

# Utilización de herramientas de Teledetección para la caracterización de aguas continentales: Lago Titicaca

Procesamiento de datos de Sentinel 2 A/B y Sentinel 3 A/B para evaluar la variabilidad de superficie y niveles para el Lago Titicaca

Claudia Rodriguez Cordova  
Tutores: Jesús Gomez Enri y Teocharis Plomaritis

## INTRODUCCIÓN: EL LAGO TITICACA

El Lago Titicaca es el "Lago Navegable más alto del mundo"

Área de la cuenca: 8 562 km<sup>2</sup>

Altimetría: 3 809.5 msnm

Clima frío

Temperatura mínima: -1 °C

Temperatura máxima: 19 °C

Precipitación anual

Máxima: 1 200 mm

Mínima: 500 mm



Figura 1. Ubicación del Lago Titicaca.

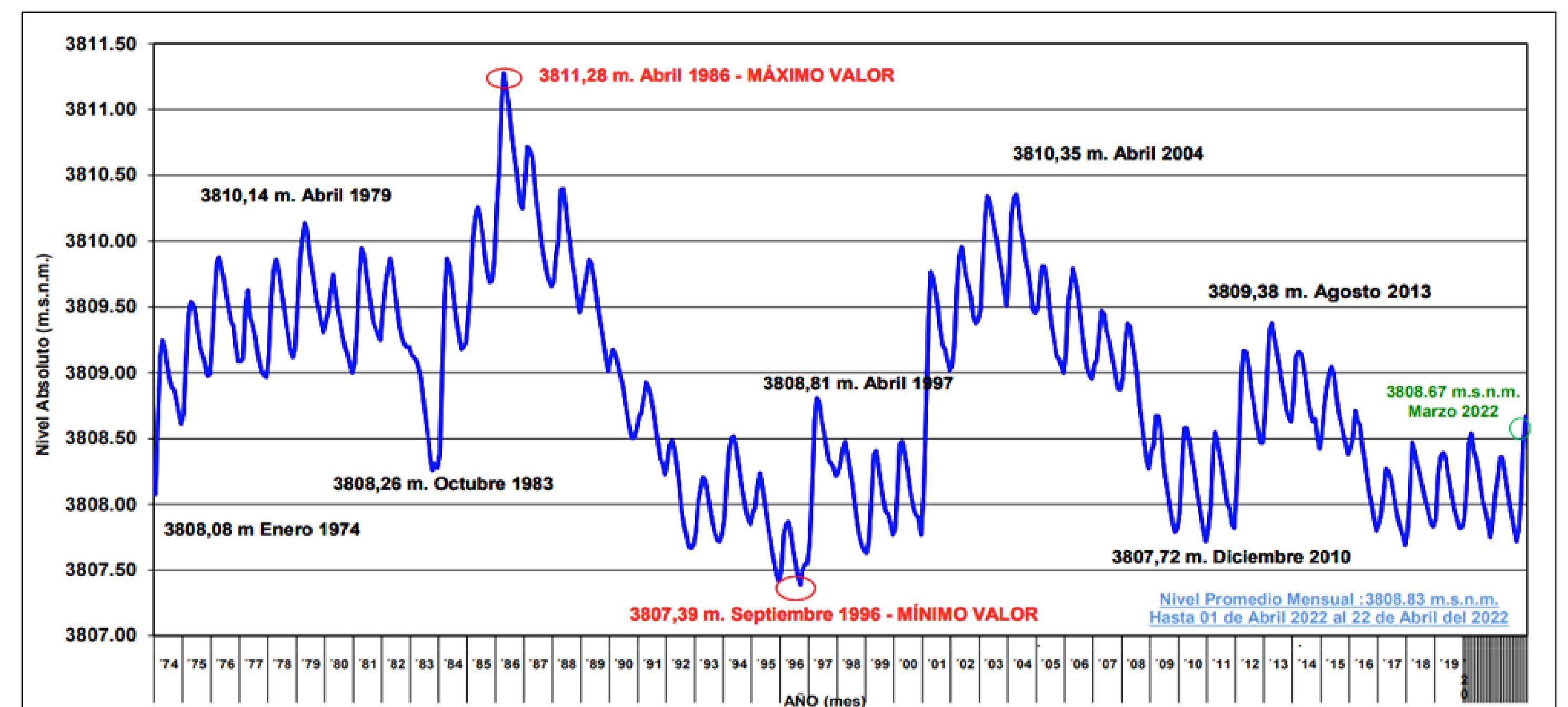


Figura 2. Niveles medios mensuales para el Lago Titicaca (1974-2022) en la estación hidrológica "Huatajata" (Bolivia).

