

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA

DE POZOS TIPO CAISSON PARA CONSUMO HUMANO, SECTOR

PACPOCHUMA DISTRITO DE UMACHIRI - 2022

PRESENTADO POR:

RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO - PERÚ

2022



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](#)

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**FACULTAD DE INGENIERÍAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL****TESIS****DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA****DE POZOS TIPO CAISSON PARA CONSUMO HUMANO, SECTOR****PACPOCHUMA DISTRITO DE UMACHIRI - 2022****PRESENTADO POR:****RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:****INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:  _____

Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:  _____

Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

:  _____

M.Sc. JOSE ELADIO NUÑEZ QUIROGA

ASESOR DE TESIS

:  _____

Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETAS

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Oceanografía, Hidrografía y Recursos del Agua

Especialidad: Evaluaciones y Monitoreos Ambientales, Ecosistemas Acuáticos

Puno, 24 de Octubre de 2022.

DEDICATORIA

En primer lugar, esta tesis está dedicada a Dios que me dio la oportunidad de vivir en ella, y ser mi guía en todo el tiempo y brindarme la Sabiduría para triunfar en la vida como un buen profesional.

Con mucho cariño a mis padres DAVID TORRES YUCRA y CLAUDIA TEODORA VALERIANO PACCORI, por su amor, trabajo, sacrificio y su apoyo incondicional.

A mis hermanas Roxana, Gleny y Mery, por estar siempre presentes brindándome a lo largo de esta etapa de mi formación profesional.

A mi señorita enamorada Carla N. por su gran apoyo y consejo para poder lograr este presente proyecto de investigación.

A mi asesora la M.Sc. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA, por apoyarme y guiarme en la elaboración de esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos, por brindarme una formación profesional para el desarrollo de un buen profesional.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, a los docentes quienes me transmitieron su conocimiento y experiencia durante mi formación académica.
- Al Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA, M.Sc.KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ, M.Sc. JOSE ELADIO NUÑEZ QUIROGA, por sus grandes conocimientos y aportes para la elaboración de este proyecto de esta investigación.
- Al M.Sc. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA, por su asesoramiento y por brindarme el apoyo y la orientación para la culminación de esta investigación.
- A mi familia y amigos, quienes me brindaron su apoyo incondicional durante la elaboración de mi proyecto de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
INDICE DE ANEXOS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15

CAPÍTULO I**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA
INVESTIGACIÓN**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	18
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.2. ANTECEDENTES	19
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	19
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	21
1.2.3. A NIVEL REGIONAL	23

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	25
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	27
2.1.1. AGUA	27
2.1.2. CALIDAD DE AGUA	28
2.1.3. AGUA SUBTERRÁNEA	28
2.1.4. CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	28
2.1.5. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA	29
2.1.5.1. TEMPERATURA (T°)	29
2.1.5.2. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	29
2.1.5.3. TURBIEDAD (UNT)	29
2.1.5.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)	30
2.1.5.5. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)	30
2.1.5.6. DUREZA TOTAL	30
2.1.6. POZOS	31
2.1.6.1. POZO DE CIMENTACIÓN (CASSION)	31
2.1.7. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	31
2.1.8. CONTAMINACIÓN HÍDRICA	32
2.1.9. CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR METALES PESADOS	32

2.1.10. METALES PESADOS	32
2.1.11. METALOIDES	33
2.1.12. ARSÉNICO (AS)	33
2.1.12.1. FUENTES NATURALES DEL ARSÉNICO (AS)	34
2.1.12.2. FUENTES ANTROPOGÉNICOS DEL ARSÉNICO (AS)	34
2.1.12.3. RIESGOS EN LA SALUD POR ARSÉNICO (AS)	34
2.1.13. QUÍMICA DEL ARSÉNICO	35
2.1.14. TOXICIDAD Y CARCINOGENICIDAD DEL ARSÉNICO (AS)	36
2.1.15. EXPOSICIÓN TOXICOLÓGICA DEL ARSÉNICO (AS)	36
2.1.16. MECANISMO DE MOVILIZACIÓN DEL ARSÉNICO (AS)	36
2.1.17. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	36
2.1.18. ESPECTROFOTOMETRÍA DE EMISIÓN ÓPTICA POR PLASMA (ICP-OES)	38
2.2. MARCO CONCEPTUAL	38
2.3. MARCO NORMATIVO	41
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	41
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	41
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	42
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	43
3.1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	43

3.1.2. UBICACIÓN POLÍTICA	43
3.1.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE UMACHIRI	44
3.1.4. LÍMITES DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO	44
3.1.5. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO SECTOR PACOCHUMA	45
3.1.7. DELIMITACION SOCIAL	46
3.1.8. TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.1.9. PERIODO DE MUESTREO	47
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	47
3.2.1. POBLACIÓN	47
3.2.2. TAMAÑO DE MUESTRA	47
3.3. METODOS Y TECNICAS	48
3.3.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	48
3.3.1.1. EQUIPOS	48
3.3.1.2. MATERIALES DE MUESTREO	49
3.3.1.3. MOVILIDAD Y INDUMENTARIA	49
3.4. METODOLOGÍA	50
3.4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN AGUA DE POZO TIPO CAISSON	51
3.4.1.1. TOMA DE MUESTRA DE AGUA EN POZOS TIPO CAISSON	51
3.4.1.2. ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE AGUA EN LABORATORIO	53
3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	54
3.6. MÉTODO	54
3.6.1. DISEÑO ESTADÍSTICO	54

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN AGUA DE POZOS CAISSON	56
4.1.1. RESULTADOS ESTADÍSTICOS	58
4.1.2.1. PARÁMETRO ARSÉNICO	58
4.1.2.2. PARÁMETRO POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)	60
4.1.2.3. TURBIEDAD (UNT)	62
4.1.2.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)	63
4.1.2.5. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)	65
4.1.2.6. DUREZA TOTAL	66
4.2. ANALIZAR CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO (AS)	68
4.2.1. CONCENTRACIÓN DEL ARSÉNICO (AS)	68
4.4. PRUEBA ESTADÍSTICA DE R DE PEARSON	70
4.4.1. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA PRIMERA HIPÓTESIS	70
4.4.2. MATRIZ DE CORRELACIÓN PARA LA PRIMERA HIPÓTESIS	72
4.4.3. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA SEGUNDA HIPÓTESIS	74
4.4.4. MATRIZ DE CORRELACIÓN PARA LA SEGUNDA HIPÓTESIS	76
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Elementos del arsénico (As).	35
Tabla 02: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.	37
Tabla 03: Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.	37
Tabla 04: Tamaño de muestra.	48
Tabla 05: Ubicación de puntos de muestreo Sector Pacochuma	50
Tabla 06: Operación de variables.	54
Tabla 07: Resultados de Laboratorio- Campo.	57
Tabla 08: Concentración del Arsénico (As) de los pozos de agua.	68
Tabla 09: Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov ^a - Shapiro-Wilk	70
Tabla 10: Prueba de normalidad de Shafiro - Wilk	71
Tabla 11: Correlaciones de pH, Turbiedad, Conductividad Eléctrica, Sólidos totales, Dureza total y Arsénico.	72
Tabla 12: Correlaciones de Arsénico contra pH, Turbiedad, Sólidos totales, Conductividad eléctrica y Dureza total .	73
Tabla 13: Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov ^a - Shapiro-Wilk	74
Tabla 14: Prueba de normalidad de Shafiro - Wilk	75
Tabla 15: Correlación arsénico y concentración	76
Tabla 16 Correlación Pearson de Arsénico y Concentración (As) de los pozos.	76
	8

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación de la zona de estudio.	44
Figura 02: Ubicación de los puntos de muestreo – Pozos.	46
Figura 03: Resultado de la concentración del Arsénico.	58
Figura 04: Resultado del parámetro de Potencial de Hidrógeno.	60
Figura 05: Resultado del parámetro Turbiedad.	62
Figura 06: Resultado del parámetro conductividad eléctrica.	63
Figura 07: Resultado del parámetro de Sólidos Totales Disueltos.	65
Figura 08: Resultado del parámetro de Dureza Total.	66
Figura 09: Concentración del Arsénico (As).	69
Figura 10: Gráfico de la correlación de concentración.	77
Figura 11: Decreto Supremo 031-2010 SA.	93
Figura 12: LMP de parámetros de parámetros de calidad organoléptica.	95
Figura 13: Resolución Ministerial N°160-2015 DIGESA/SA	96
Figura 14: Formato de registro de datos de campo.	97
Figura 15: Modelo de cadena de custodia – Agua	98
Figura 16: Cuadro de ayuda para clasificar la muestra de agua	99
Figura 17: Toma de muestra.	100
Figura 18: Transporte de muestra.	101

Figura 19: Resultado del punto PC-01.	104
Figura 20: Resultado del punto PC-02.	107
Figura 21: Resultado del punto PC-03.	110
Figura 22: Resultado del punto PC-04.	113
Figura 23: Resultado del punto PC-05.	116
Figura 24: Ubicación de la zona de estudio.	117
Figura 25: Pozos Caisson con sistema de bombeo (Motor).	118
Figura 26: Profundidad de pozos en sistema de bombeo - Motor (Época de estiaje)	118
Figura 27: Pozos Caisson con sistema manual.	119
Figura 28: Profundidad de pozos en sistema manual.	119
Figura 29: Envases para el recojo de muestras para el laboratorio (500 mL).	120
Figura 30: Equipo y materiales para levantamiento de muestras.	120
Figura 31: Uso del multiparámetro.	121
Figura 32: Envases de polietileno de 500 mL para cada muestreo.	121
Figura 33: Verificación de la estabilización del equipo para los parámetros de campo.	122
Figura 34: Llenado de muestra en el envase de 500ml.	122
Figura 35: Cumpliendo el protocolo para levantamiento de muestra de 500 mL.	123
Figura 36: Utilización de las Piseta para desinfectar los equipos y materiales.	123
Figura 37: Medición de pH, Conductividad, T°, Sólidos totales disuelto.	124
	10

Figura 38: Recojo de los datos en in situ de los parámetros en la hoja de campo.	124
Figura 39: Verificación de la turbiedad en Inca cancha.	125
Figura 40: Colocación de la muestra recogida de agua de pozo en el cooler.	125
Figura 41: Muestra rotulada para el laboratorio.	126
Figura 42: Muestras rotuladas.	126
Figura 43: Poblador de la zona estudio – Sector Pacochuma.	127
Figura 44: Coordinación con el poblador de la zona de estudio.	127
Figura 45: Laboratorio Analíticos del Sur.	128
Figura 46: Entrega de muestras al laboratorio (Cooler).	128
Figura 47: Entrega de cadena de custodia y registro de las muestras.	129

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	91
Anexo 02: Reglamentos.	93
Anexo 03: Hoja de campo de evaluación de parámetros fisicoquímica (in situ)	97
Anexo 04: Cadena de custodia para las muestras - Laboratorio	98
Anexo 05: Instructivo para la toma de muestras de agua y transporte.	100
Anexo 06: Informe de Análisis de Laboratorio Analítico del Sur	102
Anexo 07: Plano de ubicación.	117
Anexo 08: Panel fotográfico	118

RESUMEN

La investigación tiene por objetivo evaluar el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022, para evaluar su calidad según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano). El Tipo de investigación cuantitativo, diseño de investigación descriptivo y método utilizado para determinar la concentración de Arsénico (As) fue espectrofotometría de Plasma de Emisión Óptica (ICP) - OES y para la Dureza Total (CaCO_3) se utilizó el método de (SMEWW - APHA - AWWA - WEF Prt.2340 b, 22nd Ed. Hardness by calculation) en el Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R. Ltda. de la ciudad de Arequipa, acreditado por el INACAL. La investigación está basada en el Decreto Supremo 031-2010 SA (reglamento de la calidad del agua para consumo humano) y la Norma Técnica Resolución Directoral 160-2015-DIGESA/SA. Los resultados obtenidos de los cinco (5) pozos muestreados son: pozo Ventilla es $<0,0082$ mg/L; Colquemarca es $<0,0075$ mg/L ; para los pozos de Inca Cancha, Tres Ángeles, Pedregal Munay pampa es $<0,0012$ mg/L; pH es (8.5 - 8.6), Turbiedad (UNT) es 0,89 a 2,78 mg/L; CE es 350 a 1040 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Sólidos totales Disueltos es 170 a 520 mg/L; la (CaCO_3) es 185 a 531 mg/L ; la prueba estadística de correlación de Pearson al 95% de confianza y un coeficiente $r = 0,969$ ($p < 0.007$); una concentración de As menor < 0.0039 mg/L lo cual representa el 39% de As donde no supera LMP establecido por el (Decreto Supremo N° 031-2010-SA). En conclusión, la calidad de agua de pozos del sector Pacochuma, son aptas para consumo humano.

Palabras claves: Arsénico, concentración, Límite Máximo Permisible, contaminación.

ABSTRACT

The research was carried out in the Pacochuma sector in the Umachiri district in the province of Melgar during the year 2022, with the objective of evaluating the level of contamination by Arsenic (As) in water for human consumption extracted from Caisson-type wells in the Pacochuma Sector, Umachiri district, Umachiri district - 2022, to evaluate its quality according to Supreme Decree No. 031-2010-SA (Regulation of the Quality of Water for Human Consumption). The type of quantitative research, descriptive research design and method used to determine the concentration of Arsenic (As) was Optical Emission Plasma Spectrophotometry (ICP) - OES and for Total Hardness (CaCO_3) the method of (SMEWW - APHA - AWWA - WEF Prt.2340 b, 22nd Ed. Hardness by calculation) in the Analytical Laboratories of the South E. I. R. Ltda. of the city of Arequipa, accredited by INACAL. The research is based on Supreme Decree 031-2010 SA (regulation of water quality for human consumption) and the Technical Standard Directorial Resolution 160-2015-DIGESA/SA. The results obtained from the five (5) sampled wells are: well Ventilla is <0.0082 mg/L; Colquemarca is <0.0075 mg/L ; for the wells of Inca Cancha, Tres Ángeles, Pedregal Munay pampa it is <0.0012 mg/L of As; pH is (8.5 - 8.6), Turbidity (UNT) is 0.89 to 2.78 mg/L; EC is 350 to 1040 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Total Dissolved Solids is 170 to 520 mg/L; the (CaCO_3) is 185 to 531 mg/L; Pearson's statistical correlation test at 95% confidence and a coefficient $r = 0.969$ ($p < 0.007$); an As concentration of less than 0.0039 mg/L, which represents 39% of As where it does not exceed the LMP established by (Supreme Decree No. 031-2010-SA). In conclusion, the quality of water from wells in the Pacochuma sector, are fit for human consumption.

Keywords: Arsenic, concentration, Maximum Permissible Limit, pollution.

INTRODUCCIÓN

El agua es tan maravillosa y prístina que permite la vida y el desarrollo en la Tierra, que a su vez es fundamental para todos los seres vivos. La demanda de agua se ha incrementado ya que se considera un recurso en disminución, escaso y altamente vulnerable. En los últimos años se ha prestado cada vez más atención a la contaminación del agua, que está relacionada con el uso injustificado de los recursos hídricos para la actividad humana. Según estudios, el aumento de la contaminación del agua se debe principalmente a las actividades humanas y en algunos casos se debe a causas naturales.

Actualmente, la presencia de arsénico (As) en el agua potable es un problema mundial de salud pública, Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el valor máximo recomendado aceptable es de 0,010 mg/L.

Capítulo I: Planteamiento del problema de la investigación, Determinación de la contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos tipo Caisson para consumo humano, sector Pacochuma distrito de Umachiri – 2022, así como los antecedentes, la identificación de los objetivos de investigación.

Capítulo II: Marco teórico de los diferentes autores e instituciones que argumentan de la contaminación del arsénico (As), Información importante necesaria para formular y relacionar las variables de investigación

Capítulo III: Metodología de investigación, las técnicas de investigación y los instrumentos de investigación se utilizan para llevar a cabo la investigación.

Capítulo VI: Exposición y análisis e interpretación de los resultados obtenidos de la investigación, Determinación de la contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos tipo Caisson para consumo humano, sector Pacochuma distrito de Umachiri – 2022,

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, nuestro planeta está pasando por una serie de cambios y transformaciones provocados por los avances tecnológicos, industriales, económicos y comerciales. Es necesario evaluar continuamente, porque estos indicadores hacen que la vida social cambia día a día, porque provoca cambios en el ecosistema, una de cuyas consecuencias es la contaminación de los recursos hídricos a los que está expuesto el país (Sánchez et al., 2019).

Actualmente el principal problema a nivel mundial es el aprovechamiento ineficiente de este recurso hídrico, que complica aún más el suministro del recurso hídrico para la población, la salud pública, actividades productivas, ecosistemas acuáticos y terrestres, donde disminuye la calidad del medio ambiente (Ávila y León, 2012).

La constitución política del Perú 1993, menciona y garantiza el derecho humano a un medio ambiente sano y de desarrollo sostenible, por lo que todo peruano merece una protección efectiva e integral por parte del Estado, porque esta protección se corresponde

con el derecho a un medio ambiente sano y sostenible en el que todos podamos compartir la Naturaleza y su totalidad.

El uso de agua ha aumentado en las principales ciudades en los últimos años, la población urbana del Perú ha aumentado debido a la inmigración de lo rural a lo urbano, lo que lleva a la modificación del medio ambiental y generar el aumento de aguas contaminadas, ante la ausencia de servicios básicos en las regiones, áreas periféricas de la zona urbano (Castillo et al., 2015).

La región de Puno cuenta con una cuenca hidrográfica endorreica que proporciona recurso hídrico a la población asentada cerca y alrededor de ellas. Sin embargo, puede ser modificado por actividades humanas y naturales, cualquiera que sea la causa, se debe conocer el alcance del cambio en la calidad del agua (Contreras et al., 2016).

La contaminación del agua es uno de los problemas que afectan al medio ambiente (Puntoriero et al., 2014), el arsénico (As) es una sustancia tóxica común que se encuentra comúnmente en las aguas subterráneas y superficiales, con un riesgo por consumo de aguas subterráneas con altas concentraciones de arsénico (As) para la población rural.

A nivel del distrito de Umachiri tiene una población muy dedicada al Sector agrícola y agropecuario, el suministro de agua para sus actividades de producción y consumo en la mayoría de la población para consumo humano es por bombeo de subsuelo sin ningún tipo de tratamiento (INEI, 2017), en las zonas rurales del distrito de Umachiri, donde la población rural carece de agua potable, la necesidad les obliga a utilizar el agua de pozo, para la agricultura, ganadería, todo tipo de actividades productivas, uso doméstico y consumo humano.

El Sector Pacochuma es una zona agropecuaria y ganadera, no cuenta con servicio de agua potable, por lo que tienen que usar agua de pozo tipo Caisson, donde el arsénico

puede causar cáncer de pulmón, piel e incluso otros tipos de cáncer. Existe un vínculo más fuerte entre la exposición crónica al arsénico y los cánceres de piel, pulmón y vejiga (UNESCO, 1998), donde está agua subterránea no recibe un tratamiento adecuado antes del consumo (purificación) ya que puede contener metales pesados o otros contaminantes, las cuales no son necesarias para el consumo humano directo, ha sido considerado para poder evaluar los parámetros físicos y químicos, lo que nos permitirá saber si es segura para el consumo humano, pueden ser peligrosos para la salud de los pobladores del Sector de Pacochuma en el distrito de Umachiri.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será el nivel de contaminación por Arsénico (As) en el agua para consumo humano usada por la población extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022?.

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la diferencia con las concentraciones de Arsénico (As) y los límites máximos permisibles (LMP) en el agua para consumo humano usada por la población, extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, distrito de Umachiri – 2022?.
- ¿Qué concentraciones de Arsénico (As) se encuentran en el agua usada por la población para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson, en el Sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022?.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Solís et al (2018), afirma en su investigación “Conductividad como parámetro predictivo de dureza en agua subterránea y agua de manantial de Costa Rica”. Obtuvo que los resultados la conductividad (en condiciones normales) es un buen indicador indirecto de la dureza total y la concentración de dureza cálcica, la conductividad eléctrica para pozos es 150 a 299 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para los nacientes es de 100 a 199 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Copier (2021), determinó en su Investigación “Contaminación por arsénico geogénico de las aguas subterráneas en Chile”, que el origen geológico de las aguas subterráneas se caracteriza por la mayor concentración de As (desde 1000 $\mu\text{g}/\text{l}$ hasta $> 10.000 \mu\text{g}/\text{l}$), distribuidas en las zonas XV, I, II y muy al noreste de la tercera zona del territorio chileno, como las concentraciones en los pozos cercanos a los ríos Camarones y Elqui superaron la norma NCH 409 (10 $\mu\text{g}/\text{l}$), especialmente en este último, las mayores concentraciones de As en las fuentes de aguas termales se dieron en las regiones XV, I, III y IV del Anillo Norte, con valores superiores a 10.000 $\mu\text{g}/\text{L}$, superando el límite de concentración de arsénico, estos valores pueden ser perjudiciales para uso recreativo. En las regiones Centro y Sur, las concentraciones oscilaron entre $<0,5$ y 10.000 $\mu\text{g}/\text{L}$.

