



Innovación en el Proceso de Cementación de Cobre

Proceso LEAL - RG
Lixiviación Electroquímica Asistida y Limpia –
Reactor Galvánico



OBJETIVOS DE LA PRESENTACIÓN

- Mostrar una nueva oportunidad de negocio a partir de innovaciones tanto en la lixiviación de minerales de cobre, como en su precipitación galvánica
- Presentar las tecnologías desarrolladas por el GRUPO TERRAL
- Presentar el equipo de cementación: REACTOR GALVANICO F-100
- Comparar el negocio de la venta de mineral con la producción y venta de precipitado



¿POR QUE NO SE USA LA PRECIPITACION?

- Porque en las condiciones de mercado, es mejor negocio la venta directa de mineral a ENAMI
- Porque se requiere agua, siempre escasa o costosa
- Porque la tecnología y equipos conocidos son poco eficientes
- Porque con los equipos y tecnología actual, el producto queda contaminado y afecto a castigos
- Porque el proceso asociado a la tecnología actual genera soluciones contaminadas que constituyen un “pasivo medio ambiental”



¿COMO SOLUCIONAR ESTOS PROBLEMAS?

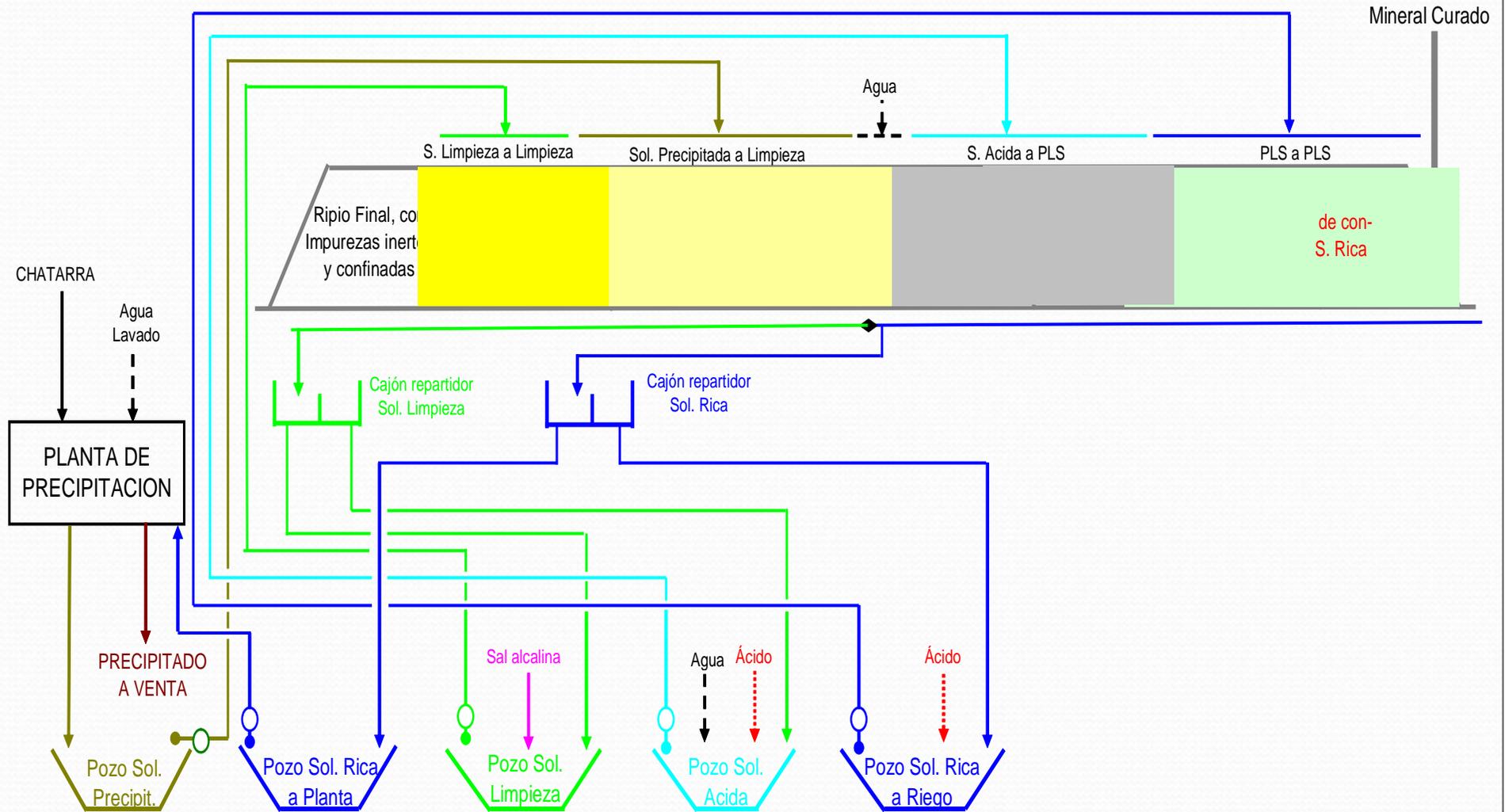
- Con metodologías de lixiviación optimizadas
- Con capacidad de lixiviación de óxidos, sulfuros, mixtos, y de bajas leyes
- Con técnicas para eliminar los pasivos ambientales e inversiones asociadas
- Con equipos de operación continua, económicos y eficientes
- Otros: Con lixiviación conjunta de otras pastas que normalmente se pierden



