



# U-SENSING UNDERFROTH SENSING TECHNOLOGIES



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE

## U-SENSING

es una empresa de base científica y tecnológica, creada por académicos del Departamento de Metalurgia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago, que permite controlar los procesos de flotación de la industria minera por medio de sensores que se sumergen y proporcionan información en tiempo real, sobre las condiciones hidrodinámicas debajo de la espuma producida por las máquinas de flotación.

El desarrollo de esta tecnología surgió de la necesidad de cuantificar, en línea y en tiempo real, variables hidrodinámicas, cuya medición sólo había sido posible realizar en laboratorios y no a escala industrial.

Varios fueron los proyectos que permitieron desarrollar y seguir mejorando la tecnología, entre ellos destacan:

- 2013 Fondef
- 2015 InnovaChile CORFO
- 2017 Fondef
- 2020 Fondecyt

La creación de este spin off, es el resultado de proyectos de investigación aplicada que fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Flotación de la USACH. A ello, se suma el interés demostrado por distintas empresas del sector minero, las que, con sus requerimientos y solicitudes en el área, aceleraron el proceso de conformación de la empresa.

En agosto de 2019 surge **USensing**, buscando comercializar las tecnologías desarrolladas en el laboratorio de flotación de la Universidad de Santiago, incluido el sensor de densidad de pulpa mineral en celdas de flotación.



## PRINCIPIOS DE MEDICIÓN

La empresa U-sensing ha desarrollado un SensorMultivariable, que constituye un avance en la tecnología para la medición de variables relacionadas directamente con el rendimiento metalúrgico.

Este dispositivo consta con un filtro de materiales exógenos a la operación, una celda de exclusión de gas y un flujómetro másico Coriolis. Al ser sumergido en una pulpa mineral aireada, mediante la utilización de su celda de exclusión de gas, induce un flujo de pulpa desaireada en su interior, flujo proporcional a la concentración de aire en la máquina de flotación, de esta forma, con la utilización del flujómetro Coriolis se medirá la concentración de aire, concentración de sólido, densidad de la pulpa, temperatura y viscosidad.



## TECNOLOGÍA

Este dispositivo sumergible se ubica en la zona de colección, es decir, se encuentra sumergido en pulpa aireada, permitiendo la medición en línea y tiempo real de la concentración de aire y sólido en una máquina de flotación.

Se trata de un sensor sumergible, multi-variable que permite medir simultáneamente y en tiempo real:

- **Concentración de aire en forma de burbujas.**
- **Concentración de sólidos en la suspensión.**
- **Viscosidad de la pulpa.**
- **Temperatura.**

Adicionalmente se centra en la caracterización hidrodinámica de las máquinas de flotación, en otras palabras, cuenta con el servicio de medición de tamaño de burbuja, flujo superficial de aire y estimación relativa de surfactante en las agua del proceso.



## PATENTES

Esta tecnología desarrollada por la Universidad de Santiago, está patentada a nivel internacional. El licenciamiento de estas patentes es de exclusividad de USensing al ser un spin off de la Usach.

### ► CONCENTRACIÓN DE AIRE

- Chile (201503017)
- Perú (1937-2016/DIN)
- Brasil (BR1020160235120)
- USA (15/287,667)
- Canadá (2,944,739)
- Australia (2016238965)
- Sudáfrica (2016/06889)

### ► DENSIDAD DE PULPA Y/O CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS

- Chile (201503756)
- Perú (001226-2018/DIN)
- USA (16/067,531)
- Canadá (3,015,574)
- Australia (2016379971)



## APLICACIONES

Esta tecnología, hasta el momento, es única en el mercado y permite medir, por primera vez, variables de operación bajo la espuma, cuestión que aporta a la optimización del rendimiento metalúrgico del proceso de flotación. Entre las principales aplicaciones, destacan:

- Celdas mecánicas auto-aspirantes y de aire forzado.
- Columnas de flotación.
- Sistemas bifásicos y trifásicos.
- Concentración de minerales:
- Cobre
- Zinc
- Hierro
- Molibdeno
- Otros procesos aireados.