## METODOLOGÍA

Altimetría

Sentinel 3  
(2016/2018)



- S3A 117
- S3A 381
- S3B 381
- S3B 174
- S3B 053

### Alcance corregido

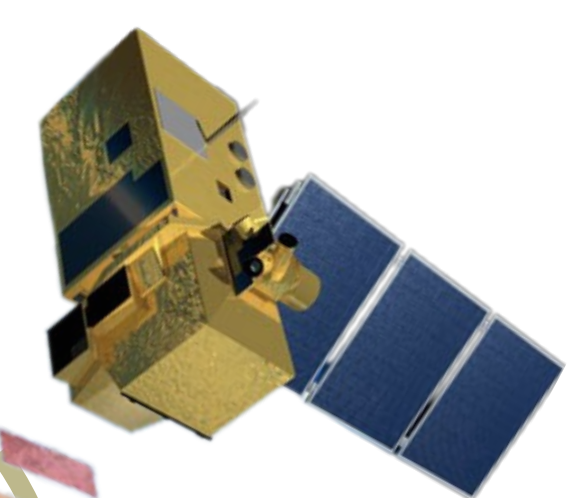
Alcance + Corrección troposférica húmeda + Corrección troposférica seca + Corrección ionosférica

### Altura superficie observada

Órbita - Alcance corregido

### Superficie observada residual

Altura de la superficie observada -  
Geoide - Altura marea terrestre -  
Altura marea polar



Sentinel 2  
(2015/2017)

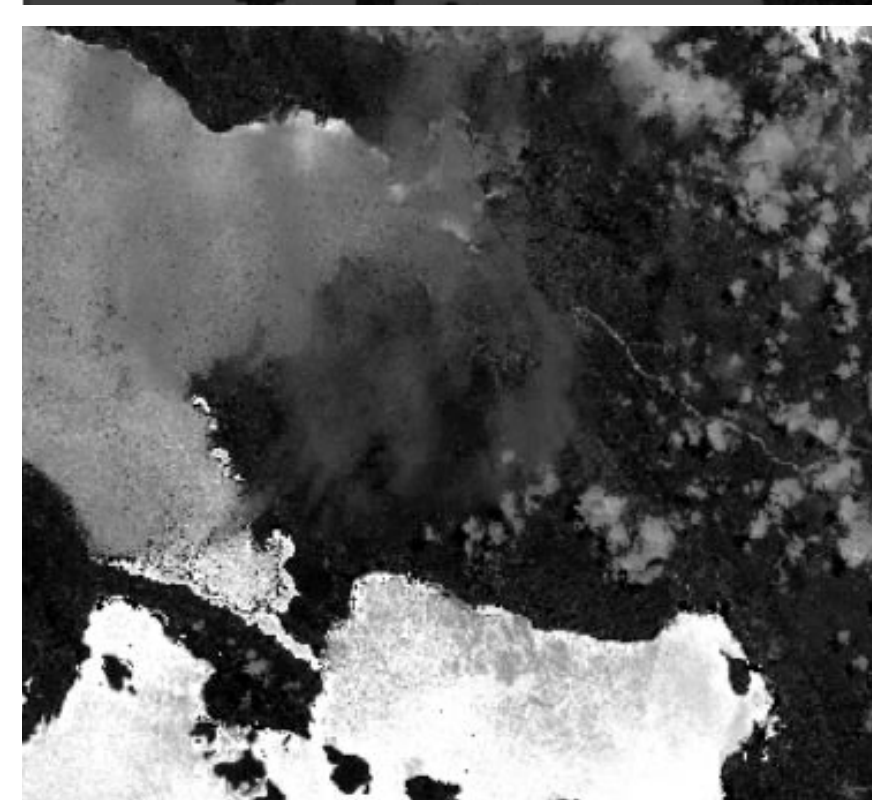
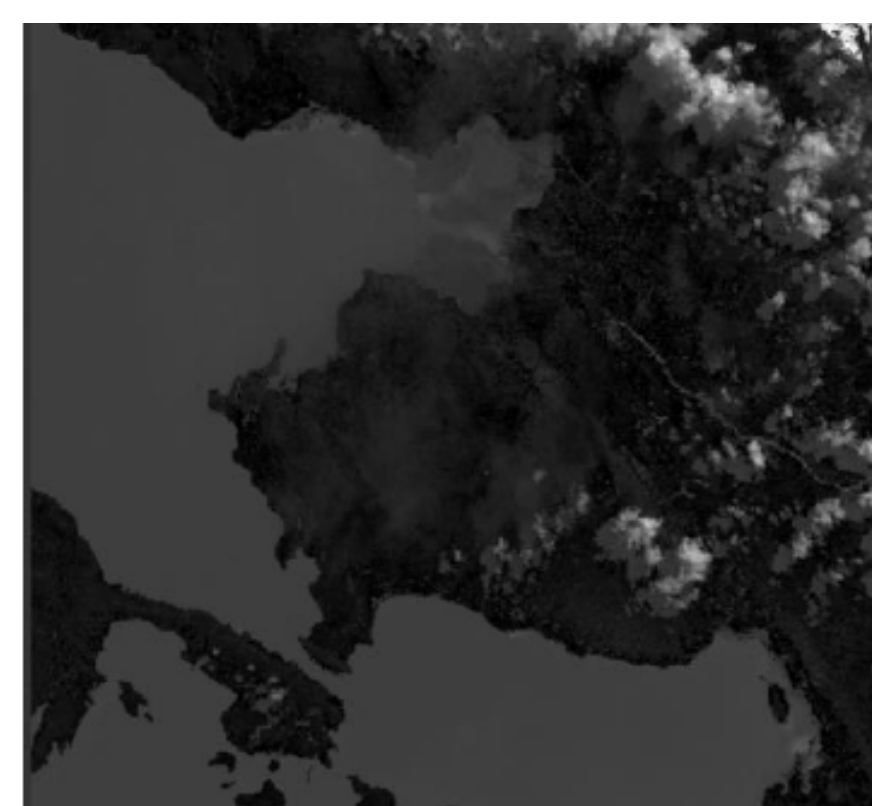


