



# UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Guía de Práctica del  
Laboratorio de Servicios Públicos  
**EQUIPO M9 RIVERSURVEYOR DE SONTEK**


*Alejandra Vanegas Guzmán*

*Paola López Moreno*

Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
**FAMARENA**

## CONTENIDO

1.	Objetivos .....	3
2.	Logros .....	3
3.	Fundamentos teóricos .....	3
3.1.	Caudal. ....	3
3.2.	Medición de caudal. ....	4
3.3.	Parámetros para la medición de caudales. ....	4
3.4.	Estructura del banco de pruebas para el laboratorio de Servicio Públicos .....	5
4.	Actividades de Pre-investigación.....	6
5.	Materiales.....	6
6.	Procedimiento .....	6
6.1.	Instalaciones previas .....	6
6.2.	Configuración básica ADP M9 .....	6
6.3.	Conexión al PC .....	7
6.4.	Proceso de medición .....	8
7.	Cálculos.....	9
8.	Resultados .....	10
9.	Bibliografía .....	10

	<b>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</b>	Fecha Día/Mes/Año ____/____/20____
Laboratorio de Servicios Públicos		Docente a cargo _____
Práctica I:		N° de estudiantes: ____

## 1. Objetivos

- 1.1. Realizar el proceso de medición de caudal con un tipo de tecnología especializada como lo es el ADP M9 en el laboratorio de servicios públicos.
- 1.2. Identificar el software de funcionamiento RiverSurveyor Continuo Live del equipo ADP M9.
- 1.3. Desarrollar los cálculos necesarios para una óptima medición usando un método artesanal (flotadores) y su comparación con el equipo ADP M9.
- 1.4. Analizar los datos obtenidos para la toma de decisiones referente a la medición de caudal en el banco de pruebas simuladora de un cuerpo hídrico.

## 2. Logros

- 2.1. Desarrollar destrezas en la medición de caudales con tecnología Doppler.
- 2.2. Realizar las preguntas dirigidas al tipo de tecnologías de medición de caudales.
- 2.3. Alcanzar una interpretación adecuada de los datos obtenidos a lo largo de la práctica experimental.
- 2.4. Registrar todas las variables obtenidas en el caso experimental.
- 2.5. Identificar componentes básicos en el desarrollo de una medición experimental.
- 2.6. Verificar parámetros como velocidad, temperatura, sección transversal de un cuerpo hídrico.
- 2.7. Realizar sugerencias para el mejoramiento de la guía práctica.

## 3. Fundamentos teóricos

### 3.1. Caudal.

Se define como caudal a la cantidad de un fluido (agua en este caso), que pasa por una sección transversal en un determinado tiempo y en dirección a la corriente. Se expresa en metros cúbicos ( $m^3/s$ ) o en litros por segundo (l/s) cuando se manejan pequeñas magnitudes. El caudal se ha convertido en la variable que se mide hoy en día con más frecuencia en la industria, independientemente del fluido a utilizar. (Cantera Kintz, Carvajal Escobar, & Castro Heredia, 2009)

### 3.2. Medición de caudal.

Pertenece al campo de la hidrometría el cual permite calcular y analizar los datos obtenidos y destinarlos para tales propósitos como:

- Disponibilidad de agua que se cuenta en una fuente hídrica.
- Distribuir el agua a los usuarios de manera adecuada.
- Determinar la eficiencia de uso y manejo del agua.
- Entre otros campos de aplicación.

