

## AVANCES EN EL PROGRAMA DE MONITOREO HIDROMETEOROLÓGICO: PROPUESTA DE MEJORA DE LA RED PLUVIOMÉTRICA DE LA PLATA

Andrade Macias Foti, Paula<sup>1</sup>; Caruso, Iara S.<sup>1</sup>; Andrada Frau, Federico<sup>2</sup>; Espil Nosa, Francisco<sup>2</sup>; Garat, Fermín I.<sup>2</sup>; y Bianchi, Guillermo J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Alumnas de PPS de la carrera de Ingeniería Hidráulica, FI-UNLP

<sup>2</sup> Becarios Alumnos del Grupo InfoMET - UIDET Hidrología - Dto. Hidráulica, FI-UNLP

<sup>3</sup> Coordinador Grupo InfoMET - UIDET Hidrología - Dto. Hidráulica, FI-UNLP

UIDET Hidrología, Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP Calle 47 N° 200, Piso 1, Oficina 3, La Plata - Tel. 0221-427-5223

[contacto.infomet@gmail.com](mailto:contacto.infomet@gmail.com) ; [guillermo.bianchi@ing.unlp.edu.ar](mailto:guillermo.bianchi@ing.unlp.edu.ar)

Palabras clave: PPS, precipitaciones, red hidrometeorológica, La Plata

### INTRODUCCIÓN

El trabajo describe experiencias y avances científico-tecnológicos resultantes de las actividades desarrolladas por dos alumnas, en el marco de la Práctica Profesional Supervisada (PPS). Las tareas se realizaron en el segundo semestre del año 2020 bajo la supervisión del grupo InfoMET, perteneciente a la UIDET del área Hidrología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata.

El trabajo fue realizado enteramente bajo la modalidad virtual, teniendo como objetivo general dar continuidad a los desarrollos antecedentes del grupo [Ref. 1] [Ref.3] y en particular abordar nuevas conclusiones en el análisis de las estaciones existentes en la región de La Plata y sus alrededores relacionado con su problemática hídrica [Ref. 2]. Como experiencia de PPS, permitió la apropiación de conocimientos adquiridos en diagnósticos preliminares sobre la problemática de las redes de medición y al mismo tiempo proyectar nuevas conclusiones en la investigación.

La actividad desarrollada aquí tiene que ver con la continuación del trabajo “AVANCES EN EL PROGRAMA DE MONITOREO HIDROMETEOROLÓGICO: ANÁLISIS DE ESTACIONES DE LA PLATA EN FORMA NO PRESENCIAL”; esta etapa comprende el análisis de la distribución espacial de las estaciones existentes en la región de La Plata y Gran La Plata, con el fin de proponer la ubicación de una nueva estación meteorológica.

### DESARROLLO Y DISCUSIÓN

En esta etapa se analizó la distribución y densidad espacial de las estaciones meteorológicas existentes en la Ciudad de La Plata, con el fin de determinar qué zonas quedan desprovistas de registros. Con base en los criterios de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) se propone la ubicación de nuevas estaciones donde se consideren necesarias.

La OMM tiene como principal finalidad facilitar la cooperación mundial para crear redes de estaciones que efectúen observaciones meteorológicas, para favorecer la creación y el mantenimiento de centros encargados de prestar servicios meteorológicos. Se encarga también de fomentar la normalización de las observaciones meteorológicas y de asegurar la publicación uniforme de estas observaciones y estadísticas.

Para normalizar las prácticas y procedimientos meteorológicos, el Congreso Meteorológico Mundial adopta disposiciones integradas en un Reglamento Técnico. En él se estipulan los métodos y procedimientos meteorológicos que los países Miembros de la Organización deben aplicar. Los criterios para toda red de observación propuestos por la Guía del Sistema Mundial de Observación de la OMM son los siguientes: a) el emplazamiento de cada estación debe ser representativo de las condiciones existentes tanto en el espacio como en el tiempo; b) la separación de las estaciones y los intervalos entre las observaciones deben corresponder con

la resolución espacial y temporal deseada de las variables meteorológicas que han de medirse u observarse; y c) el número total de estaciones debe, por razones de economía, ser tan pequeño como sea posible, pero tan grande como se precise para satisfacer las distintas necesidades.