## FUNDADORES

### MIGUEL MALDONADO SAAVEDRA

Doctor of Philosophy (Ph.D)  
Electrical Engineering  
Université Laval, Quebec City, Canada

Postdoctoral Fellow (Mineral Processing)  
Department of Mining and Materials  
Engineering.  
McGill University, Montreal, Canadá

Ingeniero Civil Electrónico  
MSc. Ing. Eléctrica  
Universidad de Concepción, Chile

### ALFREDO ARTIGAS ABUIN

Doctor en Ciencias de la Ingeniería  
Mención Ciencia e Ingeniería de Materiales  
Departamento de Ingeniería Metalúrgica  
Universidad de Santiago de Chile

Director Laboratorio SIMET USACH  
Ingeniero Civil en Metalurgia  
Universidad de Santiago de Chile

## VENTAJAS Y BENEFICIOS

El Sensor Multivariable de **U-SENSING** representa una tecnología innovadora como instrumentación para la medición en línea y en tiempo real industrialmente, siendo un sistema de fácil instalación, uso y mantención.

Las ventajas y características del sistema de medición multivariables de **U-SENSING** permiten a los usuarios obtener los siguientes beneficios medibles:

- **Bajos costos de instalación.**  
**Mayor eficiencia del proceso.**
- **Menores costos operativos.**
- **Compatible e integrable con el control avanzado o experto.**
- **Da paso al control, supervisión y optimización de los procesos.**



## CARACTERÍSTICAS

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Diámetros del sensor	8" superior 1" inferior
Largo del sensor	1250 mm
Peso	45 kg
Medición de variables	Directas: Flujo másico, Densidad, Temperatura, Viscosidad. Indirectas: Concentración de aire, Concentración de sólido en peso, Concentración de sólido en volumen.
Rango flujo másico	0 a 18000 kg/h
Máximo error medido flujo másico	+/- 0.1%
Repetitividad flujo másico	+/- 0.05%
Rango densidad	0 a 5000 kg/m <sup>3</sup>
Máximo error medido densidad	+/- 0.5 kg/ m <sup>3</sup>
Repetitividad densidad	+/- 0.25 kg/m <sup>3</sup>
Resolución densidad	+/- 0.0001 kg/m <sup>3</sup> (*)
Rango concentración de sólido	Determinada por la densidad
Resolución concentración de sólido	+/- 0.0000001% (*)
Rango viscosidad	Determinado por la densidad
Resolución viscosidad	+/- 0.00000001cP (*)
Rango concentración de aire	0 a 20 % 0 a 45 %
Resolución concentración de aire	+/- 0.00000001% (*)
Rango temperatura de operación	-50 a +150 °C
Máximo error medido temperatura	+/- 0.5°C +/- 0.005 (T°C)
Repetitividad temperatura	+/- 0.25°C +/- 0.0025 (T°C)
Resolución temperatura	+/- 0.0000001 °C (*)
Output análogos	Dos (2) 4-20 mA
Output digital	Pulso Alarma
Interfaz digital	Terminal Ethernet USB RJ45
Interfaz de comunicación	MODBUS
Display local	LCD
Requerimiento de energía	110 a 220 VAC
Calibración	Una (1)
Mantenimiento	No requiere

(\*) La resolución es obtenida con base a datos experimentales utilizando la interfaz de comunicación MODBUS.

## CONTACTO U-SENSING

Para conversar acerca de las aplicaciones ingenieriles sobre el **SensorMultivariable** u otros servicios relacionados a la caracterización hidrodinámica de circuitos de flotación, comunicarse a:

miguel.maldonado@usensing.cl  
+56 9 5396 3242

alfredo.artigas@usensing.cl  
+569 9703 2842



**U-SENSING UNDERFROTH**  
**SENSING TECHNOLOGIES**



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE