

# COMITÉ DE AUTOMATIZACIÓN PLANTAS (CAP)

DIVISIÓN CHUQUICAMATA

FEBRERO 2026



# AGENDA

Comité de Automatización Plantas DCH

	TEMA	TIEMPO
01	CONTEXTO	03'
02	TRABAJO HASTA LA FECHA	05'
03	POSIBLES DIFICULTADES	05'
04	PROPUESTA DE SOLUCIÓN ALTERNATIVA	05'
05	PRÓXIMOS PASOS	05'



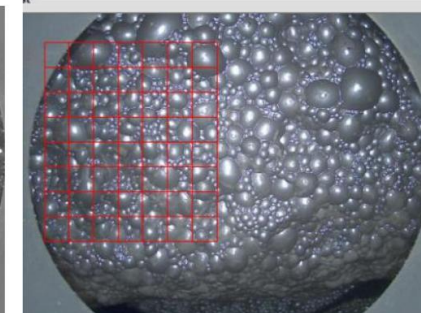
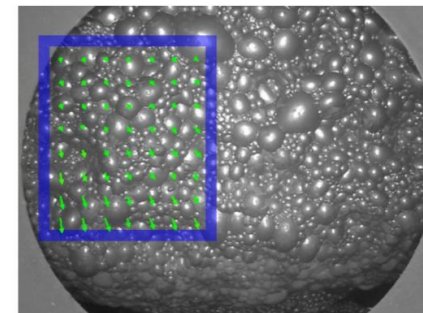
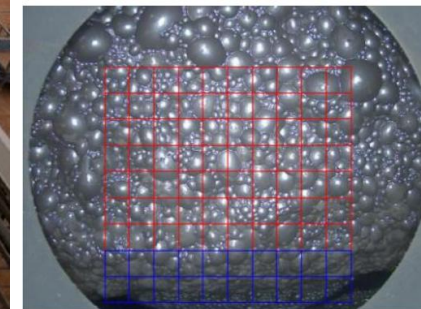
# 1. CONTEXTO

Concepto Clave: **Automatizar**

Necesidad de una forma de controlar la proporción de Burbujas en la Celda de flotación de manera **automática**.

Necesidad de una forma de controlar la proporción de Espuma en la celda de flotación de manera **automática**.

Necesidad de aplicar medida de control cuando las concentraciones no se hayan dentro de los valores Umbral de forma **automática**.



## 2. TRABAJO HASTA LA FECHA



### SCRIPTS IMPLEMENTADOS EN PYTHON CON YOLOV5

Como solución se propone utilizar un modelo de Machine Learning centrado en el procesamiento de imágenes.  
El primer acercamiento se hace con YoloV5 permitiendo detectar objetos con Cajas Delimitadoras.



### ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Como primera tarea, se analizaron los códigos implementados y se comentan. (Sugerencias, Observaciones, Comentarios de funcionamiento).



### POSIBLES DIFICULTADES

Se identifican posibles problemas con el método utilizado.  
Sobreestimación y Subestimación de porcentajes, Dificultad de Lectura de resultados.

