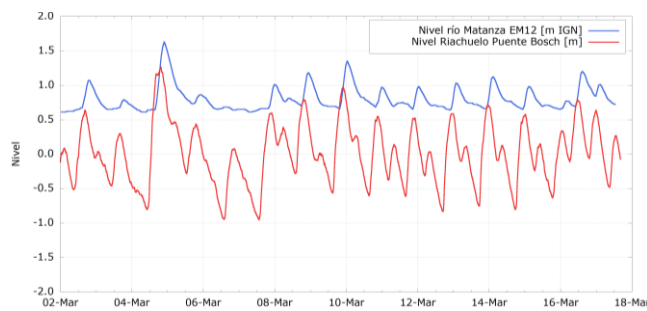


# Aforos de ríos y arroyos en la Cuenca Matanza-Riachuelo

## Informe 06 – Informe Asistencia Técnica Sensores Automáticos



Programa Hidráulica Computacional – Subgerencia Laboratorio de Hidráulica  
Instituto Nacional del Agua

Proyecto INA 407  
Informe LHA 06-407-23  
Ezeiza, junio de 2023

## **Equipo de trabajo (por orden alfabético)**

*Programa Hidráulica Computacional – Subgerencia Laboratorio de Hidráulica – Instituto Nacional del Agua*

Dr. Ing. Pablo E. García | Ing. Santiago Guizzardi | Ing. Leandro Kazimierski | Ing. Marina Lagos | Mayra Morale | Lic. Nicolás Ortiz | Msc. Ing. Mariano Re | Ing. Martín Sabarots Gerbec | Marina Sarti

*Subgerencia Centro de la Región Semiárida – Instituto Nacional del Agua*

Msc. Ing. Ana I. Heredia Ligorria

## **Informe realizado por:**

Pablo E. García

Nicolás Ortiz

Mayra Morale

## Tabla de contenido

1. Introducción .....	4
1.1. Informe Asistencia Técnica Sensores Automáticos.....	5
2. Asistencia Técnica en la operación de Sensores Automáticos.....	6
2.1. Relevamientos.....	9
2.2. Análisis de datos.....	11
2.3. Análisis de consumo de baterías.....	14
2.4. Conclusiones y recomendaciones .....	15

# 1. Introducción

El monitoreo de parámetros ambientales dentro de la Cuenca Matanza Riachuelo (CMR) es de suma importancia para la definición de acciones a realizar por la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) en búsqueda de cumplir los objetivos propuestos en el Plan Integral de Saneamiento Ambiental (PISA).

Los estudios de la calidad de agua superficial y subterránea, sedimentos y aire, se llevan a cabo en la red de estaciones de monitoreo puntual y continuo extendidas a lo largo de toda la CMR. Toda la información obtenida a partir de dichos estudios constituye un conjunto de herramientas de gestión fundamental para evaluar las acciones planificadas en materia de reducción de las fuentes de contaminación tienen sobre la calidad ambiental de la Cuenca.

Para monitorear la calidad del agua superficial, ACUMAR estableció una red que incluye puntos sobre el río principal Matanza Riachuelo, sus afluentes, distintos arroyos a lo largo de la extensión aguas arriba y hasta sus nacientes, involucrando a las 14 subcuencas que conforman la Cuenca Hídrica del Matanza Riachuelo.

El presente proyecto tiene por objetivo principal darle continuidad al monitoreo integrado y simultáneo de calidad de agua superficial y caudales que viene realizando la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) en forma sistemática desde el año 2007. Para eso se plantean 2 Campañas de aforos en diferentes estaciones de la red.

Los aforos previstos para cada una de las Campañas se efectuarán utilizando diferentes técnicas, entre las que se destacan aquellas que utilizan tecnología Doppler como es el caso de ADV (*Acoustic Doppler Velocity*) y ADCP (*Acoustic Doppler Current Profilers*) y una nueva tecnología de medición indirecta de velocidades superficiales del agua, a partir de la utilización de cámaras terrestres, aéreas e incluso radares, que permiten estimar caudales líquidos mediante el postprocesamiento de los videos registrados. Para esta última tecnología, denominada velocimetría por imágenes, se usará como algoritmo de análisis el denominado '*Large Scale Particle Image Velocimetry*' (LSPIV).

