



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DE FUENTES ALTERNAS DE AGUA POTABLE PARA EL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS, CAJAMARCA - 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Marco Antonio Meléndez Urbina

Asesor:

Ing. De la Torre Ostos, Juan Miguel

Cajamarca - Perú

2021

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. De La Torre Ostos Juan Miguel, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Meléndez Urbina, Marco Antonio

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “EVALUACIÓN DE FUENTES ALTERNAS DE AGUA POTABLE PARA EL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS, CAJAMARCA - 2020” para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: MELENDEZ URBINA, MARCO ANTONIO para aspirar al título profesional con la tesis denominada: "EVALUACIÓN DE FUENTES ALTERNAS DE AGUA POTABLE PARA EL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS, CAJAMARCA - 2020"

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

Es mi deseo como sencillo gesto, dedicar el presente trabajo a mi amor Liz por su permanente cariño y comprensión.

A mis hijas Marjhory y Xiomara, a mis abuelitos José, Lucia, así como mi Papá Jilmer quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr la meta.

AGRADECIMIENTO

A mi amor Liz por la ayuda y apoyo que me has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más difíciles, siempre ayudándome no fue sencillo culminar con éxito este proyecto; sin embargo siempre fuiste muy motivadora y esperanzadora.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
INDICE DE FIGURAS.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema.....	26
1.3. Objetivos.....	26
1.3.1. Objetivo general.....	26
1.3.2. Objetivos específicos.....	26
1.4. Hipótesis.....	27
1.4.1. Hipótesis general.....	27
1.4.2. Hipótesis específica.....	27
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	28
2.1. Tipo de Investigación.....	28
2.2. Población y Muestra.....	29
2.3. Técnicas e instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	29
2.3.1. Materiales, Instrumentos y métodos.....	29
2.3.2. Materiales.....	29
2.3.3. Métodos.....	30
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	41
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....	50
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	58

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Manantial 01 – La Huaylla.....	31
Figura 2. Manantial 02 – Huaylla.....	31
Figura 3. Manantial Chuquiamo	32
Figura 4. Toma de muestras – Manantial 01 – Sector la Huaylla.....	43
Figura 5. Resultados de laboratorio – Manantial 01 Sector Huaylla.....	44
Figura 6. Toma de muestras – Manantial 02 – Sector la Huaylla.....	45
Figura 7. Resultados de laboratorio – Manantial 01 Sector Huaylla.....	46
Figura 8. Toma de muestras 03 – Sector la Chuquiamo	47
Figura 9. Resultados de laboratorio – Manantial 03 – Sector la Chuquiamo.....	48
Figura 10. Velocidad del agua.....	41
Figura 11. Caudal de los manantiales en l/s	42

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos.

Hoy en día nuestros recursos han experimentado una serie de cambios y modificaciones, esto debido a que existe una producción, su uso respectivo y como el hombre aprovecha de ellos, los cuales se relacionan con la contaminación que puede ser en la industria, el agro y en el uso doméstico, el cual tiene que ver directamente en la calidad ambiental de nuestros recursos por ende ello afecta directamente a al ambiente en que vivimos y a nuestra humanidad. (Domínguez, 2015)

Uno de nuestros recursos naturales que sufre la contaminación es el agua por no haber un grado de conciencia por las personas o quizás no tienen una educación ambiental tal es el caso el arrojado de basura arrojados en aguas superficiales como ríos, lagos, y acequias además de otros los cuales sirven para abastecer de agua potable, también se puede apreciar que incluso en nuestro mar se ha convertido en un lugar donde se encuentra la basura reposando en sus aguas (Téllez, s.f.)

En el Perú dicho recurso hídrico se obtiene de fuentes naturales que se encuentran en las cordilleras mas altas, además de ello existe otras fuentes tal es el caso la lluvia natural, los lagos y también de las aguas subterráneas. En su mayoría dichas fuentes lo utilizan las personas cercanas a ellas para su riego y su consumo diario, mientras que el resto se destina para el consumo humano de las grandes ciudades. Cabe señalar que dicho recurso en su origen no tiene algún problema con la

contaminación, el problema surge cuando este recurso llega a las grandes ciudades y también a las industrias lo cual provoca un daño ambiental, por ello se debería exigir con principios morales como: “quien contamina paga” pues en su mayoría de la población no hace nada por remediar lo antes mencionado (Briceño, 2021)

En Cajamarca el recurso hídrico inició por el año 2011, es por ello que las autoridades como Sedacaj, hicieron un racionamiento, esto conllevó que junto a un grupo de ciudadanos visitaran la naciente principal del Rio Grande que es la principal fuente de abastecimiento para la ciudad Cajamarquina donde se encontró que dicha causa se debió a la minería (La República, 2012)

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, en este contexto es necesario investigar nuevas fuentes de agua que consumen el departamento de Cajamarca y en especial la ciudad de San Marcos

El “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, presenta los requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables, en el que, no solo establece límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos, se refiere; sino también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano; además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas.

Desde la puesta en funcionamiento del servicio de agua potable en la ciudad de San Marcos, el gobierno local, Provincial, Regional y los organismos de salud no han realizado un control de la calidad del agua potable; peor aún dentro de la ciudad de

San Marcos el agua escasea cada vez más y más, por tal motivo es necesario buscar nuevas fuentes de agua para abastecer el servicio de agua potable.

Existen algunas investigaciones relacionadas a los estudios de fuentes alternas de abastecimiento de agua las cuales utilizaron la metodología de identificar caudales, realizar aforos de las fuentes alternas y realizar análisis de físico, químico y bacteriológico de las aguas que están en los manantiales, de las cuales podemos mencionar: en primer lugar, los antecedentes internacionales:

Antecedentes Internacionales:

González (2021). "Caracterización hidrogeológica en el área urbana de Santo Domingo, Chontales, Nicaragua", la presente investigación se desarrolló en el marco de una caracterización hidrogeológica en la ciudad de Santo Domingo y sus alrededores, ubicada en la Cuenca Alta del Río Artiguas, utilizando técnicas hidrogeológicas e información climática, realizando inventario de fuentes de agua, muestreo de aguas superficiales y subterráneas para análisis de su calidad a través de mediciones físico-químicas en campo y en laboratorio, determinación de metales pesados, metaloides y bacteriológicos en muestras de agua recolectadas en diferentes puntos de la cuenca, estableciendo la correlación con el medio geológico, con el fin de analizar la interrelación de flujos de agua subterránea y superficial a través de estructuras geológicas como contactos entre formaciones, fallas y fracturas. En este sentido, se ha determinado que el agua que circula en la cuenca estudiada se canaliza tanto por los sistemas de drenaje superficial como por las estructuras mineras subterráneas antiguas, construidas desde 1870 para la extracción mineral. Las fallas y fracturas en el área facilitan la circulación del agua subterránea en cantidades apreciables. Por tanto, esta investigación genera información que permite evaluar la situación actual para

prevenir eventuales afectaciones al recurso hídrico y por ende al sistema de abastecimiento de agua a la población. Las pruebas de infiltración permitieron determinar la capacidad de infiltración de los suelos para evaluar la recarga a los acuíferos del área. Las pruebas de aforo se desarrollaron para determinar la cantidad de agua circulante en la cuenca y con los análisis químicos se determinó la calidad de las aguas en el área también se determinó la no conexión hidráulica agua superficial - agua subterránea a través de la secuencia arcillosa superficial de unos 50 metros de espesor.

Quispe, L. A. M., & Mendoza, M. Y. (2020) "Determinación de la calidad del agua del manantial del fundo San Bernardo del distrito de Chiguata para consumo humano" donde se evaluó la calidad del agua de manantial del fundo San Bernardo de Chiguata para determinar si podría ser utilizada para consumo humano. Se realizaron ocho muestreos, durante las cuatro estaciones del año. La toma de muestra fue puntual, según el protocolo de monitoreo de los recursos hídricos de la Autoridad Nacional del Agua- DGCRH utilizando métodos de ensayos normalizado por la EPA. Se determinaron parámetros físicos, químicos, aniones y cationes, elementos ecotóxicos y parámetros microbiológicos (coliformes totales y fecales). Los resultados fueron comparados con el DSN°031-2010 y la NTP 214.024-1988 (revisada y actualizada Resolución Directoral N° 031-2017-INACAL/ DN (2017-09-05). Se concluyó que la dureza total, sólidos disueltos y la conductividad eléctrica, los iones As^{3+} , F^- , Cl^- y el boro; presentan valores que exceden a lo indicado en la norma. Según Rigola esta agua subterránea es muy dura, pertenece a una clase de tipo mineral por el grado de mineralización según el residuo seco a 180 °C.

Zúñiga & Mora (2020). Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago,

Costa Rica” tuvo como (Objetivo): Este estudio evaluó la percepción de la población de cuatro cantones de la provincia de Cartago (Alvarado, Jiménez, Oreamuno y Turrialba), en relación con el servicio público de agua potable que reciben en su comunidad. (Metodología): El análisis realizado contempló tanto la ubicación geográfica de la población como el tipo prestatario del servicio, con el fin de evidenciar las similitudes y contrastes que se generan en cada caso. Por medio de encuestas, se obtuvo la opinión de 2 194 personas usuarias de los sistemas hídricos en esas localidades. (Resultados): Se determinó que existen asimetrías considerables entre varios de los sistemas existentes, con algunos problemas en el nivel de continuidad del servicio y de propiedades organolépticas del líquido. El estudio permitió identificar una fuerte dependencia entre las variables de i) nivel de satisfacción de la persona usuaria, ii) problemas identificados en el sistema y iii) acciones que se implementan en las casas para mitigar esas falencias. (Conclusiones): La experiencia resultante de este estudio, que evalúa el servicio a través de la percepción de las personas usuarias complementa los indicadores de calidad del servicio tradicionales y presenta un elevado potencial para ser replicado en otros sistemas de Costa Rica y en otros países de América Latina y el Caribe

Antecedentes nacionales:

Ramos (2021) “Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable en el Centro Poblado el Convento, distrito de Tambogrande–Piura, diciembre 2019, Esta investigación se enfoca en diseñar el abastecimiento de agua potable en el Centro Poblado El Convento, distrito de Tambogrande- Piura. La metodología de esta tesis es de tipo descriptiva, el diseño no experimental y nivel cualitativo, diseñando un sistema con el software Wáter Cad y AutoCAD, empleando como base la norma técnica de diseño RM-192 2018 e información del INEI, reuniendo así las

bases del diseño de agua potable realizado. Los datos más significativos fue el cálculo máximo horario el cual es 0.67lt/seg, el caudal del manantial fue de 1.43lt/s siendo el diseño de agua potable un sistema por gravedad, con tuberías de PVC de 3 tipos de diámetro, los cuales son a 1 1/2" (43.4 mm), 1" (29.2) y 3/4" (22.9 mm). La presión máxima calculada en el modelamiento hidráulico es de 12.99 m.c.a y la presión mínima es de 8.03 m.c.a, además se diseñó un reservorio con una capacidad de 10 m³ y las medidas son de 2.5m x 2.5m x 1.6m. Además se hizo un estudio físico químico del agua del manantial el cual cumple con los estándares de calidad.

