



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

EFFECTO DE LAS VARIABLES DE OPERACIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE BURBUJA EN FLOTACIÓN

Catalina Pino
Juan Yanatos Luis Vinnett

TEMARIO

- Flotación
- Mediciones
- Análisis de datos
- Conclusiones



FLOTACIÓN

- Dispersión de fase no continua
- Sistema multifásico, multicomponente y heterogéneo.

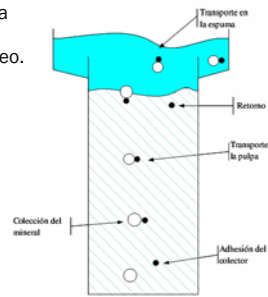
$$S_b = 6 \frac{J_G}{D_{32}} \left[\frac{m^2/s}{m^2} \right]$$

- Proceso de colección y separación selectiva.

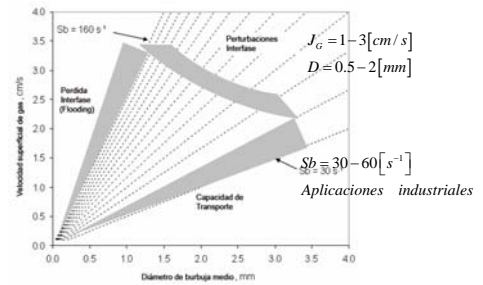
$$J_G = \frac{Q_G}{A_C} \left[\frac{cm^3/s}{cm^2} \right]$$

Diámetro Sauter

$$D_{32} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i^3}{\sum_{i=1}^n D_i^2} [mm]$$



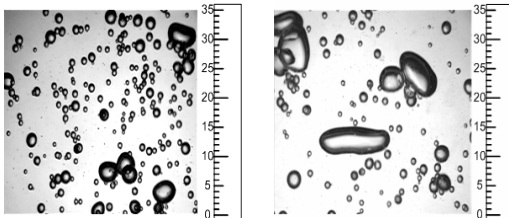
LÍMITES DE OPERACIÓN TEÓRICOS



Yanatos, J. and Henríquez, F. (2007). Boundary Conditions for Gas Rate and Bubble Size at the Pulp-froth Interface in Flotation Equipment. *Minerals Engineering*, Vol. 20, pp. 625-628.

FLOTACIÓN

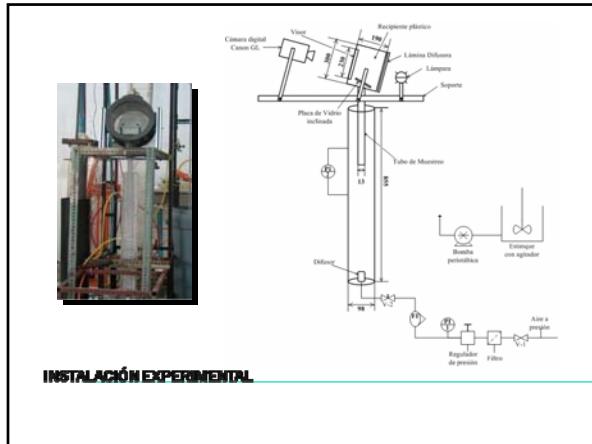
- Dispersión de gas tiene gran impacto en el proceso de flotación.



MEDICIONES

- Columna a escala de laboratorio
- Sistema Aire - Agua/ Espumante
- Equipo analizador de burbujas: McGill Bubble Size Analyzer (MBSA) System
- ✓ Muestreador de burbujas
- ✓ Cámara video digital





MEDICIONES

- Variables manipuladas
 - ✓ Velocidad superficial de aire (J_g)
 - ✓ Concentración de espumante
- Variables medidas
 - ✓ Concentración de aire (ϵ_g)
 - ✓ Distribución de tamaño de burbujas

SISTEMA AIRE - AGUA / ESPUMANTE		
Concentración de espumante [ppm]	J_g [cm/s]	Repeticiones
0	0.76	3
	1.08	3
	1.52	3
	2.07	3
	2.51	3
8	3.06	3
	1.08	2
	1.52	1
12	2.07	1
	1.08	2
	1.52	1
15	2.07	1
	1.08	2
	1.52	1

