



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



EL PERÚ PRIMERO

(Autoridad Administrativa de Agua IX – UCAYALI)

**TEMA:**

**SISTEMAS DE MEDICION HIDROMÉTRICA Y CALIDAD  
DE AGUA AUTOMÁTICA EN LA CUENCA DEL RÍO  
UCAYALI**

**“Día Mundial del Medio Ambiente”**  
Pucallpa 05 de Junio del 2020

Ing. Ronald Quispe Vergara  
**DIRECTOR**

# Introducción

La cuenca del Amazonas es la más grande del planeta, con un área de drenaje de 6'200,000 km<sup>2</sup> Y un caudal anual promedio de 6300 km<sup>3</sup> de agua que vierte al océano Atlántico. La cuenca del río Amazonas tiene casi el 99% del total de los recursos hídricos existentes en el territorio peruano. Por otro lado La cuenca del río Ucayali cubre aproximadamente el 6% del total de la cuenca del Amazonas y el 27% del territorio peruano.

Estudios preliminares hidrometeorológicas en esta zona muestran tendencias negativas en las precipitaciones con referencia a los períodos 1961-1969 y 1970-1978 en la estación Pucallpa. Sin embargo, Rocha et al. (1989) han encontrado tendencias positivas significativas de precipitaciones durante el período 1957-1981 en la misma estación. Estudios recientes han demostrado que los caudales y la precipitación muestran una tendencia decreciente en el período 1970-1997 (Espinoza et al. 2006).

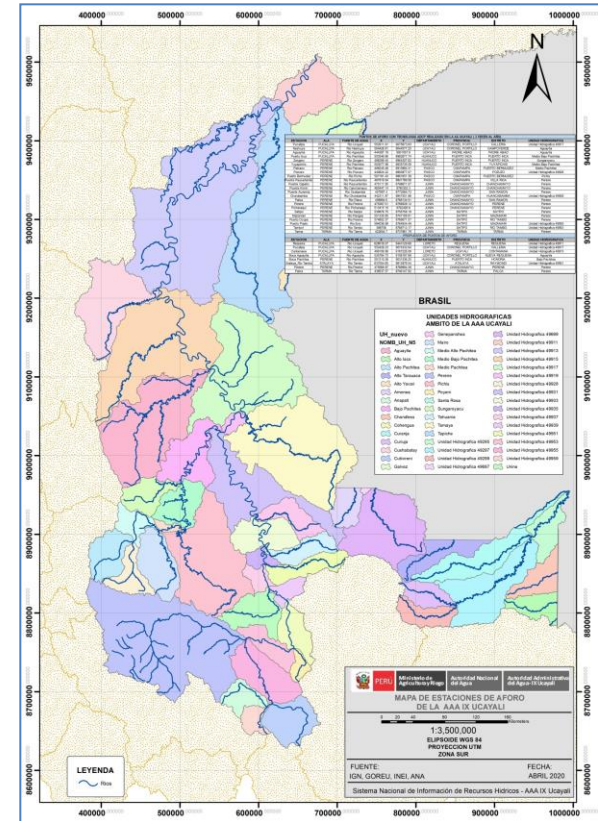
Algunos trabajos han documentado la variabilidad interanual del río principal (Richey et al., 1989; Marengo, 1992; Callede et al., 2004; etc.). Sin embargo, la variabilidad hidrológica a una escala regional no ha sido discutida completamente para toda la cuenca del Amazonas, tanto a escalas de tiempo anual y plurianual. Adicionalmente, recientes eventos dramáticos como la sequía del 2005 (Zeng et al., 2008; Marengo et al., 2008) y las inundaciones del 2006 y del 2009 demuestran que no es suficiente analizar la descarga principal anual, sino que es importante prestar atención a los valores hidrológicos extremos.