Anchapuri Calderón, A. (2018). Determinación del diámetro óptimo en redes de distribución de agua potable por el método Hardy Cross en el centro poblado de Lampa Putuma Pomata-Chucuito-Puno. El presente proyecto surge por la problemática de la escasez de agua dulce en el medio ambiente, el Centro Poblado favorecido con el proyecto no contaba con dicho servicio, en la actualidad, para salir de una extrema pobreza se debe contar con este tipo de servicios básicos, se requiere dotar optimizando el agua dulce apta para consumo humano con una eficiencia hidráulica, para lo cual teniendo la siguiente interrogante ¿Cuál es el diámetro óptimo en redes de distribución de agua potable por el método Hardy-Cross en el Centro Poblado de Lampa Putuma Distrito de Pomata?. La presente investigación busca determinar el diámetro óptimo en redes de distribución de agua potable en el Centro Poblado de Lampa Putuma cuyos objetivos específicos son: Determinar la eficiencia del diseño de sistema en agua potable con los diámetros óptimos en el Centro Poblado de Lampa Putuma, determinar el costo óptimo en el sistema de agua potable evitando la sobrevaloración de presupuestos. En el Centro Poblado de Lampa Putuma; para lo cual ya se cuenta con método Hardy Cross método iterativo de cálculo de caudales en los tramos de la red de distribución mallada y el software

waterCAD, herramientas con los que se realizó la modelación para el diseño económico de redes de distribución y posteriormente minimizar los costos de construcción, operación y de mantenimiento de dichos sistemas que cumplan con los requerimientos hidráulicos (como la velocidad de flujo, caudal demandado, y presiones requeridas) Alcanzando a las siguientes conclusiones: En la Primera Se determinó la eficiencia del diseño de sistema en agua potable con los diámetros óptimos en el Centro Poblado de Lampa Putuma. Se hizo el análisis de velocidad, presión y caudal en los tres diámetros 2", 2.5" y 3" mediante la modelación del software waterCAD el cual determino cumpliendo restricciones de presión dinámica de 10m columna de agua y con presión estática máxima de 50m columna de agua de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones. Así considerándose los diámetros óptimos de 0.5", 1", 1.5", 2" y 3", que cumple con la eficiencia hidráulica y a la vez se obtuvo los resultados del paquete estadístico llegando a un resultado. Segundo Se determinó el costo óptimo en el sistema de agua potable en el Centro Poblado de Lampa Putuma. Con un costo de financiamiento mínimo del proyecto según la comparación del presupuesto y análisis de precios unitarios por metro lineal con diferentes diámetros óptimos modelados con el software waterCAD con un costo óptimo de S/. 77,869.93 que corresponde al análisis de precios unitarios que cumple con la eficiencia hidráulica y a la vez es mínimo el costo de financiamiento para este proyecto. Por lo que se considera también que el costo de acuerdo a cotización y más comerciable, recomendable en marcas es Plastisur con un precio de 149.50 el cual expresa un mayor beneficio económico.

Molina Guzmán, J. S. (2020). "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de San Antonio de Ranchin, distrito de Huayan, provincia de Huarmey, departamento de Áncash y su incidencia en la condición sanitaria de la

población–2020” .Para la realización de la presente investigación se tuvo como enunciado del problema, ¿Cuáles serán las características del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la población del caserío de San Antonio de Ranchin, distrito de Huayan, Departamento de Ancash para la mejora de su condición sanitaria de la población?, así mismo se planteó el objetivo general de la investigación, realizar el proyecto de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para la población del caserío de San Antonio de Ranchin, distrito de Huayan, provincia de Huarney, Departamento de Ancash para la mejora de condición sanitaria actual de la población. La metodología empleada fue del tipo de la investigación correlacional y transversal, por que determinó si dos variables están correlacionadas y el transversal analizó datos de variables recopilados en un periodo de tiempo, el nivel de la investigación, fue cualitativo y cuantitativo, el diseño de la investigación para el presente estudio de diseño fue del tipo descriptivo no experimental. Se justificó en la necesidad de poder contar con agua potable en las condiciones sanitarias aptas para su consumo, la modalidad de captación que se va utilizar; es la captación del manantial con gravedad y sin planta de tratamiento dado que el agua proveniente de los manantiales son aguas naturales puras, libres de contaminación en la mayoría de las captaciones. Para la recolección, análisis y procesamiento de datos se utilizó ficha de inspección, estación total. Los resultados revelaron que es factible la realización del proyecto, por lo que la población no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable con las condiciones sanitarias aptas, cabe indicar que es indispensable para el desarrollo de un ámbito, contar con los servicios básicos, de tal manera tener una mejora en la calidad de vida, generando un progreso.

Sanchez Ramos, J. L. (2020). Influencia del sistema de cloración por goteo en la calidad del agua de la provincia de Oxapampa, Pasco

La presente investigación denominada “Influencia del sistema de cloración por goteo en la calidad del agua de la provincia de Oxapampa, Pasco” tuvo como problemática: ¿Cómo contribuye el sistema de cloración por goteo en la calidad del agua de la provincia de Oxapampa, Pasco?, de igual manera el objetivo principal consistió en: Demostrar el aporte del sistema de cloración por goteo en la calidad del agua de la provincia de Oxapampa, Pasco y la hipótesis general fue : El sistema de cloración por goteo beneficia en la calidad del agua de la provincia de Oxapampa, Pasco. Respecto a la metodología, el tipo de investigación utilizado será la aplicada, de nivel explicativo –cuasi experimental y diseño pre experimental, con la que respecta a la población para el trabajo de investigación estuvo conformado por la población que son las 6 juntas administradoras de servicio de saneamiento (JASS), y la muestra fue no probabilística, el tipo de muestreo fue conveniencia, donde fue elegida la junta administradora de servicio de saneamiento (JASS) de la localidad Oxapampa de la provincia de Oxapampa, Pasco Todo esto no lleva a la conclusión: La implementación del sistema de cloración por goteo permitió obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad, la misma que se respalda por la mejora en la calidad de 48% a 90% estando dentro de los parámetros establecidos por la norma técnica, llegando un 42% en mejora la calidad del agua implementando el sistema por goteo de la provincia de Oxapampa, Pasco.

Huacca Mamani, J. L. (2018). Caudales, Aforos y Cálculos de las Persistencias. En el presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolla el tema “Caudales, aforos y cálculos de persistencias”; conocer el caudal de un río o canal nos permite saber la disponibilidad de agua con la que se cuenta y poder distribuirlo

administrándolo de la mejor manera ya sea a los usuarios para riego agrario o agua potable para uso poblacional. Para realizar la medición del caudal se tiene varios métodos de aforo de los cuales en el presente trabajo se han desarrollado tres métodos en el caso práctico, asimismo se realizó las comparaciones e interpretaciones de los resultados. La medición de aforo en campo se realizó con correntómetro en el río Osmore provincia de Ilo, en la estación Chivaya en Tumilaca, en las tres empresas de irrigación pampas de San Antonio Siglo XXI, Cambrune y Coprocop, y en la EPS Moquegua en Chen Chen; se realizó también al aforo por el método de flotador en el río Moquegua, en el canal Siglo XXI y la EPS Moquegua; así mismo se realizó el método de aforo con aforador sin cuello en el río Moquegua. El presente informe tiene como finalidad demostrar cómo se calcula el caudal por los diferentes métodos de aforo y como se obtiene el cálculo de persistencias al 75 % y 95 % de los caudales medios de los ríos Tumilaca, Torata y Huaracane por el método de Weibull y el uso del software excel con la utilización de la función percentil, asimismo los registros históricos fueron proveídos por la Autoridad Local del Agua Moquegua. El cálculo de persistencias servirá también para poder determinar el balance hídrico de la cuenca del río Moquegua.

Copa Huayhua, S. B., & Roque Quico, K. R. (2016). Caracterización hidroquímica e hidrodinámica del manantial de la Quebrada de Huayunca y su potabilización en el distrito de Uñon provincia de Castilla., En la presente tesis se determinó la calidad del agua para consumo humano ubicado en el Distrito de Uñon, específicamente en el centro poblado de Santuario de Uñon. Para ello se determinaron las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua proveniente de la Quebrada de Huayunca, posteriormente estos valores se

compararon con la norma para agua potable Decreto Supremo N° 031-2010-SA y DIGESA. Todos los parámetros evaluados se encontraron dentro de los límites aceptados en la norma para agua potable a excepción del parámetro de bacterias coliformes totales, por lo que se propuso un sistema de tratamiento. A través de la caracterización hidroquímica se determinó que el agua del manantial de la Quebrada de Huayunca es un agua del tipo Bicarbonatada cálcica y/o magnésica de reciente infiltración. También se realizó una caracterización hidrodinámica, donde se determinó que el manantial se forma a través de un escurrimiento directo y un escurrimiento base, en épocas de lluvia, haciendo que el caudal del cauce de la fuente sea muy turbulento, por lo que es necesario la construcción de una bocatoma en la unidad de captación. Se propuso una planta para el tratamiento de agua potable, constituida por un sistema captación, un sistema de coagulación, un sistema de floculación, un sedimentador, un sistema de filtrado y tanque de almacenamiento. El caudal de alimentación tiene una tasa máxima de 2.01 L/s. El cual beneficia a toda la población del Distrito de Uñon conformada por 928 habitantes, para una proyección de 20 años.