Burgos et al. (2021), manifiestan en su investigación “Caracterización espacio-temporal de la distribución del arsénico en un acuífero kárstico en el sur del Estado de México”. Obtuvieron que el pH en los Pozo 1 es 7.3, Pozo 2 es 7.5, Pozo 3 es 7.3 y Pozo 4 es 7; mientras que la Conductividad Eléctrica en el Pozo 1 es 554 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Pozo 2 es 542.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Pozo 3 es 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en el Pozo 4 es 575.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Dureza Total en el Pozo 1 es 238.3 mg/L, Pozo 2 es 271.2 mg/L, Pozo 3 es 300.4 mg/L y en el Pozo 4 es 294.2 mg/L; y la concentración de arsénico se obtuvo los valores en los Pozos (1,2, 3 y 4) es 0.01 mg/L; Sólidos Totales Disueltos Pozo 1 es 272 mg/L, Pozo 2 es 300 mg/L, Pozo 3 es

236 mg/L y en el Pozo 4 es 280 mg/L. La caracterización de agua está dentro de los parámetros establecidos en las normas internacionales.

Sánchez et al. (2019), determinaron en el estudio "Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México 2002 y 2012". Los resultados que obtuvieron que el límite permisible de la NOM-127-SSA1-1994 fueron: STD (22% en 2002, y 42% en 2012); dureza total (60%); Na⁺ (9.8%); Cl⁻ (9.9%), y NO₃⁻ (3%, 2012). El ICA mostró que la calidad química del agua subterránea para consumo humano era aceptable para la mayoría de los sitios estudiados.

Chibinda et al. (2017), firma en su investigación "Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera". Se tomaron 12 muestras y se analizaron 26 parámetros físico-químicos del agua recolectada, además de bacterias coliformes totales, obtuvo los valores es 0,71 y 0, 7 7 UNT , para el pozo 1 y 2 respectivamente , la conductividad eléctrica es 100 a 2 000 μS/cm, el pH está en el rango de 7,7 - 7,9, mientras que la concentración media de STD es de 402 y 424 mg/L , en las aguas del pozo 1 y 2, Sodio es 100 o 150 mg/L, Potasio en concentraciones superiores a 10 mg/L, (Nitrato, Nitrito, Amonio) es 53,76 y 59,33 mg/L, para el pozo 1 y 2 respectivamente, NO₂⁻ entre 0,1 y 0,9 mg/L, NH₄⁺, en el caso del pozo 1, se encuentran por encima de 0,01 mg/L, Cloruro es 114,53 y 296 mg/L para el pozo 1 y 2. Los resultados muestran que esta agua no es apta para beber ni para abastecimiento, pues existen normas con valores superiores a los establecidos por las normas cubanas.

Jiménez (2018), en su investigación "Diagnóstico de la presencia y contaminación por arsénico en el suelo y agua de consumo en la parroquia Papallacta". Las concentración de arsénico en las tres zonas "Cabecera parroquial", Barrios "Baños", "Chalpi"), es 16.8, 10.5 y 24 μg/L Superan los estándar ecuatoriano y OMS que establece para agua

potable (10 $\mu\text{g/L}$), Los niveles de arsénico son bajos en el área de El Tambo y los niveles promedio de arsénico en los suelos agrícolas de las cuatro áreas de estudio oscilaron entre 20,7 y 43,0 mg/kg, todos los cuales están muy por encima de los niveles permitidos por la ley ambiental ecuatoriana (12 mg/kg), el principal vertiente denominado “Punguyaku” tiene una concentración de 14 $\mu\text{g/L}$.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Morales et al. (2017), en su investigación de “Arsénico total no deseado ante valores referenciales de pH en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, Región Tacna-Perú”. Obtuvo que la concentración del arsénico total en cada mes (0.0731; 0.29835; 0.287 y 0.711 mg/L), se excede el valor permisible donde supera el estándar ambiental es de (0,01 mg/L), en el pH es 8.5, los valores están dentro del rango permitido y aceptable, el valor de uso en la cuenca hidrográfica

Condori y Cordova (2020), afirma es su estudio “Concentración de arsénico en agua subterránea en el distrito de Sabandía, provincia de Arequipa”. Donde el distrito de Sapandia, provincia de Arequipa, que se abastece con agua local de una fuente subterránea de la misma área, tiene una concentración de arsénico de 0.049 mg/L que está por encima del máximo permisible (0.01 mg/L) SD 031-2010 SA. El experimento se realizó de forma continua en una columna donde un medio de adsorción de zeolita condicional pasa a través de óxido de hierro, pasa a través del agua sin tratamiento del agua subterránea de Sapandia y el arsénico en los recursos hídricos se oxida con hipoclorito de calcio a una concentración de 1,5 mg/L. Hay un contenido de 0.049 mg/L de arsénico en el agua de fondo de pozo natural No. 2 en Sapandia, que se puede eliminar al 100% en el rango de pH operativo: 5.46-6.62; Tiempo de conexión: 5-10 minutos; La altura de la capa adsorbente es de 40-60 cm, que son las variables y el nivel de investigación.

Macha (2019), en su investigación "Determinación de cadmio, arsénico y plomo por espectrofotometría de absorción atómica en aguas de pozo de Castillo Grande - Tingo María, julio - septiembre 2019". Reporta valores para los Pozos 1, Pozo 2 y Pozo 3 con una valor de 0.001 y el Pozo 4 es 0.002 mg/L, una concentración de arsénico de 0.00125 mg/L. Están dentro de los límites máximos permisibles.

Márquez (2022), en su investigación "Determinación de concentraciones de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Végueta-Huaura, Lima en el periodo 2017-2018". Los resultados obtenidos de las 21 muestras realizadas, donde pH (6,56-8,45), la conductividad eléctrica en el periodo 2017 es 480 μ S/cm y un valor máximo de 1520,0 μ S/cm; y en el 2018 es 340 μ S/cm y valor máximo 1200,0 μ S/cm; oxígeno disuelto en 2017 un valor mínimo de 1,2 mg/L y un máximo de 6,0 mg/L, en el 2018 valor mínimo de 1,0 mg/L y un valor máximo de 4,0 mg/L de oxígeno disuelto; dureza total en el 2017 tuvo un valor mínimo de 39 mg/L y valor máximo de 161 mg/L, en el 2018 valor mínimo de 30 mg/L y un máximo de 120 mg/L; Arsénico en 2017 mínima de 0,040 mg/L y un valor máximo de 1,71 mg/L y en 2018 valor mínimo de 0,011 mg/L y valor máximo de 0,999 mg/L. Se encuentra que el 100% de los pozos estudiados, el arsénico estaba por encima del límite permisible, por lo que 61,0% de los cuales se utiliza como fuente de agua para el ser humano, lo que significa amenaza inmediata para la salud humana.

Ríos et al. (2017), señalan en su investigación "Concentración de metales pesados (As, Cd, Cr, Hg y Pb) en el Agua de la cuenca baja del río Jequetepeque, en relación a los estándares de calidad del agua - categoría 3, Cajamarca - 2016". El Arsénico, en dos puntos de muestreo (P4:0,001mg/L y P5:0,003 mg/L) cadmio en cinco puntos de muestreo diferentes (P2, P3, P4, P5 y P6 con 0,001 mg/L) y plomo en dos puntos de muestreo (P3:0,004 mg/L y P6:0,007 mg/L) de estas concentraciones en comparación con mayor en (época de lluvias), mientras que en noviembre (época seca) los valores de estas concentraciones son: Arsénico, en tres puntos de muestreo (P1:0.004 mg/L), P2:

0.005 mg/L y P4: 0.006 mg/L) y plomo en los dos puntos de muestreo (P3: 0.003 mg/L y P6: 0.004 mg/L). Al final, 7 no fueron muestreados y se encontró la presencia de metales pesados como cromo y mercurio.

1.2.3. A NIVEL REGIONAL

León (2020), da a conocer en su investigación "Grado de contaminación por metales pesados de las aguas del centro poblado de Huacani Pomata - 2020". Obtuvo que los valores del análisis fisicoquímico en promedio son: pH, 7.69, 7.70, 8.02, 8.03 y 7.48, temperatura, 15.5 °C, 15.3 °C, 14.2 °C, 15.2 °C y 14.7 °C, y conductividad eléctrica, 240.7 $\mu\text{S/cm}$, 280.4 $\mu\text{S/cm}$, 442.5 $\mu\text{S/cm}$, 450.6 $\mu\text{S/cm}$ y 270.4 $\mu\text{S/cm}$ respectivamente. El valor medio para el análisis de metales pesados para cada muestra es: arsénico 0.00232 mg/L, mercurio <0.00041, aluminio <0.029, boro <0.0053, bario 0.029026, berilio 0.0002578, cadmio <0.00011, cobalto <0.000094, cromo <0.00039, cobre <0.002, hierro 0.4442, litio 0.00537, magnesio 3.4822, manganeso 0.046942, molibdeno <0.00038, níquel <0.00051, plomo <0.0026, antimonio 0.001488, selenio <0.002, zinc <0.0031. Calidad de agua en centro poblado de Huacani es apto para personas, riego y animales.

Sandoval (2021), en su investigación "Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019". Obtuvo los resultados de la medición de parámetros físicos químicos de agua el valor mayor de CE es 7230 $\mu\text{S/cm}$ en el Pozo 1 ; y el menor es 1430 $\mu\text{S/cm}$ en Pozo 5; Sólidos Disueltos Totales en el Pozo 2 es 865.21 mg/L , menor valor es el Pozo 3 con 523.65, turbidez es el Pozo 3 con 1.81 UNT, menor valor es en Pozo 4 con 1.05 UNT; Potencial de hidrógeno en el Pozo 2 es 7.959 unidades, menor valor es en Pozo 5 con 7.048 de pH; Dureza total en el Pozo 1 es 210.86 mg/L, menor valor es en Pozo 3 con 69.32 mg/L llegando a una conclusión que la conductividad eléctrica excede el Límite Máximo Permissible.

Percca (2021), manifiesta en su estudio de “Evaluación de la contaminación por Arsénico (AS) en agua de pozos para consumo humano, anexo Collana II, Distrito Huata, 2021”. El As, tiene similitud de variaciones en cada pozo, en el Sector Viscachani I, en el Pozo 2, con una concentración de 0.0232 mg/L de As siendo la más alta, así también ocurre con la dureza total (CaCO_3) con un valor de 2719 mg/L, de la misma manera la conductividad eléctrica tiene un valor de 7700 $\mu\text{S/cm}$, As más no de origen antropogénico.

Cano (2019), en su investigación “Determinación de la concentración de arsénico (As) total en las aguas subterráneas de pozos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de mitigación”. Se reportó que el valor más alto de concentración fue de As (0,165 mg/L), con una media de (0,089 mg/L). Sin embargo, el agua subterránea en la provincia de San Román no solo está considerablemente contaminada con arsénico (As), sino también con Pb (0,041 mg/L) y otros metales traza, las aguas subterráneas en el área de estudio son químicamente inadecuadas para consumo humano.

Huillca y Apaza (2019), afirman en su estudio de “Evaluación de la concentración de arsénico en las aguas de consumo humano de origen subterráneo en la asociación de viviendas Nueva Jerusalén, Juliaca”. Donde llegó a los siguientes resultados que el Arsénico de las 10 muestras tomadas de 8 muestras de los pozos subterráneos estudiados mostraron que las concentraciones de arsénico eran menores a 0.005 mg/L y M8 y M10 a concentraciones de 0.108 y 0.106 mg/L respectivamente, indica contaminación del agua. La contaminación por exceder el límite máximo permisible fue establecida según D. S. N ° 031-200 SA para agua humana, geológicamente sobre As pero no de origen humano.

Navarro (2019), afirma en su investigación “Contaminación de las Aguas Subterráneas por Arsénico (As) el caso del distrito de Juliaca – Perú”. En su resultado llegó que las concentraciones de As con una media de 73.5 $\mu\text{g/L}$; que supera el límite máximo de 10 $\mu\text{g/L}$. Los parámetros fisicoquímicos como pH de 7.595, CE de 1238.539 $\mu\text{S/cm}$ y

concentraciones medias de turbiedad 5.250 UNT, CaCO_3 es 454.692 mg/L, Ca^{2+} 115.659 mg/L, Mg^{2+} 33.383 mg/L, SO_4^{2-} 80.981 mg/L y Cl^- 146.037 mg/L; estos valores se ubicaron dentro de los estándares nacionales e internacionales el agua subterránea utilizada para el consumo público debe someterse a pruebas periódicas de As y otros elementos para acreditar que su inocuidad se encuentre dentro de los lineamientos nacionales establecidos.

De La Cruz (2021), determinó en su investigación "Parámetros físico químicos y metales pesados en aguas del acuífero fisurado sedimentario y el acuífero poroso no consolidado alto de la ciudad de Juliaca". Los resultados obtenidos que el pH más alto es en AP-03 es 7.9; una turbiedad de 1.29 de UNT y la conductividad eléctrica exceden estos límites, mientras la concentración de metales pesados, el cadmio, plomo exceden el límite permisible, con media aritmética de 47.25 $\mu\text{g/L}$ y 1346.87 $\mu\text{g/L}$, el valor máximo de Fe es 0.30 mg/L y 0.99 mg/L Mn; El arsénico no excede 10 mg/L.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar concentraciones de Arsénico (As) con los límites máximos permisibles (LMP) del agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022.

- Analizar concentraciones de Arsénico (As) en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

El marco teórico aborda los temas centrales de este estudio.

2.1.1. AGUA

Martínez (2006), El agua es un compuesto con propiedades únicas y es el más importante para la vida y para la naturaleza abundante, cuyas moléculas constan de dos átomos de hidrógeno y oxígeno (H₂O) ,y según (OMS, 2006) indica que el agua es un compuesto muy químico establecimiento de ecosistemas acuáticos, que representan el 70% de la superficie de la Tierra y ampliamente distribuida en los océanos, lagos, ríos, aire y tierra, el agua es un recurso fundamental para el crecimiento económico y social y medio ambiente, que es también uno de los cuatro pilares de los elementos básicos necesarios para desarrollar y fortalecer la vida así lo define.(Reyes, 2012).

En su investigación determinó que menos del 1% del agua en el mundo es agua dulce, que a su vez es del 2% la cantidad total de agua en el planeta, es aprovechado por la humanidad (UNESCO, 1998).

2.1.2. CALIDAD DE AGUA

Según (Torres et al., 2009), desde un punto de vista funcional, la calidad puede entenderse como la capacidad de la naturaleza esencial del agua para lograr los usos que se pueden derivar de ella. Es un conjunto de propiedades químicas, físicas y biológicas, así como valores aceptables según normativa. De igual manera (Torres et al., 2009), indica la calidad del agua potable varía de un lugar a otro, porque depende de las condiciones bajo las cuales su origen, así como el trato que recibió.

2.1.3. AGUA SUBTERRÁNEA

El agua, que se encuentra en formaciones geológicas porosas llamadas acuíferos, es un recurso importante para la vida en este planeta, pero recientemente ha sufrido muchos cambios debido a su sensibilidad a la contaminación y al mal uso. Debido a que los contaminantes pueden filtrarse desde la superficie del suelo a la capa freática y fluir hasta el punto de descarga, como se muestra (Ordoñez, 2011).

Para Otálvaro (1999), el agua subterránea también es importante como componente esencial del ciclo hidrológico y como almacenamiento esencial.

2.1.4. CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Es un producto que respeta las propiedades físicas, químicas y microbiológicas para no causar ningún riesgo para la salud como se indica. (Ordoñez, 2011). También indique que el agua debe ser clara, incolora y no insípida y, por lo tanto, no debe contener ninguna materia en suspensión donde la población goza de una buena salud para (Marín, 2018).

Cuando se establecen estándares de calidad sanitaria para un uso y beneficio para el usuario o para actividades diarias como higiene personal, lavado, preparación de alimentos, etc. (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

2.1.5. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA

2.1.5.1. TEMPERATURA (T°)

Es una medida de la energía cinética de las moléculas de agua, que incide en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del agua, como el pH, déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables físico-químicas (Durán, 2016). La temperatura repercutirá en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar el sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede incrementar los problemas de sabor, olor, color y corrosión (Durán, 2016).

2.1.5.2. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

El pH se refiere a la concentración de iones presentes en ciertas sustancias, es una medida estándar para juzgar la calidad del agua, este parámetro tiene como valor de referencia siete unidades, las menores a 6.5 se pueden considerar ácidas y básicas, siendo neutras cuando el valor es 7, el agua por encima de 8,5 se considera agua alcalina, este indicador se utiliza en todos los análisis de agua, debido a su utilidad en la evaluación de la idoneidad (APHA, 1992).

2.1.5.3. TURBIEDAD (UNT)

Es producido por materia en suspensión como arcilla, sedimentos, materiales orgánicos e inorgánicos y la presencia de microorganismos microscópicos. Translúcido debido a la presencia de sólidos coloidales que lo hacen opaco. La turbidez a menudo se asocia con altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias (Durán, 2016).

2.1.5.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

Según (Carvajal et al., 2010), como la capacidad de conducir corriente los cationes más solubles son Sodio (Na^+), Calcio (Ca^{+2}), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{+2}). Los iones más negativos son cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{-2}), carbonato, bicarbonato (HCO_3^-). Asimismo, la CE del agua se ve afectada por la temperatura; cuanto mayor sea la temperatura, mayor será la CE, por esta razón se reporta la conductividad a 25 °C (EPA, 2015).

En la mayoría de las soluciones acuosas, cuanto mayor es la cantidad de sales disueltas, mayor es la conductividad, y este efecto persiste, y la solución se llena de iones, por lo que la libertad de movimiento es limitada y la conductividad puede disminuir y aumentar. (Hernández, 2009).

2.1.5.5. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)

La principal aplicación de la medición de TDS es estudiar la calidad del agua de ríos, lagos y arroyos. Aunque el TDS no se considera un contaminante peligroso, es un indicador de las propiedades del agua y la presencia de contaminantes químicos, es decir, la composición química y concentración de sales y otras sustancias en el agua (APHA, 1992).

2.1.5.6. DUREZA TOTAL

La dureza del agua es la concentración de minerales en una determinada cantidad de agua de sales de magnesio y calcio. El agua comúnmente denominada "dura" tiene un alto contenido de estas sales, mientras que el agua "blanda" contiene muy poco. (Romero, 2009). Asimismo, la dureza del agua es la suma de las concentraciones de (calcio-magnesio), el cual aumentan con el carbonato de calcio, en miligramos por litro de agua (APHA, 1992).

2.1.6. POZOS

Un pozo de agua es una instalación de recolección de agua vertical que permite extraer agua subterránea de las grietas o fisuras de un arrecife, llamado acuífero. El agua se puede llevar a la superficie desde el tanque simplemente o más fácilmente mediante bomba, mano o motor. Los pozos varían en profundidad, volumen de agua, costo o pureza, lo que puede requerir o no un tratamiento previo antes del consumo (Wikiwater, 2012).

Para (Ordoñez, 2011), como un pozo vertical, hoyo excavado o túnel excavado en el suelo, a una profundidad suficiente para alcanzar el nivel freático donde hay una reserva de agua profunda es una estructura hidráulica bien diseñada y construida que permite la extracción de agua de un acuífero.

2.1.6.1. POZO DE CIMENTACIÓN (CASSION)

Se trata de una cimentación semiprofunda, utilizada para suelos blandos donde las cimentaciones poco profundas no son adecuadas. Los cajones son muy similares a los pilotes, la diferencia es que los cajones son de mayor diámetro y siempre se construyen en su lugar. La peculiaridad del pozo de cimentación es que se construye sumergido en el suelo (Yepes, 2022).

2.1.7. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Manifestaron que existen diferentes tipos de contaminación ambiental, que alteran y destruyen la calidad de elementos naturales fundamentales como el aire, el agua, el suelo, la flora y la fauna. La más importante de las cuales es la contaminación del agua o contaminación del agua porque es un recurso esencial para la existencia de todos los organismos vivos (Castillo et al., 2015).

2.1.8. CONTAMINACIÓN HÍDRICA

Indica que la actividad económica en producción la agricultura y la ganadería, que son la principal amenaza para las aguas subterráneas y los suministros públicos, generan altos niveles de contaminación debido al uso de pesticidas y herbicidas (agroquímicos) (Sánchez et al., 2019).

