

**Jessica Montero** (a); Roberto Caballero (b); Maximino Herias (b) y Eduardo Arenales (a)  
 (a) Befesa Aluminio, Crta. Luchana Asúa, 13, Erandio (Vizcaya), España  
 (b) Refractory Solutions Insertec (RSI), Camino Etxerre, 21, Basauri (Vizcaya), España.

## Objetivo

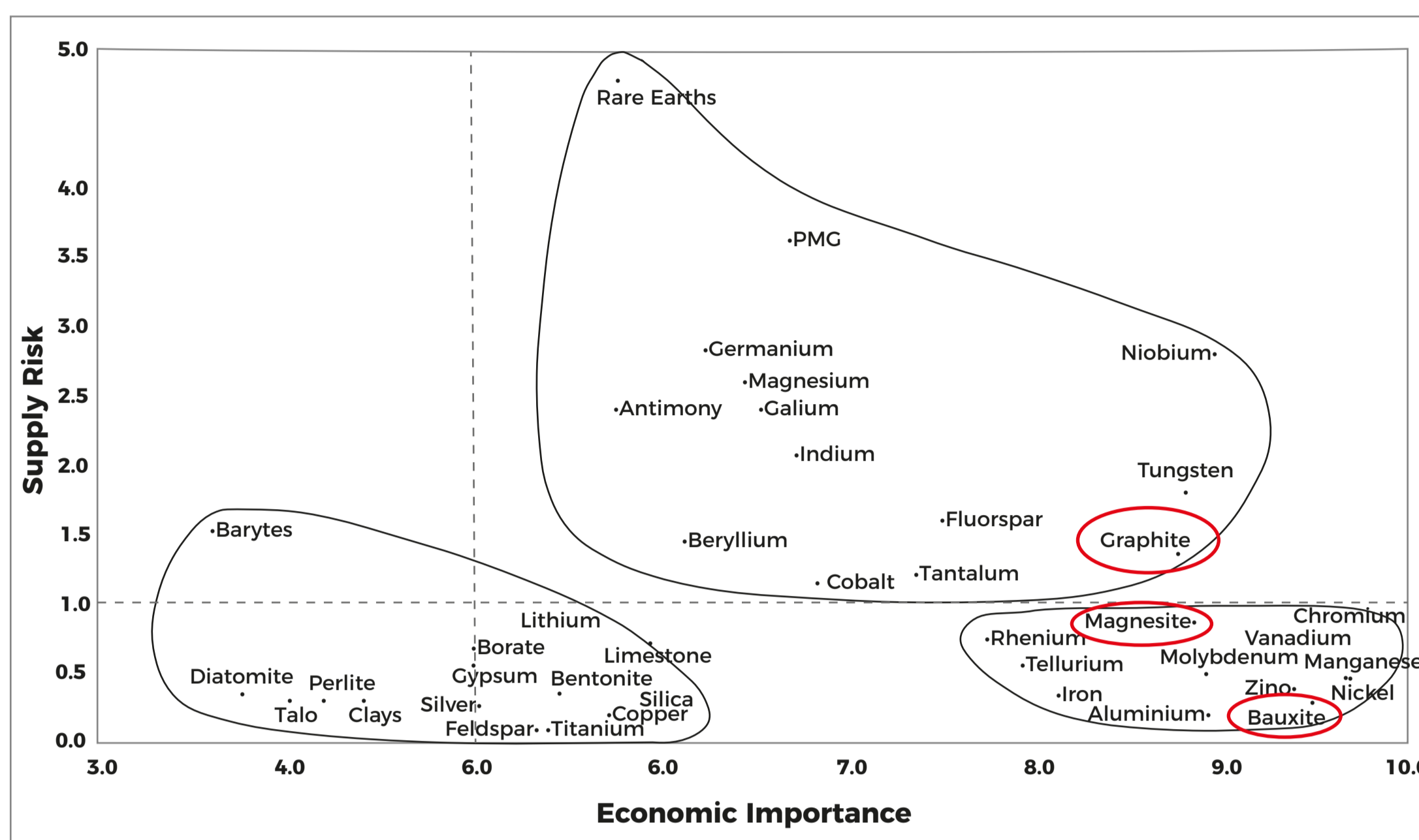
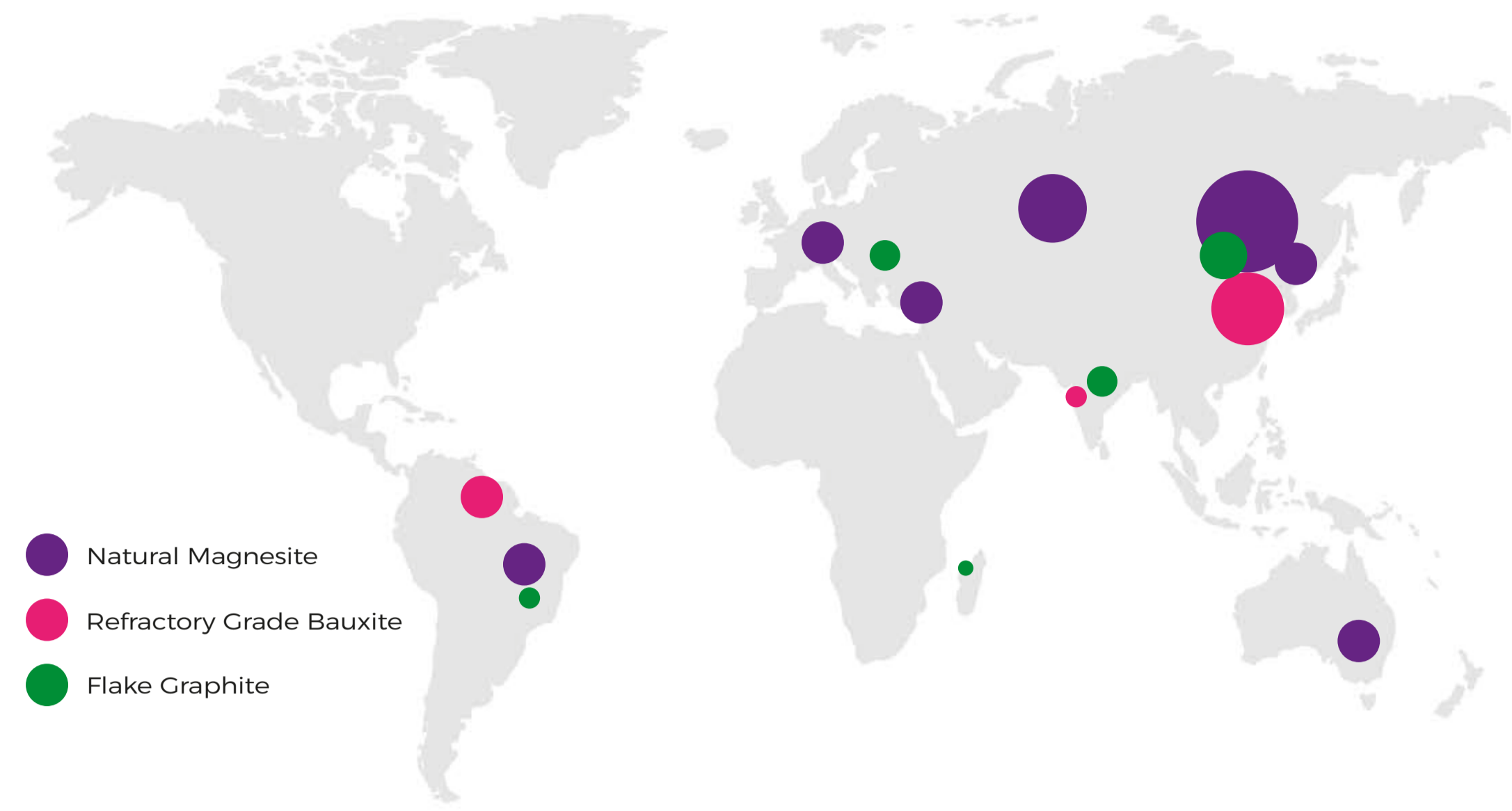
El proyecto **Bauxal II** tiene como objetivo principal la transformación un producto de origen reciclado, óxido de aluminio secundario, en una materia prima alternativa a las bauxitas en su uso como refractario.