Vicuña (2015 -2016) Evaluación de la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento y el grado de satisfacción en la población de Olleros Huaraz, periodo 2015-2016

Antecedentes Locales:

Llovera, L. F. (2019). Determinación del índice de calidad ambiental del agua del manantial El Azufre y Quebrada El Azufre, en el caserío El Pabellón, La Encañada, Cajamarca, 2016-2018. La presente tesis tuvo como objetivo determinar el índice de calidad ambiental del agua (ICA) del Manantial el Azufre (CAQ-1) y Quebrada el Azufre (CAQD-1), fuentes de agua que alimentan al canal de riego

Azufre Quécher, en el caserío el Pabellón, Centro Poblado de Combayo, Distrito de la Encañada. Para determinar el ICA se aplicó el ICA-PE, el monitoreo se realizó con frecuencia mensual durante los años 2016-2018, se midieron parámetros fisicoquímicos como temperatura, conductividad, pH, aceites y grasas, cianuro WAD, oxígeno disuelto, nitratos y metales totales. Los resultados de los parámetros evaluados fueron comparados con los ECA para agua categoría 3 del D.S. N° 004-2017-MINAM, en donde los parámetros que no cumplieron la normativa fueron el pH y oxígeno disuelto en CAQ-1, nitratos, oxígeno disuelto, manganeso, cobalto, selenio y cobre en CAQD-1, en base a la comparación de resultados se procedió con el cálculo del ICA, obteniendo valores del ICA-PE que oscilan entre 94.52 y 96.34 para CAQ-1 y entre 88.03 y 95.14 para CAQD-1, concluyendo que los valores promedio del ICA-PE del agua de CAQ-1 y CAQD-1 son calificados como excelente, y son aptas para fines agrícolas.

Ocas (2017), "Calidad del agua de los manantiales que abastecen a la población del caserío de Pomabamba - distrito de Jesús - provincia de Cajamarca" EL agua es una sustancia líquida, transparente, inodora, incolora e insípida, fundamental para el desarrollo de la vida en la tierra, el agua pura en la naturaleza no existe a través del ciclo hidrológico se combinan con sustancias minerales presentes en la atmósfera y en el suelo. Los manantiales evaluados en esta investigación son recargados por la infiltración del agua de lluvia que a su paso disuelven las rocas ofertando agua ligeramente acida con un pH promedio de 5,78, oxígeno disuelto de 4,17 mg.L-1, concentraciones de aluminio de 0,28 mg.L-1, cromo 0,43 mg.L-1 y hierro 0,58 mg.L-1; asimismo, presentan concentraciones de sodio, calcio y potasio. La presencia de coliformes en el agua es 23 NMP.100-1mL como valor máximo, lo que indica que el agua de los manantiales evaluados Cotosacha, Ñoñorco, La Masma,

Chupiticaga y Vergaray es de buena calidad para el consumo humano previo un tratamiento no convencional a fin de reducir las concentración de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que ayuden a mejorar la calidad del agua. Los manantiales son fuentes únicas que ofertan en promedio 116,813 m³.día⁻¹ para el consumo de la población de Pomabamba que demanda 44,75 m³.día⁻¹, el cual indicaría que solo el 38,31 % de la oferta es consumida, y el 61,69 % del volumen de agua ofertada se estaría perdiendo por infiltración en las captaciones, líneas de conducción, aducción y distribución debido a la longevidad de la infraestructura o debido al incorrecto uso del agua.

Chávez (2017) “Determinación de metales pesados en el agua del manantial la quintilla y línea de conducción del sistema de agua potable del distrito de sucre – Celendín” El presente trabajo de investigación fue ejecutado en el manantial la Quintilla y línea de conducción del sistema de agua potable en el distrito de Sucre, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca. El objetivo de la investigación, fue determinar la concentración de metales pesados (Pb, Cd, Fe, Cu, Cr, Al, Zn) en época de estiaje y época húmeda, analizar sus niveles y grados de concentración, realizar una contrastación y/o comparación de estos resultados con la normativa vigente para fuentes de agua utilizadas para consumo humano en la norma nacional (D.S N° 031-2010-SA) y normativa internacional propuesta por la Organización Mundial de la Salud; con la finalidad de determinar si el agua que proviene del manantial la Quintilla y la línea de conducción del sistema de agua potable del distrito de Sucre, presenta una elevada concentración de metales pesados. Para la ejecución y el desarrollo de este trabajo de investigación, se diseñó y desarrolló un programa de recojo de información a través de monitoreo (para las muestras de agua), encuesta y colección de datos primarios de la Junta Administradora de

Servicio y Saneamiento, Municipalidad Distrital y del Puesto de Salud de Sucre, con la finalidad de complementar y relacionar la información. Los datos obtenidos de metales pesados expresados en valores de concentración en mg/L, no exceden a los valores permisibles establecidos en la normativa nacional e internacional para consumo humano (D.S N° 031-2010-SA y OMS). Debido a la presencia de metales pesados se recomienda la implementación de un Programa de monitoreo continuo, con la finalidad de reconocer en época exacta y tiempo determinado, los valores de concentración de metales pesados, para poder establecer de manera puntual el tipo de tratamiento que se requiere

Las bases teóricas relacionadas al tema de estudio son las siguientes:

Agua

Es un recurso natural que es renovable, muy útil para la vida, e importante para el desarrollo de las personas, también para mantener el sistema y los ciclos naturales como la seguridad de los países (Ley de Recursos hídricos, Art.1, 2009)

Uno de los compuestos más principales de la materia viva en el entorno en que vivimos es el agua. A demás de ello la mayor cantidad con respecto a nuestra superficie terrestres agua. La polaridad de dicho elemento hídrico es fundamental para determinar sus propiedades como disolvente. (Auge, 2007).

Según INEI, (2010), Se denomina así, “al agua que ha sido tratada según unas normas de calidad promulgadas por las autoridades nacionales e internacionales y que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedad”. “El agua potable de uso doméstico es aquella que proviene de un suministro público, de un pozo o de una fuente ubicada en los reservorios domésticos”. “es el agua apta para el consumo humano. Según (Pittman, 1997), el

agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema". Según (Alvarado, 2015) "El agua potable es el agua de superficie tratada y el agua no tratada, pero sin contaminación que proviene de manantiales naturales, pozos y otras fuentes".

Tipos de agua.

Agua de lluvia:

Dicho elemento líquido es utilizado cuando no se obtiene agua superficial de calidad óptima y cuando la lluvia es constante. Para captar dicho elemento líquido lo podemos obtener de los techados o algunas superficies impermeables para luego conducirla a sistemas de acuerdo a la capacidad y el régimen pluviométrico (Fernández, 2014).

Aguas superficiales

Está constituido por arroyos, ríos, lagos entre otros que circula de manera natural por la superficie terrestre. Dichas fuentes no son tan recomendables principalmente cuando hay pastoreo animal aguas arriba. No obstante al no existir otra fuente en las comunidades es necesario si se utiliza, se debe tener en cuenta y de manera detallada la información de dichas fuentes que nos permita observar como se encuentra su estado sanitario, los caudales necesarios y la calidad del agua respectiva (Domingo, 2014)

Aguas subterráneas

Dichas aguas se forman a partir de las precipitaciones que se infiltran en el suelo hasta la zona de saturación. La utilización de dichas aguas dependerá de sus

características hidrológicas y su formación geológica. Una de las formas para ser captadas se realiza a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos. (Netto, 1975)

Afluente de Agua

Se considera un afluente a un arroyo o un río pequeño que se desemboca a un río mas grande o principal (RAE, 2019)

Cuenca Hidrográfica

Es aquella superficie donde no recibe ningún tipo de drenaje, sin embargo, si contribuye a otra unidad de drenaje por intermedio de curso del río, asumiendo como el principal a donde confluye (ANA, 2008)

Manantial

Se puede definir un manantial un sitio donde se realiza un afloramiento natural de las aguas subterráneas. Dicho elemento hídrico fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, estos bloquean el flujo subterráneo del agua y permiten que aflore a la superficie. (Agüero, 2014)

Por su parte Pérez (2018) lo define de la siguiente forma: “El manantial es aquel que nace de forma natural ya sea de las piedras o la tierra. Algunas personas lo conocen como ojo de agua, esta agua puede permanecer constante o no. En forma general surge a través de la infiltración de las aguas en aras de los suelos. Una vez que llega a un punto límite el agua ya no penetra y finalmente sale a la superficie.

Tipos de manantiales.

Según Meléndez, Pueden ser:

Drenantes. Que drenan un acuífero colgado. El nivel de salida al exterior está por debajo del nivel de saturación. Emergentes. Que drenan un acuífero cuyo máximo espesor saturado (o una parte del mismo) está situado por debajo de la cota de emergencia. A diferencia de los drenantes, en este caso si sucediese que el manantial dejara de aportar agua (por ejemplo en periodos de sequía), se podría seguir explotando el acuífero (por debajo del nivel de emergencia) mediante pozos ya que en el mismo aún habría volúmenes significativos de agua.

Filonianos. Se originan en lugares profundos y ascienden a la superficie a favor de estructuras hidrogeológicas específicas. Se encuentran en rocas ígneas o metamórficas. Se trata de aguas más profundas que emergen aprovechando la figuración de este tipo de rocas

Aforo

Es encontrar el caudal que pasa por una sección en un tiempo determinado esto a través de cálculos y mediciones (Villón, 2002)

Según Anchapuri (2018) lo define de la siguiente manera: “Se llama así a las diferentes informaciones que se obtienen sobre el caudal de una determinada fuente de abastecimiento, estas son generalmente el promedio de varias medidas” (pag. 24).

