

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

**Evaluación de Parámetros de control obligatorio del agua potable  
proveniente del manantial Cuyuraya de la provincia de Huancané – Región  
Puno, 2019**

Por:

Deynid Ccolque Hilario  
Yhon Carlos Incaluque Sortija

Asesor:

MSc. Rose Adeline Callata Chura

**Juliaca, diciembre del 2019**

DECLARACIÓN JURADA  
DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN

Rose Adeline Callata Chura, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "Evaluación de Parámetros de control obligatorio del agua potable proveniente del manantial Cuyuraya de la provincia de Huancané - Región Puno, 2019" constituye la memoria que presentan los estudiantes Deynid Ccolque Hilario y Yhon Carlos Incaluque Sortija para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 2 días del mes de diciembre del año 2019.



MSc. Rose Adeline Callata Chura

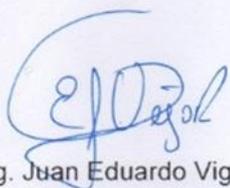
Asesor

Evaluación de Parámetros de control obligatorio del agua potable proveniente del manantial Cuyuraya de la provincia de Huancané - Región Puno, 2019

# TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

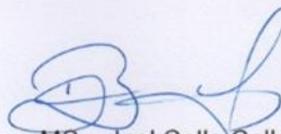
Presentada para optar el grado de bachiller de Ingeniería Ambiental

## JURADO CALIFICADOR



Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera

Presidente



MSc. Jael Calla Calla

Secretario



Ing. Miguel Angel Salcedo Enriquez

Vocal



MSc. Rose Adeline Callata Chura

Asesor

Juliaca, 02 de diciembre del 2019



*Una Institución Adventista*

# Evaluación de Parámetros de control obligatorio del agua potable proveniente del manantial Cuyuraya de la provincia de Huancané - Región Puno, 2019

Ccolque Hilario Deynid<sup>1</sup>, Incaluque Sortija Yhon Carlos<sup>2</sup>, Callata Chura Rose Adeline<sup>3</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería y Arquitectura EP. Ingeniería Ambiental Universidad Peruana Unión

---

## Resumen

El objetivo de este estudio fue el de evaluar los parámetros de control obligatorio de agua potable en la provincia de Huancané. Los puntos de monitoreo fueron seleccionados según la ubicación establecida por la Empresa Prestadora de Servicios "EPS NOR PUNO S.A."; con los siguientes puntos: fuente principal de abastecimiento de agua (manantial Cuyuraya) y la red principal de abastecimiento (desde la primera vivienda, zona media y vivienda final) siendo un total de 6 puntos de monitoreo. Los parámetros evaluados según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031 – 2010 – SA, fueron: pH, color, cloro residual, turbiedad, coliformes totales y termotolerantes, los cuales fueron analizados in-situ o en un laboratorio respectivamente, con un resultado de que solo 3 de los 6 parámetros evaluados cumplen con lo que indica el reglamento, debido a que Cloro Residual no llega al mínimo establecido de 0.5 mg/L, Coliformes Totales y Termotolerantes exceden en 16 UFC como máximo y <1.1 como mínimo, concluyendo que el agua que se distribuye en todo Huancané es directamente afectada por los niveles bajos de cloro residual, ocasionando que exista la presencia de coliformes (totales y termotolerantes), lo que afecta directamente a la calidad del agua que se distribuye en la provincia de Huancané.

*Palabras clave:* Agua de consumo humano, Parámetros control obligatorio.

The objective of this study was to evaluate the parameters of obligatory control of water in the sector of Huancané. The monitoring points were selected according to the established location for the company "EPS NOR PUNO S.A."; with the following points: main fount of water provider (Manantial Cuyuraya) and the principal net of providing (from the first house, medium zone and last house) being a total of 6 point of observation. The parameters evaluated according to Water Quality Regulation for Human consumption DS N ° 031 - 2010 - SA, were: pH, color, residual chlorine, turbidity, total coliforms and thermotolerant, which were analyzed in situ or in a laboratory respectively, with a final result that only 3 of the 6 evaluated parameters fill up with what the ruler says, because the residual cloro doesn't reach to the minimum established of 0.5 mg/L, totals Coliformes and thermotolerants exceed in 16 UFC as maximum y <1.1 as minimum, with takes us to the conclusion that the distributing water in whole Huancané is directly affected for the low levels of residual cloro, making the existence of coliforms ( totals and thermotolerants) which affects directly to the quality of water that is distributed in the Huancané region.

*Keywords:* Water for human consumption, Mandatory control parameters.

---

Autor de correspondencia:

1 E.P Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión. *E-mail:* deynid.ccolque@upeu.edu.pe  
Tel.: +51-957736977<sup>i</sup>

2 E.P Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión. *E-mail:* yhon.incaluque@upeu.edu.pe  
Tel.: +51-969287832

3 E.P Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión. *E-mail:* rose.callata@upeu.edu.pe  
Tel.: +51-927704837

## **1. Introducción**

El agua fue, es y será considerada como el recurso natural más indispensable y necesario para que la vida pueda desarrollarse en la tierra (Iglesias, 2010), (Contreras, 2014), (Gómez, 2016) , uno de los mayores problemas es que a pesar de que este recurso es indispensable para la vida también puede afectar a esta, es decir, que puede traer con ella una gran variedad de enfermedades, las cuales son causadas por microorganismos, como bacterias, hongos e incluso algas (Minaverry, 2014), las cuales pueden afectar directamente en el desarrollo normal del cuerpo humano, se calcula que las enfermedades diarreicas causan alrededor del 3,6% del total de los años de vida ajustados en función de la discapacidad debidos a enfermedades y causan 1,5 millones de fallecimientos cada año (OMS, 2017), (Guéladio, 2019), (Hassimi, 2019).

En la actualidad, el agua potable de calidad representa una necesidad y más aún en las zonas urbanas como en la provincia de Huancané, debido a que estas zonas no siempre tienen un buen tratamiento del agua (SUNASS, 2014); aquí es donde resalta la importancia de tener un buen tratamiento. Según el Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano existen ciertos parámetros de control obligatorios los cuales deben ser cumplidos para demostrar que el agua no lleva consigo riesgos a la salud (Tacora, 2018), (Silva, 2004), (Castro, 2014), es decir, si los valores no sobrepasan estos límites, confirman que el agua que llega a los hogares es de calidad y no tendrá efectos adversos a la salud (Marchand, 2012) (Torres, 2018), (Rodriguez, 2017).

Existen varias investigaciones en torno a este tema donde al igual que la presente investigación se toma como referencia al DS N° 031 – 2010 – SA, Reglamento de la Calidad de Agua, como la de (Garcia, 2018), donde se enfoca en la evaluación de los parámetros organolépticos y microbiológicos de control obligatorio y sus resultados los cuales evidencian que el agua que se distribuye en Iquitos no era apta para el consumo, pero esto considerando que el agua evaluada excedía demasiados límites los 113 parámetros del reglamento, adjunta a esta otra investigación de (Gonzales, 2018), en el cual se realizó una evaluación similar en el Distrito De Yarinacocha- Región Ucayali, en aguas de origen subterráneo (4 pozos), en el cual el investigador priorizo la evaluación de metales pesados y microorganismos, donde encontró que no se contaba con metales pesados pero si se encontraban con presencia de microrganismos en 2 de los 4 pozos como coliformes totales y coliformes termotolerantes, lo que lo lleva a la conclusión de que no se cumplen con los parámetros del reglamento de la calidad de agua para consumo humano, pero si con los LMP, ya que los valores encontrados son normales en la naturaleza (Pacheco, 2014), (National Academy of Sciences, 1977).

