



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

TEMA DOCTORAL

**MATERIALES ALTERNATIVOS DE CONSTRUCCIÓN, UTILIZANDO
PIEDRA PÓMEZ DE ECUADOR, PARA EL DISEÑO DE
GEOPOLIMEROS.**

Presenta:

Alexis Iván Andrade Valle

Directores:

Carlos Lerma Elvira

José María Vercher Sanchis

Ext. Edison Patricio Villacrés Cevallos

Programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Patrimonio y Ciudad

Julio, 2025

Resumen

La investigación se enfoca en el desarrollo y evaluación de geopolímeros elaborados a partir de piedra pómez ecuatoriana como alternativa sostenible al cemento Portland, con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ asociadas a la producción de clínker. La metodología contempló una revisión bibliométrica sobre el impacto ambiental del cemento y el potencial uso de los geopolímeros como materiales de bajo impacto, con énfasis en la valorización de la piedra pómez como recurso aluminosilicato local. Se caracterizó mineralógica y químicamente la piedra pómez de distintos yacimientos del país, evaluando su viabilidad como precursor mediante ensayos de resistencia a la compresión tras su activación alcalina. Con el fin de optimizar el sistema y reducir la molaridad del hidróxido de sodio como activador, se incorporó inicialmente humo de sílice y se evaluó la durabilidad frente a medios ácidos. Posteriormente, en busca de una optimización adicional del sistema, se añadió polvo de ladrillo calcinado, rico en sílice y aluminio, evaluando su desempeño mecánico en elementos prefabricados conforme a la normativa ecuatoriana. Finalmente, se cuantificaron las emisiones de CO₂ asociadas a cada mezcla geopolimérica desarrollada mediante la metodología del Intergovernmental Panel on Climate (IPCC), lo que permitió una comparación directa con el cemento Portland tipo general use (GU).

Los resultados evidenciaron que la piedra pómez de Cotopaxi presenta la mejor reactividad con adecuada demanda alcalina, destacándose como el precursor más eficiente. La incorporación de humo de sílice y polvo de ladrillo mejoró la microestructura, incrementando la resistencia mecánica y la durabilidad del geopolímero, cumpliendo con los requisitos para mampostería estructural. Además, se verificó una reducción del 11,8% en emisiones de CO₂ en comparación con el cemento Portland, validando el potencial ambiental de estos conglomerantes. Se propone como línea futura el estudio de activadores alternativos de menor huella de carbono, el uso de residuos industriales o agrícolas, mejoras en el proceso de curado, modelación del proceso de geopolimerización y validación estructural a escala real, junto con análisis de ciclo de vida y costo-beneficio que respalden su viabilidad técnica, ambiental y económica.