## Enfoque del Proyecto

La industria del aluminio y refractario son grandes consumidoras de Bauxita en sus diferentes grados: metalúrgico y refractario. Anualmente, 250 Mt son explotadas en el mundo, de los cuales 10 Mt corresponden al grado no metalúrgico y se convierten en 4 Mt de Bauxita Calcinada, materia prima en la fabricación de ladrillos refractarios de altos requerimientos.

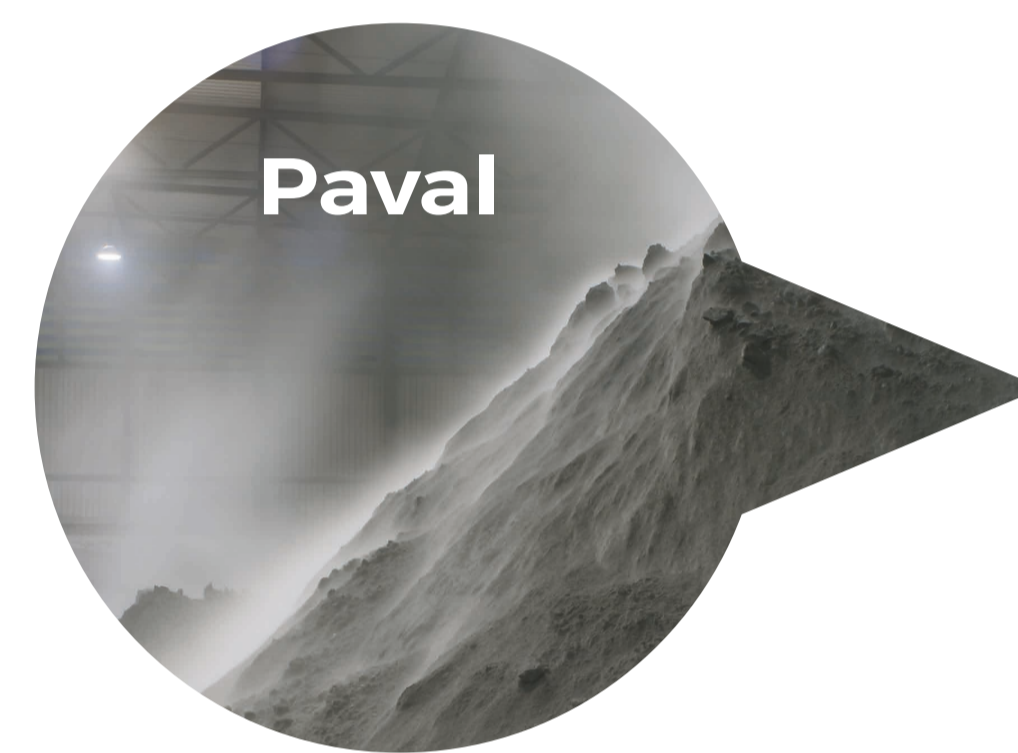
Las minas que abastecen la producción mundial de Bauxita de grado refractario están localizadas en China (95%) y Guayana (5%), situando a la Unión Europea en una posición crítica respecto a esta materia prima, viéndose **Europa obligada a importar 0,5 Mt anuales de Bauxita calcinada**. En los últimos años, las restrictivas políticas medioambientales asiáticas conllevan volatilidad en los precios e inestabilidad en el suministro de las materias primas. Por todo esto, y en línea con la iniciativa europea de materias primas en sus tres pilares fundamentales, la Bauxita como recurso mineral está cerca de ser considerado como materia prima crítica (CRM) para Europa.

El mercado refractario en Europa supone 3,5 billones de euros al año, por lo que la continuidad en esta problemática supone una pérdida de competitividad en las empresas refractarias europeas.



## Descripción del Proyecto

El proceso de reciclado del aluminio para producir aleaciones de segunda fusión genera un residuo peligroso denominado escorias salinas (EWR 100308). Este residuo puede ser valorizado mediante un complejo proceso de 5 etapas, a partir del cual se logra la recuperación de tres subproductos: concentrados de aluminio, sales fundentes y óxido de aluminio secundario, comercialmente Paval.