Adicionalmente a las campañas mencionadas previamente, durante el Proyecto se realizarán una serie de aforos especiales, que buscarán registrar las ondas de crecida en diferentes cursos de agua, con el objetivo principal de ampliar, mejorar y/u optimizar las curvas de relaciones altura-caudal (HQ) que posee la ACUMAR.

También se brindará una Asistencia Técnica relacionada a la operación de sensores automáticos de nivel que serán instalados por ACUMAR.

### **1.1. Informe Asistencia Técnica Sensores Automáticos**

En el presente informe se describen las actividades realizadas en el marco de la Asistencia Técnica (previsto en el Convenio Específico Nº13) para el control, operación y mantenimientos de los sensores de nivel automáticos instalados por ACUMAR en diversos cursos de la cuenca.

## 2. Asistencia Técnica en la operación de Sensores Automáticos

Durante el último tiempo ACUMAR instaló cuatro sensores de medición automática de niveles en la cuenca (en concordancia con las estaciones de monitoreo EM01, EM03, EM08 y EM12) (ver Figura 2.1 y Figura 2.2). Las fechas de instalación (o re instalación) se detallan en la Tabla 2.1. Al momento del presente informe (junio de 2023), los cuatro sensores se encontraban operativos. A continuación se hace un resumen de las actividades realizadas en el marco de la presente Asistencia Técnica.

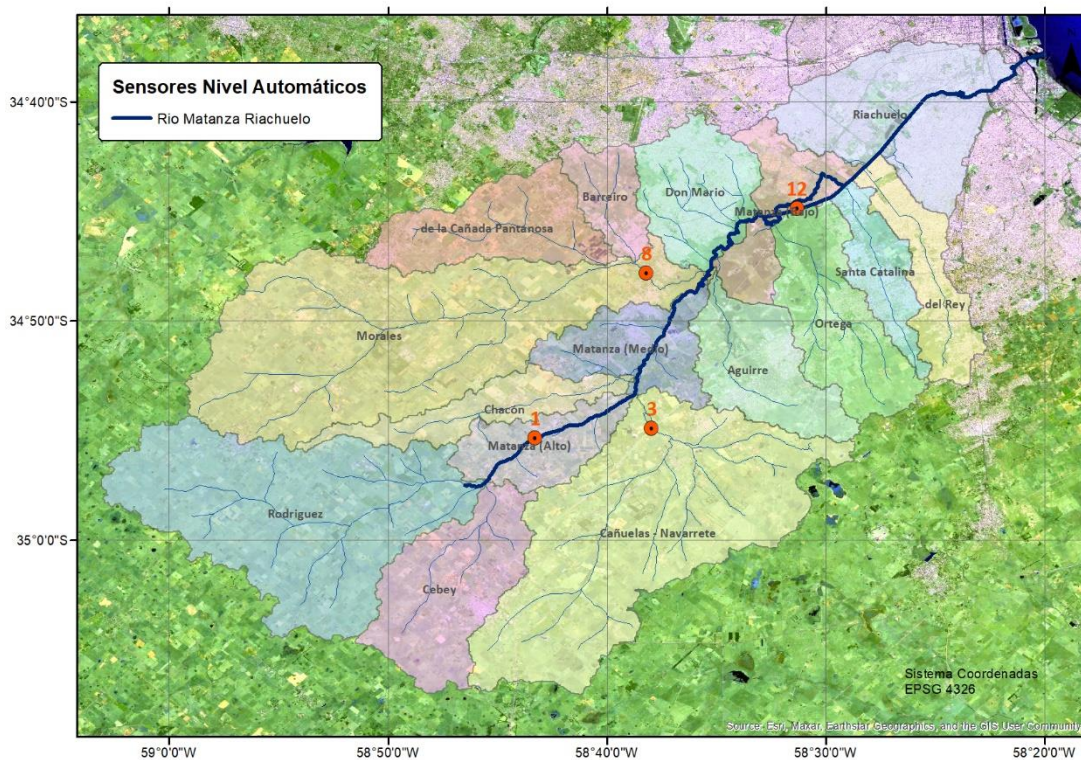


Figura 2.1. Ubicación de los sensores de niveles automáticos instalados por ACUMAR.



a) EM 01



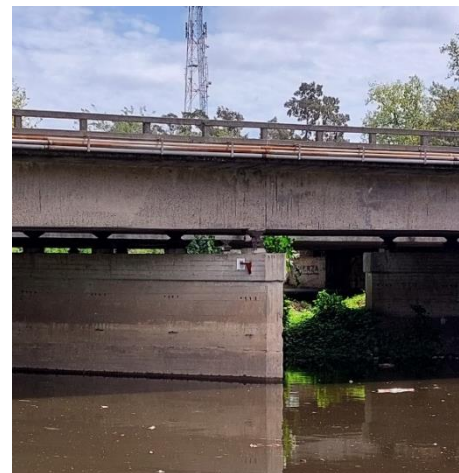
b) EM 03



c) EM 08



d) EM 12. Instalación original.



e) EM 12. Re instalación sensor.

