

EVALUACIÓN DE LAS CENIZAS VOLCÁNICAS DEL VOLCÁN PUYEHUE PARA SU USO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

Lionel Anfossi¹, Julio Agnello¹, Alejandra Benítez¹, Ricardo Fernández Noell¹, Gustavo Graneros¹, Érica Köber², Favio Luna³, Pablo Poliszuk¹, Oscar Sformo², Silvia Szeinberg², Isabel Vasquez¹

¹INTI Construcciones, Tecnología del hormigón, ²INTI Construcciones, Química aplicada a la construcción, ³INTI Construcciones, Geología aplicada y ambiental
alemir@inti.gov.ar

OBJETIVOS

- Evaluar la composición mineralógica, química y las propiedades puzolánicas de las cenizas provenientes de la erupción del volcán Puyehue, Cordón Caulle.
- Plantear posibles usos de acuerdo con los resultados obtenidos.

DESCRIPCIÓN

El 4 de junio pasado comenzó la erupción del complejo volcánico Puyehue Cordón Caulle, en la región chilena de Los Lagos y como consecuencia de la acción de los vientos del SO, se vieron afectadas varias ciudades de la patagonia argentina. Las partículas depositadas se pueden clasificar por su tamaño en ceniza (< 0,001-2 mm), lapilli (2-64 mm) y bombas o bloques (> 64 mm) y cubren generalmente una superficie elíptica, tomando como centro el volcán, que se puede extender hasta cientos de kilómetros en la dirección del viento y cuyo espesor y tamaño granulométrico disminuye progresivamente a medida que se alejan del mismo.

Para evaluar alguna posible aplicación del material acumulado y de esa manera contribuir a dar opciones para mitigar la situación de las poblaciones involucradas, se procedió a caracterizarlo, utilizando las herramientas existentes en los laboratorios de INTI Construcciones. Asimismo se contó con la participación de INTI Química, INTI Mecánica y con el personal de INTI en la región patagónica que proveyó las muestras analizadas.

RESULTADOS

Hasta la fecha se han evaluado 4 muestras provenientes de diferentes puntos geográficos: Bariloche (**BAR**) (97 km del volcán), Ing. Jacobacci (**JAC**) (237 km del volcán), Villa La Angostura (**VLA**) (50 km del volcán) y San Martín de los Andes (**SMA**) (89 km del volcán). En general las cuatro muestras presentan una coloración grisácea y de acuerdo con la **descripción microscópica** se distinguen principalmente fragmentos piroclásticos pumíceos y fragmentos piroclásticos máficos en porcentajes variables según la fracción.

La caracterización química y mineralógica incluyó microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido con microanálisis, análisis químico semicuantitativo por FRX y análisis químico cuantitativo.

Se realizó la caracterización química, física y la evaluación de la propiedad puzolánica con cal y con cemento. Un resumen de los resultados obtenidos se muestra en la tabla 1. En la figura 1 se observa los gráficos granulométricos de las cenizas **BAR**, **VLA** y **SMA**.

Evaluación sobre posibles aplicaciones

1. Reemplazo parcial de agregado para hormigones. Estudio de la resistencia a la fragmentación.

Se comprobó que las partículas de la ceniza **VLA** tienen **buena resistencia a la fragmentación**, mientras que la ceniza **BAR** presenta alta friabilidad, por lo que no se recomienda su uso para esta aplicación. En el primer caso, serían adecuadas la resistencia y estabilidad frente a las acciones de mezclado y compactación propias de cualquier mezcla de hormigón, pero se deberá tener suma precaución en estas operaciones.

La presencia de minerales ferromagnéticos en las cenizas **VLA** y **BAR** podría generar un manchado por oxidación y por lo tanto se recomienda realizar ensayos complementarios físicos y químicos previos a su uso.

La ceniza **SMA** se encuentra en proceso de estudio.

2. Como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas para albañilería.

Ceniza **VLA**: al tratarse de una arena gruesa cuyo módulo de finura es aproximadamente 3, se propone como reemplazo parcial por el agregado fino tradicional en morteros de albañilería, hormigones pobres, en revoques gruesos y mezclas de asiento de mampostería.

Ceniza **SMA**: al tratarse de una arena fina cuyo módulo de finura es aproximadamente 1, se propone como reemplazo parcial por el agregado fino tradicional en morteros de albañilería, hormigones pobres, en revoques finos y mezclas de asiento de mampostería.

En ambos casos, se ha tenido en cuenta la menor exigencia en este tipo de aplicaciones, debiendo tomarse en consideración la mayor demanda de agua para alcanzar una adecuada trabajabilidad de las mezclas, que puede afectar la resistencia mecánica.