Es por ello que este trabajo pretende sustentar la implementación de una red hidrométrica automática con información en tiempo real, que describan con mayor claridad el comportamiento del río Ucayali en la estación modelo a implementar. Estos datos registrados por este instrumento nos ayudarán a poder realizar una serie de estudios a nivel hidráulico fluvial e hidrológico así como también el monitoreo de acuíferos.

# La cuenca amazónica del Ucayali

La cuenca del Ucayali, río del mismo nombre, tiene origen en la confluencia de los ríos Tambo y Urubamba (en la parte más alta) hasta cerca de la localidad de Contamana donde al unirse con el río Marañón forma el río Amazonas punto más bajo de esta cuenca.

Está conformado por 23 unidades hidrográficas, de las cuales 13 son consideradas como mayores y 10 como unidades hidrográficas menores. Asimismo comprende territorios de 07 Gobiernos Regionales, siendo la Región Ucayali la que ocupa la mayor proporción (38%), y en menor proporción las otras 06 Regiones (Loreto, Huánuco, Pasco, Junín, Madre de Dios y Cusco). La mayor proporción territorial la tienen Ucayali (85%) y Pasco (81%).



# Antecedentes

En la actualidad se cuenta con muy poca información hidrométrica del Ucayali, para diferentes estudios como es el caso de fajas marginales u otros derechos o autorizaciones de uso solicitados. Considerando información emitida por los gobiernos regionales y entidades como el SENAMHI que en su mayoría es muy escasa e insuficiente para lograr trabajos de precisión.

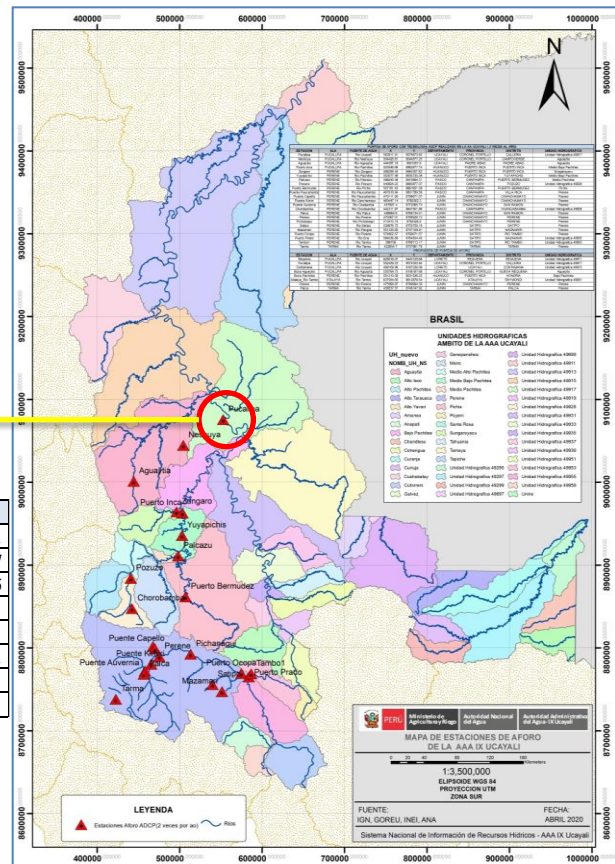
Por otro lado, la AAA – Ucayali ha venido realizando aforos en el río Ucayali desde el año 2016 hasta el año 2018, con el equipo ADCP, (Acoustic Doppler Current Profiler).

Así mismo, se ha realizado el estudio de máximas avenidas y el modelamiento hidrológico en plataforma del software Hec HMS el mes de agosto del año 2019 a cargo de la AAA-Ucayali, en el cual se determinó un caudal para un periodo de retorno de 100 años y 50 años respectivamente de 26,658.2 m<sup>3</sup>/s y 23,433.6 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

# Propuesta de implementación de estaciones hidrométrica

La implementación de este sistema automático de medición de niveles hidrométricos de la cuenca del río Ucayali, permitirá registrar en tiempo real la variación del nivel del río y el caudal en diferentes puntos. Habiéndose iniciado el piloto en la estación LPO, como se observa en el gráfico siguiente