INNOVACIONES DEL GRUPO TERRAL

- Pruebas metalúrgicas destinadas a establecer condiciones de lixiviación específicas para los minerales
- Configuraciones de lixiviación químicas y bacteriales con base electroquímica
- Sistemas de manejo de las soluciones, por recirculación de solución rica al riego
- Técnicas electroquímicas de limpieza de soluciones residuales

DIAGRAMA GENERAL DE PROCESOS LIXIVIACION, PRECIPITACION Y LIMPIEZA DE SOLUCIONES

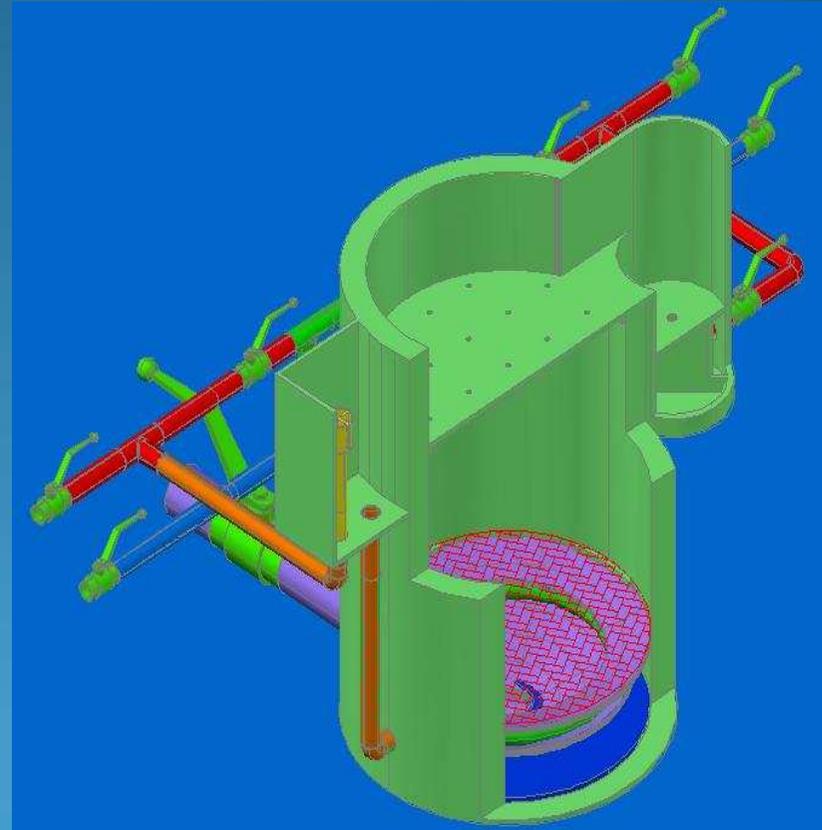
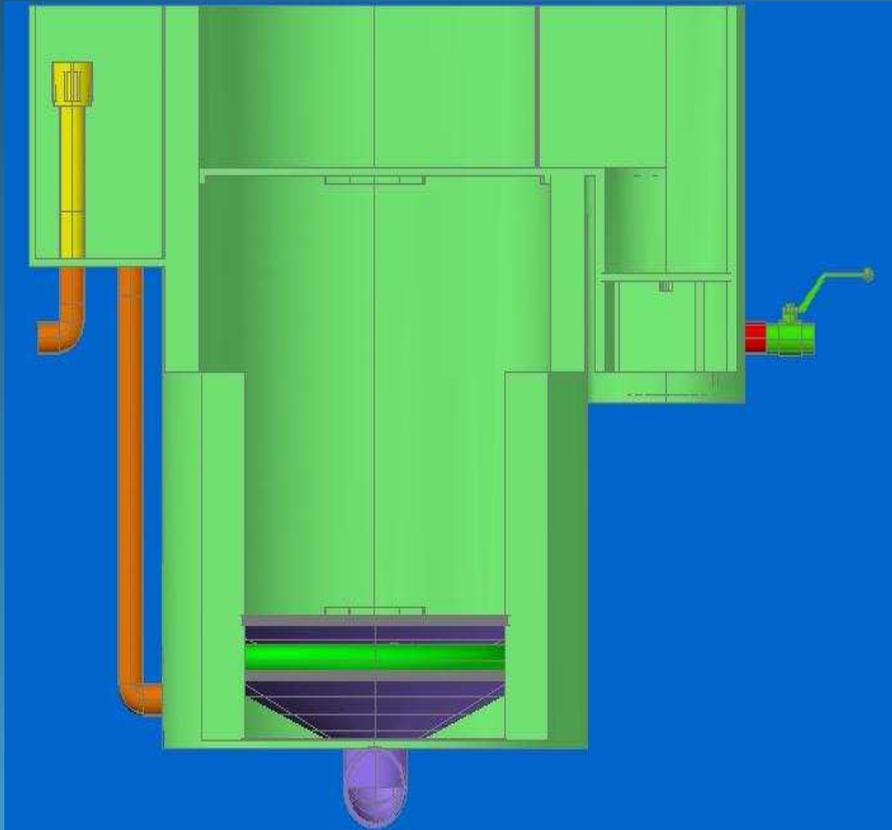