Con los antecedentes presentados, se puede llegar a entender que en este tipo de investigaciones es muy común que algunos de los valores excedan a los presentados en el reglamento, así también que muy necesario realizar este tipo de investigaciones, por el bienestar de la salud de las personas, por lo cual se plantea como objetivo; evaluar los parámetros de control obligatorio del agua potable proveniente del manantial Cuyuraya de la provincia de Huancané, esperando que los resultados sean positivos y no como se muestran en los antecedentes.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio es en la provincia de Huancané, el mismo que está ubicada en el departamento de puno, la altitud que se encuentra entre los 3825 msnm. Sin embargo, es importante conocer que la provincia de Huancané cuenta con un área total de superficial 2805,85 km<sup>2</sup>, respectivamente se encuentra con coordenadas a 3 841 m.s.n.m., a 15°12'00'' Latitud Sur y 69°45'33'' (Huancane, 2019).

Así la investigación se desarrolló en los siguientes puntos: fuente principal de abastecimiento de agua (manantial Cuyuraya) y la red principal de abastecimiento (desde la primera vivienda, zona media y vivienda final) siendo un total de 6 puntos de monitoreo, donde se reconoció el ámbito de distribución de agua y subsiguientemente se estableció los puntos de monitoreo de los parámetros obligatorios de agua potable, evaluando los parámetros de control obligatorio tales como: color, turbiedad, cloro residual, pH, coliformes totales y coliformes termotolerates.

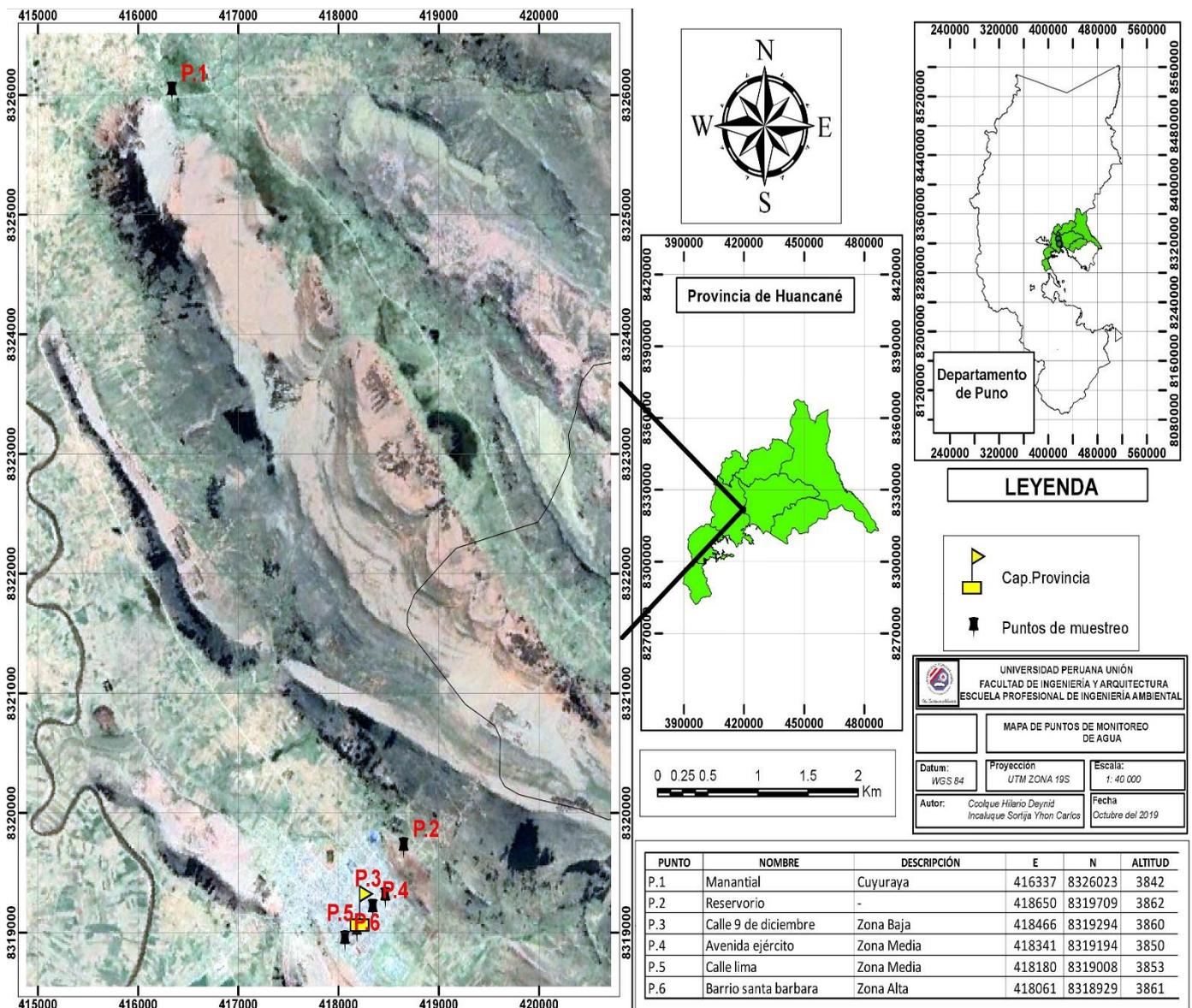


Figura 1. Puntos de muestreo de la calidad de agua

## 2.2. Metodología

### 2.2.1. Procedimiento del monitoreo de agua potable

De acuerdo a (Alfaro, 2013) los puntos de muestreo se tienen que realizar desde la parte inicial y final en el sector que se planea estudiar y dependiendo a la zona de distribución por lo tanto se desarrollaron en 6 puntos en particular, los cuales son: P1 punto en la fuente de captación (manantial Cuyuraya), P2 punto en el reservorio lugar donde se lleva el tratamiento, P3 punto en la zona baja de las primeras viviendas de la red de distribución, P4 y P5 puntos en la zona media de la red de distribución y P6 punto en la zona alta vivienda localizada en las finales de la red de distribución.

**Tabla 1.**

*Ubicación de puntos de muestreo*

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCION	Coordenadas		
		WGS 1984 UTM		
		X	Y	Z
P1	Manantial (cuyuraya)	0416337	8326023	3842
P2	Reservorio	0418650	8319709	3862
P3	Calle 9 de diciembre N° 423 (zona baja)	0418466	8319294	3860
P4	Avenida ejército N° 408 (zona media)	0418341	8319194	3850
P5	Calle lima (zona media)	0418180	8319008	3853
P6	Barrio santa barbara (zona alta)	0418061	8318929	3861

Nota: La altitud llega a variar porque los puntos de muestro son a desnivel.