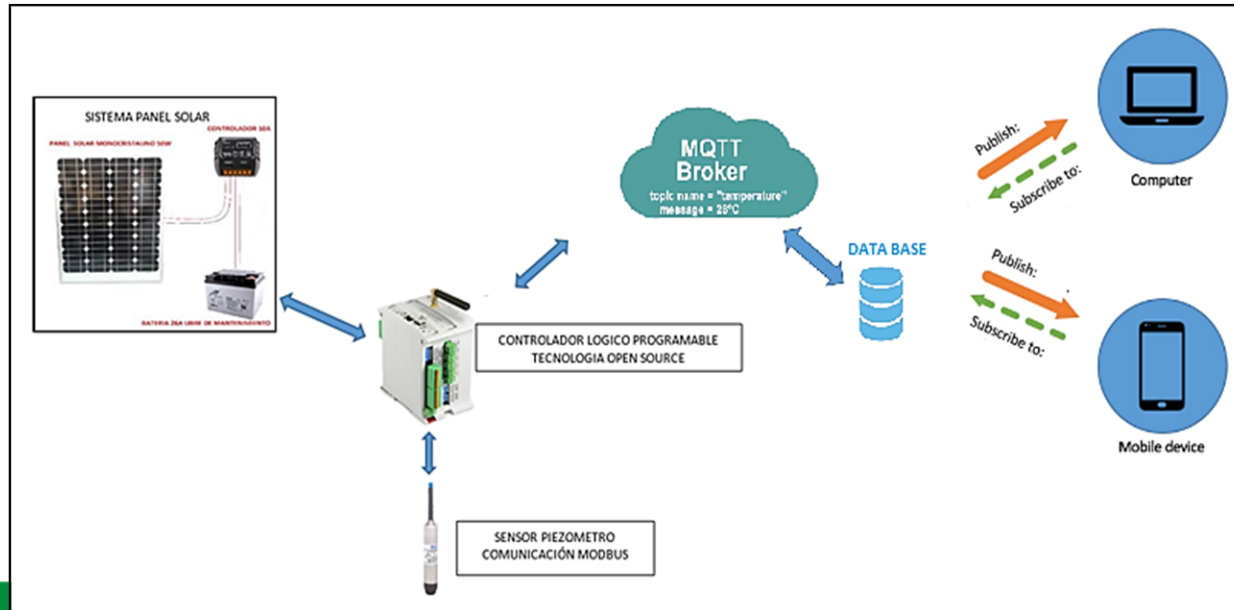
Nº	Estación Propuesta	Fuente Hídrica	X	Y	Departamento	Provincia	Distrito	Nombre de UH - N5
1	Requena	Río Ucayali	628016.07	9443129.68	LORETO	REQUENA	REQUENA	Unidad Hidrografica 49911
2	Pucallpa	Río Ucayali	532429.23	9074332.04	UCAYALI	CORONEL PORTILLO	CALLERIA	Unidad Hidrografica 49917
3	Contamana	Río Ucayali	499109.99	9187226.08	LORETO	UCAYALI	CONTAMANA	Unidad Hidrografica 49915
4	Boca Aguaytia	Río Aguaytia	535794.73	9108187.68	UCAYALI	CORONEL PORTILLO	NUEVA REQUENA	Aguaytia
5	Boca Pachitea	Río Pachitea	551210.58	9031536.25	HUANUCO	PUERTO INCA	HONORIA	Bajo Pachitea
6	Atalaya_Rio Tambo	Río Tambo	637054.65	8812876.54	UCAYALI	ATALAYA	RAYMONDI	Unidad Hidrografica 49951
7	Perene	Río Perene	475569.97	8789994.39	JUNIN	CHANCHAMAYO	PERENE	Perene
8	Palca	Río Tarma	438537.57	8746147.92	JUNIN	TARMA	PALCA	Perene



# Componentes del equipo hidrométrico

El sistema de medición hidrométrica estará conformado por lo siguiente:

- ✓ 01 controlador lógico programable (PLC) con comunicación de red y/o GPRS ( red celular) a batería y alterno a red de energía directa.
- ✓ 01 sensor piezómetro (mide columna de agua de lecho río al espejo de agua).
- ✓ 01 sistema de alimentación de energía tipo panel solar.

