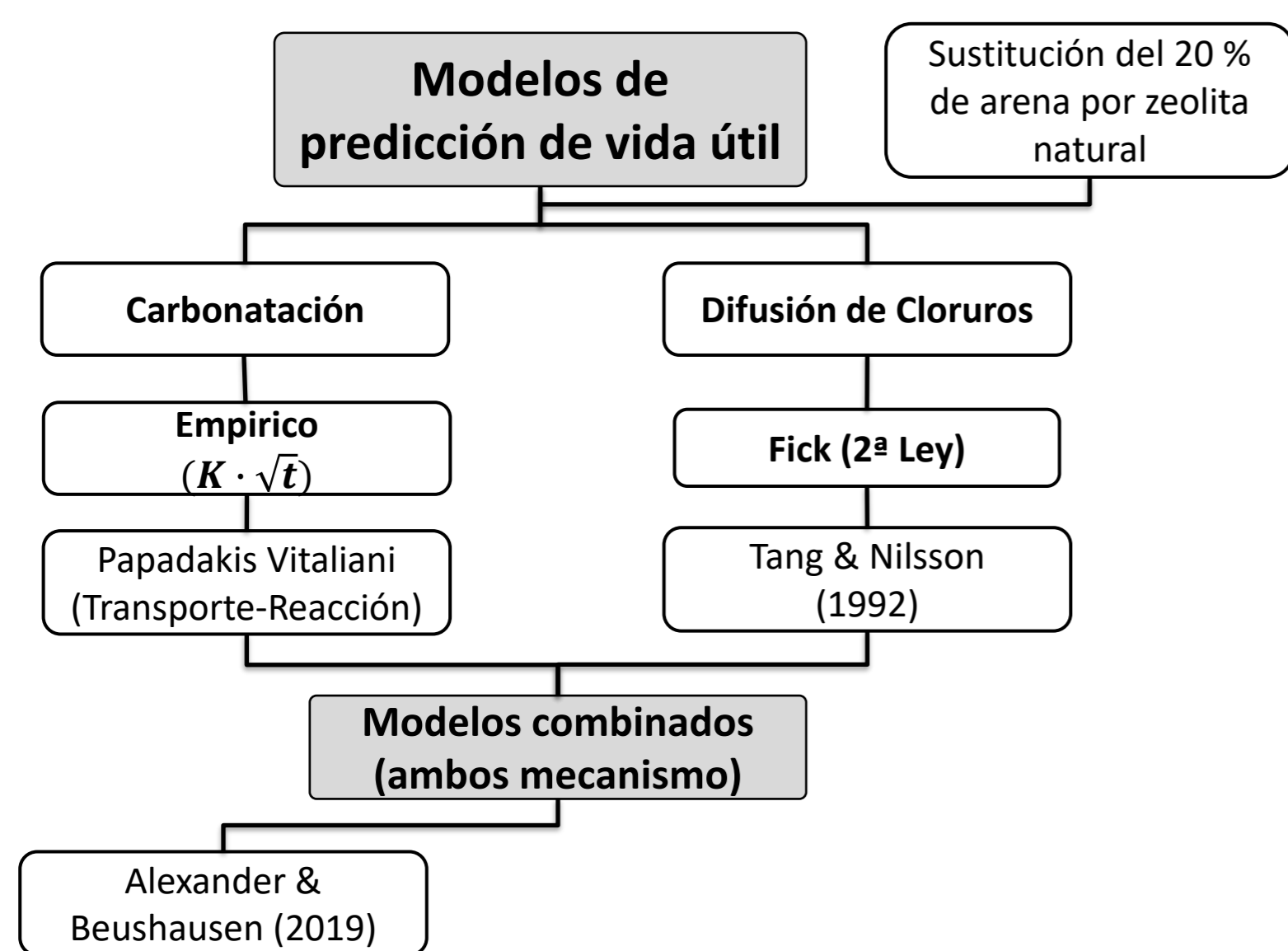
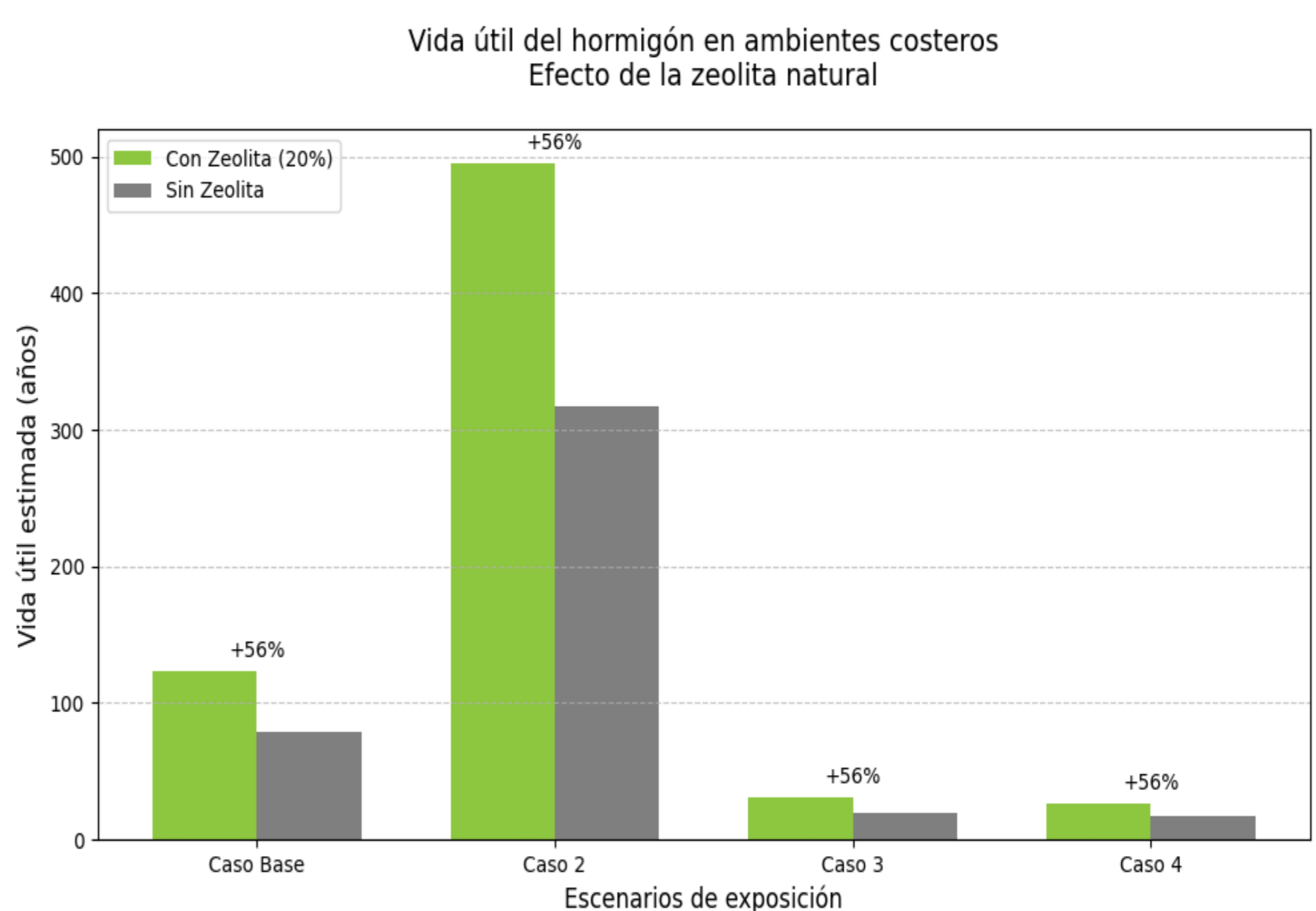
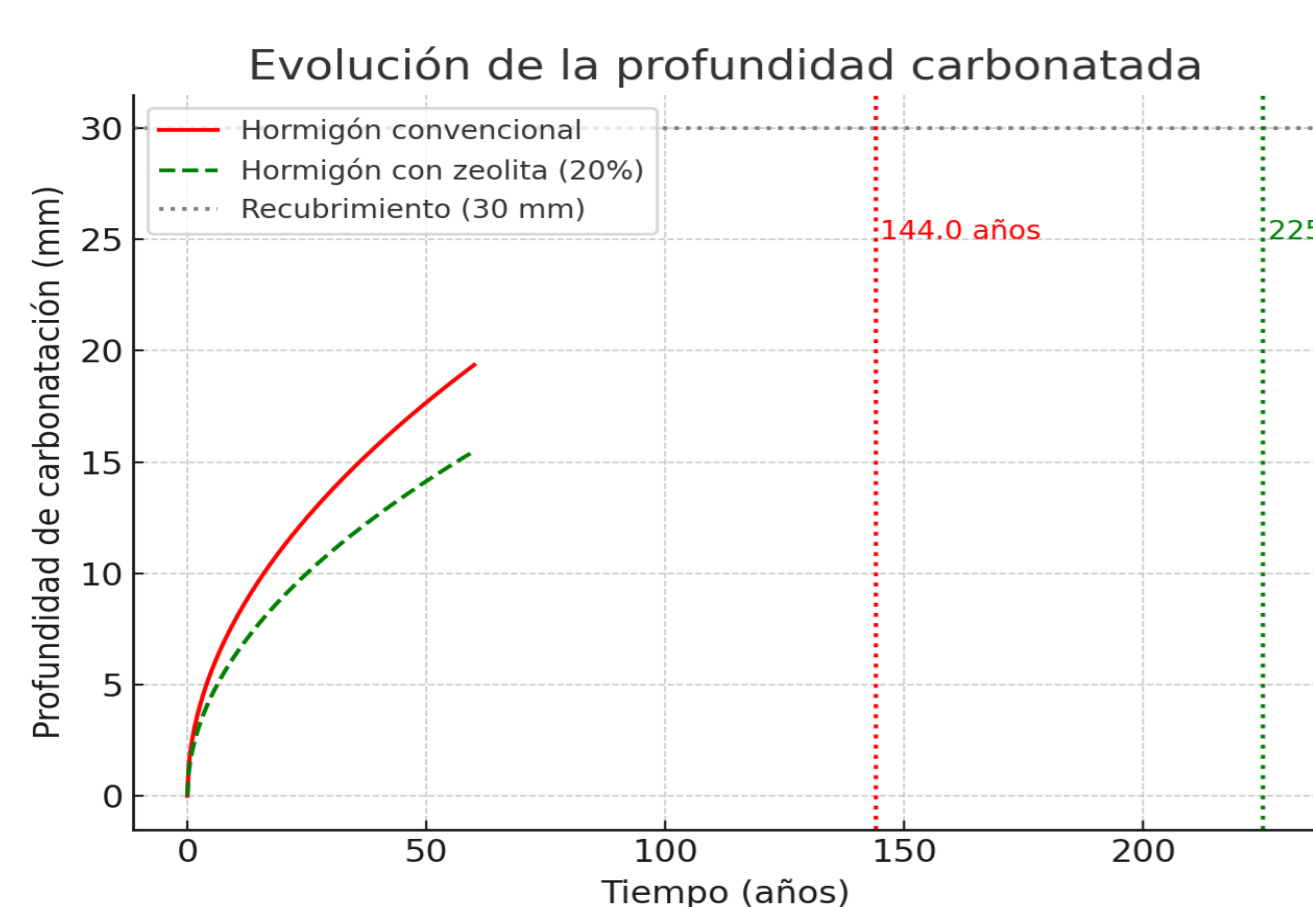
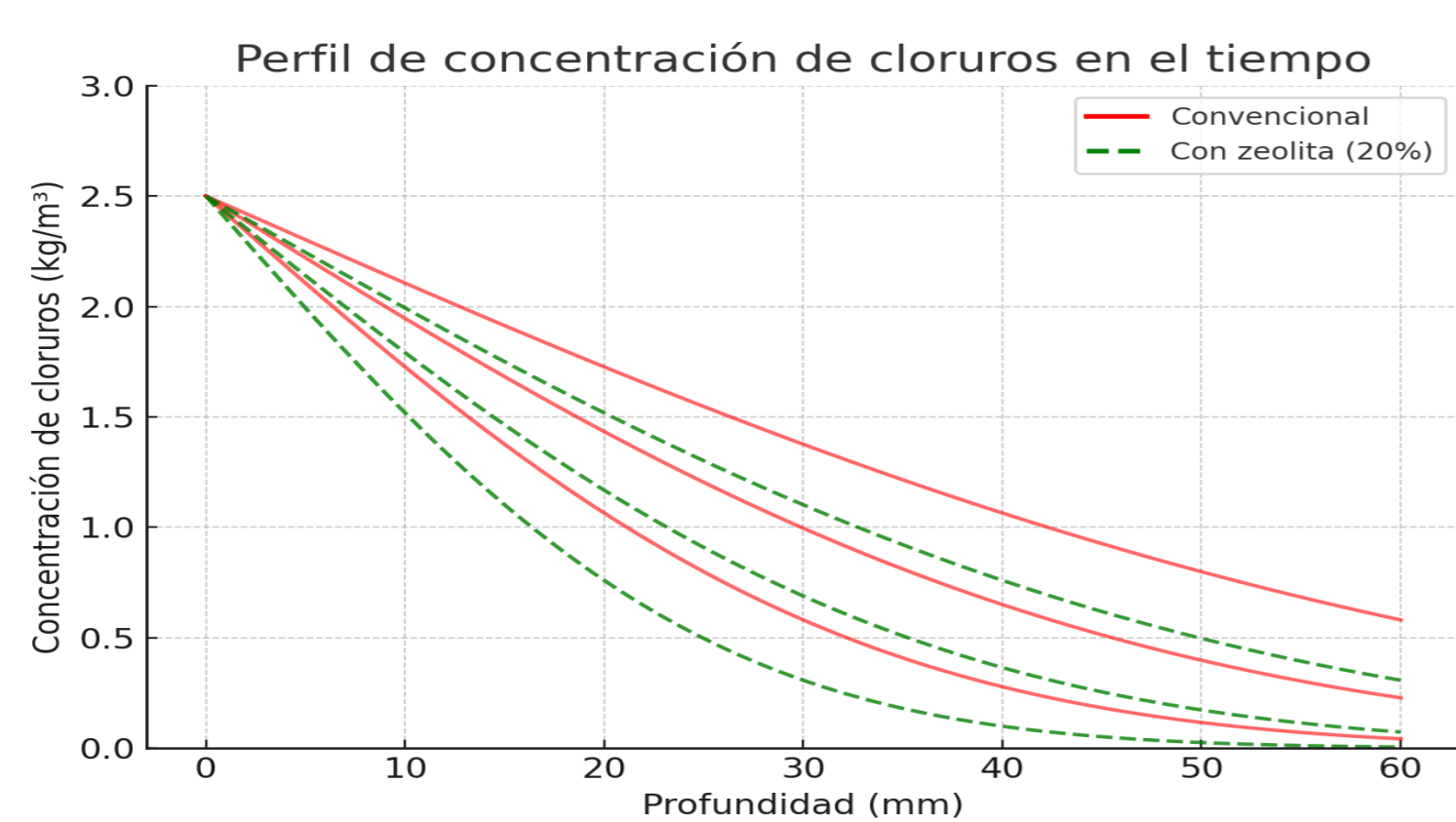


Figura 2. Comparación SEM entre zeolita natural (a) y arena (b). La zeolita exhibe mayor rugosidad y angularidad, favoreciendo la reacción puzolánica y el refinamiento de poros, mientras que la arena presenta superficies lisas de menor reactividad

RESULTADOS



CONCLUSIONES

La sustitución del 20 % de arena por zeolita natural aumenta la vida útil estimada del concreto hasta un 56 %, según modelos deterministas y Monte Carlo.

La microestructura SEM evidenció que la zeolita presenta mayor rugosidad y porosidad que la arena, lo que favorece la reacción puzolánica y el refinamiento de la red porosa.

El modelo predictivo desarrollado en Python integra difusión de cloruros y carbonatación, permitiendo comparar escenarios con y sin zeolita bajo condiciones reales.

La implementación de la simulación Monte Carlo demostró que la adición de zeolita reduce la dispersión de los resultados y mejora la seguridad estructural.