Figura 2.2. Instalación y detalle de los sensores automáticos de nivel.

Tabla 2.1. Fechas de instalación (o re instalación) de los sensores automáticos de nivel.

Estación		Fecha Instalación	Fecha re instalación	Observaciones
N°	Código			
01	MatyRut3- 1	27/9/2022	-	-
03	ArroCanu- 3	13/1/2023	12/4/2023	El equipo dejó de transmitir el 19/2/2023. Es por eso que el día 12/4/2023 se sustituyó el sensor original por uno nuevo
08	ArroMora- 8	27/2/2023	-	-
12	AutoRich- 12	27/2/2023	30/04/2023	El día 30/4/2023 se realizó una corrección de la instalación: mediante una ménsula metálica se separó el equipo unos 60 cm aproximadamente, respecto de la pila del puente desde donde estaba instalado originalmente el sensor. Este corrimiento fue para evitar interferencias entre la señal emitida por el sensor y la estructura de la pila.

## 2.1. Relevamientos

Tal como se muestra en Figura 2.3, se procedió a relevar los niveles de agua en las secciones donde se instalaron los equipos, de manera de poder vincular las mediciones de los sensores para informar niveles en cotas IGN. En la Tabla 2.2 se muestra el detalle de las cotas de niveles de agua relevadas, la distancia medida por el sensor (distancia entre el sensor y la superficie del agua) al momento del relevamiento de niveles y la cota (en m IGN) de la ubicación del sensor (dato que debe ser incorporado al panel de los sensores para que los mismos informen directamente cotas de niveles en m IGN).

Tabla 2.2. Relevamientos de niveles de agua donde se instalaron sensores automáticos de nivel.

Estación		Fecha	Cota Nivel relevado por INA	Distancia medida por el sensor	Cota Sensor
N°	Código	-	[m IGN]	[m]	[m IGN]
01	MatyRut3- 1	22/03/23	10,66 ± 0,05	5,02	15,68 ± 0,05
03	ArroCanu- 3	18/04/23	7,30 ± 0,05	6,38	13,68 ± 0,05
08	ArroMora- 8	29/03/23	4,35 ± 0,05	4,41	8,78 ± 0,05
12	AutoRich- 12	09/03/23	0,68 ± 0,05	4,38	5,06 ± 0,05
12	AutoRich- 12	30/04/23	1,99 ± 0,05	3,33	5,32 ± 0,05



a) EM03



b) EM08

Figura 2.3. Relevamiento del nivel de agua.

## 2.2. Análisis de datos

Se analizaron las series de registros de los 4 sensores. Se destaca que los datos provistos por el sensor de la EM03 se discontinúan a partir del 19/02/2023 a las 18:45 hs y vuelven a estar disponibles a partir del 12/04/2023 a las 18:00 hs.

Yendo específicamente a las series de niveles, se observó que los valores registrados en la EM01, EM03 y EM08 presentan comportamientos esperables.

La serie registrada por el sensor ubicado en la EM12 presentaba un comportamiento anómalo. En la serie se observaron registros que no se corresponden con la variación propia de los niveles del río Matanza (ver Figura 2.4). Este comportamiento es explicado por la ubicación del sensor, que se encontraba fijado a una pila del puente de la Autopista Richieri (ver Figura 2.2.d). Los sensores de ultrasonido emiten un cono de señal, que en este caso rebota en algunos casos con la estructura del puente, mostrando resultados erróneos. Si se analiza la serie del 02/03/2023 al 20/03/2023, se concluye que el 11% de los datos registrados son erróneos. Esto motivó que el día 30/04/2023 se reinstalara el sensor con una nueva estructura, para alejar al mismo de la pila del puente, tal como se puede ver en la Figura 2.2.e. A partir de esta nueva ubicación del sensor, los datos registrados por el mismo no muestran valores anómalos.