Según el método a aplicar para calcular el caudal se puede expresar en dos fórmulas:

1. Volumen sobre tiempo

2. Velocidad -Área

$$Q = \frac{V_0}{t}$$

*Donde*  
*Q: Caudal*  
*V<sub>0</sub>: Volumen*  
*t: Tiempo*

$$Q = V_e * A$$

*Donde*  
*Q: Caudal*  
*V<sub>e</sub>: Velocidad*  
*A: Área*

### 3.3. Parámetros para la medición de caudales.

A pesar de que todos los cuerpos hídricos son diferentes tienen parámetros en común que intervienen en la medición de un caudal. Dichos parámetros son:

#### 3.3.1. Profundidad ( $\bar{d}$ )

Hace referencia a la máxima profundidad de un cuerpo hídrico, en la cual se tiene en cuenta la pendiente y hay una relación directa entre el área transversal (A) y la anchura (w).

$$\bar{d} = \frac{A}{w}$$

#### 3.3.2. Longitud.

Normalmente se refiere a la distancia total de un cuerpo hídrico desde el nacimiento hasta la desembocadura.

#### 3.3.3. Anchura.

Es la medida transversal real del cauce o cuerpos hídricos entre las orillas bien establecidas.

#### 3.3.4. Área.

El área transversal medida de un río es la medida de la superficie del agua expuesta; este parámetro varía considerablemente en los periodos de lluvia y sequía. (Roldan Perez & Ramirez Restrepo, 2008, pág. 88).

$$A = \bar{d} * \bar{w}$$

Donde

A: Área

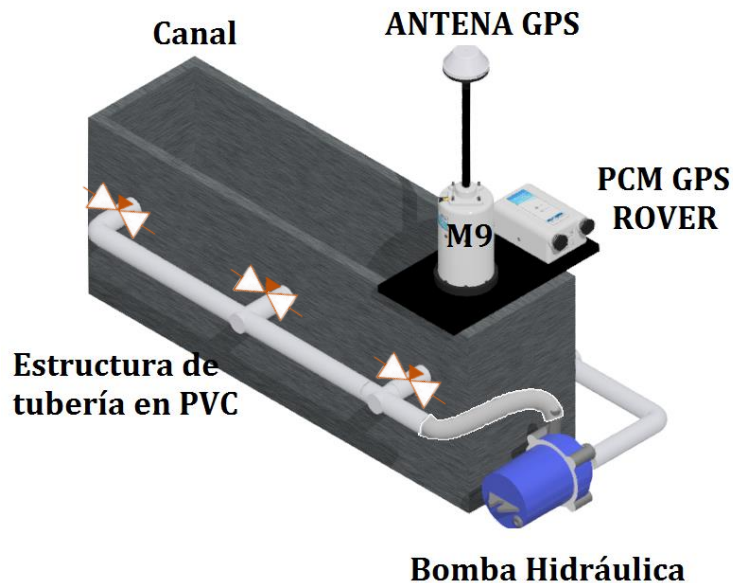
$\bar{d}$ : Profundidad promedio

$\bar{w}$ : Anchura promedio

### 3.3.5. Volumen.

Es la cantidad de agua contenida en el cauce o un río. Se calcula sumando la cantidad de agua contenida en cada contorno o profundidad determinada del cauce. Puesto que el agua está en movimiento, el volumen de un río se expresa mejor como descarga, es decir, como volumen de agua que fluye por unidad de tiempo en litros o metros cúbicos por segundo. (Roldan Perez & Ramirez Restrepo, 2008, pág. 88).

## 3.4. Estructura del banco de pruebas para el laboratorio de Servicios Públicos



El banco de pruebas fue realizado en galvanizado con el fin de que fuera resistente pero de igual manera liviana. Tiene 1,25 metros de longitud, 0,5 metros de altura y 0,40 metros de ancha, con el fin de proporcionar las profundidades necesarias para la medición con el equipo ADP M9.

Presenta una estructura en PVC que cuenta con una succión de  $\frac{3}{4}$  pulgada y una salida o descarga de  $\frac{1}{2}$  pulgada, con el fin de otorgar las presiones ideales y las menores pérdidas en el sistema, también cuenta con válvulas de emergencia y regulación de caudal.

Fue necesaria una motobomba hidráulica la cual nos proporciona un caudal de 31 galones por minuto con 0.25 hp de fuerza y con conexión para voltaje de 110 ó 220.