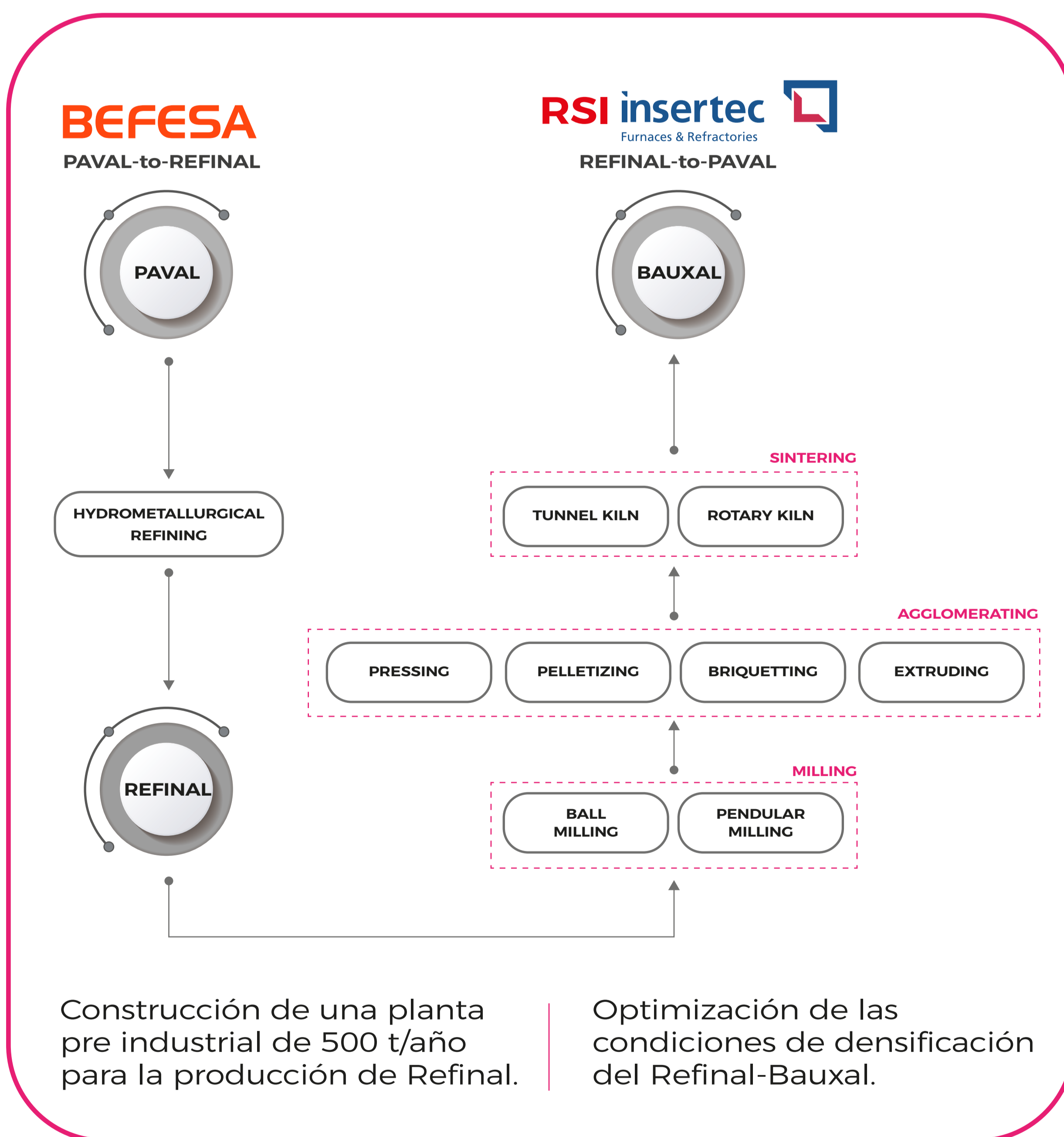


El óxido de aluminio secundario, Paval, de acuerdo a sus características físicas y químicas puede ser considerado una **bauxita secundaria**, con un 10% de MgO en forma de espinela. Los requerimientos de las bauxitas no metalúrgicas son más exigentes que para otros usos, limitando el contenido en halógenos y sales fundentes.

## Hoja de Ruta

El proyecto Bauxal II está centrado en refinar el Paval, eliminando las impurezas que permitan transformar el Paval en una materia prima alternativa en la fabricación de refractarios, Bauxal. Se ha definido una hoja de ruta

PAVAL - REFINAL - BAUXAL



Construcción de una planta pre industrial de 500 t/año para la producción de Refinal. Optimización de las condiciones de densificación del Refinal-Bauxal.