LOS NUEVOS EQUIPOS DE PRODUCCION DE CEMENTO

- El “**REACTOR GALVANICO F-100**” es pequeño y opera con chatarra inmóvil
- Su consumo de energía se reduce
- Se construye con materiales plásticos, económicos y resistentes a la corrosión y al desgaste
- La carga de chatarra se simplifica
- El cemento de cobre se cosecha durante la operación continua
- Las instalaciones de planta son fácilmente ampliables

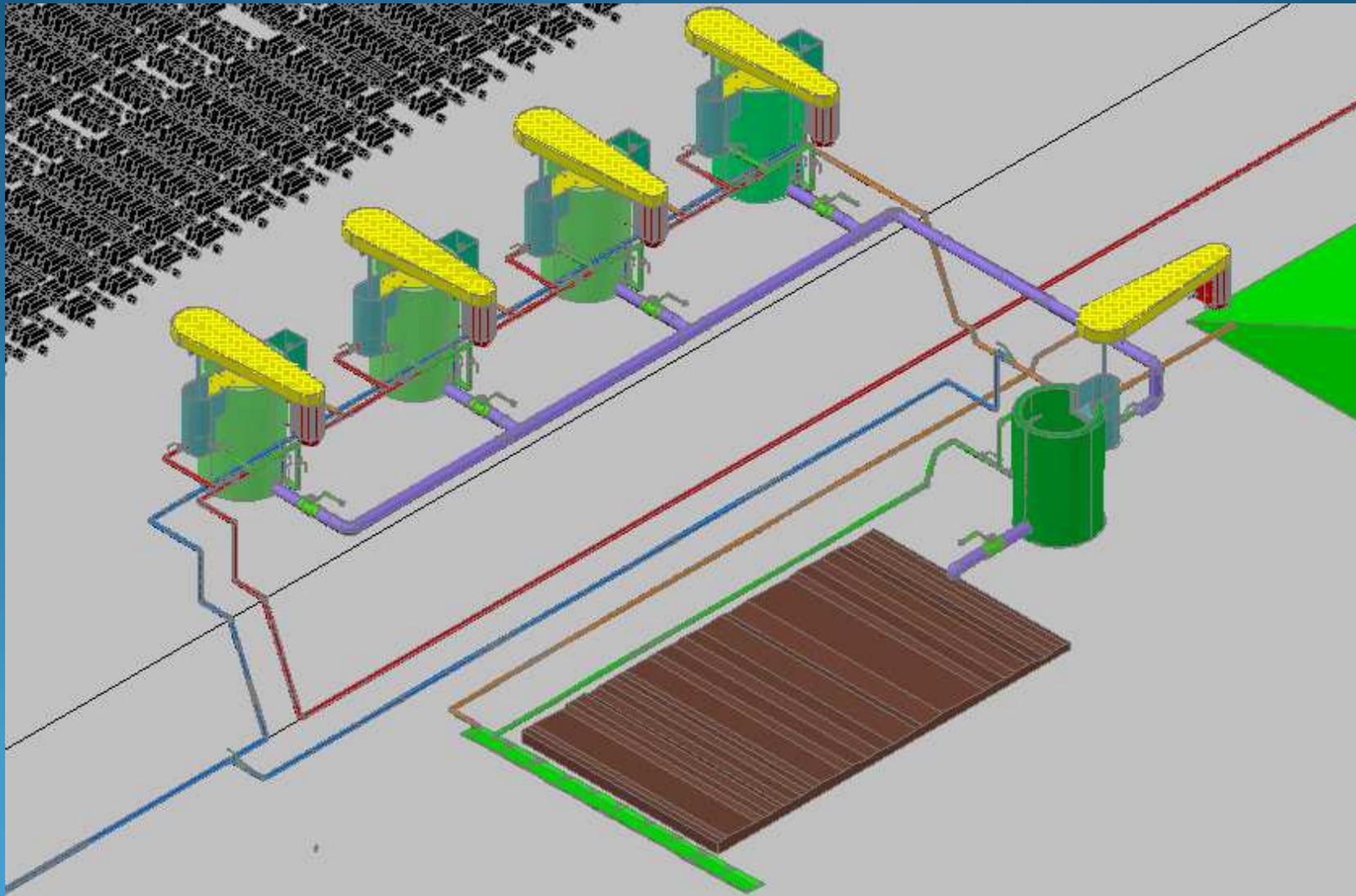
CORTE DEL REACTOR GALVANICO F-100



CARACTERISTICAS Y DESCRIPCION DEL PROCESO

- La precipitación de cobre usa varios equipos en serie
- El caudal de solución es continuo y se traspasa entre reactores como una solución más agotada
- La cosecha es alternada
- El precipitado se lava con agua de reposición
- La cantidad de reactores se calcula por la relación “costo beneficio”

DISPOSICION TIPICA DE UNA PLANTA LEAL - RG



COMPARACION ECONOMICA; VENTA DE MINERAL VS. VENTA DE PRECIPITADO A ENAMI

1. DATOS DEL ESCENARIO (Datos de Julio de 2009)

Precio de referencia del cobre	cUS\$/lb	227,429
Paridad cambiaria base	\$/US\$	533,38
Ley Base	% Cu Solu ble	2,5
CONDICIONES; TARIFA VENTA DE MINERAL A ENAMI		
	US\$/TM	\$/TM
Precio	57,6	30.747,8