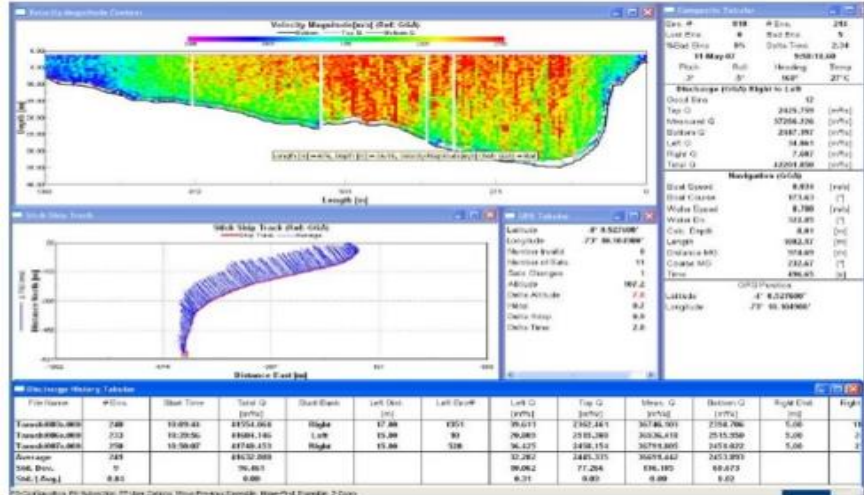


# Funcionamiento y operación

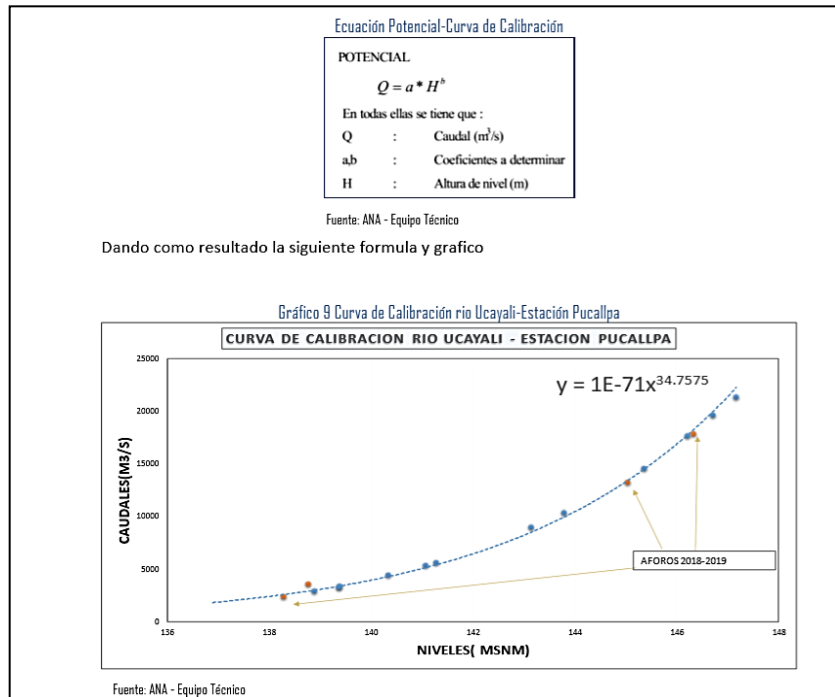
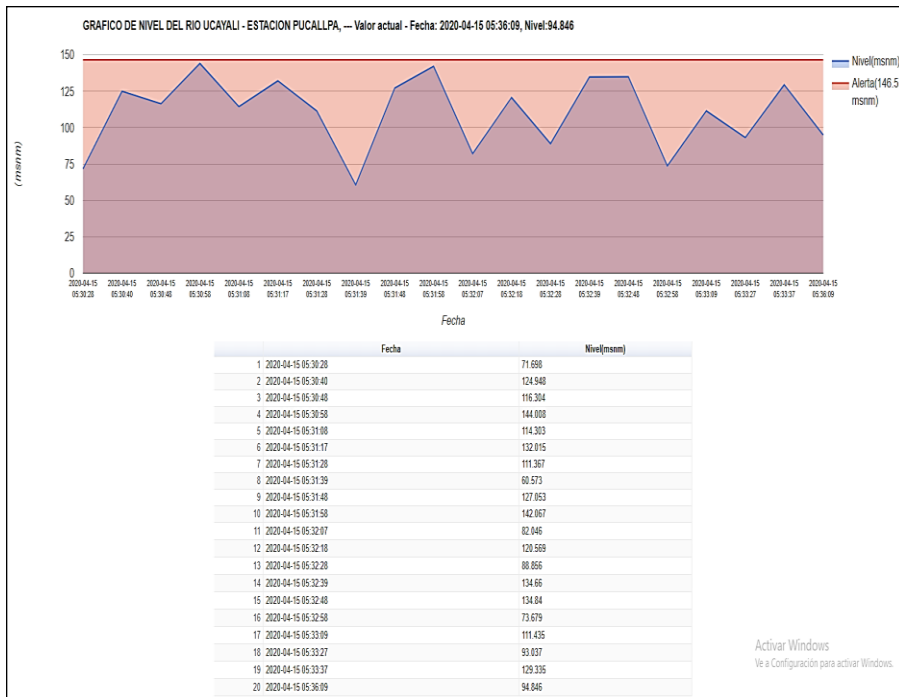
- ✓ El Sistema funciona mediante un sensor piezómetro que obtendrá los niveles del río en tiempo real, el cual será registrado por un controlador Lógico Programable (PLC) enviando la señal vía internet (red celular) a un aplicativo web, para las consultas de la información. La alimentación de energía es mediante un sistema de panel solar.
- ✓ La arquitectura informática permite una comunicación inalámbrica confiable y segura, que permitirá que el monitoreo del sensor en tiempo real modifique la frecuencia de envío de la información hacia la red de internet (por defecto la frecuencia de envío es de 1 minuto); una vez enviada la información a un hosting alojado en internet, se almacena en una base de datos.
- ✓ El hardware y software a utilizar se componen de un sistema de control de niveles de código y hardware libre, por lo cual no se realizará ningún pago por los derechos de uso de la tecnología a utilizar.



# Proceso de aforo de aforo río Ucayali y calibración



# Simulación gráfica de niveles piezométricos



# Proceso de recepción de información

- ✓ La recepción de información en el controlador Lógico Programable (PLC) enviando la señal vía internet (red celular) a un **APLICATIVO** de información directa en tiempo real.
- ✓ Se prevé una restricción en su uso, debido a que sólo se podrá recibir información con el servicio de red de internet (celular). Caso contrario se podrá subsanar utilizando con un sistema de comunicación satelital.

## Aplicativo Celular (reporte hidrométrico)



# Proyección de estudios a realizar con la implementación del Proyecto

- ✓ La implementación del equipo de medición hidrométrica nos permitirá contar con información de caudales a nivel horario, valores de las grandes cuencas del Amazonas como la del río Ucayali a similitud de la estación de Requena gracias a las últimas misiones llevadas a cabo por el Proyecto HYBAM (Convenio IRD/SENAMHI/UNALM, [www.mpl.ird.fr/hybam](http://www.mpl.ird.fr/hybam)), información analizada por el SENAMHI Perú y documentado recientemente por Espinoza Villar et al. (2009) y el último estudio realizado por la UNESCO (2006) que permitió llevar a cabo este estudio.
- ✓ La falta de datos de escorrentía en la subcuenca de la cuenca del río Ucayali (232 744.6 km<sup>2</sup>) hace necesario ejecutar la propuesta de proyecto, en referencia a que sólo se cuenta con una estaciones de drenaje para toda esta extensa área.