Los derrames, vertidos, desechos, deposición directa o indirecta de sustancias que aceleran el deterioro de la calidad del agua, y modifican las propiedades físicas, químicas y biológicas, se denominan contaminación del agua. Su origen es de la actividad humana, porque la vida silvestre no libera componentes que puedan cambiar la calidad de la fuente de agua. La eutrofización también es un factor en el deterioro de la calidad del agua. Los ácidos y los metales pesados, junto con otras sustancias o productos químicos, interfieren en la formación de agua, provocando que se dañe o envenene (Segura, 2007).

2.1.9. CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR METALES PESADOS

La contaminación de metales pesados y minerales en el medio ambiente, así como en los recursos hídricos, del suelo y del aire son problemas que afectan la salud pública y seguridad alimentaria global y local (Contreras et al., 2016).

2.1.10. METALES PESADOS

Tenga en cuenta que encontramos metales pesados generalmente son componentes naturales de la corteza terrestre, que son: Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Arsénico (As), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Zinc (Zn) (Abollino et al., 2002).

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a ser bioacumulación en diferentes cultivos o plantas. La bioacumulación significa el aumento de la concentración de una sustancia química en un organismo durante un período de tiempo, en relación con la concentración de esa sustancia química en el medio ambiente (Angelova et al., 2004).

2.1.11. METALOIDES

Son elementos químicos con propiedades intermedias, son semiconductores eléctricos, formando óxidos anfóteros. En orden ascendente basado en el peso atómico, los elementos se consideran los metaloides son: boro (B), silicio (Si), germanio (Ge), arsénico (As), antimonio (Sb), telurio (Te) y polonio (Po). Por lo tanto, los elementos con mayor masa atómica entre el elemento y el no metal se consideran metales.(Álvarez et al., 2003), asimismo son elementos con propiedades únicas que están entre metales y no metales, estos presentan dos propiedades únicas, son semiconductores de electricidad y anfóteros (Heather y Lewis, 2013)

2.1.12. ARSÉNICO (AS)

Se ubica en el puesto 30 entre los elementos más abundantes en la tierra y se encuentra en rocas y suelos, en fuentes naturales de agua y en la menor concentración, en organismos vivos. En el agua, también se puede encontrar de forma natural y es muy tóxico para los seres humanos. Se pueden encontrar concentraciones en el agua inferiores a 10µg /L. Pero en lugares donde hay mucha industria minera, se puede encontrar en 0.2 y 1 g/L (Basualdo y Yacila, 2015)..

El arsénico (As), está ampliamente distribuido en la atmósfera, en la hidrosfera y en la biosfera, se puede encontrar en cuatro estados de oxidación : As (V), As (III), As (0) y As (-III) y el As (III) proviene de la biodegradación del As (V) y reacciona en las inmediaciones de industrias con aguas residuales ricas en As (III), como medios reductores y agua geotérmica (Smedley y Kinniburgh, 2001).

El arsénico es un elemento del grupo V-A en la tabla periódica, con número atómico 33 y peso atómico de 74,92 y es químicamente similar al fósforo (Bradl et al., 2005).

2.1.12.1. FUENTES NATURALES DEL ARSÉNICO (AS)

Cuando se disuelve en agua subterránea el arsénico asimismo donde la adsorción da como resultado óxidos metálicos en los acuíferos en estado oxidado y sedimentos inmóviles, y todo esto es resultado de la hidrólisis geoquímica y oxidativa, la desulfuración, la precipitación de piritita y el cambio de materia orgánica. Intercambio de iones y adsorción / adsorción fisicoquímica (Smedley y Kinniburgh, 2001).

Se moviliza por la descomposición y lixiviación de las rocas durante los procesos geoquímicos naturales y se libera al medio ambiente, afectando las aguas subterráneas y superficiales (Smedley y Kinniburgh, 2001).

2.1.12.2. FUENTES ANTROPOGÉNICOS DEL ARSÉNICO (AS)

Las actividades mineras, uso de combustibles fósiles, pesticidas, herbicidas, desecantes, conservadores de madera, aditivos para piensos, semiconductores, colorantes, etc. (Carabantes y Fernicola, 2003).

2.1.12.3. RIESGOS EN LA SALUD POR ARSÉNICO (AS)

Si se expone al arsénico durante mucho tiempo, pueden ocurrir cambios en la piel como dilatación o irritación de los órganos respiratorios, capilares de la piel, sistemas digestivo y hematopoyético; También hay concentraciones en huesos, músculos, piel y apéndices, y pequeñas concentraciones en hígado (cirrosis) y riñones (nefritis crónica); También aparecieron cánceres de vejiga, pulmón, piel, riñones, fosas nasales, hígado y próstata. (Flores y Pérez, 2009).

En presencia de altos niveles de sustancias inorgánicas, pueden ocasionar enfermedades como la contaminación crónica por arsénico o arsénico y provocar desenlaces como problemas gastrointestinales, cardiovasculares, respiratorios y otros efectos adversos Causar cáncer (pulmón, vejiga, piel) entre otros (Morán et al., 2011).

2.1.13. QUÍMICA DEL ARSÉNICO

Smedley y Kinniburgh (2001), define cómo es un elemento químico en la tabla periódica, se considera como metaloide con el símbolo As y su número atómico 33, está considerado como un metaloide está en ser metal y no metales, existiendo en formas orgánicas e inorgánicas.

Tabla 01: Elementos del arsénico (As).

DESCRIPCIÓN	ARSÉNICO (As)
Símbolo	As
Serie química	Metaloide
Número atómico	33
Valencia	+3,-3,5
Estado de oxidación	+5
Configuración electrónica	(As) $3d^{10} 4s^2 3p^3$
Masa atómica (g/mol)	74,922
Densidad (g/mol)	7,72
Punto de fusión	614°C (sublima)
Punto de ebullición	817°C (a 37 atm)
Electronegatividad (Pauling)	2,18

Fuente: Enciclopedia de Química (2000).

2.1.14. TOXICIDAD Y CARCINOGENICIDAD DEL ARSÉNICO (AS)

El arsénico es un elemento que es altamente tóxico y cancerígeno para el cuerpo humano, no solo en altas concentraciones que puede causar exposición. Los efectos agudos pueden ser fatales, pero también puede haber efectos crónicos negativos para la salud debido al bajo consumo de agua a largo plazo (Morán et al., 2011).

2.1.15. EXPOSICIÓN TOXICOLÓGICA DEL ARSÉNICO (AS)

La exposición a largo plazo al arsénico por el consumo de alimentos y agua contaminados puede causar cáncer y daños en la piel. También se ha relacionado con problemas de desarrollo, enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes (Basualdo y Yacila, 2015).

2.1.16. MECANISMO DE MOVILIZACIÓN DEL ARSÉNICO (AS)

El arsénico viaja en el medio ambiente debido a muchos procesos naturales, como la meteorización geoquímica o bioquímica de las fases sólidas, la actividad biológica, las emisiones volcánicas o los procesos antropogénicos, como la minería y el uso de combustibles fósiles, pesticidas, herbicidas, agentes secantes, conservantes de la madera, fundiciones, etc. (Smedley y Kinniburgh, 2001).

2.1.17. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

Las sustancias tóxicas son sustancias químicas que suponen un riesgo para la salud humana (enfermedad e incluso la muerte) en cualquiera de sus procesos (producción, uso, distribución o eliminación) (Flores y Pérez, 2009).

El reglamento define los límites máximos permisibles para que no superemos el límite, y logremos proteger el fin último de la población, que son las personas, y especifica el nivel de concentración o el nivel del elemento, sustancia o físico, parámetro químico y

biológico presente en las aguas residuales o las emisiones vertidas al medio ambiente. LMP tiene como objetivo garantizar el control ambiental sobre las actividades económicas. Cualquier actividad industrial que produzca contaminantes en el aire, suelo y agua (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Tabla 02: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

N°	PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
1	Turbiedad	UNT	5
2	pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
3	Conductividad	µmho/cm	1500
4	Sólidos totales disueltos	mg/L	1000
5	Dureza total	mg/L	500

Fuente: D.S N° 031-2010 SA. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

Tabla 03: Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.

N°	PARÁMETROS INORGÁNICOS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
2	Arsénico	mg As / L	0,010

Fuente: DS N° 031-2010 SA. Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

2.1.18. ESPECTROFOTOMETRÍA DE EMISIÓN ÓPTICA POR PLASMA (ICP-OES)

Según el Laboratorio del Sistema de Monitoreo Ambiental, Oficina de Investigación y Desarrollo, la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. informó que la espectroscopia de emisión de plasma de acoplamiento inductivo puede identificar cuantitativamente la mayoría de los elementos de la tabla periódica en niveles mínimos y ultra altos, a partir de muestras acuosas.

La Espectroscopía de Emisión Óptica de Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES) es uno de los métodos más utilizados en el mundo para la determinación de elementos traza. Hoy en día, es una técnica de análisis de rutina poderosa y ampliamente utilizada en muchos laboratorios y las principales áreas donde se utiliza esta tecnología son: agricultura y alimentación, geología, agua y medicina. (Heinert et al., 2020).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Agua: “El cuerpo está formado por uno y dos átomos de oxígeno el hidrógeno está dispuesto en un ángulo de 105 grados con oxígeno en la parte superior. Fórmula H₂O. Es un líquido inodoro e insípido, en pequeñas cantidades es incoloro y verde o azul en tamaño grande; Cualquier sustancia que refracta la luz, disuelve muchas sustancias, Endurecido por el frío, es el único elemento de la Tierra que se congela. o cuando se calienta se expande; Se evapora del calor y es más o menos puro. Lluvia, arroyos, río y mar”. (Fraume, 2006).

Agua de consumo humano: “El agua que se considera apta para el consumo humano es la que se somete a una serie de tratamientos, y una vez finalizado este proceso, es apta para el uso diario, incluida la limpieza e higiene personal” (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Agua subterránea: “El agua subterránea en la zona de saturación llena los vacíos en el suelo y el subsuelo, por la intrusión de la lluvia y la escorrentía y, a veces, por las aguas de magma pequeño. El agua filtrada se extenderá bajo tierra hasta llegar a un área de acumulación delimitada por capas impermeables, formando una cubierta denominada acuífero, que abastece a pozos y arroyos” (Fraume, 2006).

Agua superficial: “Son aquellas de flujo de agua temporalmente o en estado de reposo sobre el suelo, otro cuerpo de agua u otra sustancia. Como resultado, debido a la precipitación, no ingresa ni regresa a la atmósfera por evaporación” (Fraume, 2006).

Contaminación del agua: “Esta acumulación de sustancias tóxicas y fugas líquidas en un sistema de agua puede ser ríos, mares, o cuencas, etc.” (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Arsénico (As): “Es un elemento ampliamente distribuido en la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera, y tiene cuatro estados de oxidación: as (V), As (III), As (0) y As (-III)” (Smedley y Kinniburgh, 2001).

Contaminación por Arsénico: “La exposición prolongada al compuesto inorgánico principalmente a través del consumo de agua contaminada” (Fraume, 2006).

Calidad del Agua: “Agua potable que cumpla con todos los requisitos de las normas físicas, químicas, microbiológicas y parasitológicas en la presente norma” (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Calidad de agua en pozos: “Conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas propias del agua en un pozo subterráneo” (Fraume, 2006).

Límite Máximo Permisible: “Es un documento donde se establecen los LMP para regular parámetros representativos del agua para que no vayamos más allá del límite, y

consigamos proteger el fin último de la sociedad, que es el ser humano” (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Parámetros de Campo: “Es una evaluación que se realiza en un lugar para que se puedan obtener datos precisos para determinar los resultados obtenidos en un lugar determinado” (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Inocuidad: “Asegura la calidad del agua apta para el consumo humano, que no afecta la salud” (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Dureza: “La dureza del agua se expresa por la presencia de sales de carbonato de calcio la disolución de calcio y magnesio endurece el agua materia sólida o cal en el matraz o no espuma al usar jabón” (APHA, 1992).

Toxicidad: “Propiedad por la cual una sustancia, elemento o compuesto debe causar daño a la salud humana o la muerte de un ser vivo” (Fraume, 2006).

Metal pesado: Son elementos químicos metálicos que poseen un peso atómico elevado, muchos de estos metales son tóxicos para la salud y el ambiente cuando se encuentran en niveles elevados de concentración.

pH: Es la medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia, el cual se representa sobre una escala que va de 0 a 14. Concentración de los iones hidrógeno (H⁺) de una solución, expresada por conveniencia con el cologaritmo, o logaritmo negativo, en base 10, de la propia concentración.

Concentración: La cantidad de una sustancia presente en una cantidad dada de la solución.

Muestreo: “Es la actividad de observar, monitorear y verificar parámetros químicos, físicos y microbiológicos de acuerdo con la normativa” (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

2.3. MARCO NORMATIVO

La Constitución Política del Perú del año 1993: Indica en el artículo 02, inciso 22, que la obligación básica del Estado es garantizar el derecho de toda persona a un ambiente sano y equilibrado para el pleno desarrollo del ser humano. Asimismo, el artículo 67 establece que el Estado determina la política ambiental nacional y promueve el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Decreto Supremo N° 031-2010-SA: El reglamento y sus disposiciones generales de gestión de la calidad del agua para consumo humano, este decreto se realiza con el objetivo de salvaguardar la salud de la población.

Resolución Directoral 160-2015-DIGESA: Protocolo de procedimiento para la toma de muestras, preservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano Resolución Directoral 160-2015-DIGESA, Protocolo de procedimiento para la toma de muestra, preservación , conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano.

Ley de recursos hídricos N° 29338 y su reglamento: El objetivo es difundir el marco legal nacional para la gestión de los recursos hídricos. Artículo 36 uso básico del agua y uso directo y eficiente de los recursos hídricos (Ley N° 29338, 2010).

Ley General del Ambiente N° 28611: En su artículo 133°, escribió sobre la vigilancia y censura ambiental en el Perú (Ley N° 28611, 2005).

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El nivel de contaminación por Arsénico (As) es alto en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- Las concentraciones de Arsénico (As) superan en gran medida los Límites Máximos Permisibles (LMP) en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.
- Altas concentraciones de Arsénico (As) se encuentran en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se desarrollara en el Sector de Pacochuma del Distrito de Umachiri – Melgar – Puno; geográficamente está localizado a 16.50 km al Oeste de la capital de la provincia, y se ubica entre los 70° 44' 00" de longitud Oeste y 14° 48' 00" de latitud Sur, comprendidos entre 3900 - 4040 m.s.n.m, tiene una población de 4104 habitantes, de los cuales 634 viven en el Sector urbano y 3470 viven en el Sector rural en el distrito Umachiri según (INEI, 2017).

3.1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en el distrito de Umachiri , Melgar del departamento de Puno, al norte del distrito de Umachiri a 2 km de la carretera Ayaviri - Santa Rosa.

3.1.2. UBICACIÓN POLÍTICA

Región : Puno.

Provincia : Melgar.

Distrito : Umachiri.

Localidad : Sector de Pacochuma.

3.1.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE UMACHIRI

Geográficamente, se ubica en las siguientes coordenadas.

Latitud Sur : 14° 48' 00".

Latitud Oeste : 70° 44' 00".

Altitud : 3921 m.s.n.m.

3.1.4. LÍMITES DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO

Está limitado por los siguientes:

Por el Norte :Distrito de Santa Rosa.

Por el Sur :Provincia de Lampa.

Por el Oeste :Distrito de Cupi y Macari.

Por el Este :Distrito de Ayaviri.

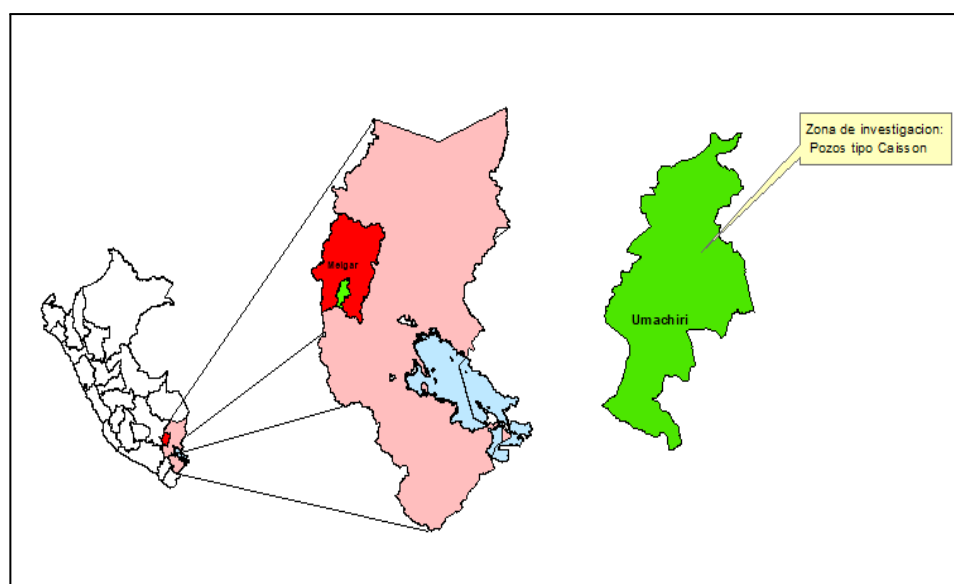


Figura 01: Ubicación de la zona de estudio.

Fuente: ArcMap 10.8.

3.1.5. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO SECTOR PACOCHUMA

Los puntos de muestreo que fueron evaluados en el Sector Pacochuma del Distrito de Umachiri a diferentes distintas profundidades, donde se detallan a continuación:

Punto 01: Muestra de agua tomada del Sector Pacochuma del Distrito de Umachiri-Melgar, con coordenadas Este: 315136 y Norte: 8363594, a una altitud 3920 msnm y según el propietario del pozo, la profundidad del pozo es de aproximadamente 10 metros.

Punto 02: Muestra de agua tomada del Sector Pacochuma del Distrito de Umachiri-Melgar, con coordenadas Este: 317575 y Norte: 8364183, a una altitud 3937 msnm y según el propietario del pozo, la profundidad del pozo es de aproximadamente 08 metros.

Punto 03: Muestra de agua tomada del Sector Pacochuma del Distrito de Umachiri-Melgar, con coordenadas Este: 317174 y Norte: 8363135, a una altitud 3919 msnm y según el propietario del pozo, la profundidad del pozo es de aproximadamente 14 metros.

Punto 04: Muestra de agua tomada del Sector Pacochuma del Distrito de Umachiri-Melgar, con coordenadas Este: 317543 y Norte: 8362645, a una altitud 3917 msnm y según el propietario del pozo, la profundidad del pozo es de aproximadamente 09 metros.

Punto 05: Muestra de agua tomada del Sector Pacochuma del Distrito de Umachiri-Melgar, con coordenadas Este: 320037 y Norte: 8364013, a una altitud 3933 msnm y según el propietario del pozo, la profundidad del pozo es de aproximadamente 12 metros.

(Ver Anexo 07, Figura 24).

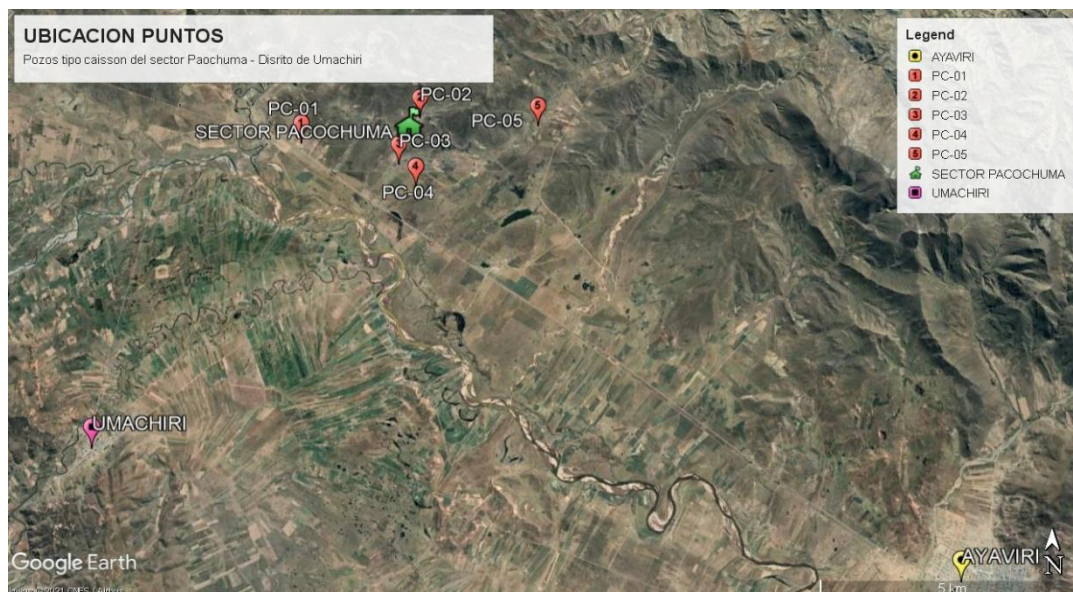


Figura 02:Ubicación de los puntos de muestreo – Pozos.