Escala (+/- 1%)	29,5	15.723,4
Fondo Estabilización	3,3	1.753,8
Crédito tarifa individual	1,6	876,9
CONDICIONES; TARIFA VENTA PRECIPITADO A ENAMI		
Ley Base de Tarifa	%	65
Precio Base de Tarifa	US\$/Ton	2903,0
Escala (+/- 1%)	US\$/Ton	46,1
Fondo Estabilización	US\$/Ton	-
Crédito tarifa individual	US\$/Ton	211,6

COMPARACION ECONOMICA: 2. VENTA DE MINERAL

CASO DE COMPARACION		Caso 1	Caso 2	Caso 3
Extracción y venta de Mineral	TM/día	200	100	200
Ley del Mineral	%	1	1,8	2
Costo Extracción	US\$/TM	7	7	7
Distancia a Central	Km	50	50	50
Costo Flete	cUS\$/TM/Km	15		
CONDICIONES DE LA TARIFA DE VENTA DE MINERAL A ENAMI				
Ley Base de Tarifa	%	2,5		
Precio Base de Tarifa	\$/TMS	30.747,8		
Escala (+/- 1%)	\$/TMS	15.723,4		
Fondo de Estabilización	\$/TMS	1.753,8		
Crédito tarifa individual	\$/TMS	876,9		
CONDICIONES DE LA VENTA DE MINERAL A ENAMI				
Diferencia (Ley-Base)	%	-1,5	-0,7	-0,5
Precio Final Mineral	\$/TMS	5.409	17.988	21.132
Ingreso Total	\$/día	1.081.769	1.798.757	4.226.450
COSTOS DE OPERACIÓN				
Costo Mina	\$/día	746732,0	373366,0	746732,0
Costo Flete	\$/día	800.070	400.035	800.070
Costo Total	\$/día	1.546.802	773.401	1.546.802
MARGEN DIARIO	\$/día	-465.033	1.025.356	2.679.648