En teoría, las diferentes propiedades de una masa de aire deben ser observadas en una estación dentro de un área lo más pequeña posible, aunque los instrumentos deben estar instalados de tal modo que no afecten recíprocamente a sus correspondientes mediciones. Al elegir el emplazamiento adecuado de una estación se pretende obtener datos que sean representativos de un área mayor. Un punto perfecto, en lo que respecta al tiempo, exigiría que todas las mediciones y observaciones visuales en todas las estaciones se efectuasen en el mismo momento. No obstante, como no es posible efectuar todas las medidas simultáneamente en cada estación, esto se hará dentro del período de tiempo más corto posible [Ref. 4].

La separación entre las estaciones debe permitir obtener valores precisos de las variables meteorológicas requeridas en cualquier punto entre dos estaciones, a partir de una interpolación visual o numérica. Debe tenerse en cuenta también el efecto de la topográfica sobre las variables que se analicen. Además, se debe considerar la densidad de la red, dado que, si es muy densa o tiene gran frecuencia de observaciones, se obtienen más datos de los requeridos, elevando los gastos de forma innecesaria.

Con base en el análisis del potencial de las estaciones existentes [Ref.3], se determina el área de representatividad de cada estación. Esta es la zona en la que se consideran admisibles las mediciones de la estación, más allá de su punto de emplazamiento. En el informe mencionado se desarrolla el “Método del Coeficiente de correlación/distancia”, en el que se encuentra la tendencia entre la distancia entre las estaciones y el coeficiente de correlación para eventos de precipitación medidos entre 2017 y 2018.

El método propone que, para obtener una buena representatividad de los parámetros, es necesario que el coeficiente de correlación sea del 90% y de esta forma, garantizar una buena descripción de los eventos. En la figura 1 se observa el ajuste obtenido.

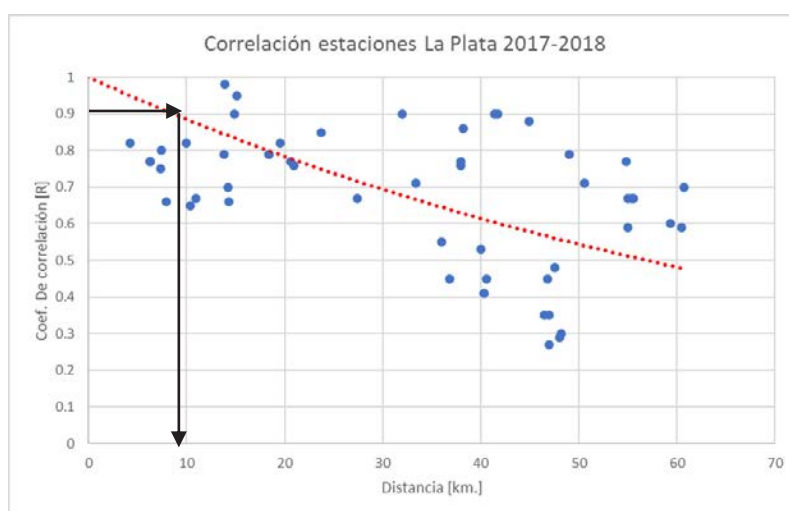


Figura 1: Ajuste de valores de R - Fuente: Grupo InfoMET

Se puede interceptar la línea de tendencia, en trazado punteado rojo, con un valor de Correlación de  $R=0.9$ . Se obtiene así que la distancia mínima entre estaciones debería ser aproximadamente de 10 km, por lo que es válido admitir un área de representatividad de cada estación de una circunferencia de radio igual a 5 km.

En la figura 2 se observa en color amarillo el perímetro del área de representatividad de las estaciones analizadas.