Figura 3. Comparación de AWEI (arriba) y MNDWI (abajo)

AWEI:

$$(B2 + (2.5 * B3) - (1.5 * (B8 + B11)) - (0.25 * B12))$$

MNDWI:

$$(B3 - B11) / (B3 + B11)$$

## RESULTADOS

### Superficie observada residual del Lago Titicaca

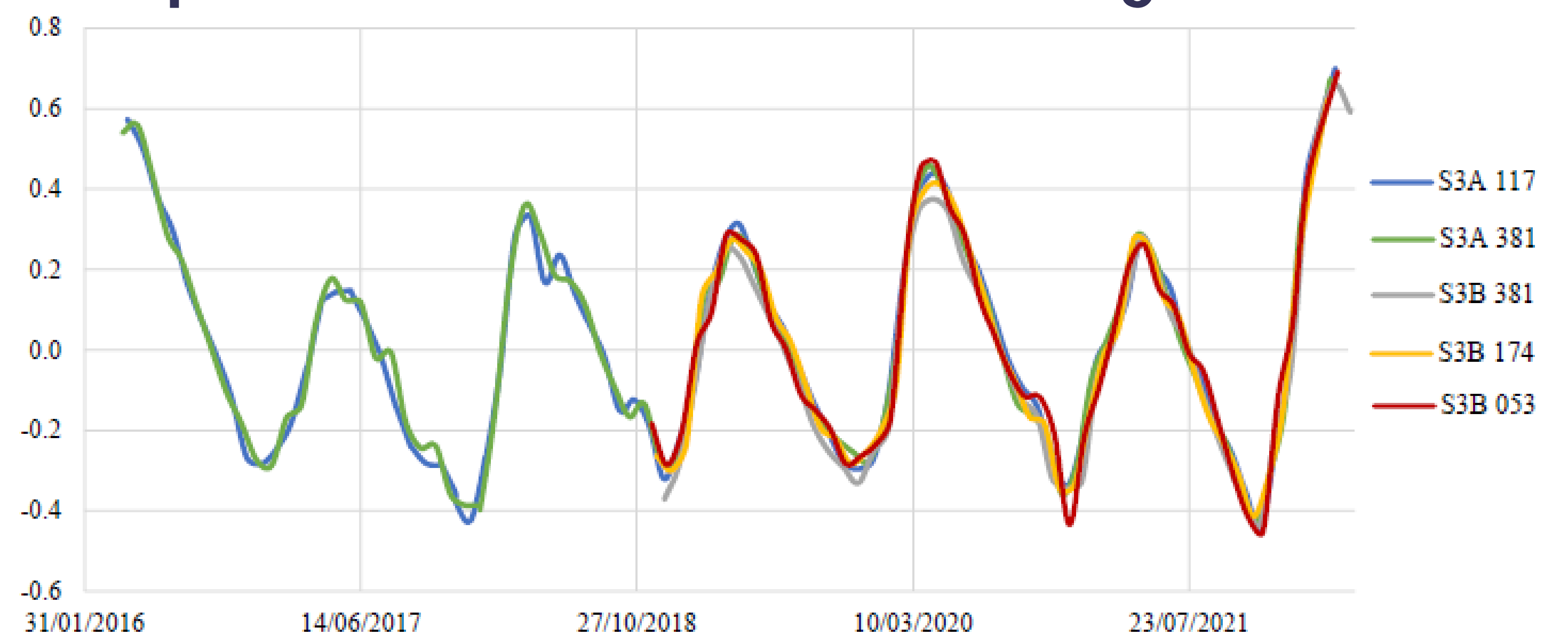


Figura 4. Representación de la variación de nivel del lago respecto a la media.