Fuente: Google Earth.

3.1.7. DELIMITACION SOCIAL

La presente investigación ayudará a las organizaciones relacionadas con la vigilancia de la salud a determinar el nivel de contaminación de Arsénico (As) en pozos tipo Caisson, para así evitar enfermedades que ocasionen daños a la salud de la población del Sector Pacochuma en el Distrito de Umachiri, que también servirá como antecedentes para campos académicos y científicos, donde la información prestada permita a la investigación y dar soluciones.

3.1.8. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo descriptivo, se tomaron las muestras (in situ) de agua del pozo para su posterior análisis en laboratorio (Laboratorios Analíticos del Sur - LAS), las cuales tuvieron una cadena de custodia para el muestreo y estos fueron representativas, donde los datos obtenidos fueron comparados según el (Decreto Supremo N° 031-2010-SA) (Ver Anexo 02, Figura 11), el nivel de investigación es descriptivo porque los datos analizados fueron obtenidos del laboratorio de las muestras tomadas.

Las muestras se obtuvieron de pozos sin ningún tipo de manipulación para hacerlos representativos en condiciones normales (in situ), para la recolección de información y análisis de variables, los variables no fueron manipuladas, el alcance de la investigación es descriptivo porque se realizó el análisis de los datos obtenidos para este estudio.(Sampieri et al., 2014).

3.1.9. PERIODO DE MUESTREO

Se recolectaron las muestras de agua en pozos de tipo Caisson a distintas profundidades (para que sean representativas) del Sector Pacochuma del Distrito de Umachiri, las muestras fueron obtenidas puntualmente.(Ver Anexo 08, Figura 25 al 28).

Mes de muestreo: Junio (Estiaje).

Fecha de muestreo: 24 de Junio de 2022 de 1:30 pm hasta 4:10 pm.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población del estudio fue representado por los cinco (5) pozos tipo Caisson de agua de consumo humano en el Sector de Pacochuma en el distrito de Umachiri - 2022, están conformadas por cinco muestras de pozo de agua como son: Pozo Inca Cancha (PC-01), pozo Colquemarca (PC-02), Pozo Ventilla (PC-03), Pozo Tres Angeles (PC-04), Pozo Pedregal Munaypamapa (PC-05) estas muestra son representativas.

3.2.2. TAMAÑO DE MUESTRA

Se tomaron un total de 5000 ml de agua de pozo a diferentes profundidades en envases de polietileno de 500 ml de muestra para FQ y 500 mL de muestra para ICP por cada punto de muestreo. (Ver Anexo 08, Figura 25).

Tabla 04: Tamaño de muestra.

PUNTOS DE MUESTREO	CANTIDAD FQ - ICP	UNIDAD	TAMAÑO DE MUESTRA
PC-01	02	mL	1000
PC-02	02	mL	1000
PC-03	02	mL	1000
PC-04	02	mL	1000
PC-05	02	mL	1000
TOTAL (Agua)			5000 mL

Fuente: Elaboración propia.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Mapa de ubicación de sitios de estudio del distrito de Umachiri y del Sector Pacochuma.
- Recopilación de Información Primaria y Secundaria.
- Hojas de recolección de información.
- Fichas de campo. (Ver Anexo 03, Figura 14).
- Cadena de custodia del laboratorio Analíticos del Sur - LAS. (Ver Anexo 04, Figura 15 y 16).

3.3.1.1. EQUIPOS

- Laptop Toshiba.

- Cámara digital.
- Equipo multiparámetro.
- GPS.

3.3.1.2. MATERIALES DE MUESTREO

- Tablero A4.
- Fichas de campo.
- Plumón indeleble.
- Lapicero (azul).
- Frascos de polietileno 500 ml.
- Guantes descartables.
- Piseta de plástico.
- Agua destilada.
- Cooler
- Balde 10 litros.
- Cuerda.
- Flexómetro.
- Hielo.

3.3.1.3. MOVILIDAD Y INDUMENTARIA

- Zapatos de seguridad.

- Chaleco.
- Casco.
- Vehículo (camioneta y moto lineal).

3.4. METODOLOGÍA

Se ubicó cinco (05) puntos de muestreo con códigos PC- 01, PC-02, PC-03, PC-04 y PC-05, agua de pozo tipo Caisson a distintas profundidades, durante el periodo de estiaje (invierno) con el objetivo de determinar los parámetros fisicoquímicos y el nivel de concentración del arsénico, y determinar la calidad de agua y saber la presencia de arsénico en los pozos tipo Caisson de agua de consumo humano en el Sector de Pacochuma en el Distrito de Umachiri. (Ver Anexo 07, Figura 24).

En la siguiente Tabla 05, se muestra la ubicación de los cinco (5) pozos muestreados con sus respectivas coordenadas UTM y profundidad.

Tabla 05: Ubicación de puntos de muestreo Sector Pacochuma.

PUNTOS DE MUESTREO	ORIGEN	PROFUNDIDA D	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM		
				WGS84 ZONA 19L		
				ESTE	NORTE	ALTITUD msnm
PC-01	Pozo Caisson	10 m	Sector Pacochuma	315136	8363594	3920
PC-02	Pozo Caisson	8 m	Sector Pacochuma	317575	8364183	3937
PC-03	Pozo Caisson	14 m	Sector Pacochuma	317174	8363135	3919
PC-04	Pozo Caisson	9 m	Sector Pacochuma	317543	8362645	3917

PC-05	Pozo Caisson	12 m	Sector Pacochuma	320037	8364013	3933
-------	--------------	------	---------------------	--------	---------	------

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN AGUA DE POZO TIPO CAISSON

Estos son los parámetros de control necesarios para monitorear la salud y la calidad del agua para consumo humano (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

La turbiedad (UNT), potencial de hidrógeno (pH), temperatura (T), sólidos totales disueltos (TDS) y la conductividad eléctrica (CE) son parámetros que fueron realizados en el mismo lugar de muestreo con un Multiparamétrico MW 801/802 y Turbidímetro HI 93703 C.

Se realizó el lavado de los materiales e instrumentos para cada muestra con la piceta y agua destilada. (Ver Anexo 08, Figura 36).

Se realizó la medición de los parámetros de campo con multiparámetro. (Ver Anexo 08, Figura 37).

Estabilización del equipo multiparámetro para lograr una lectura correcta y llenado de la ficha de campo. (Ver Anexo 08, Figura 38).

Se determinó la turbidez en cada uno de los pozos muestreados (in situ). (Ver Anexo 08, Figura 39).

3.4.1.1. TOMA DE MUESTRA DE AGUA EN POZOS TIPO CAISSON

Para la recolección de las muestras se realizaron siguiendo la metodología que lo establece la Norma Técnica Peruana Resolución Directoral 160-2015-DIGESA (Ver Anexo 02, Figura 13), Protocolo de procedimientos para la toma de muestras

preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano y con el procedimiento instructivo proporcionado por el laboratorio. (Ver Anexo 05, Figura 17 y 18).

- Ubicación de los puntos de muestreo en coordenadas de UTM. (Ver Anexo 07, Figura 22).
- Identificación de pozos para el muestreo donde fueron tomadas en los cinco (5) pozos de agua de tipo Caisson. (Ver Anexo 08, Figura 25 al 28).
- Envases de polietileno de 500 ml para el recojo de muestras en el cooler de FQ y ICP (Ver Anexo 08, Figura 29).
- Equipos y materiales para el recojo de muestra (Cooler). (Ver Anexo 08, Figura 30).
- Separación de envases de muestreo para cada pozo con 500 ml previamente. (Ver Anexo 08, Figura 32).
- Llenado de agua de pozo en los envases de polietileno de 500ml para FQ y ICP en cada pozo a muestrear. (Ver Anexo 08, Figura 34).
- Cerrado de los envases de polietileno de 500 ml de FQ y ICP para el laboratorio. (Ver Anexo 08, Figura 35).
- Colocación de la muestra de FQ y ICP de 500ml de agua de pozo en el cooler correspondiente (Ver Anexo 08, Figura 40).
- Las muestras que fueron tomadas se etiquetó adecuadamente con los códigos de PC- 01, PC02, PC-03, PC-04 y PC-05, de todos los pozos de tal modo que el laboratorio analizó con los mismos códigos, serán rotulados con los siguientes datos:
 - Cogido de muestreo.
 - Hora de muestreo.
 - Fecha de muestreo.
 - Lugar de muestreo.
 - Nombre del muestreador.

- Coordinadas y la altitud con un GPS, finalmente se realizará la cadena de custodia para todo el muestreo. (Ver Anexo 08, Figura 41).
- Revisión de muestras rotuladas en el cooler de FQ y ICP de 500ml para la entrega al laboratorio. (Ver Anexo 08, Figura 42).
- Participación del poblador de la zona de estudio para el muestreo de agua. (Ver Anexo 08, Figura 43 y 44).
- Luego de realizar los apuntes respectivos en la cadena custodia proporcionados por el Laboratorios Analíticos del Sur E. I. R. Ltda. de la ciudad de Arequipa, que está acreditado por el INACAL, esta evaluación se realizará en (in situ), de los cinco (5) puntos de muestreo, se entregó el muestreo realizado. (Ver Anexo 08, Figura 45 al 47).

3.4.1.2. ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE AGUA EN LABORATORIO

Los análisis de Arsénico (As) y la Dureza total se realizaron en el laboratorio acreditado por el INACAL.

- Este procedimiento se realizó mediante el método de Espectrofotometría de Emisión óptica por Plasma (ICP) - OES, por la empresa de Laboratorios Analíticos del Sur E. I. R. Ltda. de la ciudad de Arequipa, que está acreditado por el INACAL.
- Dureza Total (CaCO_3) SMEWW - APHA - AWWA - WEF Prt.2340 b, 22nd Ed. Hardness. Hardness by calculation, por la empresa de Laboratorios Analíticos del Sur E. I. R. Ltda. de la ciudad de Arequipa, que está acreditado por el INACAL. (Ver Anexo 06, Figura 17 al 21).

3.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 06: Operación de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
		T	°C
V. I.		pH	
Contaminación por arsénico (As)	Parámetros Físicos químicos	Conductividad	µS/cm
		Turbiedad	UNT
		Sólidos totales disueltos	mg/L
		Dureza total	mg/L
		Metales	Arsénico (As)
V.D.		Parámetros de calidad	
Calidad de agua en pozos para consumo humano	Límites Máximos	organoléptica e	Decreto Supremo
	Permisibles	inorgánicos para consumo humano	N° 031-2010 SA

Fuente: Elaboración propia.

3.6. MÉTODO

3.6.1. DISEÑO ESTADÍSTICO

Se aplicó instrumentos estadísticos para el análisis de los resultados de los puntos de muestreo de los pozos de agua tipo Caisson del Sector Pacochuma del distrito de Umachiri se utilizaron:

- Tablas de distribución de frecuencias, variables porcentuales y las correspondientes relaciones de los datos obtenidos.

- Gráficos estadísticos, las tablas de resultados se grafican en barras para observar las frecuencias y su comportamiento de los parámetros físicos y químicos.

Método de Pearson

Se aplicará el coeficiente de Pearson para la correlación de concentración del Arsénico con SPSS.

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{N}$$

Se utilizó la estadística descriptiva para interpretar los resultados.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN AGUA DE POZOS CAISSON

Se detallan los resultados de laboratorio de los cinco (05) puntos de muestreos realizados en los pozos tipo Caisson de agua de consumo humano en el Sector de Pacochuma en el Distrito de Umachiri, donde se muestran los parámetros fisicoquímicos de campo (in situ) (Ver Anexo 03 , Figura 14) y laboratorio (Ver Anexo 6, Figura 19, 20, 21, 22 y 23).

Tabla 07: Resultados de Laboratorio- Campo.

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE POZO	RESULTADOS LABORATORIO-CAMPO						
			pH	Turbiedad (UNT)	TDS (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	As (mg/L)	Dureza total (mg/L)	
			8.5	5	1000	1500	0.010	500	
	Sector								
PC-01	Pacochuma - Pozo Inca Cancha	Pozo Caisson	8.6	13.2	2.78	520	1040	0,0012	436
	Sector								
PC-02	Pacochuma - Pozo Colquemarca	Pozo Caisson	8.5	12.5	2.22	240	490	0,0075	286
	Sector								
PC-03	Pacochuma - Pozo Ventilla	Pozo Caisson	8.3	13.1	1.82	410	830	0,0082	531
	Sector								
PC-04	Pacochuma - Pozo Tres angeles	Pozo Caisson	8.4	12.6	2.24	210	450	0,0012	250
	Sector								
PC-05	Pacochuma - Pozo Pedregal Munaypampa	Pozo Caisson	8.1	13.3	0.89	170	350	0,0012	185

Fuente: Resultados de laboratorio - Campo.

4.1.1. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

Resultados de laboratorio y parámetros de campo del Sector de Pacochuma.

4.1.2.1. PARÁMETRO ARSÉNICO

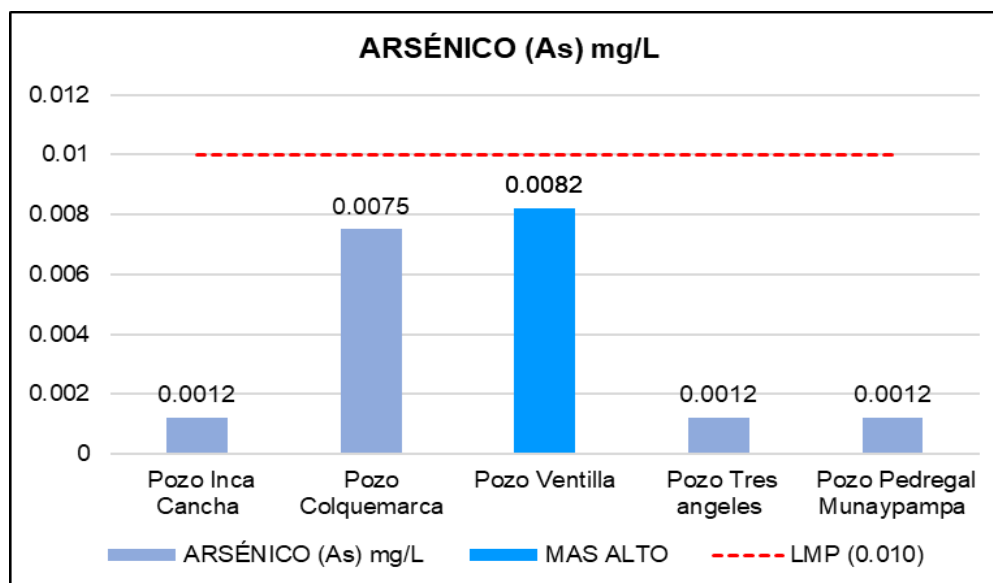


Figura 03: Resultado de la concentración del Arsénico.

En la figura 03: Se observa los resultados obtenidos en laboratorio, que los pozos (inca cancha, Tres Ángeles y Pedregal Munaypampa) es 0.0012 mg/L, mientras que el pozo Colquamarca es 0.0075 mg/L, y 0.0082 mg/L en pozo Ventilla de Arsénico (As), según lo dispuesto por la Normativa Peruana Mediante D.S N° 031-2010-SA , donde la concentración no debe exceder 0.010 mg/L de As, los datos obtenidos están dentro de los límites máximo permisible, recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Ver Anexo 06, Figura 19 al 23).

Los resultados están relacionados con lo que indica (Ríos et al., 2017) señalan en su investigación “Concentración de metales pesados (As, Cd, Cr, Hg y Pb) en el Agua de la cuenca baja del río Jequetepeque, en relación a los estándares de calidad del agua - categoría 3, Cajamarca - 2016”, obtuvo que le Arsénico (As) en sus dos puntos de muestreo es (P4: 0,001 mg/L y P5: 0,003 mg/L) en épocas de estiaje, y los tres puntos de

muestreo es (P1: 0.004 mg/L, P2: 0.005 mg/L y P4: 0.006 mg/L), es en épocas de avenida, donde fueron monitoreados 6 puntos de muestreo donde el Arsénico no supera límites máximos permisible (0,010 mg/L) en la cuenca baja del río Jequetepeque, según Estándar de Calidad Ambiental para agua- Categoría 3. Asimismo (León, 2020) da a conocer en su investigación “Grado de contaminación por metales pesados de las aguas del centro poblado de Huacani Pomata - 2020”, Obtuvo el valor del arsénico es 0.00232 mg/L, lo que no supera los límites máximos permisible (0,010 mg/L) establecidos por la norma, sobre las aguas del centro poblado de Huacani Pomata, asimismo (Huillca y Apaza, 2019), firman en su estudio de “Evaluación de la concentración de arsénico en las aguas de consumo humano de origen subterráneo en la asociación de viviendas Nueva Jerusalén, Juliaca”, encontró de los 10 muestras tomadas de 8 muestras de los pozos subterráneos estudiados mostraron que las concentraciones de arsénico eran menores a 0.005 mg/L, esto implica que no superan los límites máximos permisible (0,010 mg/L) según dispuesto por la Normativa Peruana Mediante D.S N° 031-2010-SA de igual forma (Condori y Cordova, 2020), afirma es su estudio “Concentración de arsénico en agua subterránea en el distrito de Sabandía, provincia de Arequipa”, una concentración de arsénico de 0.049 mg/L que está por encima del máximo permisible (0.01 mg/L) S.D. 031-2010 SA.(Ver Anexo 02, Figura 12).

Asimismo (Percca, 2021), manifiesta en su estudio de “Evaluación de la contaminación por Arsénico (AS) en agua de pozos para consumo humano, anexo Collana II, Distrito Huata, 2021”, determinó la concentración de 0.0232 mg/L de As siendo la más alta de los pozos estudiados, esto difiere que no está dentro de los límites máximo permisibles, así mismo citamos a (Cano, 2019), en su investigación “Determinación de la concentración de arsénico (As) total en las aguas subterráneas de pozos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de mitigación”, donde reportó el valor más alto de concentración de As

(0,165 mg/L), con una media de (0,089 mg/L), indicando que no son apto para consumo humano.(Ver Anexo 02, Figura 12).

4.1.2.2. PARÁMETRO POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

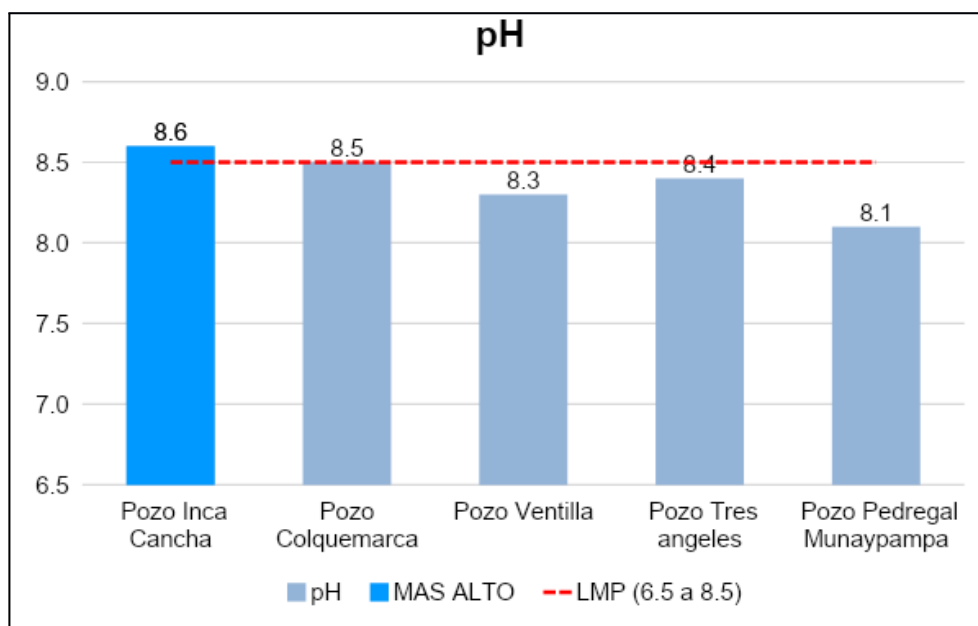


Figura 04: Resultado del parámetro de Potencial de Hidrógeno .

En la figura 04: Se observa los resultados obtenidos realizados en campo (in situ) encontramos un valor máximo es 8,6 de pH, en pozo Inca Cancha, y mínimo valor encontrado es 8,1 pH, en el pozo Pedregal Mumaypama, donde los valores 8,5 pH, que pertenece al pozo Colquemarca, 8,3 de pH, pozo Ventilla y 8,4 de pH, es de pozo Tres Ángeles, donde estas aguas tienen una tendencia alcalina, están dentro de lo dispuesto por la Normativa Peruana Mediante D.S N° 031-2010-SA, donde los valores deben de encontrarse dentro de(6,5 a 8.5) de pH, pero el valor máximo es 8,6 de pH, pozo Inca Cancha este valor supera los límites máximo permisibles establecidos por la norma pH (6,5 a 8.5) (Ver Anexo 03, Figura 14).