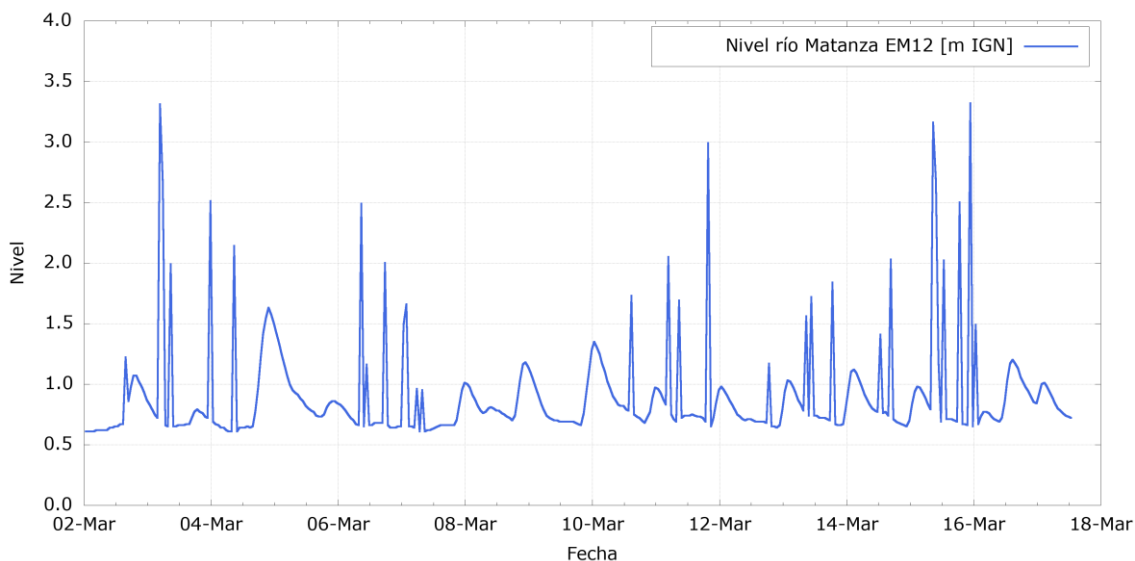


Figura 2.4. Serie de niveles registrados en el sensor de la EM12 antes de la reinstalación del sensor.

Otro comportamiento interesante que se observa en la serie del sensor de la EM12 es la influencia del nivel del Río de la Plata en los niveles del río Matanza a la altura del puente de la Au. Riccheri. Esto se presenta en la Figura 2.5 (en este caso la serie del sensor de la EM12 tiene filtrados los datos espurios mencionados en el párrafo anterior). En la misma figura también se muestran los niveles que se registran en la boca del Riachuelo a la altura del puente Bosch (sensor instalado por la empresa Control Ecológico SA, responsable de la limpieza del espejo de agua en dicha zona). Se puede observar una fuerte correlación entre los picos observados en las cercanías de la boca del Riachuelo (estos picos se corresponden a la marea astronómica y a una

Sudestada que se desarrolló el día 5 de marzo). Se observa adicionalmente que el tiempo de traslado de la onda desde Puente Bosch hasta la EM12 varía entre 2 y 4 horas.