### 2.2.2. Toma de muestra

Para la recolección de muestras es importante considerar las etapas para la toma de muestra de agua, con el propósito que la muestra sea más representativa posible. Se realizó en 6 puntos particulares de la zona de estudio, estas se registraron las coordenadas UTM y se tomó consideraciones necesarias para la toma de muestra en manantial, reservorio y caños como: retirar todo tipo de residuos ubicados alrededor del punto muestreo, elección de grifos de agua que estén directamente conectados a una cañería de distribución y principalmente la desinfección del caño. Según la Dirección General De Salud Ambiental (**DIGESA, 2007**) para realizar una toma de muestras de manera correcta se tiene que tener en cuenta: el número de muestra, código de identificación, origen de la fuente, descripción del punto de muestreo, fecha y hora de la toma de la muestra, preservar la muestra y nombre del responsable.

### 2.2.3. Medición de parámetros fisicoquímicos – campo

La medición de los parámetros in situ se realizó durante el suministro de agua (5:00 AM – 12:00 PM). Para dicho control se consideró la metodología de Samboni (2007) el cual indica el adecuado uso de los epps necesarios (Guantes y Barbijo) para no alterar el resultado de las muestras para luego ser comparados con los valores de la normativa actual de acuerdo al DS. N°031-2010-S.A. el análisis in situ para ello se realizó con la siguiente metodología: como se muestra en la tabla 2.

### 2.2.4. Medición de parámetros fisicoquímicos – laboratorio

El análisis del parámetro de turbiedad se realizó con el turbidímetro VELP - TB1 del laboratorio de la universidad (Muoioa, 2019); la medición del color se realizó en la escala de Hazen o unidades de color Hazen – UPC (Unidades de Platino Cobalto), que con la cual se compara la coloración del agua con una serie de patrones de color, los cuales por unidad de medida simulan 1ppm de platino como PtCl<sub>6</sub>-2 y 0,5 ppm de cobalto como Co<sup>+2</sup>, en un tubo de 165 mm de altura de capa (Merck, 2011).

### 2.2.5. Medición de parámetros Microbiológicos

Se monitorearon los siguientes parámetros: coliformes totales y coliformes termotolerantes, en todos los 6 puntos de monitoreo estas se analizaron en un laboratorio acreditado.

**Tabla 2.**

*Metodología de análisis de los parámetros de control obligatorio.*

Parámetros	Tipo de parámetro	Unidad	Tipo de Ensayo
pH	Fisicoquímico	-	Método electrométrico
Turbiedad	Fisicoquímico	UNT	Método Nefelométrico
Color	Fisicoquímico	UCV escala Pt/Co	Método
Cloro residual	Fisicoquímico	Mg/L	Kit lamotte
Coliformes totales	Biológico	UFC/100 ml a 35°C	Filtración por membrana
Coliformes termotolerantes	Biológico	UFC/100 ml a 35°C	Filtración por membrana

Fuente: Adaptado del DS. 031-2010-SA MINSA (2011)

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1. Resultados generales

En la tabla 3 se muestra los resultados de los análisis de los parámetros de control obligatorio en los distintos puntos de monitoreo.

**Tabla 3**

*Resultados generales de los parámetros de control obligatorio en agua potable.*

Punto	Descripción	PARAMETROS					
		Fisicoquímicos			Microbiológicos		
		pH	Turbiedad NTU	Color	Cloro residual mg/l	Coliformes totales UFC	Coliformes termotolerantes UFC
P1	Manantial (Cuyuraya)	8.7	0.48	5	0	16	<1.1

P2	Reservorio	7.58	0.38	3	0.8	<1.1	<1.1
P3	Calle 9 de diciembre (zona baja)	7.55	0.42	3	0.3	<1.1	<1.1
P4	Avenida ejército (zona media)	7.73	0.79	4	0.7	<1.1	<1.1
P5	Calle lima (zona media)	7.78	0.57	5	0.2	<1.1	<1.1
P6	Barrio Santa Barbara (zona alta)	7.78	0.63	4	0.2	16	<1.1

Nota: Los resultados de la presente investigación se ven plasmados según requiere el DS. N° 031-2010-S.A:

### 3.1.1. Análisis de parámetro en pH

Se muestran los valores resultantes del parámetro pH en los 6 puntos de muestreo, en comparación a la normativa vigente DS. N° 031-2010-SA; observar la Figura 2.

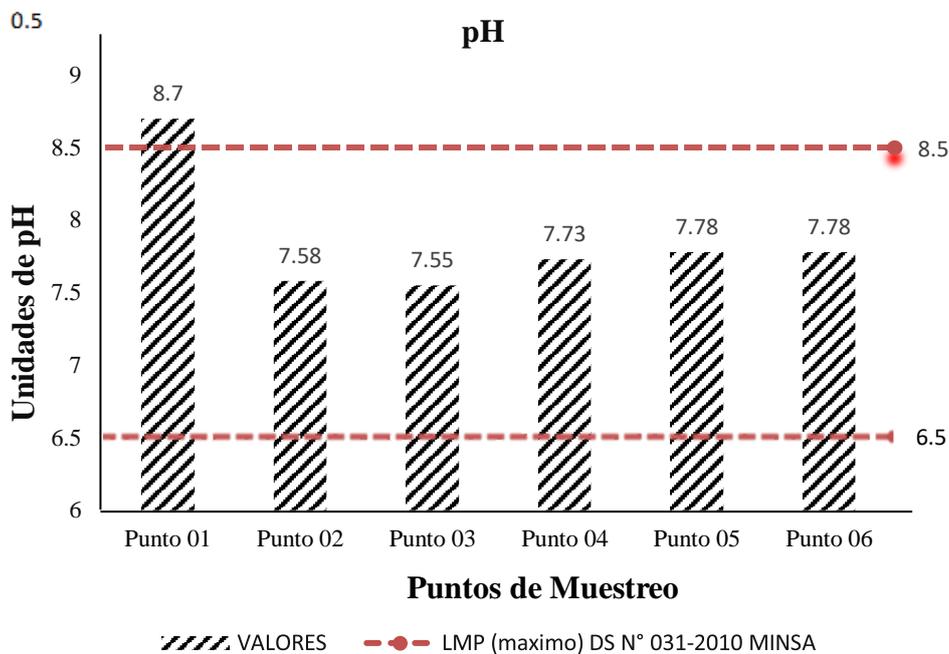


Figura 2. Concentración de pH en los 6 puntos de muestreo

En la figura número 2 se puede apreciar los resultados del parámetro de pH en los distintos puntos de monitoreo en los cuales sus valores están dentro del rango excepto el punto 1 que tiene un valor de 8.7 el cual comparado con los parámetros del DS. N° 031-2010-S.A. excede por un rango de 0.2, que si bien no es muy amplio ya está incumpliendo con dicho decreto, y comparando con los resultados de Gonzales (2018) donde este encontró valores de pH que varían desde los 8.3 a 8.6, donde se podía mencionar que al igual que sus muestras, la primera muestra de la presente investigación son de origen subterráneo y que por eso tenemos una similitud de datos que son más elevados que 8 en el rango de pH.