#### 4. Actividades de Pre-investigación

- 4.1. Haber leído el manual de protocolos del ADP M9 disponible en el laboratorio de servicios públicos.
- 4.2. Responder las siguientes preguntas en un informe escrito
- 4.3. ¿Qué es caudal, caudal ambiental y medición de caudal? Identifique los métodos más comunes de medición.
- 4.4. ¿Qué es el Efecto Doppler? De 3 ejemplos que se encuentran en el diario vivir.
- 4.5. Investigue como se usa la tecnología satelital hoy en día para los procesos de medición y toma de decisiones.

#### 5. Materiales

MATERIALES	DESCRIPCIÓN
Banco de Pruebas	Con estructura PVC, compartimiento ADP M9
Bomba hidráulica	¼ Hp, Q=31 GPM, Barnes
ADP M9	Con Cable de 8 pines, cable coaxial, antena mini.
PCM GPS ROVER	Baterías Cargadas
2 Antenas Radio Receptoras	Elementos necesarios para la configuración.
Computador portátil (PC) HP	Contiene el Software Continuo Live RiverSurveyor
Agua	200 Litros aproximadamente
Manual de protocolos ADP M9	Versión digital o impresa
Destornillador	Tipo pala

#### 6. Procedimiento

##### 6.1. Instalaciones previas

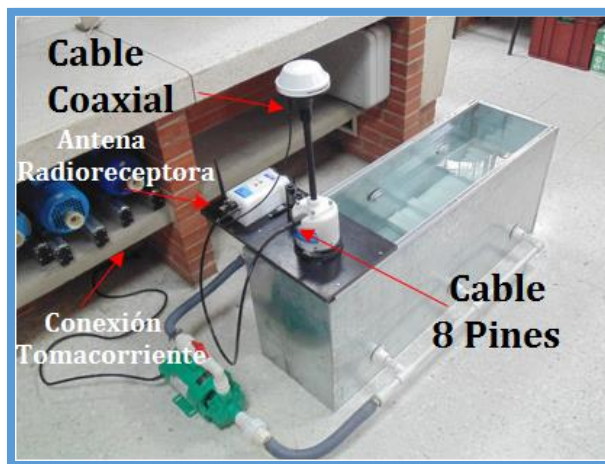
- 6.1.1. Instale la bomba uniendo las universales al banco de pruebas, verifique que estas se encuentren bien enroscadas y no existan posibles fugas.
- 6.1.2. Deberá llenar con agua el banco de pruebas hasta donde lo indica la línea azul. Proceda a realizar la configuración básica del ADP M9 y PCM GPS Rover descrita en el siguiente numeral.

##### 6.2. Configuración básica ADP M9

Usted deberá ensamblar tal y como se le indica a continuación la configuración que tiene la guía práctica.

1. En la tabla de color negro otorgada por el laboratorio, inserte el ADP M9 en el orificio dispuesto para él.
2. Posteriormente tome la abrazadera con goma y con un destornillador ajústela por la línea que lo indica de tal manera que quede bien sujeta y sin movimiento al ADP M9.
3. A continuación coloque el PCM GPS Rover en el espacio destinado para este. Proceda a colocar las baterías como se le indica en el manual de protocolos anexo a esta guía, capítulo 2, numeral I: Ensamblaje, apartado 9.

Realice el mismo procedimiento de ensamblaje con el mástil de aluminio, la antena radio receptora, la antena GPS, el adaptador mini para antena, el cable de 8 pines y el cable coaxial corto. Como se muestra en el Manual de protocolos, capítulo 2, numeral I: Ensamblaje.

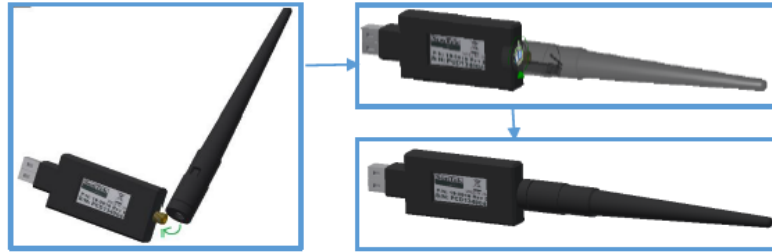


4. Una vez ha realizado el ensamble coloque la tabla con las ruedas giratorias hacia abajo por la correderas de aluminio que tiene adaptada el banco de pruebas.
5. Verifique que estas se deslizan sin inconveniente y que cada elemento esté bien sujeto a la tabla.