ANÁLISIS DE DATOS: CONCENTRACIÓN DE AIRE

$$\epsilon_g = 1 - \frac{\rho_{agua}}{\rho_{slurry}} \left(1 - \frac{\Delta L}{\Delta H} \right)$$

$$\epsilon_g = \frac{\Delta L}{\Delta H}$$

CONCENTRACIÓN DE AIRE

- Sistema aire - agua

J_g [cm/s]	E_g
0.76	0.023
1.08	0.047
1.52	0.083
2.07	0.130
2.51	0.157
3.06	0.187

CONCENTRACIÓN DE AIRE

- Sistema aire - agua / espumante

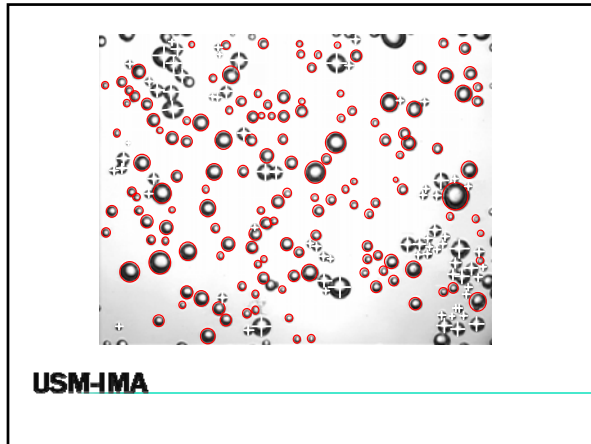
J_g [cm/s]	E_g	
	Conc. Espumante [ppm]	
0	1.08	0.047
	1.52	0.083
	2.07	0.130
	2.51	0.157
15	1.08	0.093
	1.52	0.120
	2.07	0.157
	2.51	0.187

ANÁLISIS DE DATOS: USM-IMA

Estimación LS + Factor de Forma

Separación: Watershed-Hough

Separación: Manual



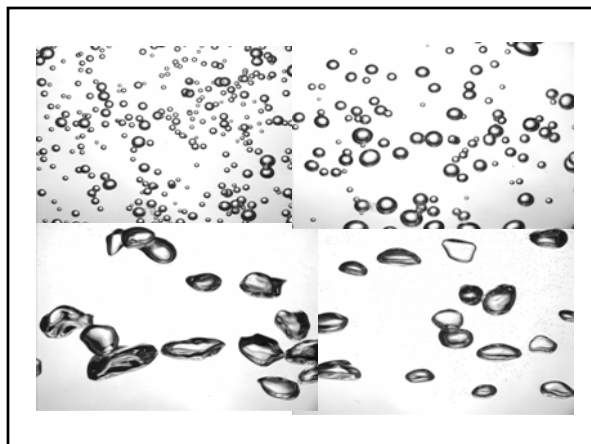
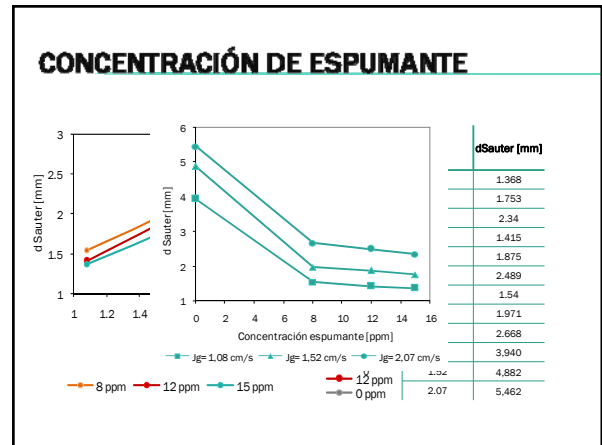
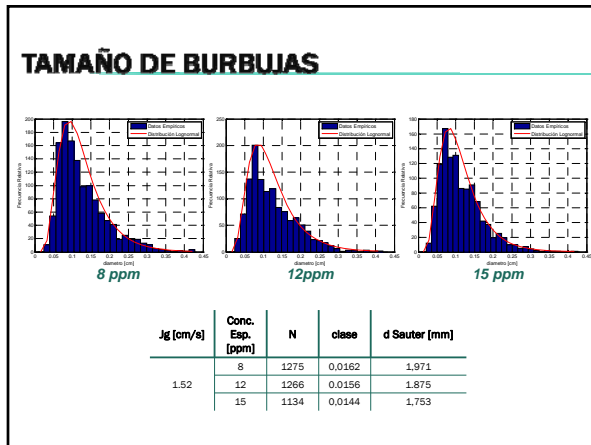
USM-IMA

- Técnicas visuales se han desarrollado con éxito.

Laboratorio

Planta

Problemas con los softwares de procesamiento



CONCLUSIONES

- Se midió la distribución de tamaño de burbuja y se modeló adecuadamente mediante una distribución lognormal.
- Se observaron problemas para el análisis de imágenes debido a la presencia de clusters y burbujas de gran tamaño.
- Se desarrolló un programa de análisis de imágenes semi-automático, USM-IMA, para el procesamiento de datos industriales.
- Se observó una relación aproximadamente lineal entre Jg y ϵ_g para velocidades superficiales de aire de 1-2 cm/s.
- La adición de espumante permite reducir el tamaño de burbujas hasta un nivel adecuado de operación ($D_B=1-2mm$).



Universidad Técnica Federico Santa María

**EFECTO DE LAS VARIABLES DE OPERACIÓN
EN LA DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE
BURBUJA EN FLOTACIÓN**

Catalina Pino

Juan Yáñatos

Luis Vinnett