### 3.1.2. Análisis de parámetro en turbiedad

Se muestran los valores resultantes del parámetro Turbiedad en los 6 puntos de muestreo, en comparación a la normativa vigente DS. N° 031-2010-SA; observar la Figura 3.

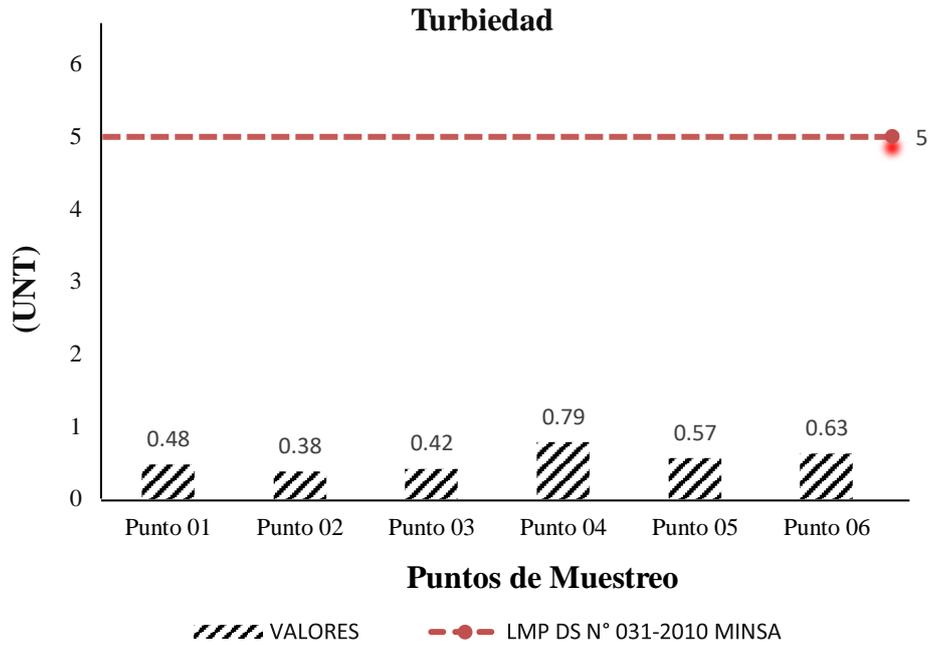


Figura 3. Concentración de turbiedad en los 6 puntos de muestreo

En la figura número 3 se puede apreciar los resultados del parámetro de turbiedad donde se puede apreciar que la cual se encuentra en un rango de 0.38 UNT siendo en más bajo y 0.73 UNT siendo en más alto, el cual siendo comparado con el DS. N° 031-2010-S.A. nos indica que está muy por debajo de los 5 UNT que nos pide dicho decreto, y comparando con los resultados de Gonzales (2018) los valores de turbidez en los pozos muestreados oscilan entre 0,12 UNT y 4,51 UNT, y por lo cual se puede decir que el agua en el parámetro de turbiedad en Huancané es de mejor calidad que la de Yarinacochoa.

### 3.1.3. Análisis de parámetro en color

Se muestran los valores resultantes del parámetro Color en los 6 puntos de muestreo, en comparación a la normativa vigente DS. N° 031-2010-SA; observar la Figura 4.

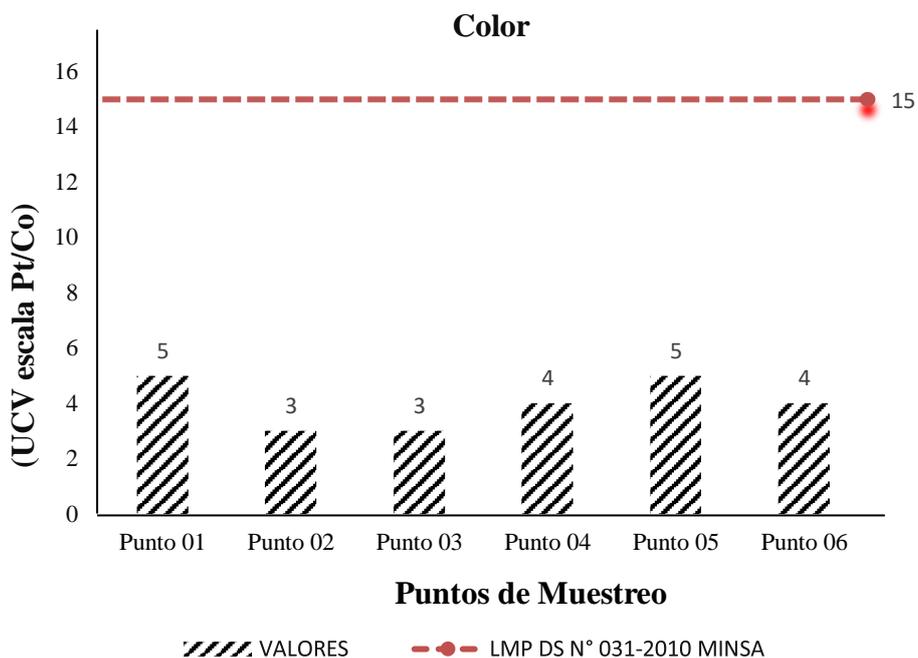


Figura 4. Concentración de color en los 6 puntos de muestreo

En la figura número 4 se pueden apreciar los resultados del parámetro de color realizados por el método de Hazen donde se puede apreciar que la cual se encuentra en un rango de 3 siendo el más bajo y 5 siendo el más alto, el cual siendo comparado con el DS. N° 031-2010-SA. Nos indica que está muy por debajo de los 15 que nos pide dicho decreto.

### 3.1.4. Análisis de parámetro en cloro residual

Se muestran los valores resultantes del parámetro Cloro residual en los 6 puntos de muestreo, en comparación a la normativa vigente DS. N° 031-2010-SA; observar la Figura 5.