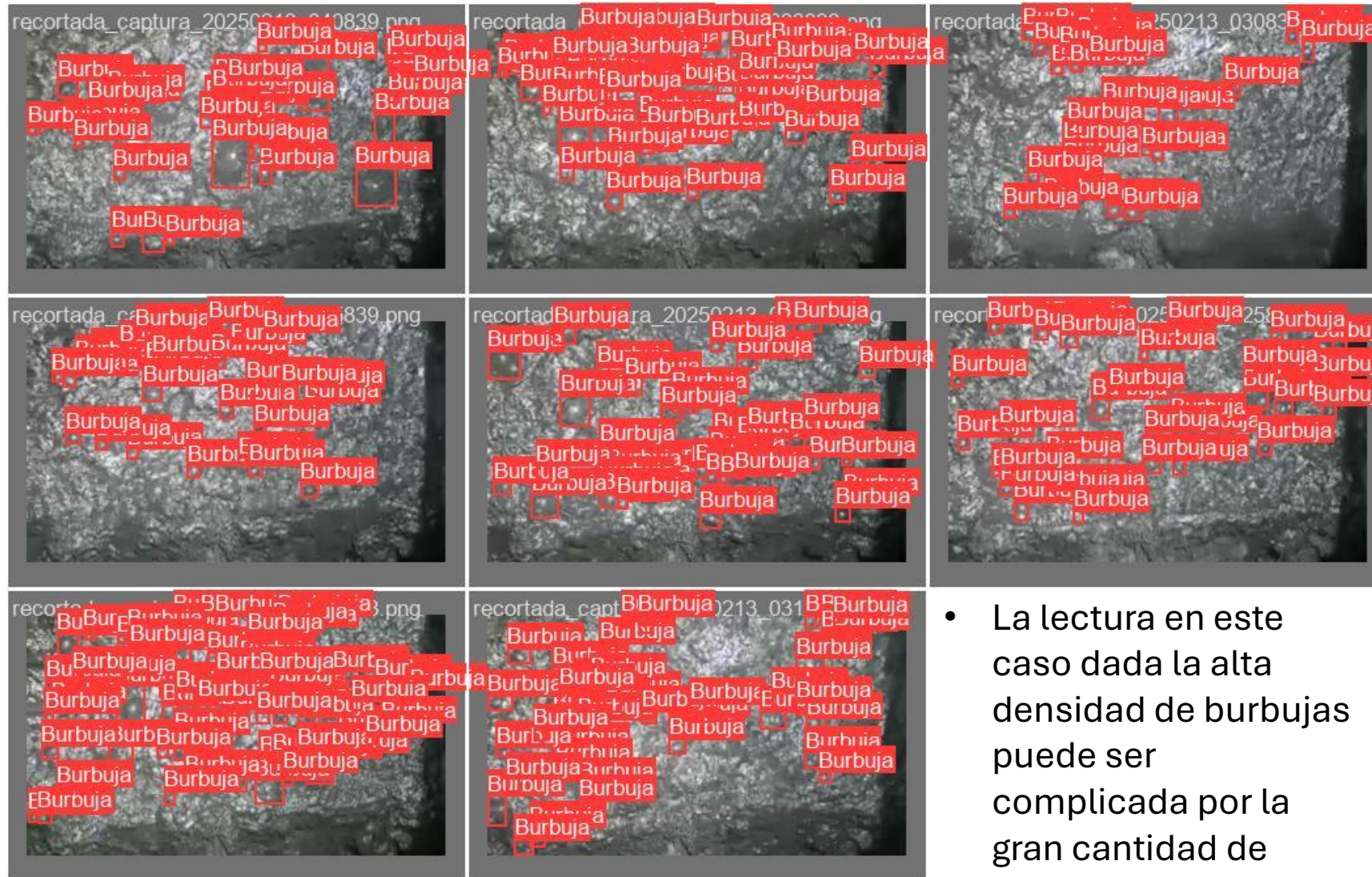


### POSIBLE ALTERNATIVA

Se estudia implementar DeepLabV3+, modelo CNN para Segmentación Semántica en imágenes.



