

Optimización Reológica y Mecánica de Morteros de Alto Desempeño Aligerados con EPS: Estudio Comparativo de Aditivos de Última Generación

Jose Fabián Segura Romero
Karol Maricruz Agreda Estela

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería
Capítulo Estudiantil ACI-UNI

15 de diciembre de 2025

Resumen

Resumen: La incorporación de Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en matrices cementicias permite reducir la densidad del material, pero presenta desafíos críticos de segregación. Esta investigación evalúa la eficacia de tres tecnologías de aditivos superplastificantes (denominados SP-A, SP-B y SP-C) en morteros reforzados con microsílice. Se analizaron cuatro campañas experimentales variando las dosificaciones entre 0.5 % y 4.5 %. Los resultados demuestran que el aditivo de base acrílica modificado (**SP-A**) al 1.50 % ofrece el mejor desempeño, alcanzando una resistencia a la compresión (f'_c) de 406.38 kg/cm². En contraste, los aditivos base policarboxilato éter (**SP-B** y **SP-C**) exhibieron un punto de saturación temprano al 1.00 %, a partir del cual la resistencia decae por segregación.

Palabras clave: Mortero aligerado, EPS, Microsílice, Policarboxilatos, Punto de saturación.

1 Introducción

El uso de EPS como agregado ligero es una solución eficiente para reducir cargas muertas, pero su naturaleza hidrofóbica tiende a provocar segregación en la mezcla fresca. Este estudio consolida datos experimentales para determinar la dosificación crítica de aditivos reductores de agua de alto rango (HRWR) que equilibre la fluidez y la viscosidad necesaria para evitar la flotación del EPS.

2 Metodología Experimental

2.1. Codificación de Aditivos

Para fines de este estudio, los aditivos comerciales se han anonimizado y clasificado según su base química:

- **SP-A:** Superplastificante de base acrílica modificada.
- **SP-B:** Superplastificante base policarboxilato (Tipo I).
- **SP-C:** Superplastificante base policarboxilato (Tipo II).

- **AC-1:** Aditivo acelerante de endurecimiento (Exento de cloruros).

2.2. Diseño de Mezcla Base

Se mantuvo una relación agua/cimentante constante de 0.30. La Tabla 1 detalla las proporciones unitarias empleadas para un metro cúbico de mortero.

Tabla 1: Proporciones de Mezcla Base (por m^3)

| Componente | Peso (kg) | Volumen (m^3) |
|-------------------------|-----------|-------------------|
| Cemento Portland Tipo I | 466.67 | 0.148 |
| Microsílice (Adición) | 200.00 | 0.091 |
| Agua de Diseño | 200.62 | 0.201 |
| Agregado Fino (Arena) | 123.19 | 0.046 |
| EPS (Perlas) | 70.11 | — |
| Aire Atrapado (Est.) | — | 0.015 |

3 Resultados

3.1. Resistencia a la Compresión

La Tabla 2 resume el desempeño mecánico. El aditivo **SP-A** superó a las variantes de policarboxilato convencional, logrando una resistencia 21.9 % mayor que el mejor resultado de SP-B.

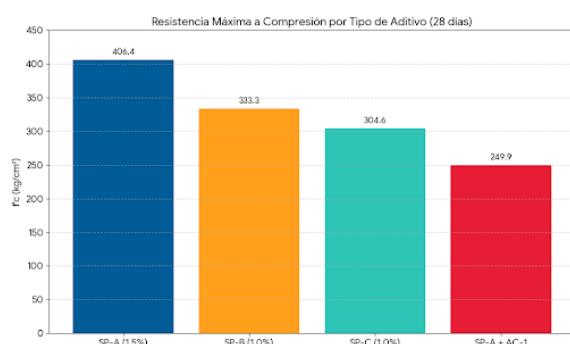


Figura 1: Comparativa de resistencia máxima (f'_c) a 28 días.

Tabla 2: Resumen de Resultados Mecánicos y Físicos por Tipo de Aditivo

| Código Aditivo | Dosis Óptima (%) | Densidad (kg/m^3) | Fluidez (mm) | f'_c 7 Días | f'_c 14 Días | f'_c 28 Días |
|---------------------------|------------------|-----------------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| SP-A (Base Acrílica) | 1.50 % | 1555.20 | 136.00 | 283.65 | — | 406.38 |
| SP-B (Policarboxilato I) | 1.00 % | ≈ 1500 | — | — | — | 333.33 |
| SP-C (Policarboxilato II) | 1.00 % | 1569.60 | 124.35 | 173.35 | 247.34 | 304.61 |
| Híbrido (SP-A + AC-1) | 3.6 % / 2.4 % | 1390.40 | 180.85 | 170.99 | 205.73 | 249.87 |

Nota: Resistencias en kg/cm^2 . Fluidez medida como extensión en mesa de sacudidas.

3.2. Punto de Saturación y Segregación

La Figura 2 revela la sensibilidad de la mezcla. Los aditivos SP-B y SP-C muestran un "Punto de Saturación."^{a1} al 1.0%; dosis superiores causan una caída abrupta de resistencia (efecto de segregación). El SP-A mantiene estabilidad hasta el 1.5%.

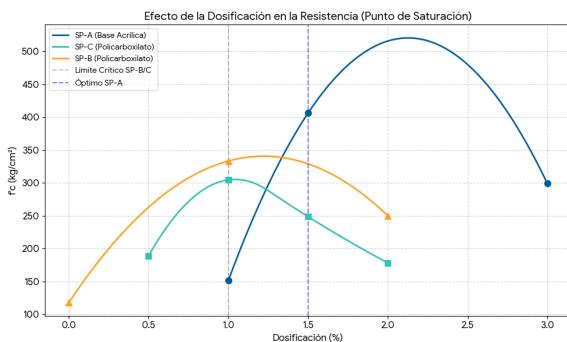


Figura 2: Curvas de dosificación vs. Resistencia. Nótese la estabilidad del SP-A frente a la caída del SP-B/C.

4 Discusión

La diferencia de desempeño radica en la reología. El sistema Híbrido (SP-A + AC-1), aunque diseñado para acelerar fraguado, generó excesiva fluidez (180 mm), provocando flotación del EPS y reduciendo la densidad a $1390\ kg/m^3$. Por el contrario, el SP-A al 1.5 % logró una fluidez controlada (136 mm) que facilitó la compactación sin segregación, maximizando la densidad ($1555\ kg/m^3$) y, consecuentemente, la resistencia (Ver Fig. 3).

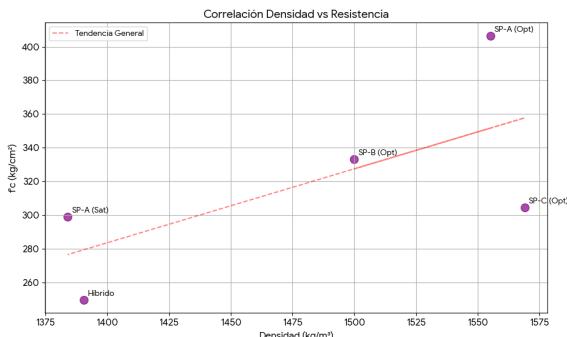


Figura 3: Correlación Densidad-Resistencia. La segregación (baja densidad) penaliza severamente la carga.

5 Conclusiones

- El aditivo **SP-A (Base Acrílica)** al 1.50 % resultó ser la tecnología más eficiente para esta matriz específica.
- Se identificó un límite crítico de dosificación del 1.0 % para los policarboxilatos convencionales (SP-B y SP-C).
- La estabilidad de la mezcla fresca es el factor gobernante. Fluidos excesivos ($>160\ mm$) deben evitarse en morteros con EPS para prevenir la segregación.