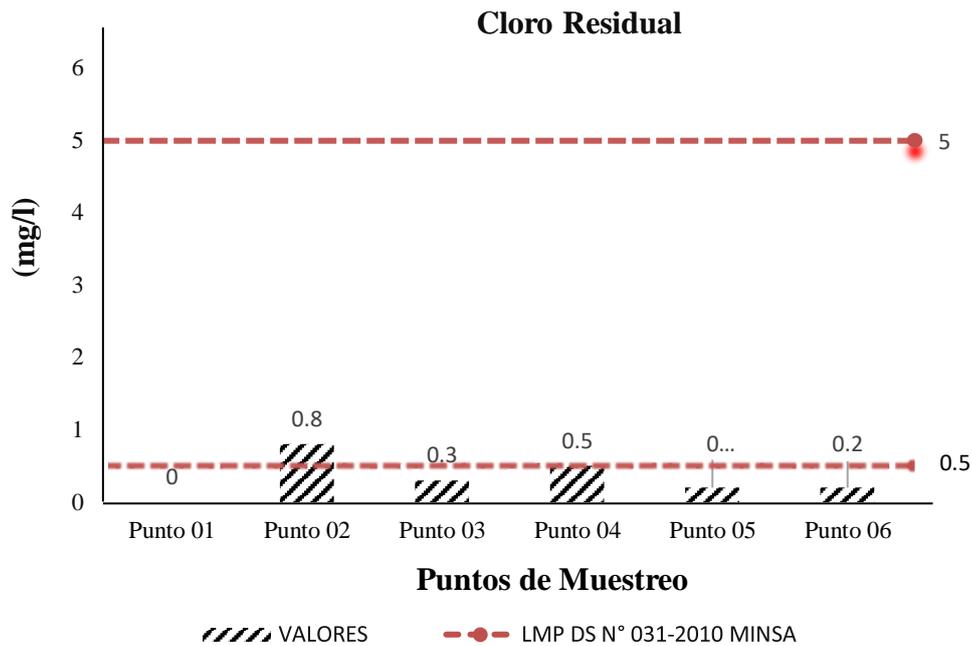


Figura 5. Concentración de cloro residual en los 6 puntos de muestreo

En la figura número 5 se puede apreciar los resultados del parámetro de Cloro residual donde se aprecia que todos los resultados se encuentran por debajo del rango de los límites máximos y límites mínimos que establece el DS. N° 031-2010-S. A, con excepción del segundo punto (reservorio) que cuenta con 0.8 de cloro residual, así mismo los puntos 5 y 6 cuentan con los rangos de menor concentración de cloro residual 0.2, descartando el punto 1 (Manantial) ya que no cuenta con un tratamiento de cloración, es decir, que el agua no cumple con el parámetro establecido y que no asegura que cumpla con su labor desinfectante, y comparando con (Gonzales, 2018) donde se obtuvo el valor de 0,0 mg/l en los pozos evaluados y haciendo énfasis en la similitud con el primer punto de monitoreo de la presente investigación.

### 3.1.5. Análisis de parámetro en coliformes totales

Se muestran los valores resultantes del parámetro Coliformes Totales en los 6 puntos de muestreo, en comparación a la normativa vigente DS. N° 031-2010-SA; observar la Figura 6.

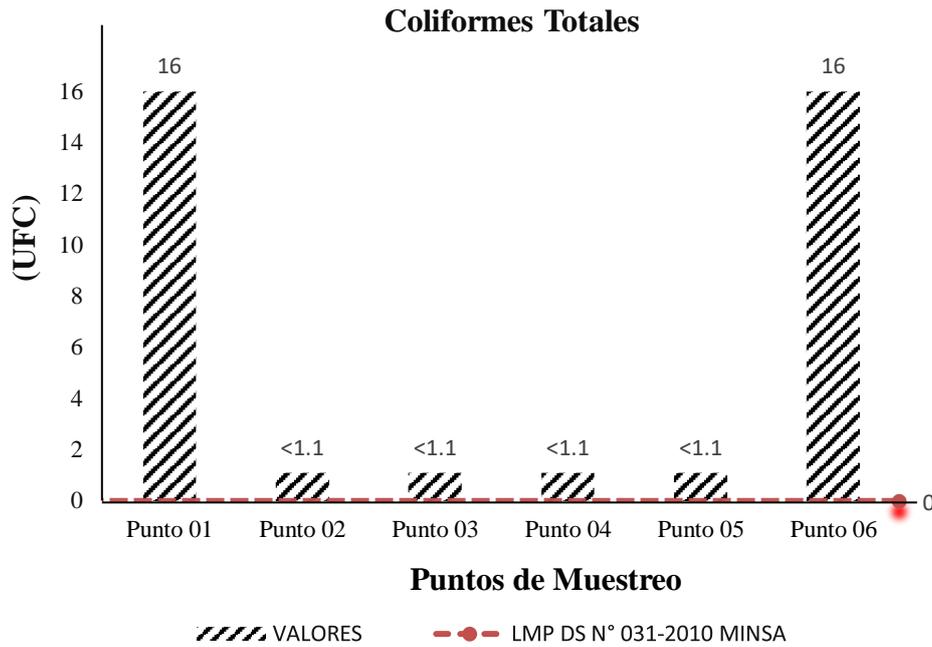


Figura 6. Concentración de coliformes totales en los 6 puntos de muestreo

En la figura número 6 se puede apreciar los resultados del parámetro de Coliformes Totales donde encontramos que exceden con los rangos establecidos en el DS. N° 031-2010-S.A., como se puede observar en la figura encontramos que estos varían entre <1.1 UFC (menores a 1) siendo la más baja a 16 UFC, en los cuales todas las muestras superan el rango de 0, es decir que, el agua no es apta para el consumo humano.

El primer punto de muestreo es la bocatoma del agua de manantial y es el lugar donde tiene mayor UFC, lo que tiene sentido porque no cuenta con tratamiento, pero el último punto (punto 6) indica que podría tener un mal almacenamiento o que el agua que llega hasta esa zona está siendo afectada por un problema en las tuberías, canales de distribución, etc.; o que simplemente hubo un problema en el monitoreo.

### 3.1.6. Análisis de parámetro en coliformes termotolerantes

Se muestran los valores resultantes del parámetro Coliformes Termotolerantes en los 6 puntos de muestreo, en comparación a la normativa vigente DS. N° 031-2010-SA; observar la Figura 7.

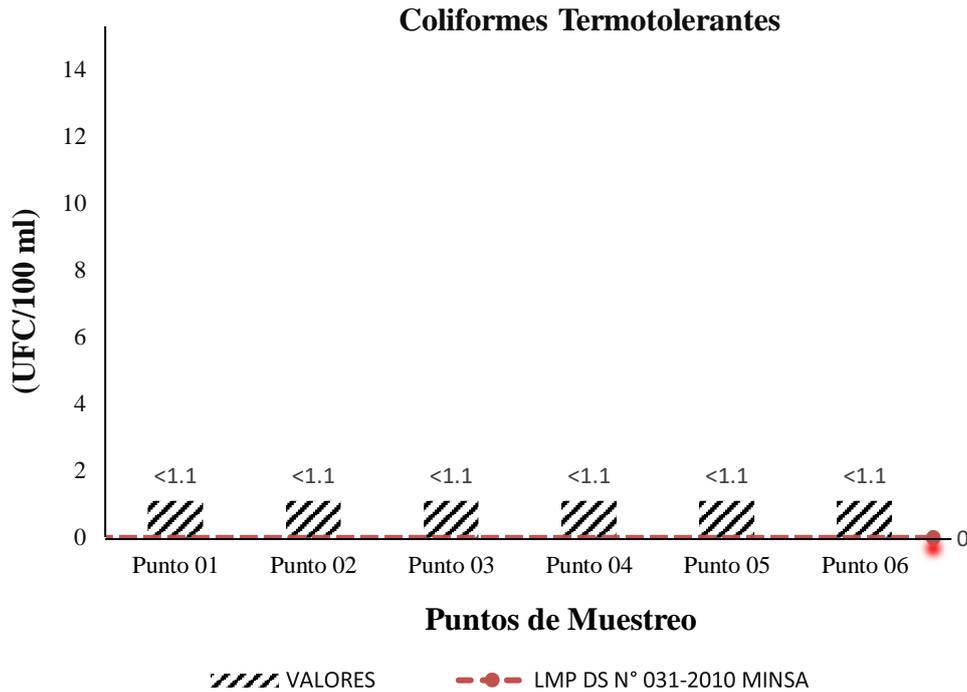


Figura 7. Concentración de coliformes termotolerantes en los 6 puntos de muestreo

En la tabla número 3 se puede apreciar los resultados del parámetro de Coliformes Termotolerantes donde encontramos que exceden con los rangos establecidos en el DS. N° 031-2010-S.A., como se puede observar en la figura encontramos que todos tienen un valor de <1.1 UFC (menores a 1 UFC), en los cuales todas las muestras superan el rango de 0, lo que al igual que en el parámetro de coliformes totales nos indica que el agua no es de calidad.