Los resultados están relacionados con lo que obtuvo (Navarro, 2019) en su investigación “Contaminación de las Aguas Subterráneas por Arsénico (As) el caso del distrito de

Juliaca – Perú”. encontró valores de los parámetros fisicoquímicos como pH de 7.595, se encuentra dentro los límites máximo permisibles según Normativa Peruana Mediante D.S N° 031-2010-SA, asimismo (De La Cruz, 2021), determinó en su investigación “Parámetros físico químicos y metales pesados en aguas del acuífero fisurado sedimentario y el acuífero poroso no consolidado alto de la ciudad de Juliaca” obtuvo en sus resultados el pH más alto es en AP-03 es 7.9, donde este valor están dentro del rango permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), donde (Morales et al., 2017) en su investigación de “Arsénico total no deseado ante valores referenciales de pH en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, Región Tacna-Perú” obtuvo que el parámetro físico químico del pH es 8.5 donde este valor es el más alto en la concentración de As en el mes de noviembre están dentro de las normas nacionales e internacionales. También (Burgos et al., 2021), manifiestan en su investigación “Caracterización espacio-temporal de la distribución del arsénico en un acuífero kárstico en el sur del Estado de México”, obtuvieron valores de pH en Pozo 1 es 7.3, Pozo 2 es 7.5, Pozo 3 es 7.3 y Pozo 4 es 7.3 unidades de Hidrógeno, esto indica que están dentro LMP permisibles que la norma lo establece. (Ver Anexo 02, Figura 12).

4.1.2.3. TURBIEDAD (UNT)

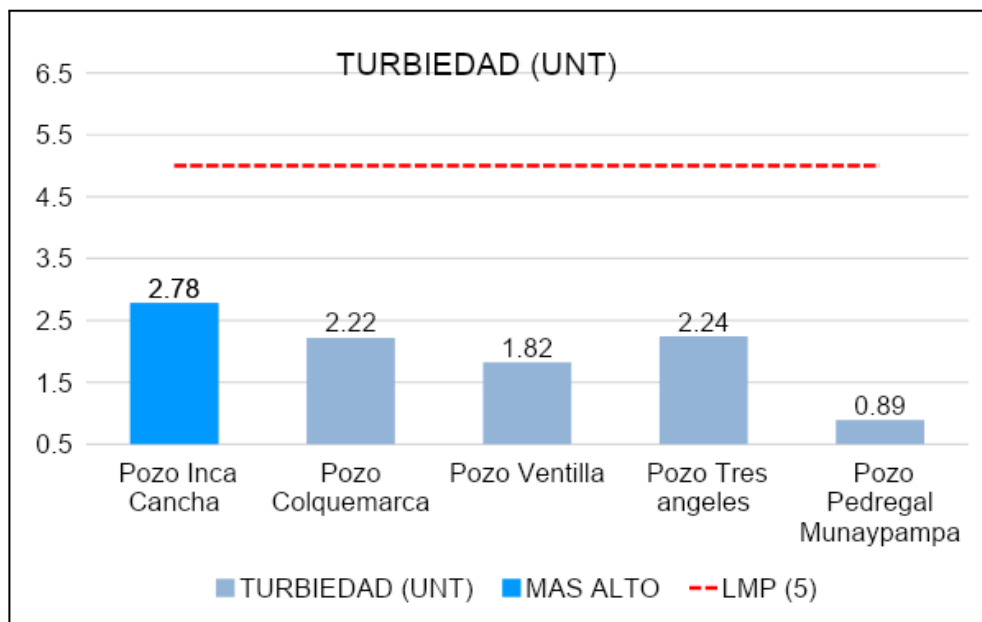


Figura 05: Resultado del parámetro Turbiedad.

En la figura 05: Se observa los resultados obtenidos realizados en campo (in situ) están en los intervalos de 0.89 a 2.78 Unidades Nefelométricas, Indica que está dentro de los límites establecidos por la Normativa Peruana Mediante D.S N° 031-2010-SA, donde el LMP es de 5 UNT.(Ver Anexo 03, Figura 14).

La turbiedad más mínima obtenidas en in situ es 0.89 en pozo Pedregal Mumaypama, y el valor máximo es de 2.78 en el pozo Inca Cancha, ya que estos datos no es indicador de presencia de arsénico en los pozos muestreados en in situ, donde no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles.

Los resultados obtenidos tienen una relación con la investigación realizado por (De La Cruz, 2021), "Parámetros físico químicos y metales pesados en aguas del acuífero fisurado sedimentario y el acuífero poroso no consolidado alto de la ciudad de Juliaca" obtuvo un resultado de turbiedad es 1.29 UNT en el punto AP-03, el valor obtenido está dentro del rango de la normativa vigente D.S.031-2010 SA. De igual manera (Navarro,

2019) en su investigación “Contaminación de las Aguas Subterráneas por Arsénico (As) el caso del distrito de Juliaca – Perú”, tuvo un resultado más elevado de 6,43 UNT, donde el valor encontrado en su estudio sobrepasa los LMP establecido en la norma vigente, asimismo (Sandoval, 2021), en su investigación “Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019”, obtuvo una un resultado de turbiedad en el Pozo 3 con 1.81 UNT y Pozo 4 con un valor de 1.05 UNT (Ver Anexo 02, Figura 12)

4.1.2.4. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

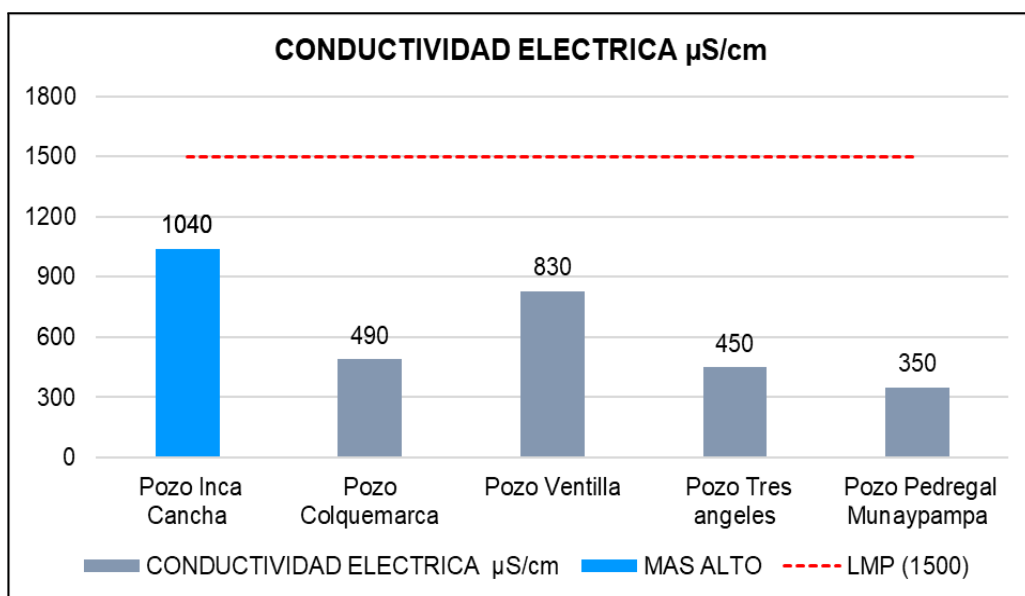


Figura 06: Resultado del parámetro conductividad eléctrica.

En la figura 6: Se puede observar que, entre todas las muestras analizadas en campo, están en los rangos son 350 y 1040 μS/cm, lo que indica que están dentro de los límites establecidos por Reglamento de D.S N° 031-2010-SA. No Superan el límite máximo permisible que es 1500 μS/cm.(Ver Anexo 03, Figura 14).

La conductividad eléctrica, no excede los límites máximos permisibles en todos los pozos monitoreados, donde el mínimo valor encontrado es el pozo Pedregal

Munaypampa es 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el valor máximo fue encontrado en el pozo Inca Cancha 1040 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Se muestra que este parámetro es un indicador de la presencia de iones y sales disueltos, por lo que la presencia de conductividad en el agua de pozo está relacionada con la conductividad del arsénico y del organoléptico.

Los datos obtenidos tienen una relación con (Solís et al., 2018), afirma en su investigación "Conductividad como parámetro predictivo de dureza en agua subterránea y agua de manantial de Costa Rica", obtuvo la conductividad eléctrica para pozos es 150 a 299 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para los nacientes es de 100 a 199 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donde estos datos se encuentran dentro de la normativa. De igual manera (Navarro, 2019) en su investigación "Contaminación de las Aguas Subterráneas por Arsénico (As) el caso del distrito de Juliaca – Perú", obtuvo que la conductividad eléctrica es 1238.539 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Estos valores están dentro Estándares establecidos. Asimismo (De La Cruz, 2021) en su investigación "Parámetros físico químicos y metales pesados en aguas del acuífero fisurado sedimentario y el acuífero poroso no consolidado alto de la ciudad de Juliaca", Encuentra valor en su resultado de 2730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época de estiaje en AP-06 donde claramente sobrepasan los LMP, de la misma forma (Percca, 2021), manifiesta en su estudio de "Evaluación de la contaminación por Arsénico (AS) en agua de pozos para consumo humano, anexo Collana II, Distrito Huata, 2021", obtuvo un resultado de 7700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo un valor muy elevado según la Normativa Peruana Mediante D.S N° 031-2010-SA.(Ver Anexo 03, Figura 12).

4.1.2.5. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (TDS)

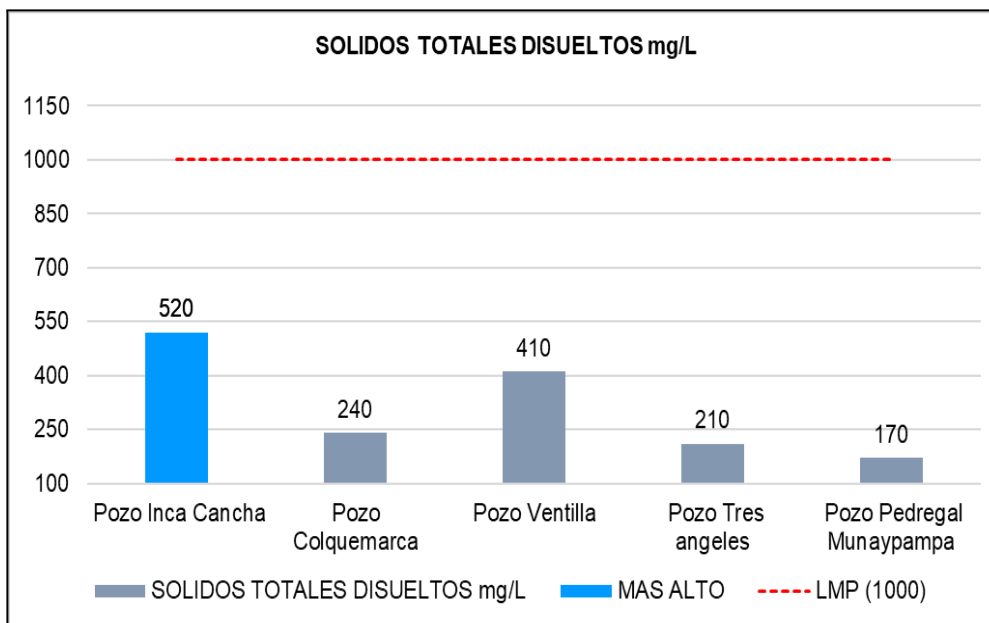


Figura 07: Resultado del parámetro de Sólidos Totales Disueltos.

En la figura 07: Se puede observar que, entre todas las muestras analizadas en campo de los diferentes pozos, los valores obtenidos es 520 y 170 mg/L esto indica que están dentro de los límites previamente establecidos por la normativa peruana D.S N° 031-2010-SA. Donde los datos obtenidos no deben de exceder los 1000 mg/L.(Ver Anexo 03, Figura 14).

Los Sólidos Totales Disueltos en pozo tenemos el mayor valor en el pozo Inca Cancha es 520 mg/L TDS, que no supera el LMP de 1000 mg/L de igual forma, en el pozo Pedregal Munaypampa es 170 mg/L TDS el mínimo, esto demuestra que este parámetro no indica la presencia de arsénico en el agua de pozo, no hay un valor alto para la existencia de Arsénico en agua, a diferencia de otros pozos evaluados, encontramos que un valor superior a LMP.

Los datos obtenidos se relacionan con lo que indica (Sandoval, 2021), en su investigación “Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro

poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019”, encontró valores de Sólidos Totales Disueltos en el Pozo 2 es 865.21 mg/L, y un valor menor es el Pozo 3 con 523.65, están dentro LMP. Asimismo (Chibinda et al., 2017), firma en su investigación “Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera”, llegó a los siguientes valores Sólidos Totales Disueltos es de 402 y 424 mg/L , en las aguas del pozo 1 y 2, donde estos están dentro de los LMP. Así mismo (Burgos et al., 2021), manifiestan en su investigación manifiestan en su investigación “Caracterización espacio-temporal de la distribución del arsénico en un acuífero kárstico en el sur del Estado de México” encontraron valores de (272 , 300 , 236 y 280) mg/L en los 4 pozos muestreados, esto demuestra que no sobrepasan los estándares nacionales.(Ver Anexo 02, Figura 12).

4.1.2.6. DUREZA TOTAL

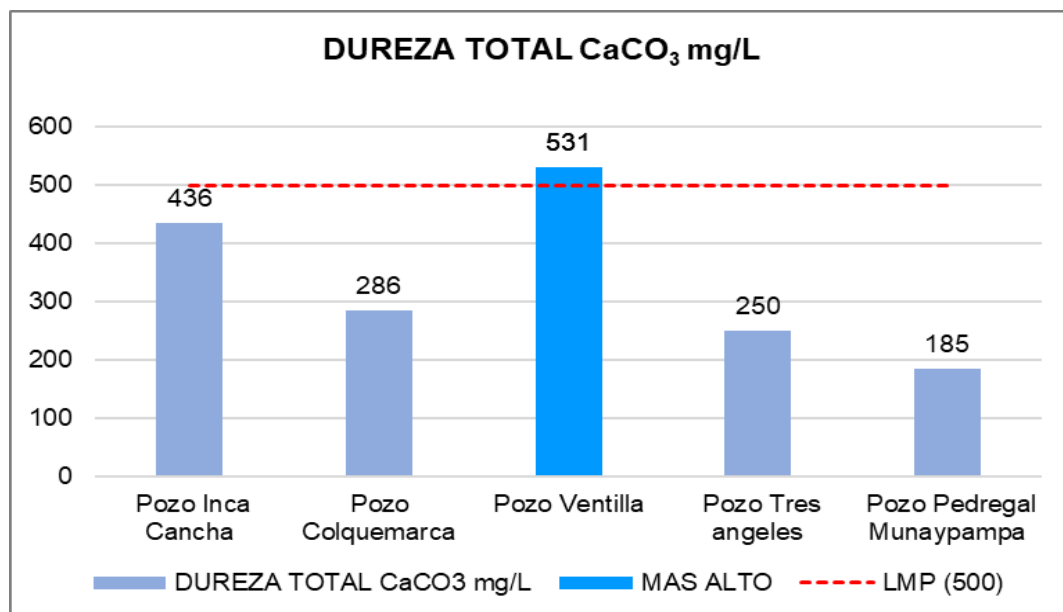


Figura 08: Resultado del parámetro de Dureza Total.

En la figura 08: Se puede observar que las muestras analizadas en el laboratorio, están 185 y 531 mg/L CaCO₃ donde el valor del pozo Ventilla que es de 531 mg/L no está

dentro de las normas establecidas por el D.S N° 031-2010-SA. Lo que no debe exceder los 500 mg/L.(Ver Anexo 06, Figura 19, 20, 21, 22, y 23).

La dureza total (CaCO_3) es la concentración de calcio y magnesio en el agua, donde habitualmente es una zona con material calcáreo o caliza con el caso de pozo Ventilla tiene un valor elevado de 531 mg/L, siendo un valor muy elevado ya que según la norma de D.S. 031-2010-SA.

Los resultados obtenidos en el laboratorio se relacionan con (Sánchez et al., 2016), determinaron en el estudio “Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México 2002 y 2012”, indica que sobrepasan los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994; dureza total (60%); Na^+ (9.8%); Cl^- (9.9%), y NO_3^- (3%, 2012). De igual manera (Percca, 2021), manifiesta en su estudio de “Evaluación de la contaminación por Arsénico (AS) en agua de pozos para consumo humano, anexo Collana II, Distrito Huata, 2021”, encontró la concentración de (CaCO_3) con un valor de 2719 mg/L, supera el límite máximo permisible de (500 mg CaCO_3 /L) según la norma de D.S. 031-2010-SA. Asimismo (Navarro, 2019) afirma en su investigación “Contaminación de las Aguas Subterráneas por Arsénico (As) el caso del distrito de Juliaca – Perú”, obtuvo una concentración de CaCO_3 454.692 mg/L, Ca^{2+} 115.659 mg/L, Mg^{2+} 33.383 mg/L, SO_4^{2-} 80.981 mg/L y Cl^- 146.037 mg/L, estos valores están dentro de LMP, establecidos por la normas nacional e internacional. Así mismo (Márquez, 2022), en su investigación “Determinación de concentraciones de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Végueta-Huaura, Lima en el periodo 2017-2018” obteniendo que la Dureza Total en 2017 es 39 mg/L siendo un valor mínimo y un máximo de 161 mg/L, en el siguiente año 2018 el mínimo es 30 mg/L y un máximo de 120 mg/L, donde estos valores no sobrepasan el D.S. 031-2010-SA. (Ver Anexo 02, Figura 12).

4.2. ANALIZAR CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO (AS)

4.2.1. CONCENTRACIÓN DEL ARSÉNICO (AS)

Tabla 08: Concentración del Arsénico (As) de los pozos de agua.

CONCENTRACIÓN DE MUESTRA	NOMBRE	ARSÉNICO
		mg/L
PC-01	Inca Cancha	0,0012
PC-02	Colquemarca	0,0075
PC-03	Ventilla	0,0082
PC-04	Tres ángeles	0,0012
PC-05	Pedregal	0,0012
	Munaypampa	
Promedio (Media)		0,0039
LMP DIGESA (mg/L)		0,010

Fuente: Elaboración propia.

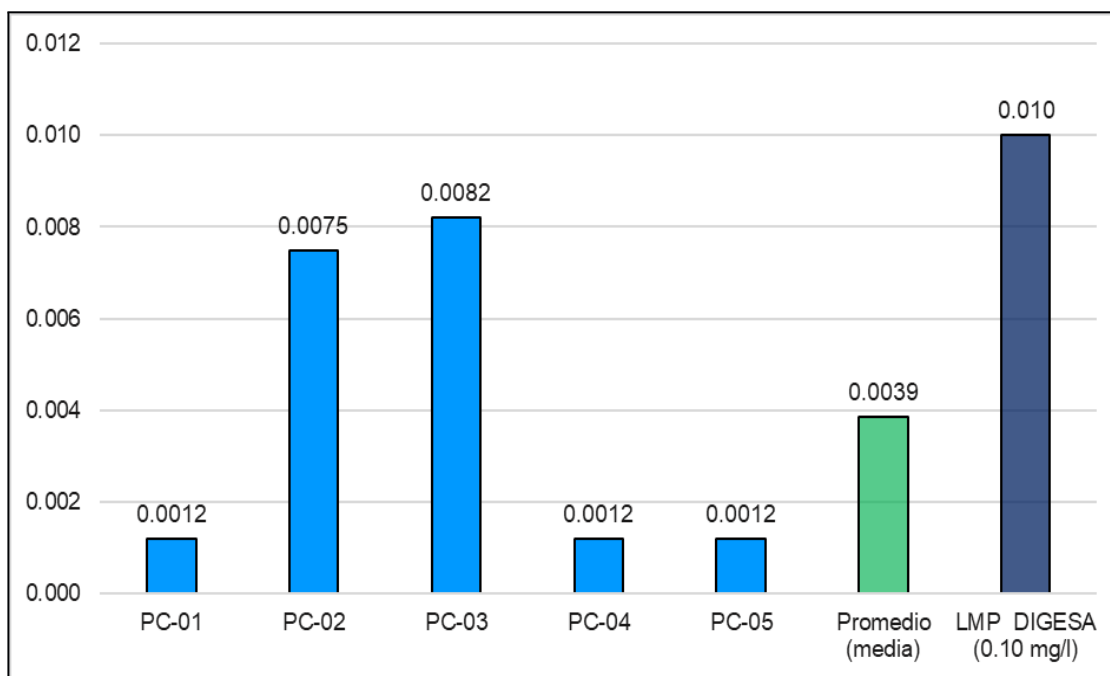


Figura 09: Concentración del Arsénico (As).