Determinación de la cantidad de agua de un depósito a distintas graduaciones con un tiempo determinado. (ANA, 2011).

Determinación del caudal que pasa por una sección definida. (Agua potable - Fuentes de abastecimiento y obras de captación, 2008).

Por su parte Villón (2002) nos menciona que: “Aforar una corriente, significa determinar a través de mediciones, el caudal que pasa por una sección dada y en un momento dado” (Villón, 2002).

(Fernandez, 2009) “el aforo es una operación que consiste en medir el caudal, o sea el volumen de agua que pasa por una sección de un curso de agua en un tiempo determinado”.

Tipos de aforos

Aforo Mecánico. Con dispositivo mecánico de tipo molinete, permite el cálculo de la velocidad del agua de acuerdo a un conteo de revoluciones de una hélice que se introduce con un patrón sistemático de colocación en las secciones del río de áreas conocidas. Las dimensiones de la sección y la velocidad del agua, se elige el tipo de hélice de medida.

Aforo volumétrico. Mide el tiempo que tarda en llenarse un recipiente de volumen conocido. Se utiliza para la medida caudales de fuentes de agua.

Aforo con flotador. Al evaluarse el caudal en secciones de ríos o arroyos en los que por efecto de una avenida no es posible tomar mediciones con el molinete ante el riesgo de arrastre del dispositivo de medida. Se puede realizar una estimación del caudal de agua mediante la medida del tiempo de tránsito entre dos puntos del cauce de sección conocida con un pequeño objeto flotante biodegradable.

Caudal

El caudal corresponde a una cantidad de agua que pasa por un lugar (canal, tubería, etc.) en una cierta cantidad de tiempo, corresponde a un volumen de agua (L, m³, etc.), por unidad de tiempo (segundos, minutos, horas, etc.)” (Bello y Pino, 2000).

Volumen de agua por unidad de tiempo. Normalmente medido en litros por

segundo (l/s). (Agua potable - Fuentes de abastecimiento y obras de captación, 2008).

Jiménez 2009 lo define como: “Volumen de agua por unidad de tiempo que circula por un manantial (fuente, río, arroyo, acequia, etc.). El caudal de base de un río corresponde al que circula por el mismo en época estival, procedente de la descarga de aguas subterráneas (en ríos sin desembalses, ni otras alteraciones antrópicas del flujo)”. (Jiménez, 2009).

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera la evaluación de fuentes alternas contribuirá al servicio de abastecimiento de agua potable de la ciudad de San Marcos - Cajamarca?

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar fuentes alternas para el servicio de abastecimiento de agua potable de la ciudad de San Marcos - Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes alternas potenciales con fines de abastecimiento de agua potable para la ciudad de San Marcos - Cajamarca.
- Realizar el aforo de las fuentes alternas con fines de abastecimiento de agua potable para la ciudad de San Marcos – Cajamarca.
- Realizar análisis físico, químico y bacteriológico de las aguas que están en los manantiales para la ciudad de San Marcos - Cajamarca.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La evaluación de fuentes alternas contribuirá al abastecimiento para el servicio de agua potable de la ciudad de San Marcos - Cajamarca.

1.4.2. Hipótesis específicas

H1: Las fuentes alternas identificadas son potenciales con fines de abastecimiento de agua potable para la ciudad de San Marcos - Cajamarca.

H2: El caudal producto del aforo de las fuentes alternas contribuye con el mejoramiento de abastecimiento de agua potable para la para la ciudad de San Marcos - Cajamarca.

H3: Los análisis físico, químico y bacteriológico realizado en las fuentes alternas cumplen con las condiciones necesarias para el abastecimiento de agua potable para la ciudad de San Marcos - Cajamarca.

.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación geográfica de la investigación

Los manantiales de la presente investigación se ubican en encuentran en la ciudad de San Marcos, Provincia de San Marcos y departamento de Cajamarca

Tabla: Ubicación de los Manantiales de esta investigación

Descripción	Coordenadas UTM – Datum Psad56		Altura (msnm)
	Este (m)	Norte (m)	
Manantial 1	812987.0000	9189519.0000	2241
Manantial 2	812251.0000	9189093.0000	2269
Manantial 3	812247.0000	9189206.0000	2275

Fuente: Elaboración propia de os datos registrados en campo

2.2. Tipo de Investigación.

Finalidad Aplicada, porque nos permite generar nuevos conocimientos a través de la aplicación de la metodología del método del flotador y toma de muestras.

Enfoque Cualitativo, porque nos permite recolectar información de las características de los manantiales materia de investigación.

Enfoque Cuantitativo, porque se tomará datos de cada uno de los manantiales para aplicar dicho método.

Tipo Descriptivo, porque se observa las condiciones favorables y desfavorables de los manantiales identificados.

Diseño no experimental, porque no se manipulan las variables de forma deliberada, se basa principalmente en la observación de los manantiales.

2.3. Población y muestra.

2.4.1 Población

Vienen hacer los manantiales La Huaylla I, La Huaylla II y Chuquiamo, que se encuentran en la ciudad de San Marcos, Provincia de San Marcos y departamento de Cajamarca.

2.4.2 Muestra

Vienen hacer las muestras que se tomaron de cada uno de los manantiales para realizar el estudio físico- químico en el laboratorio

2.4. Técnicas e instrumentos y procedimientos de datos.

2.3.1 Materiales, Instrumentos y métodos

2.3.1.1 Materiales.

- Caja conservadora
- Frascos de vidrio estéril de color transparente, con tapa rosca de boca ancha, con capacidad de 250ml.
- Wincha
- Estacas
- Etiqueta y plumón indeleble
- Laboratorio de microbiología

2.3.1.2 Instrumentos de recolección de datos

- **Libreta de campo**

Se realizan anotaciones sobre las características visibles a simple vista de las fuentes alternas de agua.

➤ **Fichas de registro**

En esta ficha se recogen los resultados de los distintos análisis realizados sobre la calidad del agua como: fisicoquímicos, organolépticos y acidez.

2.3.1.3 Métodos

En este método se realizó la toma de muestras destinadas a obtener una parte representativa cuantitativamente a partir de un todo. Para tal caso se hizo pruebas de campo y laboratorio según cada uno de los objetivos. A continuación, voy a detallar cada objetivo de la presente investigación:

Objetivo específico 1: Identificar las fuentes alternas potenciales con fines de abastecimiento de agua potable para la ciudad de San Marcos - Cajamarca.

Fase de campo y toma de datos

En este punto se realizó el trabajo de campo y la toma de muestras conforme las Normas y Protocolos de Muestreo, Transporte y Conservación de Muestras de Agua, Según la normatividad peruana.

El procedimiento constó en la recolección de los datos de cada uno de los parámetros y en la toma de muestras fisicoquímicas, biológicas de cada una de las fuentes de agua.

Primero las muestras se tomaron en cada uno de los manantiales como se detalla a continuación:

Caracterización del entorno

➤ Sector La Huaylla

Este sector cuenta con 115 viviendas, una población de 650 habitantes y se localiza a una elevación de 2.650 msnm.

Muestra un terreno llano y pampas muy extensas lo que lo hace un lugar muy hermoso.



Figura 1. Manantial 01 – La Huaylla



Figura 2. Manantial 02 – Huaylla

➤ Sector Chuquiamo

El sector de Chuquiamo se encuentra ubicado en la provincia de San Marcos a una longitud de -78.166900 y una latitud de -7.318272. Dicho sector cuenta con 93 viviendas y un aproximado de 206 habitantes.

Se localiza el manantial de agua, el cual será el objeto de evaluación para dicha investigación.



Figura 3. Manantial Chuquiamo

Segundo para realizar la toma de muestras se debe tener las siguientes consideraciones.

- Introducir el frasco con la boca hacia abajo hasta la profundidad de 30 cm de la superficie.
- Llenar el frasco hasta que quede 1/3 del frasco del volumen libre, tapar y etiquetar.
- Los frascos con las muestras son guardados en la caja conservadora, para ser transportadas al laboratorio, las muestras deben mantenerse a 4°C durante su transporte al laboratorio.
- Las muestras deberán ser enviados inmediatamente al laboratorio, el tiempo de transporte no debe pasar las 6 horas desde la toma de muestras hasta su análisis.

Objetivo específico 2: Realizar el aforo de las fuentes alternas con fines de abastecimiento de agua potable para la ciudad de San Marcos – Cajamarca.

a) Método del Flotador

Con este método se miden caudales de pequeños a grandes con mediana exactitud. Conviene emplearlo más en arroyos de agua tranquila y durante períodos de buen tiempo, porque si hay mucho viento y se altera la superficie del agua, el flotador puede no moverse a la velocidad normal.

Se debe estimar la velocidad del agua y el área del canal.

El Cálculo del caudal estimado se determina mediante la siguiente expresión matemática:

$$Q = F_c \times A \times (L/T)$$

Donde:

Q = es el caudal, en m³/s

L = es la longitud entre el Pto. A y B en metros

A = es el área, en m².

T = es el tiempo promedio en segundos

F_c = es el factor de corrección relacionado con la velocidad.

Los pasos a seguir son los siguientes:

a) Se selecciona un tramo recto donde el agua fluya libremente sin obstáculos.



Figura. Selección de sección a medir.

b) Luego se ubica el punto de inicio y el punto de llegada.



Figura. Ubicación punto de inicio y punto de llegada.

c) Se realiza la Medición del Área Cauce.

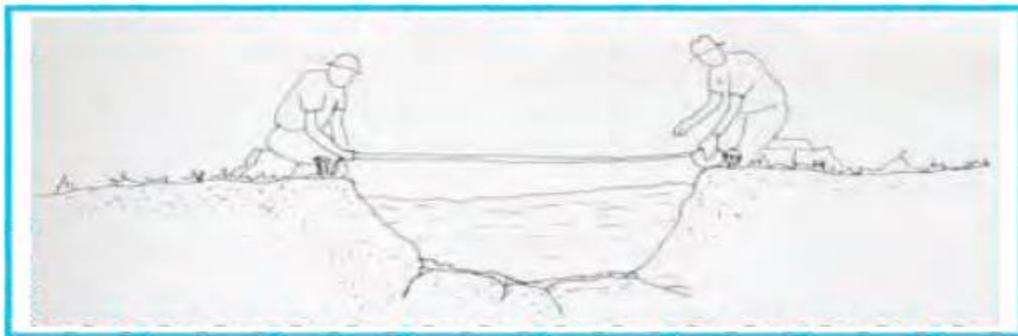


Figura. Medición del ancho del cauce.

d) Luego se mide la distancia y profundidad en cada tramo.