#### **4. Conclusiones**

Primero, el agua que se consume en la Provincia de Huancané, no cumplen con algunos de los parámetros obligatorios, ya que 3 de los 6 parámetros obligatorios establecidos en el decreto no son cumplidos a totalidad como se puede observar en la tabla general y las figuras de cada parámetro de los resultados, el nivel de microorganismos tanto de coliformes totales como de coliformes termotolerantes no están dentro de los parámetros admitidos por el DS. N° 031-2010-S.A, generalmente en el punto 6 de coliformes totales que tiene un rango de 16 UFC que no tiene sentido ya que este punto si cuenta con tratamiento caso contrario que no ocurre con el punto 1 el cual cuenta con un rango de 16 UFC pero este dato si es descartable ya que en este punto el agua no es tratada ni desinfectada por ningún agente externo, cabe destacar que en la vivienda número 6 se dedicaban a la crianza de ganado ovino.

Segundo, el agua que se tiene no cumple con el parámetro de cloro residual, lo que nos indicaría que es la principal razón por la que el agua cuenta con presencia de microorganismos.

Tercero, según evidencian los resultados de los análisis, el tratamiento que se le da al agua por parte de la EPS NOR PUNO S.A. no es efectivo y si bien remueve gran parte de los microorganismos estos aún tienen presencia en el agua que llega a cada vivienda y conociendo el comportamiento de los mismos, se llegarían a multiplicar exponencialmente a muy corto plazo y más aún que los pobladores tienen la costumbre de almacenar agua ya que solo se dispone agua por 1 o 2 horas al día.

Los siguientes parámetros de pH, turbiedad y color se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el DS. N° 031-2010-S.A.

#### **Recomendaciones**

Algunas recomendaciones que se podrían aplicar son: el mantenimiento y mejora de la planta de tratamiento de la EPS NOR PUNO S.A. - Huancané para poder brindar un servicio calidad a la población, ejecutar un control de calidad más efectivo en todo el sistema de agua potable, identificar cuáles son las zonas vulnerables en cuanto a la calidad de agua potable, promover el programa de educación sanitaria para reducir o evitar la contaminación bacteriológica en la zona de captación del manantial Cuyuraya ya que esta es la fuente principal de agua potable, implementar un monitoreo por estaciones o mensual para así realizar un seguimiento más preciso y así conocer el comportamiento del agua de este manantial de manera más efectiva, para así prever cualquier cambio repentino.

#### **Agradecimientos**

A la EPS NOR PUNO S.A. por otorgar los permisos requeridos para acceder a las instalaciones, fuente de tratamiento, bocatoma, y otros documentos internos.

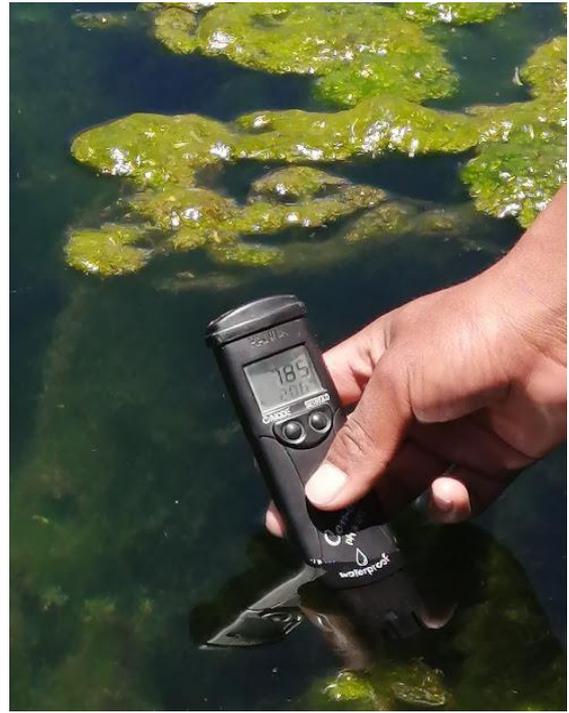
## Referencias

- Alfaro, J. D. (2013). Implicaciones del monitoreo periódico de la calidad del agua potable en el cantón de Grecia, Alajuela, Costa Rica. *Revista de las Sedes Regionales*, vol. 14, no 28, p. 39-53.
- ANA. (11 de Enero de 2016). *Resolucion Jefatural N° 010 - 2016 - ANA*. Obtenido de Resolucion Jefatural N° 010 - 2016 - ANA: [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_010-2016-ana\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf)
- Castro, M. (2014). *Water Quality Indexes: Evolution and Trends at the Global Level*. Ingeniería Solidaria.
- Contreras, C. D. (2014). "La importancia del vanadio en los seres vivos.". *Educación Química*.
- DIGESA. (11 de Septiembre de 2007). Obtenido de Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los hidricos superficiales: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes\\_tecnicos.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos.pdf)
- DIGESA. (24 de Septiembre de 2015). *Resolucion Directorial*. Obtenido de Resolucion Directorial: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD\\_160\\_2015\\_DIGESA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf)
- Garcia, A. R. (2018). Parametros de Control Obligatorio para Determinar La Calidad del Agua de Consumo Humano en la Ciudad de Iquitos
- Gómez, G. A. (2016). *La calidad sanitaria del agua de consumo*. Cataluña - España : Gaceta Sanitaria.
- Gonzales, T. R. (2018). Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en el Asentamiento Humano Señor de los milagros, Distrito de Yarinacocha- Region Ucayali.
- Guéladio, C. (2019). Food-borne and water-borne diseases under climate change in low- and middle-income countries: Further efforts needed for reducing environmental health exposure risks. *Elsevier*.
- Hassimi, A. H. (2019). A review of biological drinking water treatment technologies for contaminants removal from polluted water resources. *Journal of Water Process Engineering*.
- Huancane, M. p. (10 de Octubre de 2019). *Portal municipalidades*. Obtenido de [https://www.peru.gob.pe/Nuevo\\_Portal\\_Municipal/portales/Municipalidades/1678/pm\\_inicio.asp](https://www.peru.gob.pe/Nuevo_Portal_Municipal/portales/Municipalidades/1678/pm_inicio.asp): [municipiohuancane@gmail.com](mailto:municipiohuancane@gmail.com)
- Iglesias, R. C. (2010). Importancia del agua en la hidratación de la población española: documento. *FESNAD*.
- Marchand, P. E. (2012). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana*. Lima - Perú: Tesis EP Ciencias Biológicas.
- Merck, D. E. (2011). *Dr. Calderon Lab*. Obtenido de [http://www.drcaideronlabs.com/Metodos/Analisis\\_De\\_Aguas/Analisis\\_de\\_%20Color1.htm](http://www.drcaideronlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Analisis_de_%20Color1.htm)
- Minaverly, C. M. (2014). *Valoración social del recurso hídrico y su relación con la crisis mundial de abastecimiento*.
- Muoioa, C. R. (2019). Water safety plans and risk assessment: A novel procedure applied to treated water turbidity and gastrointestinal diseases. *Elsevier*.
- National Academy of Sciences. (1977). *Drinking Water and Health*. Washinton DC.
- OMS. (2017). *Enfermedades y riesgos asociados a las deficiencias en los servicios de agua y saneamiento*. Obtenido de WHO: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases-risks/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/es/)
- Pacheco, Á. J. (2014). *Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México*. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Rios, T. S. (2017). *Patógenos e Indicadores Microbiológicos da qualidade da água pro consumo humano*. Medellín: Fac. Nac. Salud Pública.
- Rodriguez, A. M. (2017). Utilidad de los registros sanitarios locales para vincular la tasa de incidencia de diarreas con la calidad del agua de consumo Usefulness of local health reports to link the incidence rate of diarrhea with the quality of drinking water. *Revista Argentina de Microbiología*.
- Samboni, R. N. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, Vol. 27, núm. 3.
- Silva, J. R. (2004). *Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela*. Venezuela: Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología.
- SUNASS. (2014). *La calidad del agua potable en el Perú*. Obtenido de [https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua\\_potable.pdf](https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua_potable.pdf)
- Tacora, M. S. (2018). Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno.
- Torres, L. P. (2018). *Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica*. Medellín: Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín.