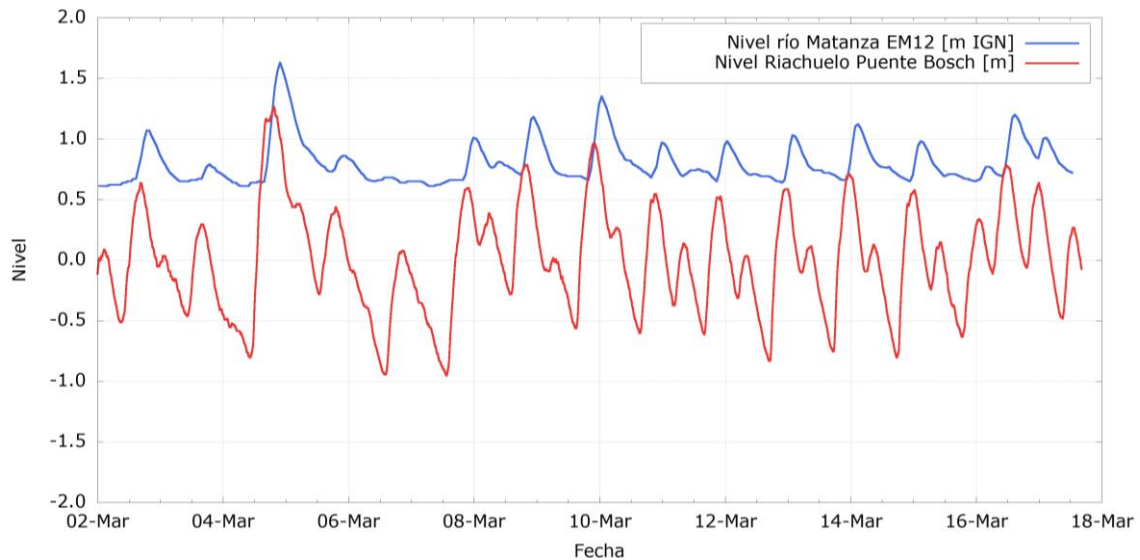


Figura 2.5. Serie de niveles filtrados en la EM12 (línea azul) y serie de nivel en el Riachuelo en el cruce con el Puente Bosch (rojo).

Entre los datos registrados por los cuatro sensores se destaca la crecida ocurrida (tanto en el curso principal de la cuenca como en varios arroyos de la misma) a partir del día 26/05/2023 producto de las fuertes lluvias registradas en la cuenca (ver Figura 2.6). La crecida hizo elevar varios metros los niveles en los cursos de agua (2,5 m en la EM01; 3,5 m en la EM03; 2 m en la EM08 y 3 m en la EM12). Los niveles observados por los sensores se presentan en la Figura 2.7. En dicha figura se observa que la duración registrada de la crecida fue de dos días para los sensores de cuenca alta (en las Estaciones EM01 y EM03) mientras que en los sensores de las Estaciones EM08 y EM12, los cursos de agua tardaron 4 días en volver a sus niveles originales. Los niveles registrados en la EM08 están influenciados por los niveles del río Matanza (altos niveles del Matanza impiden el libre escurrimiento del A<sup>o</sup> Morales, generándose un efecto de remanso).

