

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	IV
TABLA DE CONTENIDO .....	i
ÍNDICE DE TABLAS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
APÉNDICE .....	vi
SIMBOLOGÍA.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos .....	3
1.1.1. Objetivo General.....	3
1.1.2. Objetivos Específicos .....	3
1.2. Alcances.....	3
2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	4
2.1. Flotación de minerales.....	4
2.1.1. Principios de flotación de minerales.....	4
2.1.2. Circuitos de flotación .....	7
2.1.3. Celdas de flotación .....	9
2.1.4. Columnas de flotación .....	10
2.1.5. Sistema de agua de lavado en columnas de flotación .....	11
2.1.6. Tecnologías de lavado de espuma intelectualmente protegidas .....	16
2.2. Estructura y dimensión de espumas inestables .....	20
2.2.1. Descripción de las espumas .....	20
Descripción microscópica .....	20
Descripción macroscópica .....	21
2.2.2. Espumas de dos fases (agua y gas).....	22
Evolución de las burbujas en la espuma.....	22
Tamaño de burbuja.....	23
Concentración crítica de coalescencia .....	24
Velocidad superficial de gas.....	24
Distribución de tamaño de burbuja .....	24
Fracción de líquido .....	25
2.2.3. Espumas de tres fases .....	27
2.2.4. Transporte de la espuma.....	28

3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1.	Pruebas a escala de laboratorio .....	33
3.1.1.	Montaje experimental .....	33
3.1.2.	Condiciones operacionales.....	35
3.1.3.	Caracterización de la fase espuma.....	35
3.2.	Experimentos de lavado de espuma a escala de planta piloto.....	46
3.2.1.	Montaje planta piloto.....	46
3.2.2.	Procedimiento experimental y condiciones generales de operación .....	48
3.2.3.	Protocolo experimental de pruebas y muestreo .....	49
4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	50
4.1.	Límites y restricciones del software ImageJ para análisis de tamaño de burbuja.....	50
4.1.1.	Validación software ImageJ vs análisis manual de tamaño de burbuja.....	50
4.1.2.	Simetría en la celda.....	52
4.2.	Estudio estructural de la espuma y factores que la impactan.....	54
4.2.1.	Diámetros característicos .....	54
4.2.2.	Impacto de la concentración del espumante y del $J_g$ en el tamaño de burbuja ....	55
4.2.3.	Ajuste de distribución de tamaño .....	58
4.3.	Estudio dinámico de la espuma .....	60
4.3.1.	Evolución del tamaño de burbuja con la altura de espuma .....	60
4.3.2.	Evolución del tamaño de burbuja en el tiempo.....	64
4.3.3.	Fracción de líquido .....	65
4.4.	Transporte de la espuma – Espuma de dos fases .....	68
4.4.1.	Zona de transporte de espuma.....	68
4.4.2.	Modelo de transporte de espuma .....	70
4.4.3.	Evaluación de modelo teórico.....	71
4.4.4.	Estimación del módulo de elasticidad de la espuma.....	77
4.5.	Espumas de tres fases .....	77
4.6.	Efecto del lavado en la altura de espuma .....	79
4.7.	Lavado clásico de espuma y su impacto en la velocidad de las burbujas .....	80
4.8.	Aplicación metalúrgica.....	85
5.	CONCLUSIONES .....	89
6.	RECOMENDACIONES.....	91
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	92
8.	APÉNDICE .....	99