Figura 5. Imagen con píxeles de valor 1 en blanco representando agua.

Área (km<sup>2</sup>)

02/04/2018	1 230.3185
07/01/2019	1 167.6385
23/03/2019	1 172.1217
23/12/2019	1 176.8608
11/04/2020	1 240.3538
12/12/2020	1 158.5956
16/04/2021	1 217.4881
22/11/2021	1 168.7679
11/04/2022	1 232.0093

Tabla 1. Valores de superficie calculados para cada fecha disponible

## CONCLUSIONES

1. Los datos de superficie y altimetría obtenidos se correlacionan y complementan los datos históricos de la estación Huatajata.
2. Se esandariza el proceso de obtención de datos satelitales para este tipo de caracterización de aguas continentales.
3. Se confirma la posibilidad de utilizar esta herramienta semiautomática para seguir el monitoreo del Lago Titicaca y otros cuerpos de agua continentales que no tengan la posibilidad de obtener datos in-situ.

### Variación de superficie y nivel del lago Titicaca

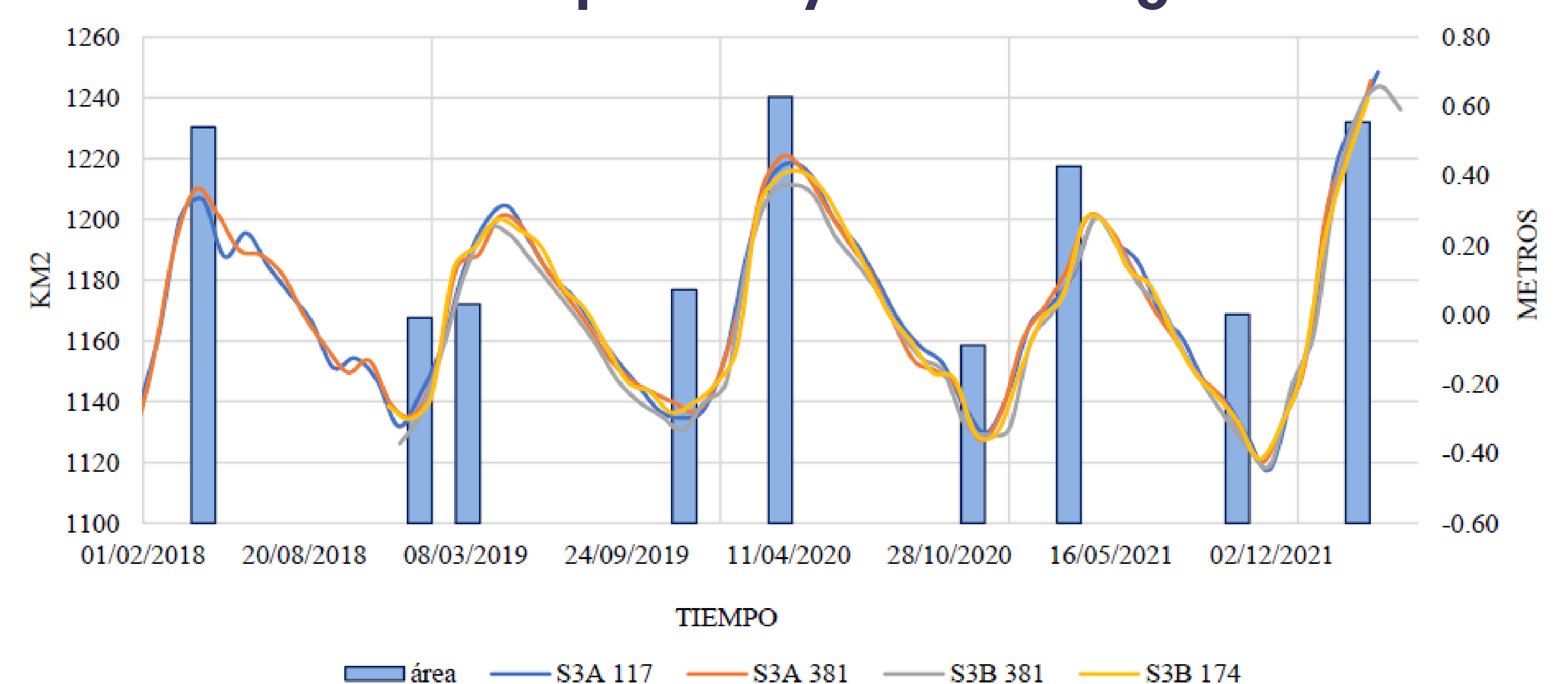


Figura 6. Comparación de los resultados de área y nivel obtenidos.