### 6.3. Conexión al PC

1. Del maletín tome el adaptador USB antena de radio al PC y la antena radio receptora restante.

2. Ensamble el conector macho del adaptador en la conexión hembra de la antena como indica la figura.



3. Finalmente inserte la salida USB del adaptador en el puerto para USB del PC.

## 6.4. Proceso de medición

- 6.4.1. Una vez ha evidenciado que no existen fugas de agua encienda la bomba conectándola al toma corriente disponible. Verificando que la conexión se encuentra totalmente seca para evitar accidentes.

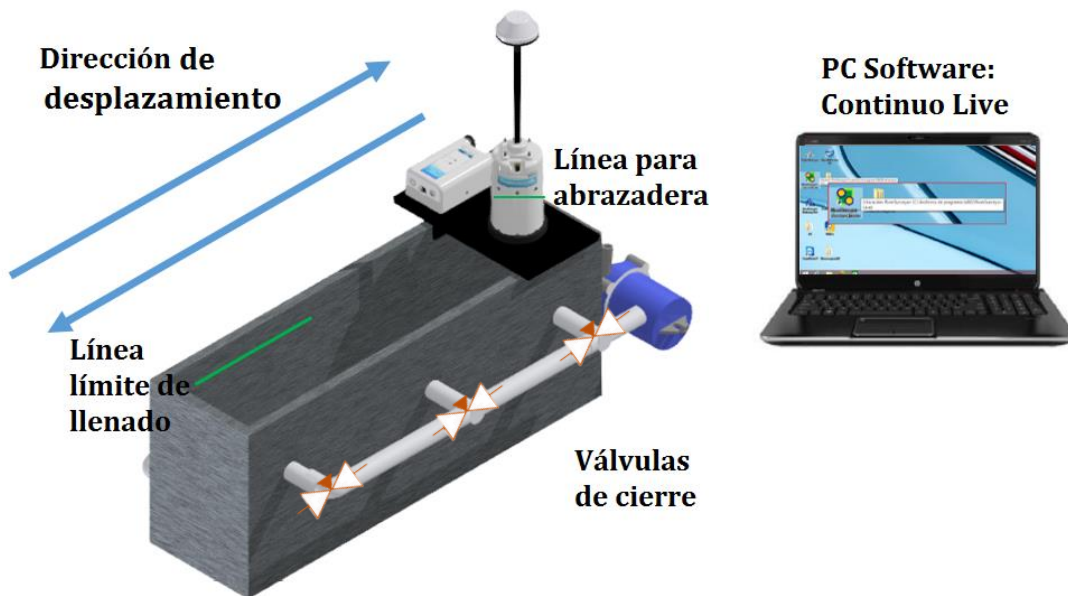
**(No encienda la bomba si el recipiente no tiene agua y si las válvulas se encuentran cerradas)**