En la Figura 09: Se observa que el promedio de concentración media de arsénico es 0.0039 mg/L, no excede los límites máximos permisibles según DIGESA, en las aguas de pozo, del sector de Pacochuma. Asimos (Cano, 2019), en su investigación “Determinación de la concentración de arsénico (As) total en las aguas subterráneas de pozos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de mitigación”. obtuvo un valor más alto de concentración fue de As (0,165 mg/L), con una media de (0,089 mg/L), estos datos obtenidos no está dentro de la norma establecida por el D.S N° 031-2010-SA. Asimos (Macha, 2019) en su investigación “Determinación de cadmio, arsénico y plomo por espectrofotometría de absorción atómica en aguas de pozo de Castillo Grande - Tingo María, julio - septiembre 2019” una concentración de arsénico de 0.00125 mg/L. Asimismo para (Jiménez, 2018), en su investigación “Diagnóstico de la presencia y contaminación por arsénico en el suelo y agua de consumo en la parroquia Papallacta”, obteniendo datos superiores en las tres zonas Cabecera parroquial, Barrios Baños y Chalpi, es 16.8; 10.5 y 24 $\mu\text{g/L}$ estos superan los estándar ecuatoriano y OMS que

establece para agua potable 10 $\mu\text{g/L}$, igual manera superan LMP del D.S N° 031-2010-SA.(Ver Anexo 02, Figura 12).

4.4. PRUEBA ESTADÍSTICA DE R DE PEARSON

4.4.1. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA PRIMERA HIPÓTESIS

Tabla 09: Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov^a - Shapiro-Wilk.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Arsénico	0.367	5	0.027	0.715	5	0.014
pH	0.141	5	,200*	0.979	5	0.928
Turbiedad	0.228	5	,200*	0.932	5	0.607
Sólidos totales	0.281	5	,200*	0.891	5	0.360
Conductividad	0.287	5	,200*	0.895	5	0.381
Dureza	0.242	5	,200*	0.936	5	0.638

a. Corrección de significación de Lilliefors.

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Tabla 10: Prueba de normalidad de Shafiro - Wilk.

	Estadístico	gl	p
Arsénico	0.715	5	0.014
pH	0.979	5	0.928
Turbiedad	0.932	5	0.607
Sólidos totales	0.891	5	0.360
Conductividad	0.895	5	0.381
Dureza	0.936	5	0.638

Criterio de decisión:

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a .

Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a .

La Tabla 09: Muestra la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas ($n < 30$), con la cual se contrasta la siguiente hipótesis:

H_0 : Los datos se ajustan a una distribución normal.

H_1 : Los datos no se ajustan a una distribución normal.

Se acepta la hipótesis de normalidad si p-valor (Sig.) $> \alpha = 5\%$ (nivel de significancia). Por tanto, se observa que los p-valor (Sig.) del pH, Turbiedad, Sólidos disueltos, conductividad, y Dureza Total son mayores ($p > \alpha$) a 0.05, pero en la variable Arsénico es menor ($p < \alpha$) siendo esta no normal. Finalmente, podemos concluir que estas variables en general se ajustan a una distribución normal y el estadístico utilizado para determinar la correlación entre las variables es Pearson.

4.4.2. MATRIZ DE CORRELACIÓN PARA LA PRIMERA HIPÓTESIS

Tabla 11: Correlaciones de pH, Turbiedad, Conductividad Eléctrica, Sólidos totales, Dureza total y Arsénico.

		pH	Turbieda d	Conductivida d eléctrica	Sólidos Totales	Arsénic o	Durez a total
pH	Corr. de Pearson	1	,976**	,591	,585	,070	,375
	Sig. (bilateral)		,005	,294	,300	,911	,534
	N	5	5	5	5	5	5
Turbiedad	Corr. de Pearson	,976**	1	,636	,625	,025	,448
	Sig. (bilateral)	,005		,248	,259	,968	,449
	N	5	5	5	5	5	5
Conductivida d eléctrica	Corr. de Pearson	,591	,636	1	1,000**	,116	,876
	Sig. (bilateral)	,294	,248		,000	,853	,052
	N	5	5	5	5	5	5
Sólidos Totales Disueltos	Corr. de Pearson	,585	,625	1,000**	1	,119	,872
	Sig. (bilateral)	,300	,259	,000		,849	,054
	N	5	5	5	5	5	5

	Corr. de						
	Pearson	,070	,025	,116	,119	1	,496
Arsénico	Sig.						
	(bilateral)	,911	,968	,853	,849		,395
	N	5	5	5	5	5	5
	Corr. de						
	Pearson	,375	,448	,876	,872	,496	1
Dureza Total	Sig.						
	(bilateral)	,534	,449	,052	,054	,395	
	N	5	5	5	5	5	5

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 12: Correlaciones de Arsénico contra pH, Turbiedad, Sólidos totales, Conductividad eléctrica y Dureza total .

		pH	Turbiedad	Conductividad eléctrica	Sólidos totales	Arsénico	Dureza total
	Corr. de	,07					
	Pearson	0	,025	,116	,119	1	,496
Arsénico	Sig.	,91					
	(bilateral)	1	,968	,853	,849		,395
	N	5	5	5	5	5	5

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Para verificar si existe correlación entre las variables se plantea la siguiente hipótesis:

$H_0: r = 0$ (Las variables no están correlacionadas).

$H_1: r \neq 0$ (Las variables sí están correlacionadas).

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si p-valor (Sig.) < $\alpha = 5\%$ (nivel de significancia). La Tabla 11, nos muestra el coeficiente de correlación de Pearson del Arsénico con resto de las variables, en todos los casos el valor de probabilidad (Sig.) es mayor a 0.05, por tanto, se acepta la hipótesis nula de que las variables pH, Turbiedad, Conductividad, Sólidos totales y Dureza total tiene una relación muy baja y no significativa ($p > \alpha$) con el Arsénico.

4.4.3. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LA SEGUNDA HIPÓTESIS

Tabla 13: Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov^a - Shapiro-Wilk.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Arsénico	,367	5	,027	,715	5	,014
Concentración (As)	,364	5	,029	,753	5	,032

a. Corrección de significación de Lilliefors.

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Tabla 14: Prueba de normalidad de Shafiro - Wilk.

	Estadístico	gl	p
Arsénico	0,715	5	0,014
Concentración (As)	0,753	5	0,032

Criterio de decisión:

Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a

Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a .

La Tabla 13: Muestra la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas ($n < 30$), con la cual se contrasta la siguiente hipótesis:

H_0 : Los datos se ajustan a una distribución normal.

H_1 : Los datos no se ajustan a una distribución normal.

Se acepta la hipótesis de normalidad si p-valor (Sig.) $< \alpha = 5\%$ (nivel de significancia). Por tanto, se observa que los p-valor (Sig.) arsénico y Concentración (As) son menores ($p < \alpha$) a 0.05, siendo esta no normal. Finalmente, podemos concluir que estas variables en general se ajustan a una distribución no normal y el estadístico utilizado para determinar la correlación entre las variables es Pearson.

4.4.4. MATRIZ DE CORRELACIÓN PARA LA SEGUNDA HIPÓTESIS

Tabla 15: Correlación arsénico y concentración .

		Arsénico	Concentración (As)
Arsénico	Correlación de Pearson	1	,969**
	Sig. (bilateral)		,007
	N	5	5
Concentración (As)	Correlación de Pearson	,969**	1
	Sig. (bilateral)	,007	
	N	5	5

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 16: Correlación Pearson de Arsénico y Concentración (As) de los pozos.

	r	p	N
Arsénico – Concentración As	0.969	0.007	5

Para verificar si existe correlación entre las variables se plantea la siguiente hipótesis:

H_0 : $r = 0$ (Las variables no están correlacionadas).

H_1 : $r \neq 0$ (Las variables sí están correlacionadas).

Como $p = 0.007 < 0,05$, por lo tanto, existe relación significativa entre el Arsénico y la concentración (As) de los pozos. Esta relación es directa, es decir, a mayor presencia de Arsénico mayor concentración As, además la relación es alta ($r = 0,969$).

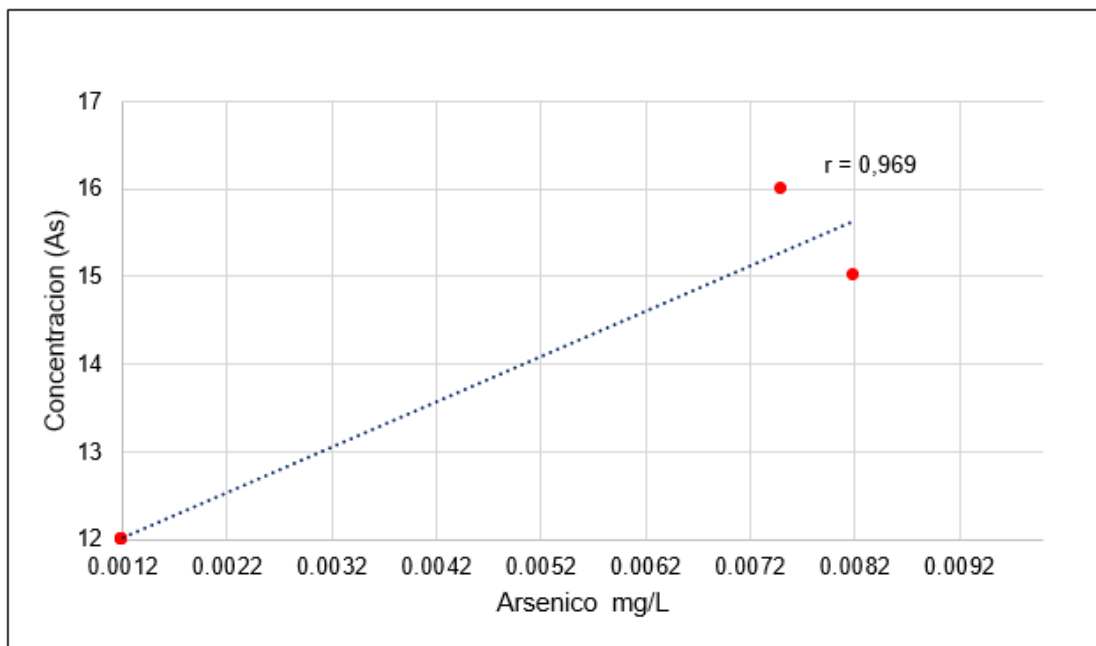


Figura 10: Gráfico de la correlación de concentración.

En la figura 10: Los puntos de control se ajustaron para la correlación de Pearson., donde nos arroja un coeficiente de $r=0,969$ donde existe relación significativa entre la Arsénico y concentración (As) de los pozos. Así mismo (Percca, 2021) realizó una correlación de Pearson al 95% de coeficiente $r =0.954$ donde guardan una relación con As.

HIPÓTESIS GENERAL:

HIPÓTESIS ALTERNA H_a : El nivel de contaminación por Arsénico (As) es alto en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.

H_a > = Límite Máximo Permissible (LMP).

La hipótesis alterna no es rechazada de acuerdo a los resultados obtenidos.

HIPÓTESIS NULA H0: El nivel de contaminación por Arsénico (As) no es alto en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.

H₀< = Límite Máximo Permisible (LMP).

La hipótesis nula es aceptada de acuerdo a los resultados obtenidos.

HIPÓTESIS ESPECIFICO 01:

HIPÓTESIS Ha: Las concentraciones de Arsénico (As) superan en gran medida los Límites Máximos Permisibles (LMP) en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.

H_a> = Límite Máximo Permisible (LMP).

De acuerdo con los resultados obtenidos no se acepta la hipótesis alterna (H_a).

HIPÓTESIS Ho: Las concentraciones de Arsénico (As) no superan en gran medida los Límites Máximos Permisibles (LMP) en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.

H₀< = Límite Máximo Permisible (LMP).

De acuerdo con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis nula (H₀), ya que no superan los Límites Máximos Permisibles, arsénico (PC-01: 0.0012; PC-02, 0,0075; PC-03: 0.0082; PC-04: 0.0012 y PC-05: 0.0012) está por debajo de 0.01 mg/L, donde pH, Turbiedad, Conductividad, Sólidos totales y Dureza total tiene una relación muy baja y no significativa ($p > \alpha$) con el Arsénico, según la correlación de Pearson al 95% de confianza.

HIPÓTESIS ESPECIFICO 02:

HIPÓTESIS A: Altas concentraciones de Arsénico (As) se encuentran en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.

Ha >= Concentración de arsénico (As) agua para consumo humano.

De acuerdo con los resultados obtenidos no se acepta la hipótesis alterna (Ha).

HIPÓTESIS Ho: Altas concentraciones de Arsénico (As) no se encuentran en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.

Ho <= Concentración de arsénico (As) agua para consumo humano.

De acuerdo con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis nula (Ho), donde la concentración es de 0.0039 mg/L, donde este resultado es menor < 0.010 mg/L establecido por el (Decreto Supremo N° 031-2010-SA), con una correlación de Pearson al 95% de confianza se obtuvo un coeficiente de $r = 0,969$.

CONCLUSIONES

PRIMERA

Al evaluar el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, distrito de Umachiri, en promedio se obtuvo que es <0.0039 mg/L de $0,010$ mg/L, según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S N° 031-2010 SA, está por debajo de Límites Máximos Permisibles (LMP) (Ver Anexo 02, Figura 12).

SEGUNDA

Al analizar las concentraciones de As con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, se encontró que para el pozo Ventilla es $<0,0082$ mg/L de As; pozo Colquemarca es $<0,0075$ mg/L de As; y finalmente para los pozos de Inca Cancha, Tres Ángeles, Pedregal Munay pampa es $<0,0012$ mg/L y con una concentración de <0.0039 mg/L; pH es (8,5 - 8,6), Turbiedad (UNT) es 0,89 a 2,78 mg/L; CE es 350 a 1040 μ S/cm; Sólidos totales Disueltos es 170 a 520 mg/L; la (CaCO_3) es 185 a 531 mg/L, Todos estos parámetros analizados se encuentran dentro Límites Máximos Permisibles (LMP) para el agua de consumo humano según D.S. N° 031-2010 SA.

TERCERA

Los valores de Correlación de Pearson de Arsénico y concentración (As) es menor < 0.0039 mg/L representa el 39% de As, se obtuvo un valor muy debajo de los Límites Máximo Permisible (LMP), por tanto estas aguas son aptos para consumo humano según D.S. N° 031-2010 SA.

RECOMENDACIONES

PRIMERA

Sugerir al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) y el Área Técnica Municipales (ATM) del distrito de Umachiri, donde están obligados a realizar pruebas preliminares de metales y otros, para garantizar que cumpla con los estándares de calidad del agua para el consumo humano.

SEGUNDA

Se sugiere que el Ministerio de Salud, gobiernos locales, regionales y ONG, realizar estudios y monitoreos conjuntamente con la población de las fuentes de agua de consumo humano que estos cumplan los LMP establecidos por la norma del D.S. N° 031-2010 SA.

TERCERA

Se recomienda que la Área Técnica Municipal (ATM) tiene un rol fundamental en realizar monitoreos de fuentes de agua de consumo humano, conjuntamente con los representantes de Juntas Administradoras de Servicio y Saneamiento (JASS) del distrito e implementar infraestructuras de cloración.

BIBLIOGRAFÍA

- Abollino, O., Aceto, M., Malandrino, M., Mentasti, E., Sarzanini, C., & Barberis, R. (2002). Distribution and mobility of metals in contaminated sites. Chemometric investigation of pollutant profiles. *Environmental Pollution*, 119(2), 177-193. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00333-5](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00333-5)
- Álvarez, J. B., Rodríguez, S. B., Carro, I. C., & Revuelta, C. C. (2003). *Dinámica De Adsorción – Desorción De Arsénico (V) En Suelos De Cultivo En Castilla Y León*. VI, 8.
- Angelova, V., Ivanova, R., Delibaltova, V., & Ivanov, K. (2004). Bio-accumulation and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp). *Industrial Crops and Products*, 19(3), 197-205. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2003.10.001>
- APHA, A., WPCF. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales* (17vo Edición). Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Avila, J. C. R., & Leon, J. A. O. (2012). *Análisis De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano En El Área Urbana Del Distrito De Trujillo Departamento De La Libertad*. Universidad Nacional De Trujillo.
- Basualdo, G. L. usto, & Yacila, J. D. F. (2015). Determinación de arsénico y cadmio en aguas del río Rímac y habas cultivadas en el distrito de San Mateo de Huánchor de la región de Lima. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/4155>
- Bradl, H., Kim, C., Kramar, U., & StÜben, D. (2005). Chapter 2 Interactions of heavy metals. *Interface Science and Technology*, 6, 28-164. [https://doi.org/10.1016/S1573-4285\(05\)80021-3](https://doi.org/10.1016/S1573-4285(05)80021-3)
- Burgos, H., Gárfias, J., Martel, R., Salas-García, J., Burgos, H., Gárfias, J., Martel, R., & Salas-García, J. (2021). Caracterización espacio-temporal de la distribución del arsénico en un acuífero kárstico en el sur del Estado de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 73(1).

<https://doi.org/10.18268/bsgm2021v73n1a160820>

- Cano, T. de T. (2019). *Determinación de la concentración de arsénico (As) total en las aguas subterráneas de pozos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de mitigación*. Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.
- Carabantes, A. G., & Fernicola, N. A. G. G. de. (2003). Arsénico en el agua de bebida: Un problema de salud pública. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 39, 365-372. <https://doi.org/10.1590/S1516-93322003000400003>
- Carvajal, A. L., Giraldo, G. I. G., & Gutiérrez, A. A. G. (2010). *Métodos analíticos para la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54604>
- Castillo, J. P., Llanos, J. T., Natividad, L. C., & Panana, E. H. (2015). *Crecimiento Económico Y Su Influencia En La Contaminación Del Ambiente: Perú 2000-2014*. 31.
- Chibinda, C., Arada-Pérez, M. de los A., & Pérez-Pompa, N. (2017). Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera. *Revista Cubana de Química*, 29(2), 303-321.
- Condori, S. S. F., & Cordova, V. H. (2020). *Valuación de la remoción de arsénico del agua subterránea del distrito de Sabandía, provincia de Arequipa, utilizando como adsorbente zeolita natural (clinoptilolita) acondicionada con óxido de hierro* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12084>
- Contreras, E. G., Chang, M. G. A., & Yupari, G. I. M. (2016). *Aprende A Prevenir Los Efectos Del Mercurio Módulo 3: Agua Y Alimento*. 44.
- Copier, C. M. (2021). *Contaminación Por Arsénico Geogénico De Las Aguas Subterráneas En Chile* [Tesis, Universidad de Alcalá]. <https://ebuah.uah.es/xmlui/handle/10017/48571>
- De La Cruz, D. W., Paredes. (2021). *Parámetros físico químicos y metales pesados en*

aguas del acuífero fisurado sedimentario y el acuífero poroso no consolidado alto de la ciudad de Juliaca [Universidad Nacional de Juliaca].
http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/132/Tesis_DWDP.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DIGESA. (2010). *Decreto Supremo N° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima 2010. MINSA.

Resolución Directoral 160-2015-DIGESA, Protocolo de procedimiento para la toma de muestra, preservación , conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano., (2015).

Durán, L. E. G. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros físicoquímicos y biológicos. *Dinamica ambiental*, 1, Art. 1.
<https://doi.org/10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4593>

EPA, U. S. (2015). *Water: Monitoring & Assessment, total solids*. United States Environmental Protection Agency.
<https://archive.epa.gov/water/archive/web/html/vms58.html>

Flores, E. R. E., & Pérez, J. E. B. (2009). *Determinación de arsénico, por absorción atómica, en agua de consumo humano proveniente de SEDAPAL, de cisterna y de pozo del distrito de Puente Piedra* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1638>

Fraume, N. J. R. (2006). *Diccionario ambiental*. Ecoe Ediciones.

Gonzales, L. A. P., & Osorio, J. F. (2014). *Determinación espectrofotométrica por absorción atómica de la concentración de cadmio y arsénico en aguas de consumo humano de la comunidad urbana de Chuquitanta—Distrito de San Martín de Porres* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2871520>

Heather, L., & Lewis, S. N. (2013). *Medicina de urgencias* (7 edición). McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.