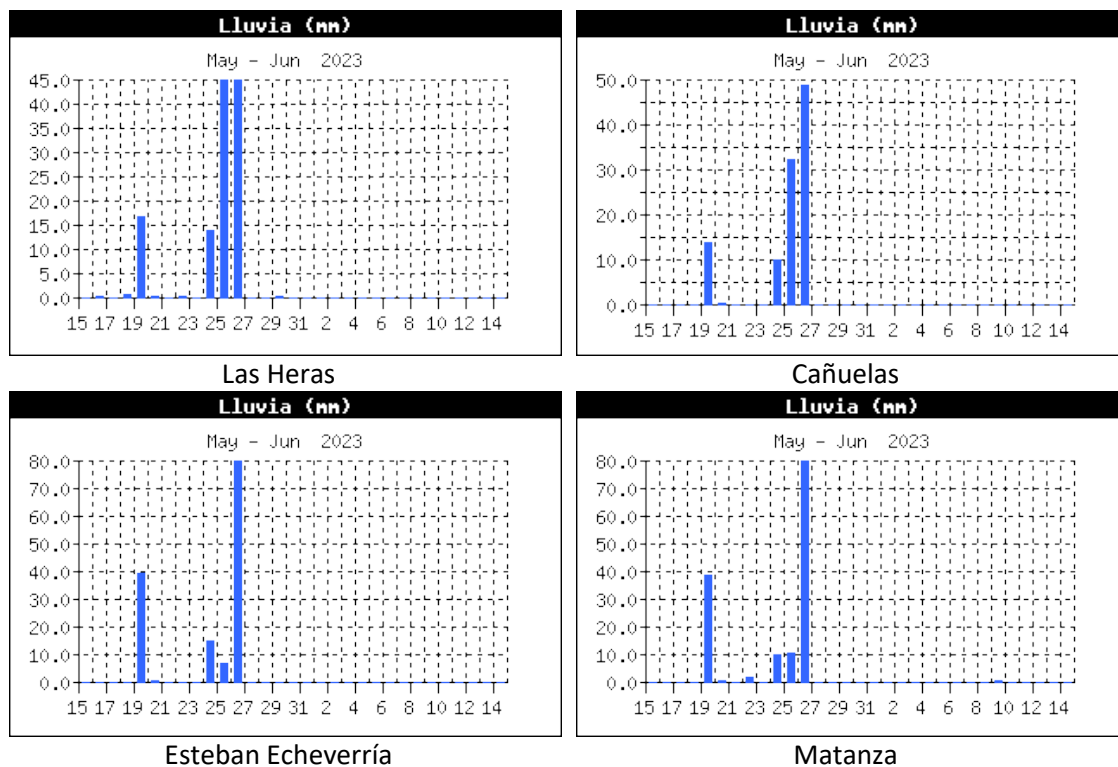


Figura 2.6. Precipitaciones registradas en la red de pluviómetros de ACUMAR

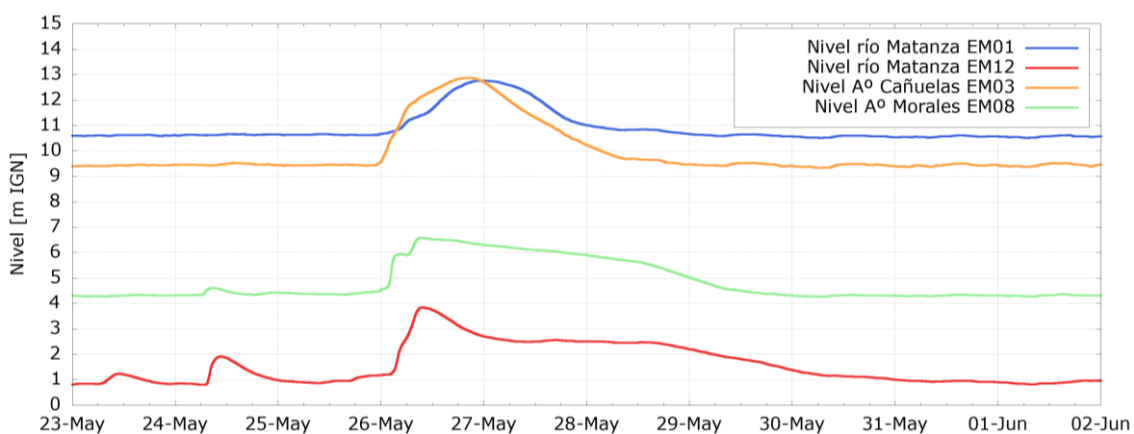


Figura 2.7. Niveles registrados en la crecida del 26/05/2023 – 30/05/2023.

Como se mencionó en la sección anterior, el sensor instalado en la EM03 dejó de transmitir el 19/2/2023 y volvió a estar operativo el día 12/4/2023 (cuando se sustituyó el sensor original por uno nuevo).

A modo de corolario de este análisis (sumado a las fechas de reinstalación de algunos equipos, las fechas donde se relevaron las cotas de los sensores y la actualización de estas últimas en la configuración de los equipos), se presenta en la Tabla 2.3 el período de validez de los datos registrados en cada estación.

Tabla 2.3. Rango de validez de los datos informados por los sensores.

Estación		Período validez de los registros	Observaciones
N°	Código		
01	MatyRut3- 1	-	Debería actualizarse la cota del terreno incluida en la configuración del equipo
03	ArroCanu- 3	-	Debería actualizarse la cota del terreno incluida en la configuración del equipo
08	ArroMora- 8	11/4/2023 - actualidad	-
12	AutoRich- 12	30/4/2023 - actualidad	-

### 2.3. Análisis de consumo de baterías

El consumo de las baterías depende principalmente de la frecuencia de medición y de la frecuencia de transmisión de los datos. En el período que llevan instalados los sensores se probaron diferentes combinaciones de estos parámetros y se determinó el consumo porcentual diario de las baterías. Estos consumos se muestran en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Consumo baterías promedio para diferentes frecuencias de transmisión y medición.

Frecuencia medición	Frecuencia transmisión	Consumo porcentual batería	Vida útil estimada*
[min]	[min]	[% batería/día]	[días]
15	15	1,00	100
15	30	0,40	250
30	30	0,19	520
30	360 (6 hs)	0,09	1110
30	720 (12 hs)	0,065	1500
60	60	0,15	650
60	360 (6 hs)	0,08	1250

\*Esto asume que la batería funciona de igual manera durante toda su vida útil, lo cual es una hipótesis optimista. Los valores informados seguramente sobreestimen la vida útil real de las baterías.