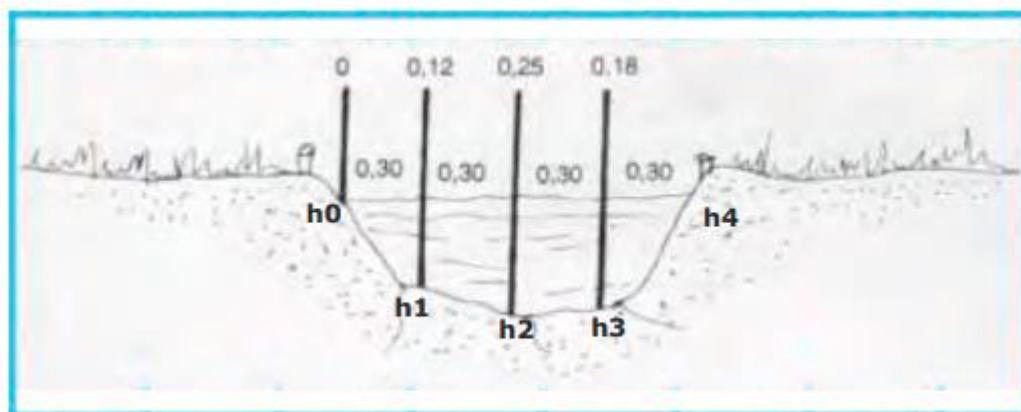


Figura. Medición de la profundidad.

d) Calculo de la velocidad del agua.

Determinamos la longitud de inicio y llegada, lanzamos el flotador antes del punto de inicio, cuando se ubica en el punto de inicio se controla el tiempo hasta cuando se ubica en el punto de llegada, realizando 05 repeticiones.



Figura. Cálculo de la velocidad del agua.

Calculo de la velocidad $V = L/Tp$

Donde :

V= velocidad

L = Longitud

Tp= Tiempo promedio $(T1+T2+T3+T4+T5)/5$

f) Calculo del Caudal (Q).

Para determinar el caudal aplicamos la siguiente formula:

$$Q = fc * A * V$$

Donde.

Q = Caudal

Fc = factor de corrección.

A = Área

V = Velocidad

Entonces realizando la toma de datos de cada Manantial se obtiene:

Aforo N°1 – Manantial 1 – La Huaylla

El ancho tiene distancias iguales “e”. con estos datos se elabora la tabla para realizar el cálculo de las áreas.

espacios (d)	distancia= d (m)	profundidad = h (m)	Área parcial A= (h ₀ +h ₁)/2*e
1	0	0	0
2	0.5	0.2	0.1125
3	1	0.25	0.265
4	1.5	0.28	0.3225
5	2	0.15	0.15
AREA TOTAL (m²)			0.85

Cálculo de la velocidad del agua.

Determinamos la longitud de inicio y llegada de 1.00 metro lineal. L = 1.00m

Tiempo	Segundos
T1	35
T2	26
T3	28
T4	32
T5	29
Tiempo Promedio	30

Realizamos el cálculo de la velocidad con la siguiente fórmula:

$$V = L/T_p$$

$$V = 1.00/30 = 0.33 \text{ m/seg.}$$

e) Calculo del Caudal (Q).

$$Q = f_c * A * V$$

Considerando que la sección del canal es de tierra, tomamos el $f_c = 0.85$

Finalmente reemplazando los valores se determina el caudal aforado.

$$Q = 0.85 * 0.85 \text{ m}^2 * 0.33 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.0240833 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sabemos que $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$, entonces dicho caudal convertido es:

$$Q = 0.0240833 \text{ m}^3/\text{s} * 1000$$

$$Q = 24.08 \text{ L/seg.}$$

Aforo N° 2 – Manantial 2 – La Huaylla

El ancho tiene distancias iguales "e". con estos datos se elabora la tabla para realizar el cálculo de las áreas.

espacios (d)	distancia= d (m)	profundidad = h (m)	Area parcial A= (h0+h1)/2*e
1	0	0	0
2	0.3	0.17	0.0645
3	0.6	0.26	0.162
4	0.9	0.28	0.1935
5	1.2	0.15	0.09
AREA TOTAL (m²)			0.51

Cálculo de la velocidad del agua.

Determinamos la longitud de inicio y llegada de 0.5 metros lineales. L = 0.5 ml

Tiempo	Segundos
T1	40
T2	38
T3	37
T4	36
T5	33
Tm	36.8

Realizamos el cálculo de la velocidad con la siguiente fórmula:

$$V = L/Tp$$

$$V = 0.5/36.8 = 0.0272 \text{ m/seg.}$$

e) Calculo del Caudal (Q).

$$Q = fc * A * V$$

Considerando que la sección del canal es de tierra, tomamos el $fc = 0.85$

Finalmente reemplazando los valores se determina el caudal aforado.

$$Q = 0.85 * 0.51 \text{ m}^2 * 0.0272 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.01177989 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sabemos que $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$, entonces dicho caudal convertido es:

$$Q = 0.01177989 \text{ m}^3/\text{s} * 1000$$

$$Q = 11.78 \text{ L/seg.}$$

Aforo N°3 – Manantial 3 – La Chuquiamo

El ancho tiene distancias iguales “e”. con estos datos se elabora la tabla para realizar el cálculo de las áreas.

espacios (d)	distancia= d (m)	profundidad = h (m)	Area parcial A= (h0+h1)/2*e
1	0	0	0
2	0.3	0.26	0.0765
3	0.6	0.25	0.159
4	0.9	0.28	0.234
5	1.2	0.24	0.144
AREA TOTAL (m²)			0.6135

Cálculo de la velocidad del agua.

Determinamos la longitud de inicio y llegada de 1.00 metro lineal. L = 1.00 ml

Tiempo	Segundos
T1	35
T2	27
T3	29
T4	30
T5	33
Tm	30.8

Realizamos el cálculo de la velocidad con la siguiente fórmula:

$$V = L/Tp$$

$$V = 1.00/30.8 = 0.0325\text{m/seg.}$$

e) Calculo del Caudal (Q).

$$Q = fc * A * V$$

Considerando que la sección del canal es de tierra, tomamos el $fc = 0.85$

Finalmente reemplazando los valores se determina el caudal aforado.

$$Q = 0.85 * 0.6135\text{m}^2 * 0.0325\text{m/s}$$

$$Q = 0.01693101 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sabemos que $1\text{m}^3 = 1000 \text{ L}$, entonces dicho caudal convertido es:

$$Q = 0.01693101 \text{ m}^3/\text{s} * 1000$$

$$Q = 16.93 \text{ L/seg.}$$

Objetivo específico 3: Realizar análisis físico, químico y bacteriológico de las aguas que están en los manantiales para la ciudad de San Marcos - Cajamarca.

Fase de laboratorio

Las pruebas físicas – químicas y bacteriológicas del agua se realizaron en el LABORATORIO DE SERVICIOS DE SUELOS, AGUAS, ABONOS Y PASTOS del Institución Nacional de Innovación Agraria - INIA.

Las pruebas a realizar fueron las siguientes: pH, C.E, Salinidad y Aluminio

Resultados del análisis del agua

➤ Manantial 1 – La Huaylla

Descripción	Código Laboratorio	pH	C.E uS/cm	SALINIDAD	Aluminio	Clasificación
Agua de manantial 1	AG003 –EEBI -20	6.3	772.0	0.39	-	C - 3

Fuente. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

➤ Manantial 2 – La Huaylla

Descripción	Código Laboratorio	pH	C.E uS/cm	SALINIDAD	Aluminio	Clasificación
Agua de manantial 2	AG003 –EEBI -20	6.5	804.0	0.43	-	C - 3

Fuente. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

❖ Manantial 3 – La Chuquiamo

Descripción	Código Laboratorio	pH	C.E uS/cm	SALINIDAD	Aluminio	Clasificación
Agua de manantial 3	AG003 –EEBI -20	6.6	698.0	0.37	-	C - 2

Fuente. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

2.5. Aspectos Éticos

- En la presente investigación se ha desarrollado de manera coherente y planificada con el fin de que no exista ningún riesgo con el aspecto ambiental haciendo uso adecuado de los recursos hídricos de manera responsable y segura.
- Además de ello los datos obtenidos en dicha investigación son totalmente reales por consiguiente los resultados y su interpretación constituyen aportes a la realidad investigada.
- Con respecto a las citas y referencias en las fuentes consultadas se respetó la normal internacional APA

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Luego de realizar la verificación respectiva tenemos como resultados en base al afloramiento y al análisis físico químico propuesto en nuestros objetivos específicos los cuales se va a detallar a continuación.

3.1 Aforo

Una vez efectuados el cálculo para determinar la velocidad, el diámetro y el caudal de cada una de las fuentes (manantiales), procedemos hacer una comparación de cada una de ellas, y así determinar cuál de ellas es la adecuada para brindar el servicio de agua potable a la ciudad de San Marcos.