- <https://accessmedicina.mhmedical.com/book.aspx?bookid=1532>
- Heinert, M. E. J., Endara, A. de las M. G., & Solórzano, H. X. P. (2020). Plasma acoplado inductivamente en espectroscopia de emisión óptica (ICP-OES). *RECIMUNDO*, 4(4), Art. 4. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.4-12](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.4-12)
- Hernández, A. A. (2009). *El manejo de la conductividad eléctrica en fertirriego*. 48.
- Huillca, M. L., & Apaza, L. M. (2019). *Evaluación de la concentración de Arsénico en aguas subterráneas para consumo humano en la Asociación Nueva Jerusalén, Juliaca—Puno* [Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2611>
- INEI. (2017). *Crecimiento Y Distribución De La Población Total Al 2017 XII De La Población , VII DE Vivienda Y III De Comunidades Indígenas*.
- Jiménez, P. A. J. (2018). *Diagnóstico de la presencia y contaminación por arsénico en el suelo y agua de consumo en la parroquia Papallacta* [BachelorThesis, Escuela Politecnico Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19760>
- León, R. H. E. (2020). *Grado de contaminación por metales pesados de las aguas del centro poblado de Huacani Pomata—2020*. [Universidad Privada San Carlos Puno]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4686>
- Ley N° 28611. (2005). *Ley general del ambiente*. Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Ley N° 29338. (2010). *Ley de Recursos Hídricos*. Sistema Nacional de Información Ambiental. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/reglamento_Irh_-_no_29338_0.pdf
- Macha, E. M. (2019). *Determinación de cadmio, arsénico y plomo por espectrofotometría de absorción atómica en aguas de pozo de Castillo Grande—Tingo María*,

- julio—Setiembre 2019* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/11630/Macha_me.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mamani, E. A. M. (2017). *Potencial de recuperación de residuos sólidos domiciliarios urbanos del distrito de Antauta* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4858/Mamani_Moya_Elmer_AI%c3%ad.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marín, R. G. (2018). *Fisicoquímica Y Microbiología De Los Medios Acuáticos. Díaz de santos; Capitulo I Dinamica Fisiquimca de aguas.*
- Márquez, J. R. I. (2022). *Determinación de concentraciones de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Végueta-Huaura, Lima en el periodo 2017-2018* [Universidad Católica Sedes Sapientiae].
<https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1574>
- Martínez, O. E. R. (2006). *Determinación de la calidad fisicoquímica del agua del Canal de Chiquimulilla en la Reserva Natural de Usos Múltiples, Monterrico* [Tesis pregrado]. Universidad de San Carlos De Guatemala.
- Morales, D. U. C., Avendaño Cáceres, E., Zevallos Ramos, D., Fernández Prado, J., Mendoza Rodas, Z. L., & Torres Ventura, A. (2017). Arsénico total no deseado ante valores referenciales de ph en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, Región Tacna-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(3), 305-312.
<https://doi.org/10.18271/ria.2017.295>
- Morán, I. C., Baldirà, M. de I., Marruecos, L. S., & Nogué, S. X. (2011). *Toxicología Clínica.*
- Navarro, W. M. (2019). *Contaminación de las Aguas Subterráneas por Arsénico (As) el caso del distrito de Juliaca – Perú* [Universidad Nacional de Juliaca].
<http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/59>

- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable* (Primer Apéndice A La Tercera Edición Volumen 1, Vol. 1).
https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Ordoñez, J. J. G. (2011). *Cartilla Técnica: Aguas Subterráneas—Acuíferos* (Sociedad Geográfica de Lima: Foro Peruano para el agua).
<https://hdl.handle.net/11537/25436>
- Otálvaro, M. V. V. (1999). *Hidráulica De Aguas Subterráneas* (2.^a ed.).
- Percca, N. N. (2021). *Evaluación de la contaminación por Arsénico (AS) en agua de pozos para consumo humano, anexo Collana II, Distrito Huata, 2021* [Universidad Privada San Carlos Puno]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4719>
- Puntoriero, M. L., Volpedo, A. V., & Fernández, A. C. (2014). Riesgo Para La Población Rural En Zonas Con Alto Contenido De Arsénico En Agua. *Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.*, 8.
- Reyes, C. M. C. (2012). Estudio de la contaminación de las aguas del río Chillón. *Universidad Nacional de Ingeniería*. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1082>
- Ríos, I., Lisbeth, J., Horna, V., & Paola, S. (2017). *Concentración De Metales Pesados (As, Cd, Cr, Hg Y Pb) En El Agua De La Cuenca Baja Del Río Jequetepeque, En Relación A Los Estándares De Calidad Del Agua—Categoría 3, Cajamarca—2016*. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Sánchez, A. F., Solís, H. M., Solís, C. N., Sánchez, H. C., López, G. M., & Gómez, A. C. (2019). Evaluación de la amenaza de contaminación al agua subterránea y áreas de protección a manantiales en las subcuencas Maravilla-Chiz y Quebrada Honda, Cartago, Costa Rica. *Uniciencia*, 33(2), 76-97.
<https://doi.org/10.15359/ru.33-2.6>
- Sánchez, J. A., Álvarez, T., Pacheco, J. G., Carrillo, L., & González, R. A. (2016). Calidad Del Agua Subterránea: Acuífero Sur De Quintana Roo, México. *Tecnología y*

Ciencias del Agua, 22.

- Sandoval, E. R. C. (2021). *Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019* [Universidad Privada San Carlos Puno]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./243>
- Segura, L. E. T. (2007). *Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia*.
- Smedley, P., & Kinniburgh, D. (2001). *Una revisión de la fuente, el comportamiento y la distribución de arsénico en aguas naturales*.
<https://es.scribd.com/document/424611509/PAPER>
- Solís, Y. C., Zúñiga, L. A. Z., Mora-Alvarado, D., Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L. A., & Mora-Alvarado, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 35-46. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>
- Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 16.
- UNESCO. (1998). *El agua: ¿una crisis inminente?*
http://www.unesco.org/science/wcs/meetings/eur_paris_water_98.htm
- Wikiwater. (2012). *Los diversos tipos de pozos y perforaciones. Generalidades*. Wikiwater.
<https://wikiwater.fr/e28-los-diversos-tipos-de-pozos-y>
- Yepes, V. P. (2022). ¿Qué es un pozo de cimentación? *Poli blogs*.
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2013/01/21/que-es-un-pozo-de-cimentacion/>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia.

DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA DE POZOS TIPO CAISSON PARA CONSUMO HUMANO, SECTOR PACOCHUMA DISTRITO DE UMACHIRI - 2022

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS
<p align="center">P. General</p> <p>¿Cuál será el nivel de contaminación por Arsénico (As) en el agua para consumo humano usada por la población extraída de los pozos tipo Caisson en el sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022?</p>	<p align="center">H. General</p> <p>El nivel de contaminación por Arsénico (As) es alto en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.</p>	<p align="center">O. General</p> <p>Evaluar el nivel de contaminación por Arsénico (As) en agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022.</p>
<p align="center">P. Específicos</p> <p>¿Cuál es la diferencia con las concentraciones de Arsénico (As) y los límites máximos permisibles (LMP) en el agua para consumo humano usada por la población, extraída de los pozos tipo Caisson en el sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022?</p>	<p align="center">H. Específicos</p> <p>Las concentraciones de Arsénico (As) superan en gran medida los Límites Máximos Permisibles (LMP) en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022</p>	<p align="center">O. Específicos</p> <p>Comparar concentraciones de Arsénico (As) con los límites máximos permisibles (LMP) del agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022</p>
<p>¿Qué concentraciones de Arsénico (As) se encuentran en el agua usada por la población para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, distrito de Umachiri - 2022?</p>	<p>Altas concentraciones de Arsénico (As) se encuentran en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022</p>	<p>Analizar concentraciones de Arsénico (As) en el agua para consumo humano extraída de los pozos tipo Caisson en el Sector de Pacochuma, Distrito de Umachiri - 2022.</p>

Fuente: Elaboración propia

VARIABLE	METODOLOGIA	TÉCNICAS
<u>Variable independiente</u>	<u>Tipo de</u>	<u>Equipos</u>
Contaminación por arsénico	<u>Investigación</u>	- Laptop
<u>Indicadores de la VI:</u>	Descriptivo	- Cámara digital.
- T.	<u>Diseño de</u>	- Equipo multiparámetro.
- pH.	<u>investigación</u>	- GPS.
- Conductividad.	No experimental	<u>Material de muestreo</u>
- Turbiedad.		- Tablero A4.
- Sólidos totales disueltos.	<u>Población</u>	- Ficha de campo.
- Dureza total.	Cinco (5) pozos tipo Caisson de agua.	- Plumón indeleble.
- Arsénico (As).	<u>Muestra</u>	- Frasco (500 ml).
<u>Variable dependiente</u>	5000 ml de agua de pozos a diferentes profundidades	- Agua destilada.
Calidad de agua en pozos para consumo humano	ICP.	- Pisseta de plástico.
<u>Indicadores de la VD:</u>		- Cooler.
Parámetros de calidad organoléptica e inorgánicos para consumo humano.		<u>Movilidad y Indumentaria</u>
<u>Instrumentos</u>		- Zapatos de Seguridad.
- Muestreo.		- Casco.
		- Vehículo.
		<u>Normas técnicas</u>
		- Resolución Directoral 160- 2015-DIGESAS
		- Decreto Supremo N° 031-2010-SA.
		- Laboratorios Analíticos del Sur E. I. R. Ltda. de la ciudad de Arequipa, que está acreditado por el INACAL.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02: Reglamentos.



Figura 11: Decreto Supremo 031-2010 SA.

Fuente: (Minsa,2010)

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 26842 – Ley General de Salud, y la Ley N° 29158 – Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°- Aprobación

Apruébese el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, que consta de diez (10) títulos, ochenta y un (81) artículos, doce (12) disposiciones complementarias, transitorias y finales, y cinco (05) anexos, cuyos textos forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

El presente Decreto Supremo con el texto del Reglamento y sus anexos deberán ser publicados en el Portal Institucional del Ministerio de Salud (<http://www.minsa.gob.pe>) el mismo día de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.



M. Alce R.

Artículo 2°- Derogación

A la entrada en vigencia del presente dispositivo legal, quedará derogada la Resolución Suprema del 17 de diciembre de 1946 que aprobó el "Reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", así como toda aquella disposición que se le oponga.



E. Cruz S.

Artículo 3°- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Salud y de Vivienda, Construcción y Saneamiento.



W. Olivera A.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de septiembre del año dos mil diez.



D. Leati G.

[Handwritten signature of Alan García Pérez]

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

[Handwritten signature of Oscar Ugarte Ubilluz]
OSCAR UGARTE UBILLUZ
Ministro de Salud

[Handwritten signature of Juan Sarmiento Soto]
JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento



LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	—	Aceptable
2. Sabor	—	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mg/L

Figura 12: LMP de parámetros de parámetros de calidad organoléptica.

Fuente: (Minsa,2010).



Resolución Directoral

Lima, 24 de setiembre de 2015.

Visto, el Expediente n.º 39212-2015-DI, y los informes números 2163-2015/DSB/DIGESA, y 2608-2015/DSB/DIGESA, de la Dirección de Saneamiento Básico e Informe n.º 00310-2015/ELV/DG/DIGESA, de la Dirección General de Salud Ambiental;

CONSIDERANDO:

Que, mediante informes números 2163-2015/DSB/DIGESA y 2608-2015/DSB/DIGESA, la Dirección de Saneamiento Básico ha informado que resulta necesario contar con disposiciones de carácter general, que permitan a las personas del sector salud la toma, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestras de agua de consumo humano procedente del sistema de abastecimiento de las zonas urbanas y/o rurales, en el marco del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.º 031-2010-SA; en efecto, se asegurará la representatividad e invariabilidad de las muestras;

Que, al respecto, el artículo 9 del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.º 031-2010-SA, establece que la Autoridad de Salud del nivel nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, es el Ministerio de Salud, y la ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), en tanto, que la autoridad a nivel regional son las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o Gerencias Regionales de Salud (GRS) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones de Salud (DISA) en el caso de Lima, según corresponda;

Que, asimismo, el numeral 4 del artículo 9 del citado Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, señala como función de la Dirección General de Salud Ambiental elaborar guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;

Que, en ese sentido, la Dirección de Saneamiento Básico de la Dirección General de Salud Ambiental elaboró y propuso la aprobación del documento técnico "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano";

Que, dicho protocolo deberá ser aprobado mediante una disposición general, puesto que de conformidad con el artículo VII del título preliminar de la Ley n.º 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, "Las autoridades superiores pueden dirigir u orientar con carácter general la actividad de los subordinados o ellas mediante circulares, instrucciones y otros análogos, los que sin embargo, no pueden crear obligaciones nuevas.";

Que, asimismo, de acuerdo con el numeral 61.2 del artículo 61 de la Ley n.º 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, "Toda entidad es competente para realizar las tareas materiales internas necesarias para el eficiente cumplimiento de su misión y objetivos, así como para la distribución de las atribuciones que se encuentren comprendidas dentro de su competencia.";

Que, en efecto, con la aprobación del documento técnico denominado: "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano", se establece un procedimiento confiable y seguro, que garantiza la predictibilidad y debido procedimiento durante la toma, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano, realizadas en el marco del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.º 031-2010-SA;

Con el visado del director y abogado de la Dirección de Saneamiento Básico; y del abogado de la Dirección General de Salud Ambiental; y

Estando a las conclusiones del Informe n.º 00310-2015/ELV/DG/DIGESA, del 24 de setiembre de 2015, de la Dirección General de Salud Ambiental;

De conformidad con el Decreto Legislativo n.º 1161, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Salud; el Decreto Supremo n.º 023-2005-SA, Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud; la Ley n.º 26842, Ley General de Salud, Decreto Supremo n.º 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano; y la Ley n.º 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Aprobar el "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano".

Artículo 2º.- Encargar a la Dirección General de Salud Ambiental la difusión y supervisión de lo dispuesto en el citado protocolo.

Artículo 3º.- Disponer que las Direccas, Goresas, Disas o las que hagan sus veces son responsables de la aplicación del "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano", en el ámbito de su jurisdicción.

Artículo 4º.- Disponer la publicación de la presente resolución en el Portal Electrónico de la Dirección General de Salud Ambiental.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
DIGESA
MBA Mónica Ballesteros Córdova Chacma
DIRECCIÓN GENERAL

- 
E. GIL
- 
M. SAAVEDRA
- 
E. LOPEZ
- 
P. NAVARRO
- 
E. QUICHIZ
- 
E. GIL
- 
S. TANG
- 
M. SAAVEDRA
- 
E. LOPEZ
- 
P. NAVARRO
- 
E. QUICHIZ
- 
E. LOPEZ

Figura 13: Resolución Ministerial N°160-2015 DIGESA/SA

Fuente: (Minsa, 2015).

Anexo 03: Hoja de campo de evaluación de parámetros fisicoquímicos (in situ).

FICHA DE DATOS DE CAMPO											
N° FICHA DE CAMPO		NOMBRE DE RED DE SALUD		NOMBRE DE LA MICRO RED DE SALUD				POBLACION DE LA LOCALIDAD			
01		Imreitejauón		DISPONE DE SISTEMA POTABLE		NOMBRE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE		POBLACION SERVIDA		POBLACION SERVIDA	
DEPARTAMENTO		DISTRITO		NOMBRE EE.SS		NOMBRE EE.SS		FIRMA		FIRMA	
PROVINCIA MUESTREADOR (Apellidos y Nombres)		LOCALIDAD		FECHA DE REPORTE (mm,dd,aa)		FECHA DE REPORTE (mm,dd,aa)		TIPO DE MUESTRA		COORDENADAS DE PUNTO DEMUESTREO (Segun estandar del Instituto Geografico Nacional)	
Ruben Orlando Terno Valdivia		Tujuta		4/8/2010		4/8/2010		MICROBIOLOGICO		Zona UTM (17, 18, 19)	
CODIGO DE CAMPO		MATAZ		ORIGEN DE LA MUESTRA		PUNTO DE MUESTREO		PARAMETROS DE CAMPO		ESTE NORTE	
PC-01		AITT		Pozo James comités		60 mts P.		TEMPERATURA (°C)		19.1	
PC-02		AITT		Pozo Coligaymenca		8 mts P.		PH		8.6	
PC-03		AITT		Pozo Ventilla		14 mts P.		TURBIEDAD (UNT)		2.78	
PC-04		AITT		Pozo Tero conguas		9 mts P.		CONDUCTIVIDAD (µs/cm)		1040	
PC-05		AITT		Pozo Puavogel		12 mts P.		SOLIDOS TOTALES		520	
								SOLIDOS DISUELTOS		240	
								CLORO RESIDUAL (mg/l)		-	
								METALES PESADOS		-	
								FISICO QUIMICO		-	
								MICROBIOLOGICO		-	
								TIPO DE FUENTE HIDRICA		Pozo C. 315136 836594	
								TIPO DE FUENTE HIDRICA		Pozo C. 314575 8364183	
								TIPO DE FUENTE HIDRICA		Pozo C. 314774 8363135	
								TIPO DE FUENTE HIDRICA		Pozo C. 314543 836266	
								TIPO DE FUENTE HIDRICA		Pozo C. 320037 836405	

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL MONITOREO
DNI Y FIRMA

Figura 14: Formato de registro de datos de campo.

Fuente: (Minsa, 2010)

Anexo 04: Cadena de custodia para las muestras - Laboratorio.

H.O.A.: de
 Versión: 02
 Código Reg: F-010-02
 F. Revisión: 3/09/2021
 Aprobó por: Jefe Monitoreo de Aguas

CADENA DE CUSTODIA - AGUA
 H.C.C. N°:
 Laboratorio: Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.Ltda.
 Para: Industrial Río Sico C-1 Cerro Colorado Arequipa.
 Telef: (051) 443294 Fax: (051) 444582
 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

Consultas: Gerencia de Operaciones
 e-mail: las@laboratoriosanaliticosdelsur.com

Proyecto Programa:
 Teléfono: 901546567 e-mail: Ruben_Torres@upsc.edu.pe
 RUC: 415840583

Responsables del muestreo: Ruben Orlando Torres Valdivino
 Muestra(s):
 Puntual(es) para formar compuesto:
 Puntual(es):
 Compositos(s):

Codigo LAS <small>(campo para ser llenado solo por el laboratorio)</small>	Fecha	Hora	Matriz*	Codigo de campo	Nombre de la Muestra	Lugar de muestreo		Punto de muestreo y/o coordenadas UTM	N° frascos		Volumen total (L)
						Zona, Urb, AAHH / Dist. / Prov. / Depart.			Plastic	Vidro	
AG22000384	24/06/22	1:30 pm	ANT	PC-01	Agua de pozo sector poco chuma	Pozo Inica comúca - Poco chuma	Umochai / Pulger / Pumo	E: 315136 N: 836394	X		500 ml
AG22000385	24/06/22	2:15 pm	ANT	PC-02	Agua de pozo sector poco chuma	Pozo Colquimosa - Poco chuma	Umochai / Pulger / Pumo	E: 317575 N: 8364183	X		500 ml
AG22000386	24/06/22	2:55 pm	ANT	PC-03	Agua de pozo sector poco chuma	Pozo ventilla - Poco chuma	Umochai / Pulger / Pumo	E: 317174 N: 8363135	X		500 ml
AG22000387	24/06/22	3:15 pm	ANT	PC-04	Agua de pozo sector poco chuma	Pozo 3 erroyo - Poco chuma	Umochai / Pulger / Pumo	E: 317543 N: 8362645	X		500 ml
AG22000388	24/06/22	4:10 pm	ANT	PC-05	Agua de pozo sector poco chuma	Pozo pucallpa - Pumo / Pampa / Poco chuma	Umochai / Pulger / Pumo	E: 320037 N: 8364013	X		500 ml

Los datos de muestreo proporcionado por el cliente, tiene valor de declaración jurada. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por el muestreo, ni por la información relacionada cuando la muestra es proporcionada por el cliente.
 NOTA: Colocar el nombre de la muestra de acuerdo a como desea que aparezca en el informe de ensayo

Observaciones:
 Campos para llenarse cuando se reciben las muestras en LAS:

SI	NO	SI	NO
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Recipiente(s) adecuado(s):	Blanco viajero:	Blanco de campo:	Duplicados:
Muestras recibidas intactas:			
Conservación de muestras:			
Condiciones transporte:	Cooler <i>refrigerado</i>		

Fecha de recepción: 25-06-22
 Hora de recepción: 10:18
 Temperatura CV: 62

Firma Repras. cliente: Ruben Orlando Torres Valdivino
 Firma:
 Recibido (LAS): Ruben Torres Valdivino
 Firma:
 Recibido (LAS): Ruben Torres Valdivino
 Firma:

(*) Matriz de muestra: Leer la información de hoja anexa para colocar las siglas.

Figura 15: Modelo de cadena de custodia – Agua

Fuente: Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.Ltda.