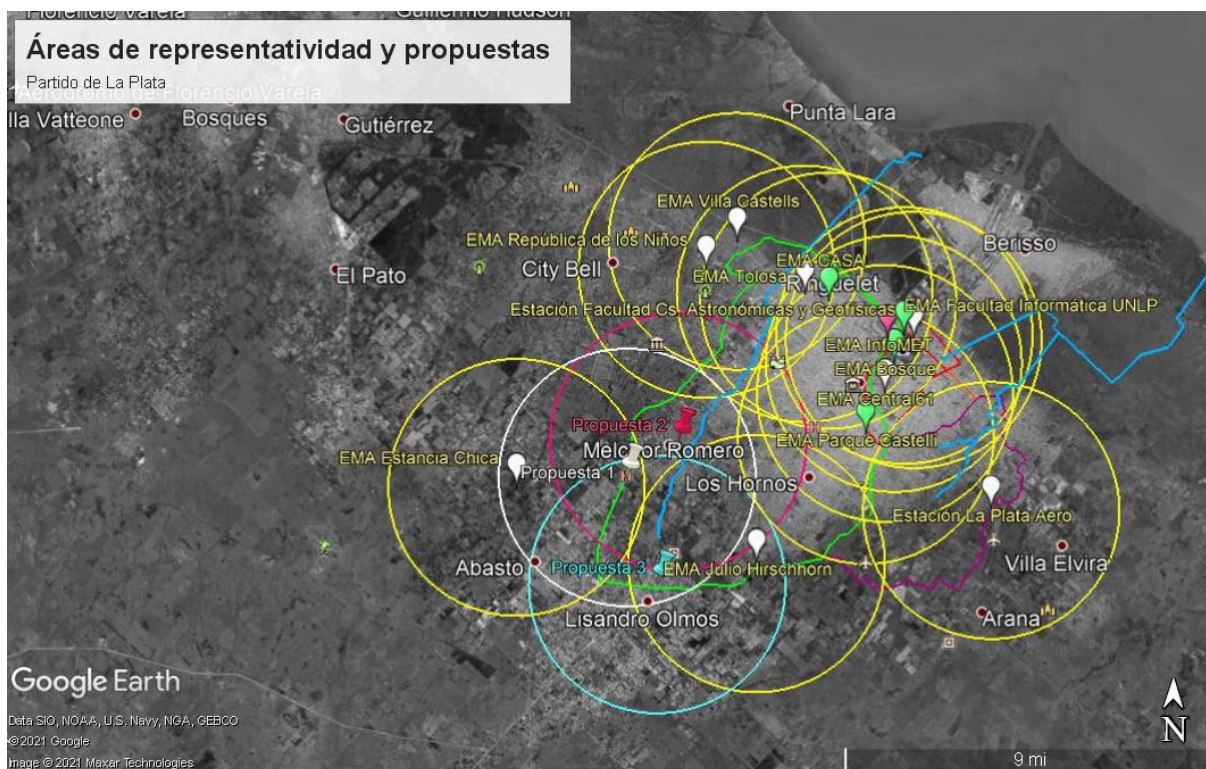


Figura 2: Áreas de representatividad y propuestas de estación - Fuente: Elaboración propia

Se puede destacar que en la parte baja de las cuencas hay mayor densidad de estaciones meteorológicas, que coincide con las zonas urbanas del Partido de La Plata. Por lo tanto, se podría concluir que los sectores periurbanos o rurales cuentan con escasez de información. De esta forma, las áreas de interés para propuestas de nuevas estaciones serían las zonas altas de las cuencas.

También es recomendable para la ubicación definitiva de las propuestas de nuevas estaciones que el sitio de emplazamiento sea un terreno de propiedad pública o gubernamental. Esto disminuiría la posibilidad de que la estación tenga que desplazarse. Además, el sitio sería más seguro, lo que significaría menor riesgo de robo o vandalismo de la nueva estación, evitando que se desperdicie la inversión.

### Propuesta 1

En esta propuesta se plantea ubicar una nueva estación en la zona alta de la cuenca del Arroyo del Gato, cubriendo las cercanías de Melchor Romero. Se puede observar la ubicación de la propuesta en la figura 2, en color blanco.

La Propuesta 1 está ubicada en la terraza del Hospital Interzonal Dr. Alejandro Korn, en Av. 520 entre calles 174 y 179. Al tratarse de un hospital público, el terreno pertenece al Estado, lo que sería favorable para el emplazamiento.