- ✓ Concretar un plan de estudios de modelos hidrológicos en base a investigaciones realizadas en la cuenca del Amazonas y el Ucayali.
- ✓ Reportes hidrométricos de la cuenca del río Ucayali de la AAA- Ucayali (ANA) entidad acreditada y autorizada al reporte de información a nivel regional y local.
- ✓ La puesta en marcha de un PILOTO de este equipo permitirá la AUTOGESTIÓN en su instalación, operación, mantenimiento y monitoreo, que declinará los costos en referencia su implementación y permitirá el ahorro de recursos humanos.
- ✓ complementarán con las necesidades de esta AAA – Ucayali en lo referente a:  
Derechos de uso de agua a nivel multisectorial, delimitación de fajas marginales, ejecución de obras hidráulicas, detección de alertas tempranas, campañas de aforos para determinar las curvas de gastos Q-H de máximas avenidas y mínimas en épocas de sequía, estudios y planeamiento de los consejos de recursos hídricos de cuenca, **GETRAM** (Grupo especializado de trabajo multisectorial – Ucayali). **GESTION INTEGRAL DE RECURSOS HÍDRICOS**

# Monitoreo de la calidad del agua superficial en tiempo real

- ✓ Va permitir a la AAA Ucayali contar con una línea de base estadística para conocer el estado de la calidad del río Ucayali y su evolución hacia los cumplimientos de los estándares de calidad ambiental vigentes.
- ✓ Esta medición continua y en tiempo real permite un control más exhaustivo de la calidad del agua, ya que es posible detectar cambios bruscos o vertidos; y generar una robusta base de datos con registros diarios para la modelación matemática de la calidad del agua.
- ✓ Mejorar la gestión de la calidad de los Recursos Hídricos en el ámbito de la AAA Ucayali.
- ✓ Beneficiar a las entidades públicas con el uso de la información de calidad de agua a los diferentes usuarios de agua en las cuencas implementadas.

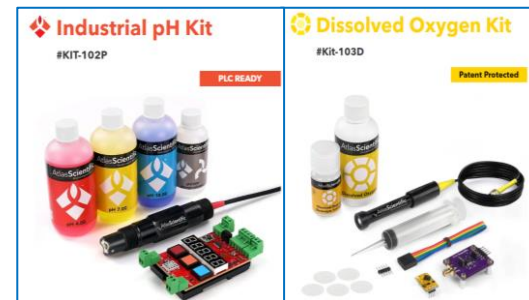
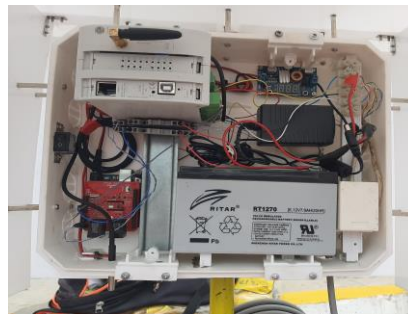
# Registro de los parámetros de calidad de agua manual

- ✓ Se realizan dos veces al año (época avenida – estiaje).
- ✓ Parámetros evaluados: temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, y pH.
- ✓ Medidor multiparámetro multilínea WTW 3630 permite la entrada de tres sensores: conductividad eléctrica, oxígeno y pH paralelamente mide la temperatura en cada uno de ellos.
- ✓ Costo del equipo aprox. S/. 16,749 soles
- ✓ Certificado de calibración de 01 año acreditado por INACAL.