## Impacto esperado (2022)

- 1 Demostración en escala pre industrial de Paval-Refinal-Bauxal
- 2 Una reducción de 1000t/año de residuos peligrosos (escorias salinas).
- 3 Garantizar el mejor uso de recursos naturales, evitando la extracción de 250t de Bauxita (CRM), lo que conlleva una reducción de:
  - Gases efecto invernadero de 1.225t de CO2 eq.
  - Consumo de agua de 75 m3
  - Consumo de energía de 3.820 kWh
  - Consumo de combustibles fósiles 235,5 kg
  - Mejora de la calidad del aire, reduciendo las emisiones de polvo
- 4 Garantizar la replicabilidad en EU

## Bauxal II en cifras

- En EU se producen 1Mt de escorias salinas.
- 600.000 t son valorizadas (Befesa Aluminio) y producen 360.000 t/año de Paval
- Podrían obtenerse 285.000t/año de una materia prima alternativa Bauxal
- Consumo de Bauxita Calcinada en EU: 500.000t/año
- El proyecto reduciría en un 43% las importaciones en EU

Bauxita	Color rojo, gris, amarilla · ρ ap: 2,00-3,55 g/cm <sup>3</sup> · Seca en forma de grandes bloques · Dependiendo del origen	Paval	Color gris · ρ ap: 1,05-1,35 g/cm <sup>3</sup> · Humedad: 15-30% · D50=0,2 μm
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	>60%	Al(OH) <sub>3</sub> , AlOOH ( ) Baverita, diasporo...	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 60.-70 Al(OH) <sub>3</sub> , AlOOH (38%) α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Corundum (32%)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<6%	non metalúrgica	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> >2% Fe metal u óxidos
SiO <sub>2</sub>	1-15%	α-SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> 4-12% aluminosilicatos, α-SiO <sub>2</sub>
MgO	0-0,5%		MgO 5-10% espinela
TiO <sub>2</sub>	3-5%		Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O 0,5-5% Sales de halógenos
CaO	0-0,5%		CaO 2% anortita
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0-0,5%		F 2-20% Espato flúor, criolita
LOI	10-30%	OH- y orgánicos	LOI 10-12% OH-

## Resultados Bauxal I (escala Piloto)

### Producción de Refinal en escala piloto (producción 4t/año)

### Paval vs Refinal

	Paval	Refinal
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	69,0	71,8
SiO <sub>2</sub> (%)	7,6	6,0
MgO	7,8	7,1
CaO	2,4	2,4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,6	2,2
Na <sub>2</sub> O	1,7	0,0
K <sub>2</sub> O	1,6	0,2
F	0,6	0,3
TiO <sub>2</sub>	1,0	1,1
BaO	0,5	0,5