El edificio se encuentra sobre la Av. 520, que es muy transitada. Sin embargo, las demás calles que lo rodean son menos concurridas. En las cercanías del hospital existen árboles tupidos, pero no parece que pudieran interferir con las mediciones de la estación, dado que se encuentran alejados. Teniendo en cuenta el desarrollo de los techos del hospital, se ubicaría la estación en el sector más plano, para una mayor accesibilidad tanto de instalación como de mantenimiento.

Al ubicar la estación en un hospital, se garantizaría el acceso a energía eléctrica y agua corriente, si se necesitara. Por otro lado, dado que es posible que el hospital cuente con un pararrayos, podría no ser necesario adoptar mayores medidas de seguridad para proteger la

estación contra rayos. El robo y el vandalismo de la estación se podría prevenir restringiendo el acceso a los techos del hospital.

El emplazamiento resultaría representativo de los datos meteorológicos requeridos, debido a que el área de representatividad de la estación cubre la porción de la cuenca con faltante de registros. Esta representatividad podría considerarse perdurable en el tiempo, ya que el hospital se encuentra en funcionamiento hace años. En caso de alguna ampliación o modificación de su infraestructura, se debería tener en cuenta la existencia de la estación, y planificar su reubicación o remoción temporal si fuera necesario. Un cambio de vegetación no sería perjudicial para el registro, ya que la estación se encontraría en un punto relativamente alto. Sin embargo, se debería recurrir a la poda de los árboles en el caso de que su altura interfiera con las mediciones, y planificar las nuevas plantaciones que se fueran a realizar de forma tal que no se ubiquen grandes árboles cerca de la estación.

### Propuesta 2

Otra alternativa para el emplazamiento de una nueva estación meteorológica es la Escuela de Educación Primaria N°13 Martín Fierro, ubicada en calle 524, entre 158 y 159, en la localidad de Melchor Romero. Esta edificación es de propiedad estatal, lo cual resultaría beneficioso para el emplazamiento de la estación.

En la figura 2 se observa en color rosa la ubicación geográfica junto con el área de representatividad de la propuesta.

El edificio se encuentra en una zona barrial, por lo que se podría inferir que el tránsito es reducido. Existen árboles en las cercanías, pero se emplazaría la estación en el techo de la escuela, que posee un primer piso. Por lo tanto, sería poco probable que la vegetación interfiera con los registros. Se garantizaría la accesibilidad a la estación para la instalación y mantenimiento, buscando no interrumpir la actividad cotidiana del establecimiento.

Al ubicar la estación en una escuela pública, se garantizaría el acceso a energía eléctrica y agua corriente, si fuera necesario. El robo y el vandalismo de la estación durante el día no sería probable, sin embargo, en horarios nocturnos esta no estaría tan protegida como en el caso del hospital, en la propuesta 1.

El emplazamiento resultaría representativo de los datos meteorológicos requeridos, debido a que el área de representatividad de la estación cubre la porción de la cuenca con faltante de registros. Esta representatividad sería perdurable en el tiempo, ya que la escuela funciona permanentemente. En caso de alguna ampliación o modificación de su infraestructura, se debería tener en cuenta la existencia de la estación, y planificar su reubicación o remoción temporal si fuera necesario.

Como punto destacable de esta propuesta se menciona que ubicar una estación meteorológica en una Escuela generaría la posibilidad de enseñar a alumnos sobre cuestiones hidrológicas y el manejo y operatividad de una estación meteorológica. Se podrían generar proyectos, en los que los estudiantes interactúen con la estación en el proceso de recopilación de datos, sin perder de vista el cuidado y la importancia a nivel social que tienen estas prácticas.

### Propuesta 3

La propuesta 3 corresponde a la Delegación Municipal N°3 Lisandro Olmos, ubicada en Ruta Provincial 36 y calle 47. En la figura 2 se puede observar su ubicación y su área de representatividad, en color celeste.

Se trata de un edificio de propiedad pública, y su ubicación permitiría aumentar la densidad de estaciones en la zona alta de la cuenca del Arroyo del Gato. El techo de la Delegación no es de gran altura, y la estación no se encontraría rodeada de árboles muy altos ni tupidos.