COMPARACION ECONOMICA:

3. VENTA DE PRECIPITADO

CASO DE COMPARACION		Caso 1		Caso 2		Caso 3	
Toneladas a Tratamiento	TM/día	200,0		100,0		200,0	
Ley de Cobre del Mineral	% total	1,0		1,8		2,0	
Venta Precipitado (80% Recup.; 65% Ley Cu)	Ton/día	2,46		2,22		4,92	
CONDICIONES DE LA TARIFA DE VENTA DE PRECIPITADO A ENAMI							
Ley Base de Tarifa	%	65,0					
Precio Base de Tarifa	\$/TMS	2.903,0					
Escala (+/- 1%)	\$/TMS	46,1					
Fondo de Estabilización	\$/TMS						
Crédito tarifa individual	\$/TMS	211,6					
CONDICIONES DE LA VENTA DE PRECIPITADO A ENAMI							
Diferencia (Ley-Base)	%	0,00					
Precio Final Cemento	US\$/Ton	2.903					
Ingreso Total	\$/día	3.811.471		3.430.324		7.622.942	
COSTOS DE OPERACIÓN		cUS\$/lbCu	\$/día	cUS\$/lbCu	\$/día	cUS\$/lbCu	\$/día
Mano de Obra		8,0	150.000	6,5	110.000	4,9	183.333
Generales		6,5	121.526	6,5	109.374	6,5	243.052
Mina		39,8	746.732	22,1	373.366	19,9	746.732
Chancado		5,8	108.087	5,8	97.278	5,8	216.174
Lixiviación		34,8	654.121	34,8	588.709	34,8	1.308.242
Precipitación/Limpieza		12,6	235.661	12,6	212.095	12,6	471.323
Flete a ENAMI			9.847		8.862		19.694
COSTO TOTAL		107,4	2.025.974	88,2	1.499.684	84,4	3.188.550
MARGEN DIARIO VENTA DE PRECIPITADO		\$/día	1.785.497		1.930.640		4.434.392

COMPARACION ECONOMICA: 4. COMPARACION RESULTADOS

CASO DE COMPARACION		Caso 1	Caso 2	Caso 3
Mineral	TM/día	200	100	200
Ley del Mineral	%	1	1,8	2
MARGEN DIARIO VENTA DE PRECIPITADO	\$/dia	1.785.497	1.930.640	4.434.392
MARGEN DIARIO VENTA DE MINERAL	\$/dia	- 465.033	1.025.356	2.679.648
DIFERENCIA DE MARGEN: PRECIPITACION - V	\$/dia	2.250.529	905.284	1.754.744
INVERSION ESTIMADA DEL CASO	\$	672.806.119	486.161.120	746.725.791
PERIODO DE RECUPERACION DE INVERSION	AÑOS	1,1	0,7	0,5
RECURSO MINERO MINIMO PARA INVERSION	TM	75.363	25.181	33.679



¿POR QUE CONVIENE APLICAR EL PROCESO LEAL - RG?

- Porque se combina con técnicas que permiten aprovechar minerales no vendibles a ENAMI
- Porque es una tecnología de baja inversión simple y fácil de implementar
- Porque genera un producto de mayor ley y valor agregado
- Porque permite vender el cobre a ENAMI en un mejor precio
- Porque el precipitado no está afecto a cuotas de compras
- Porque el precipitado tolera fletes a mayores distancias
- Porque elimina los “pasivos ambientales” y disminuye la demanda de agua

CONCLUSIONES

- La venta de mineral resulta aconsejable cuando es posible venderlo y no se dispone de fondos para inversión en planta
- La producción de cemento mejora los resultados de una explotación minera, pero demanda inversiones
- Los proyectos son factibles incluso a escala muy pequeña y con pocas reservas ya aseguradas
- Las plantas son fáciles de ampliar y modificar
- El mejor escenario para adoptarla ocurre por:
 - Baja ley del mineral
 - Combinación de leyes de un mineral mixto
 - Distancia excesiva a centros de compra
 - Asignación de cuotas de compra de mineral
- La producción de precipitado aumenta la independencia del empresario