Reducción dentro de límites admisibles de los elementos críticos

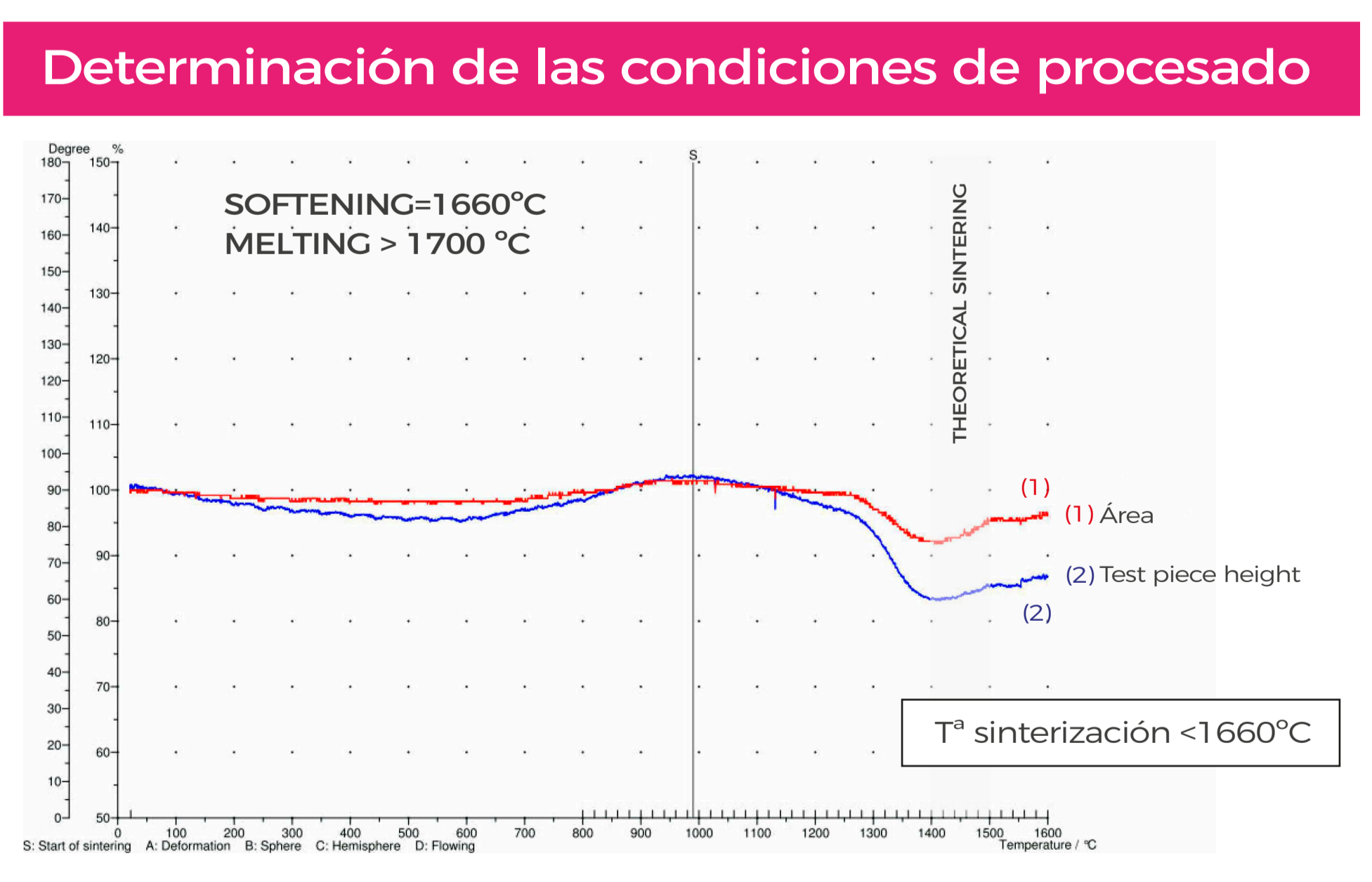
### Refinal vs Bauxitas

	Bauxita Guayana	Bauxita china super	Bauxita china estándar	Bauxita based mullita - 78	Refinal Calcinado
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	89,37	88,82	86,42	78,38	78,38
SiO <sub>2</sub> + MgO (%)	6,85	5,60	8,37	14,64	14,30
CaO	0,02	0,22	0,22	0,26	2,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,03	1,68	1,40	2,29	2,40
Na <sub>2</sub> O	0,02	0,03	0,03	0,04	--
K <sub>2</sub> O	0,03	0,14	0,20	0,41	0,22
TiO <sub>2</sub>	2,68	3,51	3,36	3,43	1,20
Others	--	--	--	--	0,87

Refinal Calcinado puede sustituir a la Bauxite based Mullita-78

### Ajuste de la porosidad y densificación

Tamaño de partícula óptimo (100 μm), más fino empieza a promocionar la porosidad



### Trituración y clasificación

### Caracterización del hormigón y comparativa con RECAST

Comparativa entre hormigón comercial y hormigón Bauxal I

	Menor	Mayor	Efecto
Densidad aparente	Menor	Mayor	Podría limitar la resistencia al aluminio fundido
Porosidad	Menor	Mayor	
Resistencia a compresión frío	Excelente	Excelente	Mejora comportamiento termomecánico
Resistencia a flexión frío	Excelente	Excelente	

Ensayo de contacto con aleación Al 7075 (72 h)

Comportamiento excelente



Este proyecto ha sido financiado por el programa LIFE 17 bajo el acuerdo LIFE/ENV/ES/00160.