Al encontrarse sobre la Ruta Provincial N° 36, la estación estaría ubicada en una zona transitada por los vehículos. Sin embargo, como se trata de un área periurbana, el tránsito peatonal es menor que en lugares urbanos. Esto podría significar menor seguridad ante el robo y el vandalismo. En cuanto a la accesibilidad, como la Delegación tiene poco flujo de personal, podría resultar más sencillo la instalación y el mantenimiento de la estación meteorológica.

El emplazamiento resultaría representativo de los datos meteorológicos requeridos, debido a que el área de representatividad de la estación se complementaría con las estaciones de la parte alta de la cuenca, que tiene escasez de registros. En caso de alguna ampliación o modificación de la infraestructura, se debería tener en cuenta la existencia de la estación, y planificar su reubicación si fuera necesario.

### Análisis comparativo

Como última instancia, se busca definir la propuesta óptima. Esto se llevó a cabo mediante la confección de una Matriz de Comparación de Alternativas, en la que se propusieron distintos puntos de comparación, para valorar las propuestas y obtener su jerarquización.

Los criterios que se consideraron fueron los siguientes: seguridad ante robo y vandalismo; accesibilidad para instalación y mantenimiento; e interferencia con vegetación.

Para la valoración, se tomó una escala de 1 a 3, siendo menos favorable la propuesta que obtenga menor puntaje. De esta forma, la valoración resulta:

Valoración Criterio	1	2	3
Seguridad ante robo y vandalismo	Seguridad baja	Seguridad media	Seguridad alta
Accesibilidad para instalación y mantenimiento	Accesibilidad baja	Accesibilidad media	Accesibilidad alta
Interferencia con vegetación	Interferencia alta	Interferencia media	Interferencia baja

Tabla 1: Valoración de criterios - Fuente: Elaboración propia

Se considera que los tres criterios tienen igual peso a la hora de la valoración. Con base en lo descrito en los puntos anteriores, la Matriz de Comparación de Alternativas resulta:

Criterios	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Seguridad ante robo y vandalismo	3	2	1
Accesibilidad para instalación y mantenimiento	2	2	3
Interferencia con vegetación	3	2	2
Puntaje total:	8	6	6

Tabla 2: Matriz de Comparación de Alternativas - Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la propuesta más conveniente sería la correspondiente a la estación ubicada en el Hospital Interzonal Dr. Alejandro Korn, que obtuvo el mayor puntaje en el análisis realizado.

## CONCLUSIONES

La presente experiencia de la PPS mediante prácticas de teletrabajo ha sido exitosamente desarrollada pese a los inconvenientes que implica asumir un manejo a distancia de las redes de monitoreo hidrológico.

Se puede establecer que la información disponible es suficientemente variada pero no siempre confiable, ya que se trata de datos de estaciones que no están normalizadas ni homologadas de acuerdo con las exigencias mínimas de instalación y operación.

Se replicaron metodologías antecedentes para analizar la distribución espacial de las estaciones en la región. Se verificó que la separación y distribución de las estaciones presenta mayor concentración en los sectores urbanos, y baja densidad en las nacientes de cada subcuenca.

A pesar de las restricciones impuestas en el contexto de pandemia, mediante el trabajo a distancia fue posible el planteo de tres propuestas de emplazamiento, para finalmente desarrollar un estudio comparativo y determinar la alternativa más conveniente buscando optimizar la red pluviométrica existente.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Jornadas ITE, (2017). ***“Propuesta para la implementación de un programa de extensión aplicado al monitoreo hidrológico”***. UIDET Hidrología. Bianchi G., Fernández, G., Garat, F., García, A.
- [2] Departamento de Hidráulica, (2013). ***“Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada”***. Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP. Bianchi. G., colaboración estudios hidrológicos, La Plata.
- [3] Jornadas ITE, (2019). ***“Evaluación de la representatividad espacial de las estaciones”***. UIDET Hidrología. Fernández, G., Garat, F., García, A., Espil Nosa, F. y Bianchi G.
- [4] Organización Meteorológica Mundial - OMM N°488 (2017). ***“Guía del Sistema Mundial de Observación”***.