Tabla 1. Velocidad del agua

Velocidad media del agua	Manantial 1	Manantial 2	Manantial 3
	0.0333m/s	0.0272m/s	0.0325 m/s

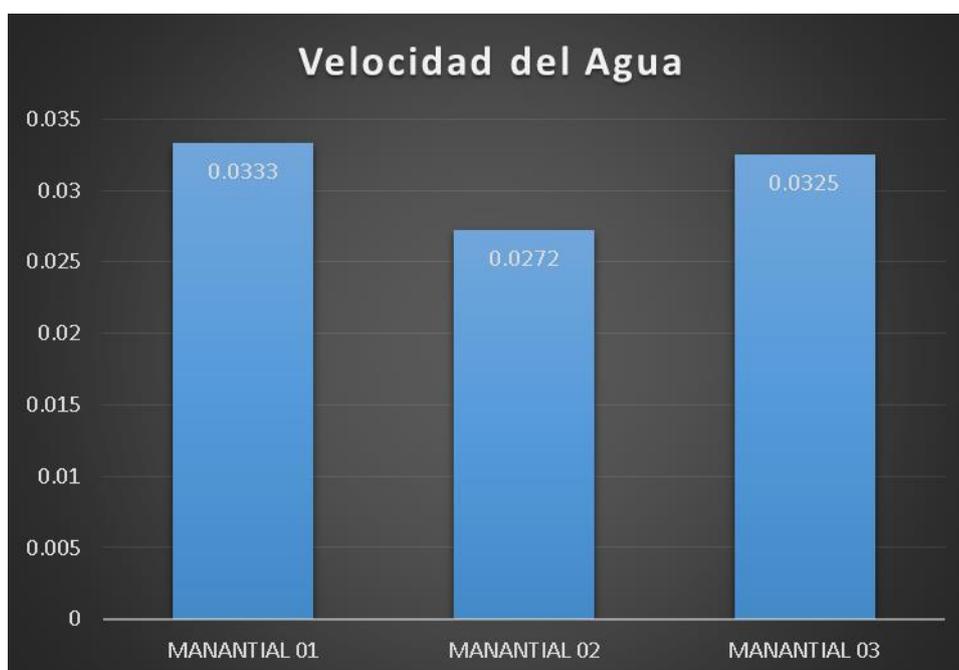


Figura 4. Velocidad del agua

La velocidad de la circulación del agua en el manantial número 3 supera los 0.0325 m/s, por lo cual podemos deducir que hay una gran afluencia de agua en el manantial antes mencionada.

Con respecto a la cantidad de agua que circula o sale a través del sub suelo tenemos los siguientes resultados:

Tabla 2

Calidad del agua

Caudal del agua	Manantial 1	Manantial 2	Manantial 3
	24.0833l/s	11.77989 l/s	16.931 l/s

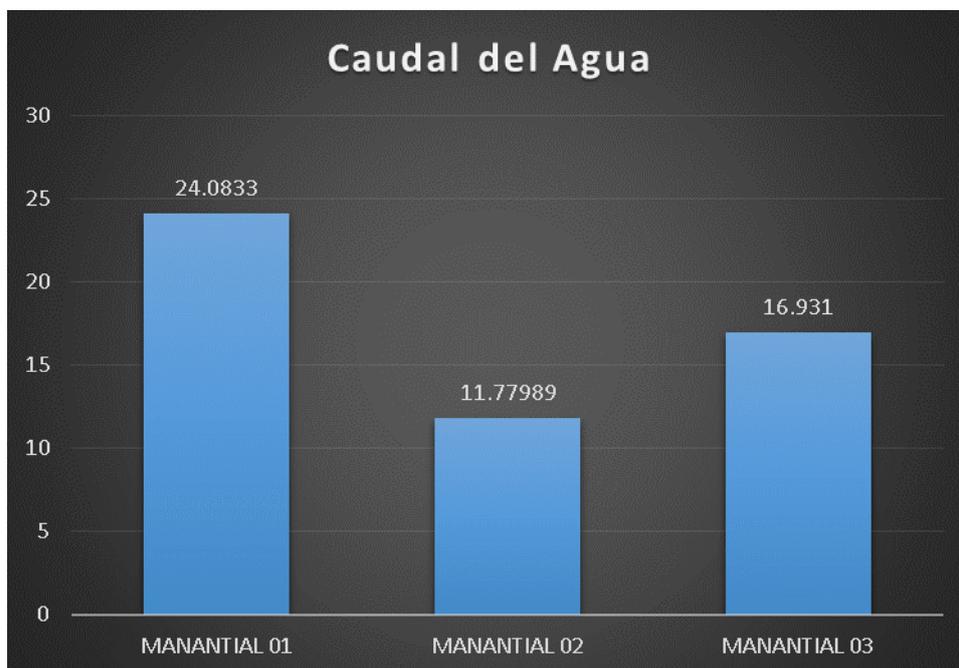


Figura 5. Caudal de los manantiales en l/s

Como se puede observar en la figura 5, la medición directa del caudal de los manantiales arroja como resultado que el manantial N 1, es que arroja más agua en un determinado tiempo.

3.2 Análisis físico químico

En este punto se mostrarán los resultados de la evaluación de los manantiales 01, 02 y 03, ubicados en los sectores la Huaylla y Chuquiama en la ciudad de San Marcos.

3.2.1 Parámetros de Campo

a) Manantial 01 – Sector la Huaylla

La primera muestra se tomó del manantial 01 ubicado en el sector la Huaylla, siguiendo los siguientes criterios:

- Toma de muestra : Manantial 01 – Sector la Huaylla
- Fecha de Muestreo : 04 – 10 – 2019
- Hora de muestreo : 10:20 am
- Tipo de muestreo : Puntual



Figura 6. Toma de muestras – Manantial 01 – Sector la Huaylla

Tabla 3

Resultados del agua del manantial

ENSAYOS			QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICOS		
Código Cliente	Agua de manantial		Prueba de laboratorio	-	-
Código Laboratorio	01 – Sector Huaylla		0219090-01	0219090-01	-
Matriz	RESIDUAL		RESIDUAL		-
Descripción	Doméstica		Doméstica		-
Localización de la Muestra	Sector la Huaylla		Cajamarca		-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados		
pH a 25°C	pH	NA	0	5.23	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg	2.6	0	476	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg	8.3	0	1000	-
Sólido Suspendidos Totales	mg/L	2.5	0	321	-
* Aceites y Grasas	mg/L	2.5	0	121.2	-

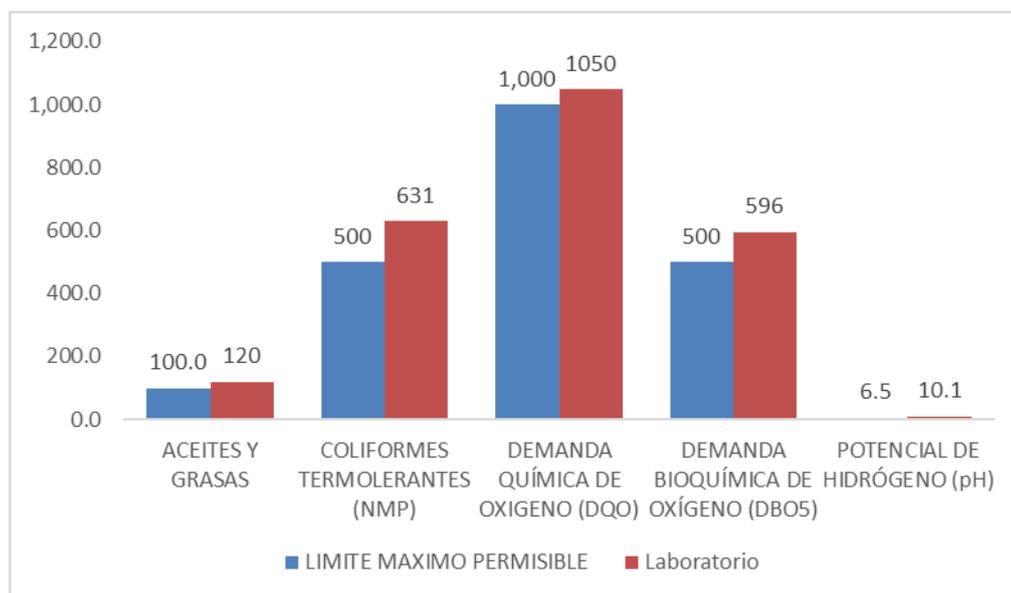


Figura 7. Resultados de laboratorio – Manantial 01 Sector Huaylla

Según la figura 5, se puede observar la comparación de los valores máximos admisibles y las pruebas de laboratorio. Así mismo podemos identificar que el potencial de hidrogeno cumple con los parámetros accesibles para el consumo humano 6.5 unidades de ph, la demanda bioquímica de oxigeno (DBO) cumple con los limites máximo permisible 500 mg/l. para el consumo humano, la demanda química de oxigeno (DQO) cumple con los límites máximos permisibles 1000 mg/l. para el consumo humano. Los coliformes termolerantes cumple con los limites máximo permisible 500 NMP/ 100 ml; asimismo la prueba de aceites y grasas 121.1 mg/l; no cumple con los límites máximos permisible. Por lo cual podemos concluir que el agua del manantial 01 del sector Huaylla tiene las condiciones necesarias para ser apta para el consumo humano.

b) Manantial 02 – Sector la Huaylla

La segunda muestra se tomó del manantial 02 ubicado en el sector la Huaylla, siguiendo los siguientes criterios:

- Toma de muestra : Manantial 02 – Sector la Huaylla
- Fecha de Muestreo : 04 – 10 – 2019
- Hora de muestreo : 10:35 am
- Tipo de muestreo : Puntual



Figura 8. Toma de muestras – Manantial 02 – Sector la Huaylla

Tabla 4

Resultados del agua manantial 02

ENSAYOS			QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICOS		
			Agua de manantial	Prueba de laboratorio	
Código Cliente			02 – Sector Huaylla		- - - -
Código Laboratorio			0219090-02	0219090-02	- - - -
Matriz			RESIDUAL	RESIDUAL	- - - -
Descripción			Doméstica	Doméstica	- - - -
Localización de la Muestra			Sector la Huaylla	Cajamarca	- - - -
Parámetro	Unidad	LCM		Resultados	
pH a 25°C	pH	NA	0	9.5	- - - -
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg	2.6	0	743	- - - -
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg	8.3	0	1200	- - - -
Sólido Suspendidos Totales	mg/L	2.5	0	74	- - - -
* Aceites y Grasas	mg/L	2.5	0	127.2	- - - -