3. Como reemplazo del material aglomerante (puzolana).

Las cenizas JAC poseen una finura que las hacen aptas para su uso como adición mineral al cemento. En el caso de las restantes cenizas se debe considerar que deben ser sometidas a un proceso de secado y molienda previo.

De acuerdo con los resultados obtenidos las cuatro muestras de cenizas evaluadas cumplen con los requerimientos establecidos en las normas de puzolanas: normas IRAM 1668 y 1654 en lo que respecta a su actividad puzolánica con cal a 7 días, mientras que el índice de actividad puzolánico con cemento a 28 días supera el requisito, excepto las cenizas SMA que se encuentran en proceso de ensayo.

A partir de mezclas de cal y ceniza volcánica se podrían obtener cales con un mejor desempeño mecánico y que podrían aplicarse al diseño de morteros de albañilería para su uso en revoques, morteros de albañilería y hormigones pobres.

Es de conocimiento generalizado que se utilizan mezclas de suelo-cal y suelo-cemento como subrasante de pavimentos, como mejoramiento de caminos rurales o como material granular en la construcción de terraplenes, bases o sub-bases. Este tipo de mezclas consiste en una mezcla de los

materiales con una cantidad de agua óptima para lograr una máxima densidad bajo una compactación muy enérgica.

Las verificaciones se deberían realizar aplicando los ensayos aplicables de acuerdo con las normas de Vialidad Nacional.

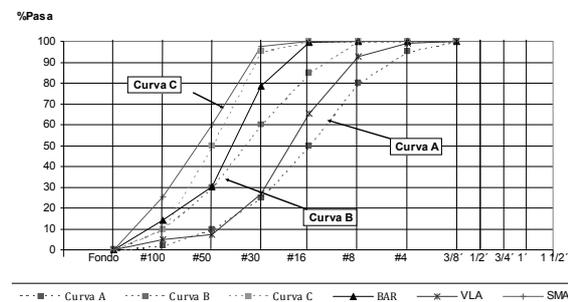


Figura 1: granulometría comparada con los límites según norma IRAM 1627.

Comentarios sobre la recolección, acopio y uso de las cenizas

Es importante que durante su recolección y posterior acopio el material permanezca libre de contaminación para preservar sus características, evitando la mezcla con suelos, materiales orgánicos, residuos sólidos, etc.

Con respecto a la manipulación de los materiales se deberán tener en cuenta las mismas condiciones de higiene y seguridad que se aplican en la industria de la fabricación del cemento, elaboración de hormigones y otros materiales de construcción.

Se debe destacar que personal de INTI Construcciones realizó un recorrido por la zona afectada y sus conclusiones son objeto de otro trabajo.

Tabla 1: caracterización de cenizas del volcán Puyehue.

Parámetro	Bariloche	Ing. Jacobacci	Villa La Angostura	San Martín de los Andes			
¿Friable?	Sí	Sí	Con limitaciones	----			
Módulo de finura	1,78	NA	3,04	1,17			
¿Requiere secado/molienda?	Sí/Sí	Sí/No	Sí/Sí	Sí/Sí			
Análisis químico cuantitativo [%]	Limites normativos	IRAM 1668	ASTM C618				
	SiO ₂			62,5	69,0	65,2	66,2
	Al ₂ O ₃			14,5	14,8	15,4	14,2
	Fe ₂ O ₃			6,68	4,24	5,38	5,48
	CaO			4,38	2,55	3,54	3,04
	Cl ⁻			< 0,01	0,03	< 0,01	< 0,01
	S ²⁻			0,01	< 0,01	0,02	0,01
	PPC	máx.10	máx.10	0,41	0,41	0,50	0,96
	MgO	máx. 3		1,25	0,40	0,82	0,56
	SO ₃	máx. 3	máx. 4	0,03	0,06	0,02	0,01
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃		mín. 70	83,7	87,2	86,0	85,9	
Densidad IRAM 1624 [kg/dm ³]			2,53	2,38	2,50	2,48	
Superficie específica IRAM 1623 [m ² /kg]			330	310	427	313	
Retenido en tamiz 45/75 µm [%]			22,9/21,8	21,4/19,3	13,3/10,1	14,3/20,5	
Actividad puzolánica con cal a 7 días [kg/cm ²]	> 42 kg/cm ²	---	49,5	45,1	58,6	48,7	
Actividad puzolánica con cemento a 28 días [%]	> 75 %	> 75 %	85,0	78,0	80,7	75,2	