# Registro de los parámetros de calidad de agua automatizada

- ✓ Registro automatizado de los datos diaria u horaria.
- ✓ Parámetros evaluados: temperatura, CE, O<sub>2</sub> disuelto, y pH.
- ✓ Sensores individuales acopladas permanentemente en la estación hidrométrica.
- ✓ Costo de los sensores aprox. S/. 8,000 soles
- ✓ Certificado de calibración de 01 año acreditado por INACAL.





# Conclusiones y perspectivas

- ✓ En el marco del Proyecto Amazonas: Acción Regional en Recursos Hídricos" se implementó en el marco de la Resolución Ministerial RES/XI MRE\_OTCA/03 (2011), con el objetivo Fortalecer la gestión de los recursos hídricos, promover la integración y la cooperación entre los países en la región amazónica.
- ✓ **Primera fase** del Proyecto Amazonas (2012 al 2016), un financiamiento de US\$ 2 millones. La Agencia Nacional de Aguas Brasil (ANA Brasil) implementó acciones de cooperación técnica (capacitación de técnicos e intercambio de información).
- ✓ **Segunda fase** ANA Perú y ANA Brasil intercambiaron aspectos técnicos sobre las estaciones hidrometeorológicas de Tamshiyacu y Mazan, para disponer de los datos en el sistema hidrotelemétrica de la ANA Brasil para la gestión de la plataforma de recolección de datos

Un aspecto importante a tomar en cuenta en referencia a las estación piloto instalado son los **CRITERIO DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS** :

- En zonas de operaciones de importante infraestructura hidráulica.
- Donde exista uso intensivo de recursos hídricos, este uso puede ser de un solo sector o diferentes sectores.
- Donde se proyecten obras importantes en las cuales el recurso hídrico sea un factor clave para el éxito del proyecto.
- Donde existen conflictos sociales de envergadura por el uso del recurso hídrico.
- Donde se requiera para el monitoreo, proyección y análisis del proceso de calentamiento global, la adaptación al cambio climático y la dinámica de los glaciares.
- Donde se requiera para la gestión de riesgos asociados a eventos extremos hidrometeorológicas, como sequías, tormentas, avenidas extraordinarias, aludes, huaycos, deslizamientos, presencia del Fenómeno El Niño.
- Donde se requiera para la evaluación del transporte de sedimentos de fondo y suspensión.
- Donde se requiera para las tareas de modelamiento hidrológico.
- Donde se requiera para optimizar el Plan Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos PNGRH.
- Donde se requiera para la evaluación del agua subterránea y sus variables asociadas.

#### **CRITERIO DE SEGURIDAD:**

- Fácil acceso vehicular durante todo el año o con embarcación.
- Población cercana que puede actuar como respaldo a la seguridad de las instalaciones.
- Comunicación satelital.
- De preferencia pueda contar con energía eléctrica de la red pública.
- No exista riesgo para la salud y seguridad del personal responsable de su implementación, su operación y mantenimiento.
- De preferencia los patios hidrometeorológicas de las estaciones puedan ubicarse al interior de una entidad pública.

✓ El 13 de Mayo del presente año 2,020 se realizó la prueba del equipo de medición hidrométrica construida por la AAA-Ucayali lográndose buenos resultados y la emisión de la señal vía celular de los niveles simulados del río Ucayali. Esta prueba se realizó en las instalaciones de la Marina de Guerra del Perú (Puerto de la Capitanía de Pucallpa).

✓ Posteriormente se instaló el equipo en la empresa LPO donde actualmente está en prueba, recepcionando la información a partir de un caudal base aforado de 4,358.8 M<sup>3</sup>/s (03 de Junio del 2020).



# Agradecimientos

El trabajo que aquí se presenta, forma parte de una necesidad de esta dirección, para cuyo efecto se agradece al personal del área técnica, legal y administrativo de la AAA - Ucayali, por su apoyo, y en forma muy especial a la alta dirección de la Autoridad Nacional del Agua por sus valiosas sugerencias en la elaboración de este proyecto piloto lo que condujo a sus mejoras considerables.





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



EL PERÚ PRIMERO



**Gracias**