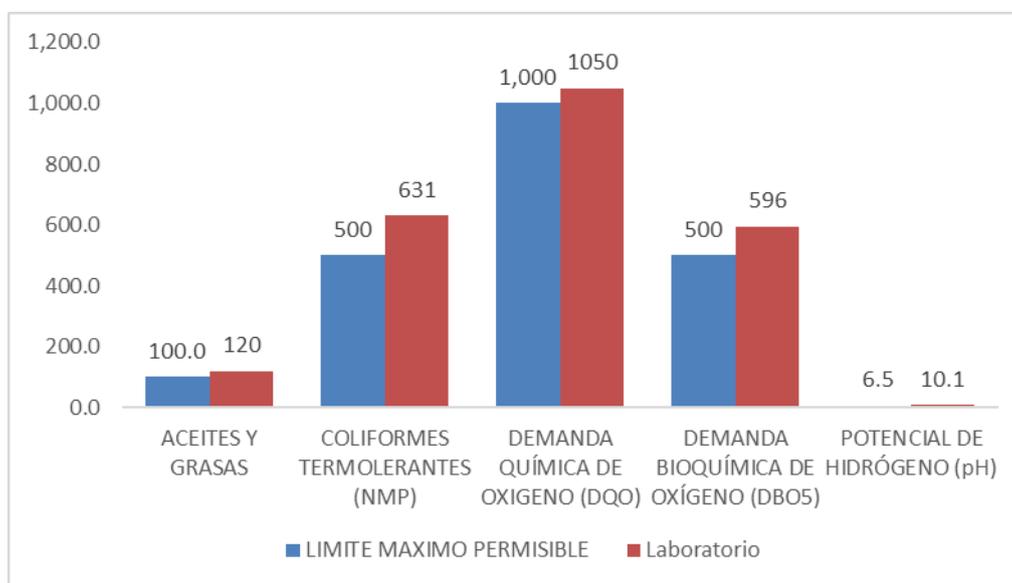


Figura 9. Resultados de laboratorio – Manantial 01 Sector Huaylla

Según la figura 7, se puede observar la comparación de los valores máximos admisibles y las pruebas de laboratorio. Así mismo podemos identificar que el potencial de hidrogeno no cumple con los parámetros accesibles para el consumo humano 9.5 unidades de ph, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) no cumple con los limites máximo permisible 743 mg/l. para el consumo humano, la demanda química de oxígeno (DQO) no cumple con los límites máximos permisibles 1200 mg/l. para el consumo humano. Los coliformes termolerantes cumple con los limites máximo permisible 74 NMP/ 100 ml; asimismo la prueba de aceites y grasas 127.2 mg/l; no cumple con los límites máximos permisible. Por lo cual podemos concluir que el agua del manantial 02 del sector Huaylla no tiene las condiciones necesarias para ser apta para el consumo humano.

c) Manantial 03 – Sector Chuquiamo

La segunda muestra se tomó del manantial 03 ubicado en el sector la Chuquiamo, siguiendo los siguientes criterios:

- Toma de muestra : Manantial 03 – Sector la Huaylla
- Fecha de Muestreo : 05 – 10 – 2019
- Hora de muestreo : 11:10 am
- Tipo de muestreo : Puntual



Figura 10. *Toma de muestras 03 – Sector la Chuquiamo*

Tabla 5

Resultados del agua del manantial 03

ENSAYOS			QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICOS		
			Agua de manantial	Prueba de laboratorio	
			03 – Sector	-	
			Chuquiamo	-	
Código Cliente				-	
Código Laboratorio			0219090-03	0219090-03	-
Matriz			RESIDUAL	RESIDUAL	-
Descripción			Doméstica	Doméstica	-
Localización de la Muestra			Sector Chuquiamo	Cajamarca	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados		
pH a 25°C	pH	NA	0	10.1	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg	2.6	0	596	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg	8.3	0	1050	-
Sólido Suspendidos Totales	mg/L	2.5	0	631	-
* Aceites y Grasas	mg/L	2.5	0	120	-

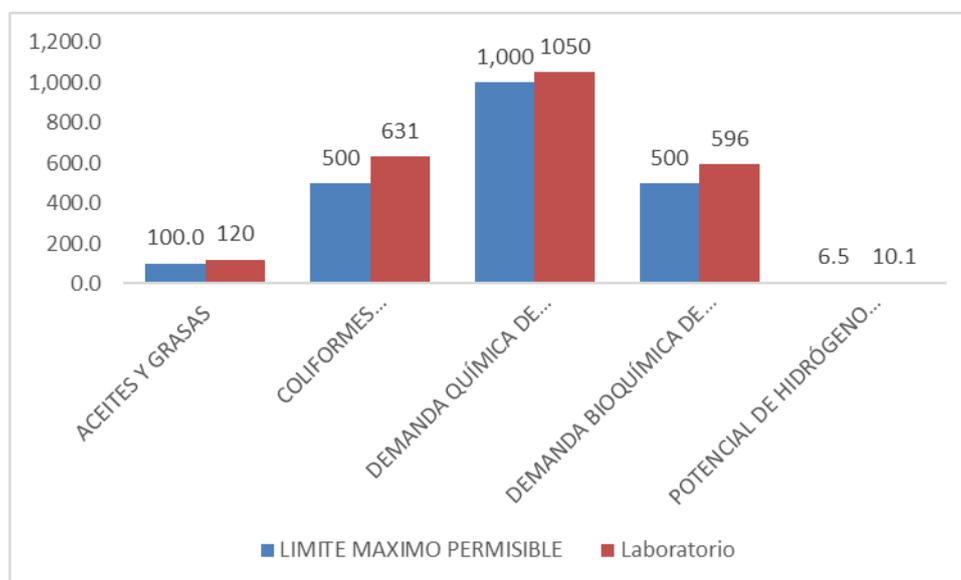


Figura 11. Resultados de laboratorio – Manantial 03 – Sector la Chuquiamo

Según la figura 9, se puede observar la comparación de los valores máximos admisibles y las pruebas de laboratorio. Así mismo podemos identificar que el potencial de hidrogeno no cumple con los parámetros accesibles para el consumo humano 10.1 unidades de ph, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) no cumple con los limites máximo permisible 596 mg/l. para el consumo humano, la demanda química de oxígeno (DQO) no cumple con los límites máximos permisibles 1050 mg/l. para el consumo humano. Los coliformes termolerantes no cumple con los limites máximo permisible 631 NMP/ 100 ml; asimismo la prueba de aceites y grasas 120 mg/l; cumple con los límites máximos permisible. Por lo cual podemos concluir que el agua del manantial 03 del sector Chuquiamo no tiene las condiciones necesarias para ser apta para el consumo humano.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Limitaciones

- En la presente investigación se contó con pocos recursos para llevar a cabo los ensayos de laboratorio en otros países y tener más exactitud en los resultados
- Nuestra investigación se limita por las condiciones climáticas imprevistas como la neblina y la lluvia los cuales dificultaban considerablemente el avance de dicho estudio.
- Los dueños de dichos lugares en algún momento no quisieron permitir el acceso a sus predios para dicha investigación

4.2 Discusión

con respecto al objetivo específico 2 que consiste en realizar el aforo de las fuentes alternas con fines de abastecimiento de agua potable para la ciudad de San Marcos – Cajamarca, entonces comparando el caudal promedio por el SENAMHI que es de 6 l/s y según ello el caudal que más se aproxima al caudal de referencia (6.4 l/s) es el manantial 2, el cual arroja más agua.

En la investigación de Ramos (2021) “Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable en el Centro Poblado el Convento, distrito de Tambogrande–Piura, diciembre 2019, arrojó un caudal de 0.67 l/s coincidiendo cierta similitud con el aforo del manantial 2 que fue de 6.4l/s,.

También en la investigación de Anchapuri Calderón, A. (2018). Determinación del diámetro óptimo en redes de distribución de agua potable por el método Hardy Cross en el centro poblado de Lampa Putuma Pomata-Chucuito-Puno, donde dicho proyecto surge de la problemática y la escasez del agua cumpliendo con la eficiencia hidráulica y obteniendo un costo óptimo en el sistema de agua potable,

dicha investigación se relaciona con nuestra investigación y con el manantial 2 de nuestra investigación.

Con respecto a la tesis de Molina Guzmán, J. S. (2020). "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de San Antonio de Ranchin, distrito de Huayan, provincia de Huarney, departamento de Áncash y su incidencia en la condición sanitaria de la población-2020", existe cierta similitud con el manantial 2 de nuestra investigación ya que dichos resultados se reveló que es factible la realización del proyecto, por lo que la población no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable con las condiciones sanitarias aptas, cabe indicar que es indispensable para el desarrollo de un ámbito, contar con los servicios básicos, de tal manera tener una mejora en la calidad de vida, generando un progreso. Por su parte en la investigación Copa Huayhua, S. B., & Roque Quico, K. R. (2016). Caracterización hidro química e hidrodinámica del manantial de la Quebrada de Huayunca y su potabilización en el distrito de Uñon provincia de Castilla se obtuvo un caudal máximo de alimentación de 2.01 l/s que coincide con los resultados de nuestra investigación, beneficiando a toda la población de Uñon

Con respecto al objetivo 3 decreto supremo supremo DS N° 002 – 2008 – MINAN y los valores del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031 – 2010 – SA. Estableció los valores límite máximo permisibles referenciales de los parámetros de control (Anexo 4); ello originado por la carencia de una norma nacional actualizada, ya que la vigente data del año 1946 y no considera varios parámetros, como turbiedad, coliformes, pH, aluminio, nitratos, cadmio, mercurio, cromo, entre otros: para los cuales se ha tomado los valores guía

que recomienda la Organización Mundial de la Salud, OMS, los cuales se detalla a continuación.