## Anexos A



**Figura 1.** Toma de muestra en el manantial Cuyuraya



**Figura 2.** Uso del Multiparámetro en el manantial Cuyuraya



**Figura 3.** Toma de muestra de la Vivienda Av. Ejercito



**Figura 4.** Toma de muestra del reservorio

## Anexos B



Figura 5. Uso del Kit de Analyzer Free Chlorine



Figura 6. Análisis de turbiedad de las muestras.



Figura 7. Muestras enviadas al laboratorio para su análisis respectivo



Figura 8. GPS usado para la georeferenciación de los puntos de muestreo



**Figura 9.** Multiparámetro usado para el análisis de parámetros de campo.

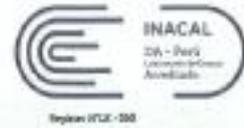


**Figura 10.** Turbidímetro usado para la medición de turbiedad.

Anexo 11. Informe del laboratorio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



**INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-19-00542**

Fecha de emisión : 25/10/2019

Página 1 de 3

Selleres : RHILAS S.A.C.  
 Dirección : AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE NRO. 2414 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
 Atención : DEYND COLQUE HILARIO / YHON INCALUQUE SORTIJA  
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LOS PARAMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DEL AGUA POTABLE DE LA PROVINCIA DE HUANCANE

**PROTOCOLO DE MUESTREO**

Muestra realizada por : Cliente : DEYND COLQUE HILARIO / YHON INCALUQUE SORTIJA Fecha de recepción : 17/10/2019  
 Registro de muestreo : 378-19 Fecha de ensayo : 17/10/2019  
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 6

Cod. Interno L.A.S.	(i) Nombre de muestra	(ii) Naturaleza de la muestra	(iii) Zona, Urb, AHH/Dist/Prov/Depart.	(iv) Punto de muestreo y/o coordenadas	(v) Fecha de inicio de muestreo	(vi) Hora de inicio de muestreo
AG19000966	MUESTRA N° 01 A	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	TEL E:0418950 N:8326157 Altitud 3662	16/10/2019	14:10
AG19000968	MUESTRA N° 02 A	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	TEL E:0418950 N:8310700 Altitud 3662	16/10/2019	14:55
AG19000970	MUESTRA N° 03 A	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	TEL E:0418966 N:8310700 Altitud 3660	16/10/2019	15:25
AG19000972	MUESTRA N° 04 A	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	TEL E:0418931 N:8319194 Altitud 3650	16/10/2019	15:40
AG19000974	MUESTRA N° 05 A	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	TEL E:0418190 N:8319238 Altitud 3650	16/10/2019	16:10
AG19000976	MUESTRA N° 06 A	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	TEL E:0418061 N:8318929 Altitud 3661	16/10/2019	16:47

(i) datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no es responsable de la veracidad legal de esta información.

Condiciones de recepción de la muestra

Códiq. refrigerado

---

Observación

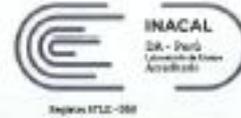
*(Firma manuscrita)*  
 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.  
 Omar A. Juárez Soto  
 Director de Operaciones  
 M. Sc. Ingeniero Químico CP 11445\*

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
 \*Valor numérico = Límite de detección del método. \*\*Valor numérico = Límite de cuantificación del método.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.  
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Anexo 12. Informe de laboratorio



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



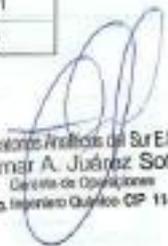
**INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-19-00542**

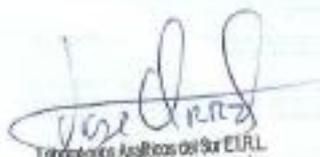
Fecha de emisión : 25/10/2019

Página 2 de 3

**RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICOS**

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	CFU Coliformas Total NMP/100 mL
AG10000066	MUESTRA N° 01 A	16
AG10000068	MUESTRA N° 02 A	<1,1
AG10000070	MUESTRA N° 03 A	<1,1
AG10000072	MUESTRA N° 04 A	<1,1
AG10000074	MUESTRA N° 05 A	<1,1
AG10000076	MUESTRA N° 06 A	16

  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Omar A. Juárez Soto  
Gerente de Operaciones  
• 9a. Avenida Quilico CP 11406

  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
José A. Ortiz Condori  
Microbiología  
Bélgica C.B.P. 13052

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

"<Valor numérico" = Límite de detección del método, "Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Este tratamiento establece la responsabilidad a total de este documento de la institución accionada de I.E. Cualquier consulta o comentario en el

Anexo 13. Informe de laboratorio



**LAS**  
Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado  
Registro N° LE - 050

---

**INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-19-00543**

Fecha de emisión : 25/10/2019 Página 1 de 3

Señores : RHLAB S.A.C.  
 Dirección : AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMB NRO. 2414 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
 Atención : DEYNID CCOLQUE HILARIO / YHON INCALUQUE SORTIJA  
 Proyecto : EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DEL AGUA POTABLE DE LA PROVINCIA DE HUANCANÉ

**PROTOCOLO DE MUESTREO**

Muestreo realizado por : Cliente : DEYNID CCOLQUE HILARIO / YHON INCALUQUE SORTIJA Fecha de recepción : 17/10/2019  
 Registro de muestreo : 379-19 Fecha de ensayo : 17/10/2019  
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 6