El consumo de baterías de los cuatro sensores se muestra en la Figura 2.8. Se puede ver en la misma, cambios de pendiente en la trayectoria de consumo, esto se debe a las diferentes configuraciones de frecuencia en la medición y transmisión utilizadas en el período de registro.

La configuración óptima en las frecuencias de medición y transmisión dependen del objetivo que se persiga con el dato registrado. Si lo que se busca es analizar y caracterizar la dinámica hídrica de la cuenca (ya sea para comprender su funcionamiento o para tener información de base que sirva de sustento para calibrar modelos hidrológicos-hidráulicos) mediciones cada una

hora y transmisión cada 12 o 24 horas, parece más que suficiente. Si el objetivo busca hacer un seguimiento de eventos de crecida (como parte de un sistema de alerta temprana), se recomienda tener mediciones y transmisiones cada 15 o 30 minutos.

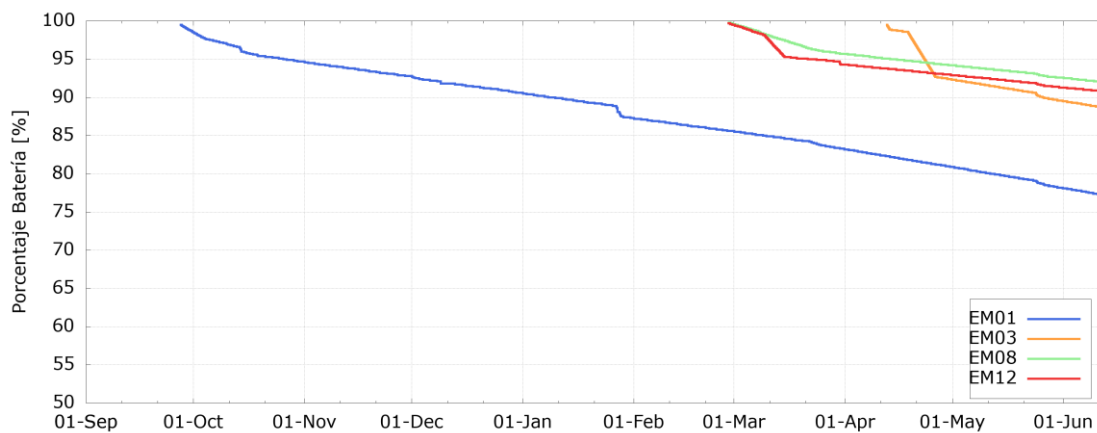


Figura 2.8. Consumo baterías.

## 2.4. Conclusiones y recomendaciones

Con las actividades llevadas a cabo hasta el momento, ya se pueden ajustar los registros de los sensores ubicados en la EM01, EM03, EM08 y EM12 a fin de que los mismos informen los niveles en cotas IGN.

En análisis de la serie de niveles medidos en la EM12 determinó la necesidad de reinstalar el sensor de dicha Estación para evitar registros de niveles anómalos, producto del rebote de la señal de ultrasonido con la estructura.

Del análisis de las series de niveles medidas se destaca también la influencia de los niveles del Río de la Plata en los registros de la EM12. A su vez se observó que el traslado de la onda desde la boca del Riachuelo hasta la EM12 varía entre 2 y 4 horas.

Con los registros de la crecida ocurrida entre los días 26/05/2023 y 31/05/2023 se pudo analizar la duración de la misma, el tiempo de respuesta de los diferentes cursos de aguas monitoreados y los efectos de remanso generados (visibles en los niveles registrados en la EM08).

Se hizo un análisis de consumos de baterías (y estimación de la vida útil de las mismas) de los sensores automáticos de niveles para diferentes configuraciones de frecuencia en la medición y transmisión de los datos. Estos datos sirven para gestionar la configuración de los equipos, en virtud de los objetivos buscados con ese monitoreo automático de niveles.

Por último, se recomienda verificar regularmente (cada 15 a 30 días) las series de niveles registradas, a fin de detectar mediciones erróneas, comportamientos anómalos en los sensores o si los mismos dejaron de estar operativos. De la misma manera, se recomienda comprobar periódicamente las cotas de ubicación de los mismos (con frecuencia de 1 a 2 años).