- 6.4.2. Mientras una persona se encuentra en la estructura del banco de pruebas, otra deberá tener a la mano el PC dispuesto por el laboratorio con el software Continuo Live.
- 6.4.3. Proceda a realizar la medición tal y como se lo indica el Capítulo 3, numeral I del Manual de protocolos anexo a esta guía, simulando que la tabla de color negro es la embarcación móvil.
- 6.4.4. Será necesario que se observe detalladamente los resultados que va arrojando el software para su posterior análisis. (Sugerencia: Tome capturas de pantalla)
- 6.4.5. La persona que se encuentra en la estructura del banco de pruebas deberá mover la tabla lentamente para que el equipo realice la medición en detalle. Y devolverse cada vez que se le indique la persona encargada de manejar el PC.
- 6.4.6. Repita el procedimiento modificando el caudal con las válvulas existentes para verificar en que inferen las mediciones y realizar un proceso de comparación:
  - Ejercicio 1: Las tres (3) válvulas abiertas
  - Ejercicio 2: Válvulas #1 y #2 abiertas y válvula #3 cerrada
  - Ejercicio 3: Válvulas #1 y #3 abiertas y válvula #2 cerrada
  - Ejercicio 4: Válvulas #3 y #2 abiertas y válvula #1 cerrada
  - Ejercicio 5: Válvula #1 abierta y válvulas #2 y #3 cerradas
  - Ejercicio 6: Válvula #2 abierta y válvulas #1 y #3 cerradas
  - Ejercicio 7: Válvula #3 abierta y válvulas #2 y #1 cerradas



Tenga en cuenta que para el desarrollo de esta guía usted deberá conocer muy bien cada parte del equipo y deberá identificar y comprender los capítulos del manual de protocolos.

En caso de requerir ayuda coméntele al docente o a la persona encargada del laboratorio. No manipule el equipo en ausencia de las personas ya mencionadas.




## 7. Cálculos

Con el fin de obtener un resultado más preciso es necesario aplicar un factor de corrección a la fórmula de caudal, este dato será otorgado por el docente en el momento de la práctica con el fin de identificar posibles errores en la medición final, para ello es necesario que usted alimente de información la siguiente tabla:

N° Resumen de medida	Caudal del software	Caudal con factor corrección	Caudal de la bomba	% de error (QK vs Q Bomba)	Observaciones
	(Q)	(Q*K)	(Q Bomba)		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

<b>TOTAL</b>					
<b>PROMEDIO</b>					

El resumen de la medida lo proporciona el software dando clic en el siguiente icono 

Para exportar datos a Excel diríjase a la pestaña muestras del software y seleccione los datos, realice comando copiar (CTRL C) y pegar (CTRL V) en Excel.

## 8. Resultados

Proceda a analizar los resultados obtenidos, será necesario que en un informe escrito usted proporcione material fotográfico, graficas en Excel y del software Continuo Live, cálculos necesarios, notas, observaciones y que responda a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué caudal obtuvo en los siete ejercicios propuestos y cual considera usted que podría ser el más exacto?
2. Según las gráficas y los datos obtenidos indique en una tabla el tiempo, la velocidad de la barca y del agua, la profundidad, distancia y caudal obtenido en las tres situaciones propuestas. Realice un breve análisis.
3. ¿Cuáles considera usted que son las ventajas y desventajas de tipos de medición convencionales respecto a esta medición satelital?
4. ¿En qué situaciones es necesario la medición del caudal de un cuerpo hídrico y por qué?
5. Interactúe con el software Continuo Live; recopile las gráficas obtenidas e identifique parámetros como los siguientes:
  - 5.1. Punto de mayor y menor caudal.
  - 5.2. Punto de mayor y menor velocidad.
  - 5.3. Intervalos de temperatura con el equipo.
  - 5.4. Profundidad mayor y menor obtenida.
  - 5.5. Información satelital.

Recuerde hacer uso del manual de protocolos para este apartado.

6. Según las gráficas obtenidas que otros parámetros y toma de decisiones le permite la información para mejorar las condiciones ambientales referentes al recurso hídrico. Compárelo con situaciones de la vida real.
7. Proporcione las observaciones necesarias así como las recomendaciones y conclusiones.

## 9. Bibliografía

Cantera Kintz, J., Carvajal Escobar, Y., & Castro Heredia, L. (2009). *El caudal ambiental: Conceptos, experiencias y desafíos*. Santiago de Cali, Colombia: Programa Editorial Universidad del Valle.

Roldan Perez, G., & Ramirez Restrepo, J. (2008). *Fundamentos del linnologia neotropical*. (Segunda ed.). Medellin, Colombia: Universidad de Antioquia.