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG19000967	MUESTRA N° 01 B	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	19L E.0416850 N.8326137 Altitud 3642	16/10/2019	14:25
AG19000969	MUESTRA N° 02 B	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	19L E.0418650 N.8319709 Altitud 3662	16/10/2019	15:08
AG19000971	MUESTRA N° 03 B	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	19L E.0418466 N.8319294 Altitud 3660	16/10/2019	15:32
AG19000973	MUESTRA N° 04 B	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	19L E.0418341 N.8319194 Altitud 3650	16/10/2019	15:48
AG19000975	MUESTRA N° 05 B	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	19L E.0418180 N.8319008 Altitud 3653	16/10/2019	16:25
AG19000977	MUESTRA N° 06 B	Agua para Uso y Consumo Humano - Agua de Bebida - Agua Potable	HUANCANE - HUANCANE - PUNO	19L E.0418061 N.8318929 Altitud 3661	16/10/2019	16:56

(c) : datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

<b>Condiciones de recepción de la muestra</b>
Cooler refrigerado
<b>Observación</b>



Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
**Omar A. Juárez Soto**  
 Gerente de Operaciones  
 Ing. Químico CIP 114426

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.  
 " < Valor numérico " = Límite de detección del método, " < Valor Numérico " = Límite de cuantificación del método.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.  
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

---

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú  
 Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

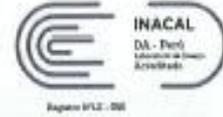
**A-18 N° 9359**

Anexo 14. Resultados de coliformes termotolerantes



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL  
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-19-00543

Fecha de emisión : 25/10/2019

Página 2 de 3

RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICOS

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	BT2
		Coliformes Fecales NMP/100 mL
AG19000967	MUESTRA N° 01 B	<1,1
AG19000969	MUESTRA N° 02 B	<1,1
AG19000971	MUESTRA N° 03 B	<1,1
AG19000973	MUESTRA N° 04 B	<1,1
AG19000975	MUESTRA N° 05 B	<1,1
AG19000977	MUESTRA N° 06 B	<1,1

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Omar A. Juárez Soto  
Gerente de Operaciones  
Ingeniero Químico CP 114420

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
José A. Ortiz Condori  
Microbiología  
Biólogo C.B.P. 13052

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

<Valor numérico> = Límite de detección del método, \*Valor Numérico\* = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Anexo 15. Cadena de Custodia

<b>Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.Ltda.</b> Part. Industrial Río Saco C-1 Cerro Colorado Arequipa. Teléf. (054) 443294 Fax (054) 444982 www.laboratoriosanalisocodelsur.com		H.C.C. N°:		BOJA: de													
		<b>CADENA DE CUSTODIA - AGUA</b>		Código Reg: F-015-02	Versión: 07												
RHLAB SAC AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE N° 2414 JULIACA DEYNID CCOLQUE HILARIO / YHON INCALUQUE SORTIJA		RUC: 20601899321 Teléfono: 935008140 e-mail: <a href="mailto:rhlabpens@hotmail.com">rhlabpens@hotmail.com</a>		Consultas: <b>Gerencia de Operaciones</b>													
		Proyecto/ Programa: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL OBLIG.															
e del muestreo: DEYNID CCOLQUE HILARIO / YHON INCALUQUE SORTIJA		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Muestra(s):</td> <td style="width: 50%;"> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Puntual(es) para formar compuesto</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>Puntual(es)</td> <td style="text-align: center;">x</td> </tr> <tr> <td>Compuesto(s)</td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>		Muestra(s):	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Puntual(es) para formar compuesto</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>Puntual(es)</td> <td style="text-align: center;">x</td> </tr> <tr> <td>Compuesto(s)</td> <td></td> </tr> </table>	Puntual(es) para formar compuesto		Puntual(es)	x	Compuesto(s)		e-mail: <a href="mailto:fas@laboratoriosanalisocodelsur.com">fas@laboratoriosanalisocodelsur.com</a>					
Muestra(s):	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Puntual(es) para formar compuesto</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>Puntual(es)</td> <td style="text-align: center;">x</td> </tr> <tr> <td>Compuesto(s)</td> <td></td> </tr> </table>	Puntual(es) para formar compuesto		Puntual(es)	x	Compuesto(s)											
Puntual(es) para formar compuesto																	
Puntual(es)	x																
Compuesto(s)																	
<b>AS</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>	<b>Metrica</b>	<b>Código de control</b>	<b>Nombre de la Muestra</b>	<b>Lugar de muestreo</b>		<b>N° frascos</b>	<b>Volumen total (L)</b>								
						<b>Zona, Urb, AAHH / Dist. / Prov. / Depart.</b>	<b>Punto de muestreo y/o coordenadas UTM</b>	<b>frasco</b>	<b>litro</b>								
	16-oct	02:10 p.m.	APb		MUESTRA N° 01 A	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418850 N:8325137 Altud:3862	x	1.0								
	16-oct	02:25 p.m.	APb		MUESTRA N° 01 B	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418850 N:8325137 Altud:3862	x	1.0								
	16-oct	02:55 p.m.	APb		MUESTRA N° 02 A	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418850 N:8319759 Altud:3862	x	1.0								
	16-oct	03:08 p.m.	APb		MUESTRA N° 02 B	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418850 N:8319759 Altud:3862	x	1.0								
	16-oct	03:25 p.m.	APb		MUESTRA N° 03 A	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418498 N:8319294 Altud:3860	x	1.0								
	16-oct	03:32 p.m.	APb		MUESTRA N° 03 B	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418498 N:8319294 Altud:3860	x	1.0								
	16-oct	03:40 p.m.	APb		MUESTRA N° 04 A	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418341 N:8319194 Altud:3850	x	1.0								
	16-oct	03:49 p.m.	APb		MUESTRA N° 04 B	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418341 N:8319194 Altud:3850	x	1.0								
	16-oct	04:19 p.m.	APb		MUESTRA N° 05 A	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418190 N:8319008 Altud:3853	x	1.0								
	16-oct	04:25 p.m.	APb		MUESTRA N° 05 B	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418190 N:8319008 Altud:3853	x	1.0								
	16-oct	04:47 p.m.	APb		MUESTRA N° 06 A	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418081 N:8318929 Altud:3861	x	1.0								
	16-oct	04:56 p.m.	APb		MUESTRA N° 06 B	Huancané - Huancané - Puno	19L E:0418081 N:8318929 Altud:3861	x	1.0								
el nombre de la muestra se acuerdo a como desea que aparezca en el informe de ensayo						Campos para llenarse cuando se recepcionan las muestras en LAS											
DE: ..... ..... ..... .....						<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">SI</td> <td style="width: 50%;">NO</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		SI	NO							Fecha de recepción: Hora de recepción: Temperatura CV:	
SI	NO																
Recipiente(s) adecuado(s): Muestras recibidas intactas: Conservación de muestras: Condiciones transporte:						Blanco viajero: Blanco de campo: Duplicados:											
Firma _____ Repres. cliente: _____						 Ing. Fidel Huaynapata Luque CIP 167755 GERENTE DE OPERACIONES		 RHLAB Ing. Rose Adeline Callata Chura CIP 17736 GERENTE DE OPERACIONES									
Entrega a 						Recibido 											