- límite permisible (LMP) de la calidad de agua con respecto al pH es de 6,5 – 8,5
- La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) el límite permisible de efluentes para vertidos a cuerpos de aguas es de 100 mg/l
- La demanda química de oxígeno son las sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que están disueltas o suspendidas en el agua, como trozos de plantas, animales, etc. El límite permisible de la demanda química de oxígeno mg/l es de 200.
- Con respecto a las pequeñas partículas sólidas que permanecen en suspensión en el agua (Solidos totales) el límite máximo permisible es de ml/l 150.
- Los límites máximos permisibles de aceites y grasas mg/l son de 50 – 80

En dicha investigación se obtuvo de manera muy variada dichos valores, y de acuerdo al límite permisible (LMP) de la calidad de agua con respecto al pH el manantial 2 cumple con dichos límites máximos permisibles, dicho manantial cumple con la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), respecto a la demanda química de oxígeno son las sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que están disueltas o suspendidas en el agua, como trozos de plantas, animales, etc, ninguno de los manantiales cumple con los límites máximos permisibles. Con respecto a las pequeñas partículas sólidas que permanecen en suspensión en el agua (Solidos totales) el manantial 2 cumple con dicha condición y

finalmente para los los límites máximos permisibles de aceites y grasas, ninguno de estos manantiales cumple con dichos estándares.

Por su parte existe cierta coincidencia con los resultados de la investigación de Ocas (2017), "Calidad del agua de los manantiales que abastecen a la población del caserío de Pomabamba - distrito de Jesús - provincia de Cajamarca" arrojando un ph de 5,78 y cumpliendo con los límites permitidos del manantial 2 de nuestra investigación

4.3 Implicancias

- La evaluación de fuentes alternas contribuyó al abastecimiento para el servicio de agua potable de la ciudad de San Marcos – Cajamarca de manera muy óptima.
- La evaluación de las fuentes alternas para el abastecimiento de agua contribuirá de manera óptica a realizar proyectos a futuro para la población San Marcos.
- La presente investigación contribuirá de manera significativa a que las organizaciones busquen fuentes alternas de abastecimiento para mejorar su estilo de vida.
- A las municipalidades para iniciar proyectos de abastecimiento de agua para lugares donde haya carencia de dicho líquido elemental
- Servirá de guía para posteriores investigaciones relacionados al tema.

4.4 Conclusiones

- Se logró identificar 03 manantiales para nuestra investigación, tal es el caso del manatíal 1, manatíal 2 y manatíal 3
- Se obtuvo el aforo de los 3 manantiales concluyendo que el manatíal 2 tiene mayor probabilidad de aforo ya que tiene un caudal mayor respecto de los otros 3.
- Las pruebas físicas – químicas y bacteriológicas del agua se realizaron en el LABORATORIO DE SERVICIOS DE SUELOS, AGUAS, ABONOS Y PASTOS, dieron como resultado que el manantíal 2 es el que cuenta más con los límites máximos permisibles, siendo este una fuente apta para brindar agua de calidad a los pobladores de la ciudad de San Marcos.

REFERENCIAS

- Armas J. (2015). *Estudio de la fuente de abastecimiento de agua potable del C.P.M campo nuevo, distrito de Guadalupito, provincia Virú, departamento la Libertad.*
- Aldana González, G. D. . (2021). *Caracterización hidrogeológica en el área urbana de Santo Domingo, Chontales, Nicaragua. Revista Tierra, 1(1). Recuperado a partir de https://revistatierra.unan.edu.ni/index.php/revista_tierra/article/view/23*
- Chávez Collantes, A. (2016). *Determinación de metales pesados en el agua del manantial La Quintilla y línea de conducción del sistema de agua potable del distrito de Sucre Celendín.*
- Castaño, G. (2010). *Filtración gruesa en el tratamiento de agua de fuentes superficiales.*
- Crespo, P. (2012). *Identificación de las principales fuentes de agua que aportan a la generación de escorrentía en zonas Andinas de páramo húmedo: mediante el uso de los isótopos estables deuterio (δ^2H) y oxígeno-18 ($\delta^{18}O$)*
- Llovera Carahuatay, L. F. (2019). *Determinación del índice de calidad ambiental del agua del manantial El Azufre y Quebrada El Azufre, en el caserío El Pabellón, La Encañada, Cajamarca, 2016-2018.*
- Monroy L. (2010). *Estudio de fuentes alternas de agua, para el uso sustentable de agua de lluvia. México D.F.*
- Ocas Rumay, H. (2017). *Calidad del agua de los manantiales que abastecen a la población del caserío de Pomabamba - distrito de Jesús - provincia de Cajamarca.*

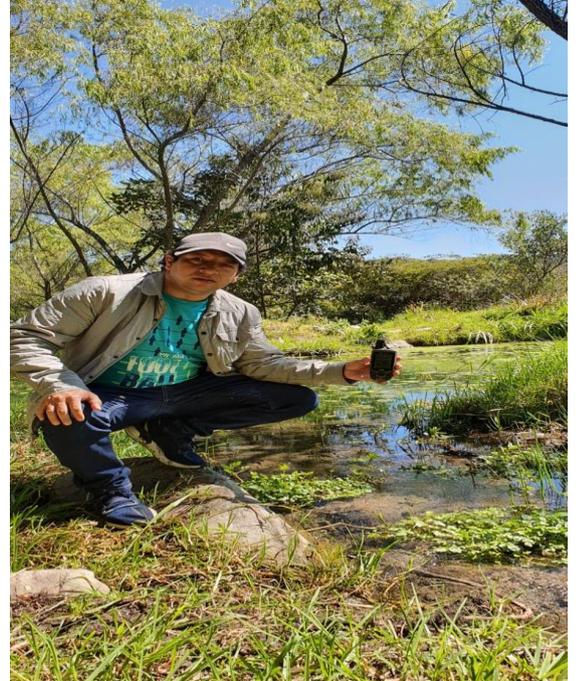
Ojeda. (2018). *Estudio de la fuente Sacay para consumo de agua potable en las localidades de la real, Cochate y el monte, distrito de Aplao, provincia de castilla*. Escuela profesional de Ingeniería.

Sarmiento, W. (2012). *Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano*

Tuesca R. (2015). *Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano*. Grupo UNI. Barranquilla.

ANEXOS

Anexo1. Toma de puntos GPS de dichos Manatales.



Anexo2. Prueba de laboratorio del manantial 01

ENSAYOS			QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICOS			
Código Cliente	Agua de manantial 01 – Sector <u>Huaylla</u>		Prueba de laboratorio		-	-
Código Laboratorio	0219090-01		0219090-01		-	-
Matriz	RESIDUAL		RESIDUAL		-	-
Descripción	Doméstica		Doméstica		-	-
Localización de la Muestra	Sector la <u>Huaylla</u>		Cajamarca		-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
pH a 25°C	pH	NA	0	5.23	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg O2/L	2.6	0	476	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	8.3	0	1000	-	-
Sólido Suspendidos Totales	mg/L	2.5	0	321	-	-
* Aceites y Grasas	mg/L	2.5	0	121.2	-	-

Anexo3. Prueba de laboratorio del manantial 02

ENSAYOS			QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICOS					
Código Cliente			Agua de manantial 02 – Sector <u>Huaylla</u>	Prueba de laboratorio	-	-	-	-
Código Laboratorio			0219090-02	0219090-02	-	-	-	-
Matriz			RESIDUAL	RESIDUAL	-	-	-	-
Descripción			Doméstica	Doméstica	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Sector la <u>Huaylla</u>	Cajamarca	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
pH a 25°C	pH	NA	0	9.5	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg O ₂ /L	2.6	0	743	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	0	1200	-	-	-	-
Sólido Suspendidos Totales	mg/L	2.5	0	74	-	-	-	-
* Aceites y Grasas	mg/L	2.5	0	127.2	-	-	-	-

Anexo4. Prueba de laboratorio del manantial 03

ENSAYOS			QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICOS					
Código Cliente			Agua de manantial 03 – Sector <u>Chuquiamo</u>	Prueba de laboratorio	-	-	-	-
Código Laboratorio			0219090-03	0219090-03	-	-	-	-
Matriz			RESIDUAL	RESIDUAL	-	-	-	-
Descripción			Doméstica	Doméstica	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Sector <u>Chuquiamo</u>	Cajamarca	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
pH a 25°C	pH	NA	0	10.1	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg O ₂ /L	2.6	0	596	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	0	1050	-	-	-	-
Sólido Suspendidos Totales	mg/L	2.5	0	631	-	-	-	-
* Aceites y Grasas	mg/L	2.5	0	120	-	-	-	-

Anexo5. Límites máximos permisibles (LMP)

LIMITES MAXIMO PERMISIBLES (LMP) REFERENCIALES DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

PARÁMETRO	LMP	Referencia
Coliformes totales, UFC/100 mL	0 (ausencia)	(1)
Coliformes termotolerantes, UFC/100 mL	0 (ausencia)	(1)
Bacterias heterotróficas, UFC/mL	500	(1)
pH	6,5 – 8,5	(1)
Turbiedad, UNT	5	(1)
Conductividad, 25°C uS/cm	1500	(3)
Color, UCV – Pt-Co	20	(2)
Cloruros, mg/L	250	(2)
Sulfatos, mg/L	250	(2)
Dureza, mg/L	500	(3)
Nitratos, mg NO ₃ ⁻ /L (*)	50	(1)
Hierro, mg/L	0,3	0,3 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Manganeso, mg/L	0,2	0,2 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Aluminio, mg/L	0,2	(1)
Cobre, mg/L	3	(2)
Plomo, mg/L (*)	0,1	(2)
Cadmio, mg/L (*)	0,003	(1)
Arsénico, mg/L (*)	0,1	(2)
Mercurio, mg/L (*)	0,001	(1)
Cromo, mg/L (*)	0,05	(1)
Flúor, mg/L	2	(2)
Selenio, mg/L	0,05	(2)

Notas:

- (1) Valores tomados provisionalmente de los valores guía recomendados por la Organización Mundial de la Salud (1995)
- (2) Valores establecidos en la norma nacional “Reglamento de Requisitos Oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables”, aprobado por Resolución Suprema del 17 de Diciembre de 1946
- (3) En el caso de los parámetros de conductividad y dureza, considerando que son parámetros que afectan solamente la calidad estética del agua, tomar como referencia los valores indicados, los que han sido propuestos para la actualización de la norma de calidad de agua para consumo humano especialmente para aguas subterráneas.
- (*) Compuestos tóxicos