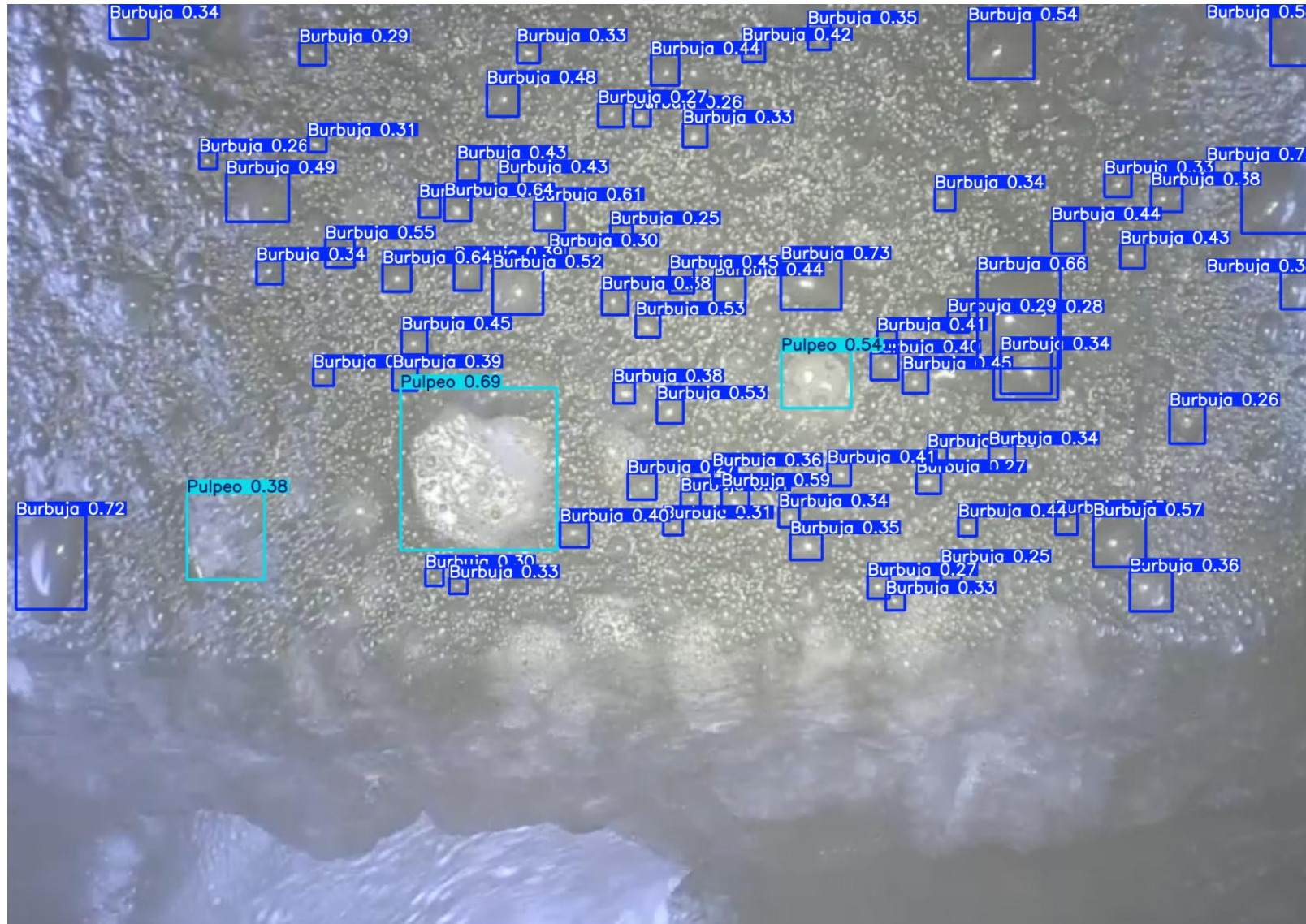
### 3-. POSIBLES DIFICULTADES



- La lectura en este caso dada la alta densidad de burbujas puede ser complicada por la gran cantidad de cajas delimitadoras.



### 3-. POSIBLES DIFICULTADES



- Nuevamente por la alta densidad de Burbujas, existe el solapamiento entre cajas.
- Debido a esto último, el calculo de porcentajes de detección puede verse sobre estimado
- La caja en algunos casos abarca mas o menos del objeto detectado.

## 4. PROPUESTA DE SOLUCIÓN ALTERNATIVA

### SEGMENTACIÓN SEMÁNTICA:

La segmentación semántica es una técnica de visión por computadora que asigna una etiqueta de clase a cada píxel de una imagen, permitiendo una comprensión detallada de la escena.



**Fuente:** FrothSense

En la imagen del lado derecho, la sección roja representa la Espuma y es catalogada como “**Bad**”. La sección verde es catalogada como “**Good**”, esto representa las burbujas. La sección amarilla no aparece catalogada explícitamente pero es parte de los elementos detectados. Se puede entender como la parte exterior de la celda de flotación.



## 4. PROPUESTA DE SOLUCIÓN ALTERNATIVA

### DeepLabV3+

#### ¿Qué es?

- Modelo de Deep Learning, específicamente Redes Neuronales Convolucionales (CNN) para Segmentación Semántica.
- Clasifica cada píxel de la imagen según su categoría.
- Permite identificar regiones completas, no solo objetos individuales.

#### ¿Por qué es relevante para este problema?

- Reduce problemas de sobreestimación por solapamiento de cajas y de subestimación.
- Permite estimar porcentajes reales de espuma y burbujas.
- Entrega una lectura más estable en escenarios de alta densidad.

#### Enfoque Propuesto

- Entrenamiento con imágenes etiquetadas por región (espuma/burbujas/otros elementos). (Para pruebas iniciales, idealmente usar un dataset pequeño).
- Obtención de máscaras de segmentación como salida del modelo.
- Cálculo de métricas basado en área segmentada, no en conteo de objetos.

DeepLabV3+ se presenta como una alternativa que permite una lectura más robusta del estado superficial de la celda de flotación, facilitando una futura automatización del control del proceso.



# 5. PRÓXIMOS PASOS

## 1) Implementación y pruebas iniciales del modelo DeepLabV3+

- ✓ Definición de la estructura general de modelo (pipeline), implementación, entrenamiento con datos de prueba y evaluación preliminar de los resultados obtenidos en distintas condiciones.  
(Datasets pequeños ---> Datasets grandes (data augmentation))

## 2) Definición de métricas de evaluación

- ✓ Establecer métricas basadas en área segmentada (porcentaje de espuma/burbujas) que permitan una lectura más representativa del estado de la celda.
- ✓ Utilizar métricas propias del modelo.

**IoU** : Intersection over Union (Cuantifica el solapamiento entre 2 regiones)

**DSC** : Dice Similarity Coefficient (Cuantifica la similaridad entre lo predicho y la máscara correcta)

## 3) Evaluación y selección del enfoque final

- ✓ Comparar el desempeño de detección por cajas (YOLOv5) y segmentación semántica (DeepLabV3+), considerando precisión, y facilidad de interpretación de resultados.

## 5. PRÓXIMOS PASOS (ADICIONAL)

Si el tiempo lo permite...

### Extra) Análisis del Error Humano

En el proceso de etiquetado con “Labelme” se introduce un porcentaje de error de medición (error humano), esto lleva a que el porcentaje de burbujas puede modelarse como una variable aleatoria inducida por el proceso de etiquetado.

En este contexto, resulta natural considerar herramientas estadísticas como intervalos de confianza o métodos Bootstrap para cuantificar la estabilidad del indicador frente a errores humanos.



# COMITÉ DE AUTOMATIZACIÓN PLANTAS (CAP)

DIVISIÓN CHUQUICAMATA

FEBRERO 2026