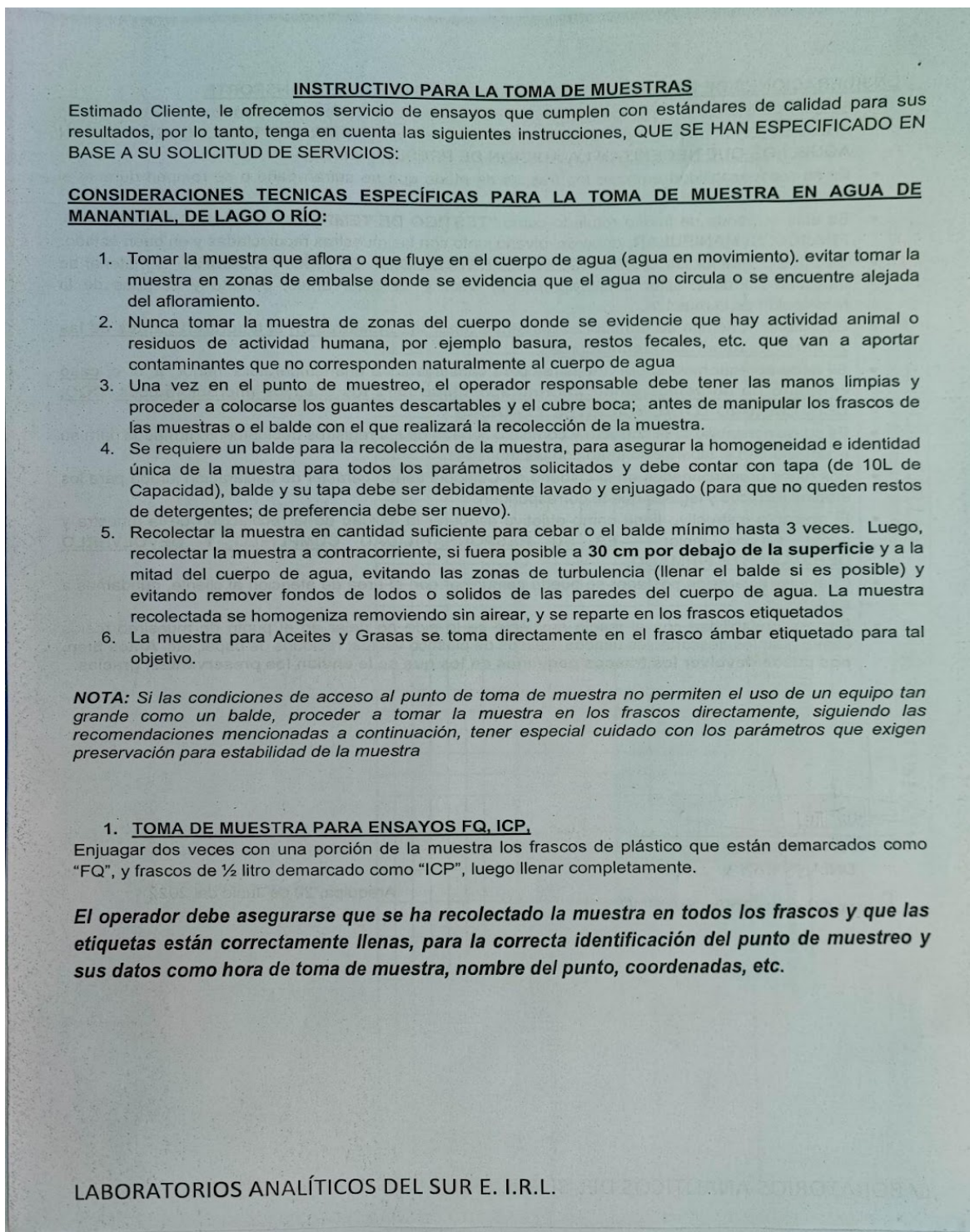
Código Registro: F-010-03 Aprobado por: Jefe Área Química
Fecha Revisión: 23-05-2019

LABORATORIOS ANALÍTICOS DEL SUR		CUADRO DE AYUDA PARA CLASIFICAR LA MATRIZ DE UNA MUESTRA DE AGUA	
Índice	Matriz	Siglas	Descripción
1	Agua Natural Subterránea	AMt	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial
2	Agua Termal	AT	Agua que surge de la tierra de modo espontáneo y que poseen un alto nivel de mineralización y temperaturas >5°C del agua superficial.
3	AN	ARio	Agua Natural - Superficial - Agua de Río
4	Agua Natural Superficial	AL	Agua Natural - Superficial - Agua de Laguna / Lago
5		AD	Agua de Deposition Atmosférica
6		RD	Agua Residual Domestica
7	Agua Residual	RI	Agua Residual Industrial
8		RM	Agua Residual Municipal
9		APb	Agua para Uso y Consumo Humano Agua de Bebida - Agua Potable
10	Agua para Uso y Consumo Humano	AMesa	Agua para Uso y Consumo Humano Agua de Bebida - Agua de Mesa
11		APs	Agua para Uso y Consumo Humano Agua de Piscina
12		ALA	Agua para Uso y Consumo Humano Agua de Laguna Artificial
13		AMI	Agua de Mar
14	Agua Salina	ASb	Agua Salina - Agua Salobre
15		ASm	Agua Salina - Salmueras
16		AE	Agua de Circulación o Enfriamiento
17		AAC	Agua de Proceso - Agua de Alimentación para Calderas
18	Agua de Proceso	AC	Agua de Proceso - Agua de Calderas
19		ALx	Agua de Proceso - Agua de Litviación
20		AP	Agua de Proceso - Agua Purificada
21		AIR	Agua de Proceso - Agua de Inyección y Reinyección

NOTA: La Clasificación presentada es una recopilación de lo que se indica en la Norma Técnica Peruana NTP 214-042-2012 "CALIDAD DE AGUA. Clasificación de la matriz agua para ensayos de laboratorio".

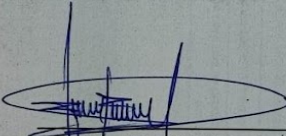
Figura 16: Cuadro de ayuda para clasificar la muestra de agua

Fuente: Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.Ltda

Anexo 05: Instructivo para la toma de muestras de agua y transporte.**Figura 17:** Toma de muestra.**Fuente:** Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.Ltda.

CONSIDERACIONES DE REGISTRO Y OTROS ASPECTOS PARA EL TRANSPORTE

- Se están enviando los frascos necesarios para la recolección de la muestra, estos se encuentran rotulados, favor revisar las etiquetas de los frascos, **TENER ESPECIAL CUIDADO CON AQUELLOS QUE NECESITAN LA ADICION DE PRESERVANTES.**
- Es su responsabilidad embalar los frascos de modo que no sufran daño o se rompan durante el traslado al laboratorio.
- Se está enviando un frasco rotulado como "TESTIGO DE TEMPERATURA" **NO DESTAPAR EL FRASCO, NI MANIPULAR;** debe devolverlo junto con las muestras recolectadas y en buen estado.
- Se debe mantener las **CONDICIONES DE ESTABILIDAD EN FRÍO Y SOMBRA**, el material de muestreo no debe estar sobreexpuesto al calor y luz solar antes, durante y después de la recolección de la muestra.
- Considerar el tiempo de transporte: **debemos tener las muestras en el laboratorio antes de las 24 horas de haber sido recolectadas.**
- Se debe agregar hielo sobre muestras para conservarlas a una temperatura menor a 6° c; **caso contrario no podremos emitir informe acreditado para los ensayos microbiológicos, DQO, DBO, CIANURO TOTAL Y ACEITES Y GRASAS.**
- Es su responsabilidad el correcto y completo llenado de los registros debidamente firmados para su aceptación en el laboratorio junto con las muestras.
- Los datos proporcionados en la Cadena de Custodia tienen carácter de declaración jurada para los efectos técnicos y legales que le corresponden.
- El presente instructivo tiene como objetivo asegurar la calidad de la recolección de la muestra y poder servirlo mejor. **ES SU RESPONSABILIDAD CUMPLIRLO Y DEVOLVERLO DEBIDAMENTE FIRMADO.**
- Cualquier aclaración posterior se puede comunicar con el área de atención al cliente, quedamos a su servicio.
- Por responsabilidad con el medio ambiente se le pide no dejar en el punto de muestreo restos como: guantes descartables usados, frascos de plástico vacíos, residuos de papel, etc. **Antes bien, nos puede devolver los frascos pequeños en los que se le envían los preservantes, gracias.**


Nombre Cliente:
DNI: 45840583

Rubén Orlando Torres Valdivia

Arequipa, 20 de Junio del 2022

LABORATORIOS ANALÍTICOS DEL SUR E. I.R.L.

Figura 18: Transporte de muestra.

Fuente: Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.Ltda.

Anexo 06: Informe de Análisis de Laboratorio Analítico del Sur.



Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N° LE - 050

Laboratorios Analíticos del Sur

Clave generada : 4FAFD40T

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00218

Fecha de emisión: 1/07/2022

Página 1 de 4

Señores : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Dirección : JR. JOSE DE SAN MARTIN N° 330 - PUNO
 Atención : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Proyecto : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA DE POZOS TIPO CAISSON PARA CONSUMO HUMANO, SECTOR POCCHUMA DISTRITO DE UMACHIRI - 2022

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO Fecha de recepción : 25/06/2022
 Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 144-22 Fecha de ensayo : 25/06/2022
 Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 1

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
AG22000394	AGUA DE POZO SECTOR POCCHUMA	Agua Natural - Subterránea - Agua de Mensilal	POZO INCA CANCHA - POCCHUMA / UMACHIRI / MELGAR / PUNO	E:315136 N: 8363564	24/06/2022	13:30

Condiciones de recepción de la muestra
 Coolier refrigerado

Observación
 -

(Firma)
 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"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.

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico">=Limite 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)





Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N° LE - 050

Clave generada : 4F-AI-D401


INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00218

Fecha de emisión: 1/07/2022

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	796	830
		As	Dureza Total CaCO3
		mg/L	mg/L
AG22000364	AGUA DE POZO SECTOR POCOCHEMA	≤0,0012	436


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"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.

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico"=Limite 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>

Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú. (054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N°LE - 050

Laboratorios Analíticos del Sur

Página 4 de 4

Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-22-00219 según JCGM 106:2012

Fecha de emisión: 1/07/2022

Norma : Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS 031-2010 SA DIGESA.

Cod.Interno :AG22000385		Nom.Muestra :AGUA DE POZO SECTOR POCOCHUMA					
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad		
CALIDAD ORGANOLEPTICA							
830 Dureza Total CaCO3	mg/L	286	18	≤500	100.00 %	ACEPTADO	
INORGANICO							
796 Arsénico	mg/L	0,0075	0,002	≤0,010	99,38 %	ACEPTADO	

LMP* = Límites Máximos Permisibles indicado en el D.S. N° 031-2010
 * En caso de analizar por la técnica de Número Más Probable - NMP, el valor " 1.1 " o " 1.8 " se consideran como " 0 "
 † Rango de incertidumbre para métodos microbiológicos cuantitativos

N.A. : No Aplica

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

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

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

"a"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b"<Valor Numérico">=Limite 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>

Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.



Figura 19: Resultado del punto PC-01

Fuente: Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.Ltda.



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N° LE - 050

Clave generada : 38A8E497

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00219

Fecha de emisión: 1/07/2022

Página 1 de 4

Señores : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Dirección : JR. JOSE DE SAN MARTIN N° 330 - PUNO
 Atención : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Proyecto : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA DE POZOS TIPO CAISSON PARA CONSUMO HUMANO, SECTOR PACOCHUMA DISTRITO DE UMACHIRI - 2022

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO Fecha de recepción : 25/06/2022
 Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 144-22 Fecha de ensayo : 25/06/2022
 Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 1

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
AG22000385	AGUA DE POZO SECTOR POCOCHUMA	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	POZO COLQUEMARCA - POCOCHUMA / UMACHIRI / MELGAR / PUNO	E:317575 N:8364183	24/06/2022	14:15

Condiciones de recepción de la muestra
Cooler refrigerado
Observación
-

Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"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 del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico">=Limite 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. R'ío Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)43294 - (054)



Validar el informe vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N°LE - 050

Clave generada : 38A8E497


INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00219

Fecha de emisión:1/07/2022

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796	830
		As	Dureza Total CaCO3
		mg/L	mg/L
AG22000385	AGUA DE POZO SECTOR POCOCHUMA	0,0075	286


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"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 del os 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada.

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

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>

Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N°LE - 050

Página 4 de 4

Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-22-00219 según JCGM 106:2012

Fecha de emisión: 1/07/2022

Norma : Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS 031-2010 SA DIGESA.

Cod.Interno :AG22000385		Nom.Muestra :AGUA DE POZO SECTOR POCOCHUMA				
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad	
CALIDAD ORGANOLEPTICA						
830	Dureza Total CaCO3	mg/L	286	18	≤500	100.00 % ACEPTADO
INORGANICO						
796	Arsénico	mg/L	0,0075	0.002	≤0.010	99.38 % ACEPTADO

LMP* = Límites Máximos Permisibles indicado en el D.S. N° 031-2010
 * En caso de analizar por la técnica de Número Más Probable - NMP, el valor " 1.1 " o " 1.8 " se consideran como " 0 "
 * Rango de incertidumbre para métodos microbiológicos cuantitativos

N.A. : No Aplica

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

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniere Químico GIP 114426

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

"a<Valor numérico">=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico">=Limite 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443234 - (054)444582.



Figura 20: Resultado del punto PC-02.

Fuente: Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.Ltda.



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N° LE - 050

Clave generada : 0A590FF0

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00220

Fecha de emisión: 1/07/2022

Página 1 de 4

Señores : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Dirección : JR. JOSE DE SAN MARTIN N° 330 - PUNO
 Atención : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Proyecto : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA DE POZOS TIPO CAISSON PARA CONSUMO HUMANO, SECTOR POCOCHUMA, DISTRITO DE UMACHIRI - 2022

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO Fecha de recepción : 25/06/2022
 Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 144-22 Fecha de ensayo : 25/06/2022
 Plan de muestreo : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 1
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Provi/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
A022000386	AGUA DE POZO SECTOR POCOCHUMA	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	POZO VENTILLA - POCOCHUMA / UMACHIRI / MELGAR / PUNO	E:317°74 N:8263135	24/06/2022	14:55

Condiciones de recepción de la muestra
Cooler refrigerado
Observación
-

(Firma)
 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

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

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N° LE - 050

Clave generada: 0A590FF0

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00220

Fecha de emisión: 1/07/2022

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	786	830
		As	Dureza Total CaCO3
		mg/L	mg/L
AG22000386	AGUA DE POZO SECTOR POCOCOHUMA	0,0082	531

(Firma)
 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"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 del os 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada.

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

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N° LE - 050

Página 4 de 4

Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-22-00220 según JCGM 106:2012

Fecha de emisión: 1/07/2022

Norma : Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS 031-2010 SA DIGESA.

Cod.Interno :AG22000386		Nom.Muestra :AGUA DE POZO SECTOR POCOCHUMA					
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad		
CALIDAD ORGANOLEPTICA							
830	Dureza Total CaCO3	mg/L	531	34	≤500	3.41 %	RECHAZADO
INORGANICO							
796	Arsénico	mg/L	0,0082	0,0021	≤0,010	95,68 %	ACEPTADO

LMP* = Límites Máximos Permisibles indicado en el D.S. N° 031-2010
 * En caso de analizar por la técnica de Número Más Probable - NMP, el valor " 1.1 " o " 1.8 " se consideran como " 0 "
 † Rango de incertidumbre para métodos microbiológicos cuantitativos

N.A. : No Aplica

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

(Firma manuscrita)
 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

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

"a<Valor numérico">Límite de detección del método, "b<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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratorioanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)411582



Figura 21: Resultado del punto PC-03

Fuente: Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.Ltda.



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N° LE - 050

Clave generada : 1D5E3F66

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00221

Fecha de emisión: 1/07/2022

Página 1 de 4

Señores : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Dirección : JR. JOSE DE SAN MARTIN N° 330 - PUNO
 Atención : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Proyecto : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA DE POZOS TIPO CAISSON PARA CONSUMO HUMANO, SECTOR PACOCHUMA DISTRITO DE UMACHIRI - 2022

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO Fecha de recepción : 25/05/2022
 Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 144-22 Fecha de ensayo : 25/05/2022
 Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 1

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
AG22000387	AGUA DE POZO SECTOR POCOCHUMA	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	POZO 3 ANGELES - POCOCHUMA / UMACHIRI / MELGAR / PUNO	E:317543 N:8362645	24/05/2022	15:15

Condiciones de recepción de la muestra
Cooler refrigerado
Observación

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"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 sólo están relacionados a la muestra ensayada.

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

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

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Soto C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)





Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N° LE - 050

Clave generada : TDSE3F66

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00221

Fecha de emisión: 1/07/2022

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	796	830
		As	Dureza Total CaCO3
		mg/L	mg/L
AG22000387	AGUA DE POZO SECTOR POCOCHEMA	≤0,0012	250

(Firma manuscrita)
 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)4441582



Verificar el informe
 vía este código QR



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N°LE - 050

Página 4 de 4

Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-22-00222 según JCGM 106:2012

Fecha de emisión: 1/07/2022

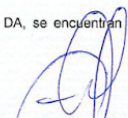
Norma : Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS 031-2010 SA DIGESA.

Cod.Interno :AG22000388		Nom.Muestra :AGUA DE POZO SECTOR POCCHUMA					
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad		
CALIDAD ORGANOLEPTICA							
830	Dureza Total CaCO3	mg/L	185	12	≤500	100.00 % ACEPTADO	
INORGANICO							
796	Arsénico	mg/L	≤0,0012	0.0011	≤0.010	100.00 % ACEPTADO	

LMP* - Límites Máximos Permisibles indicado en el D.S. N° 031-2010
 * En caso de analizar por la técnica de Número Más Probable - NMP, el valor " 1.1 " o " 1.8 " se consideran como " 0 "
 * Rango de incertidumbre para métodos microbiológicos cuantitativos

N.A. : No Aplica

"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"


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. ingeniero Químico CIP 114426

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

"*<Valor numérico">=Limite de detección del método, "s<Valor Numérico">=Limite 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



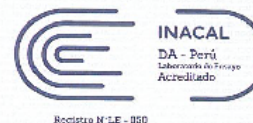
Figura 22: Resultado del punto PC-04

Fuente: Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.Ltda.



Laboratorios Analíticos del Sur

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



Clave generada : 84376EDC

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00222

Fecha de emisión: 1/07/2022

Página 1 de 4

Señores : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Dirección : JR. JOSE DE SAN MARTIN N° 330 - PUNO
 Atención : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO
 Proyecto : DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO (AS) EN AGUA DE POZOS TIPO CAISSON PARA CONSUMO HUMANO, SECTOR POCOCHUMA DISTRITO DE UMACHIRI - 2022

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : RUBEN OKENDO TORRES VALERIANO Fecha de recepción : 25/05/2022
 Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 144-22 Fecha de ensayo : 25/05/2022
 Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
 Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente Nro de muestras : 1

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
AG220503B8	AGUA DE POZO SECTOR POCOCHUMA	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	POZO PEDREGAL - MLINAYTAMPA - POCOCHUMA / UMACHIRI / MELGAR / PUNO	E:320037 N:8564013	24/05/2022	16:10

Condiciones de recepción de la muestra
 Cooler refrigerado

Observación
 -

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

"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 sólo están relacionados a la muestra ensayada.

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

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

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Parú.(054)443294 - (054)





Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

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



Registro N° LE - 050

Clave generada : 64576EDC


INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00222

Fecha de emisión: 1/07/2022

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	786	330
		As	Dureza Total CaCO3
		mg/L	mg/L
AG22000388	AGUA DE POZO SECTOR POCCHUWA	≤0,0012	185


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"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 del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

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

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada.

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

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Inc. Rio Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validez del informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

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



Laboratorios Analíticos del Sur

Registro N° LE - 050

Página 4 de 4

Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-22-00222 según JCGM 106:2012

Fecha de emisión: 1/07/2022

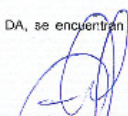
Norma : Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS 001-2010 SA DIGESA.

Cod.Interno :AG22000388		Nom.Muestra :AGUA DE POZO SECTOR POCOCHUMA				
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad	
CALIDAD ORGANOLEPTICA						
830	Dureza Total CaCO3	mg/L	185	12	<500	100.00 % ACEPTADO
INORGANICO						
786	Arsénico	mg/L	≤0.0012	0.0011	≤0.010	100.00 % ACEPTADO

1200* - Límites Máximos Permisibles indicados en el I.S. N° 631-2010
 * En caso de analizar por la técnica de Método Más Probable - NMP, el valor " 1.1 " o " 1.8 " se considerará como " 0 "
 * Rango de incertidumbre para métodos microbiológicos cuantitativos

N.A. : No Aplica

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


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero 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 sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipe-Perú.(0541)43294 - (054)444382.



Figura 23: Resultado del punto PC-05.

Fuente: Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.Ltda.

Anexo 07 :Plano de ubicación.

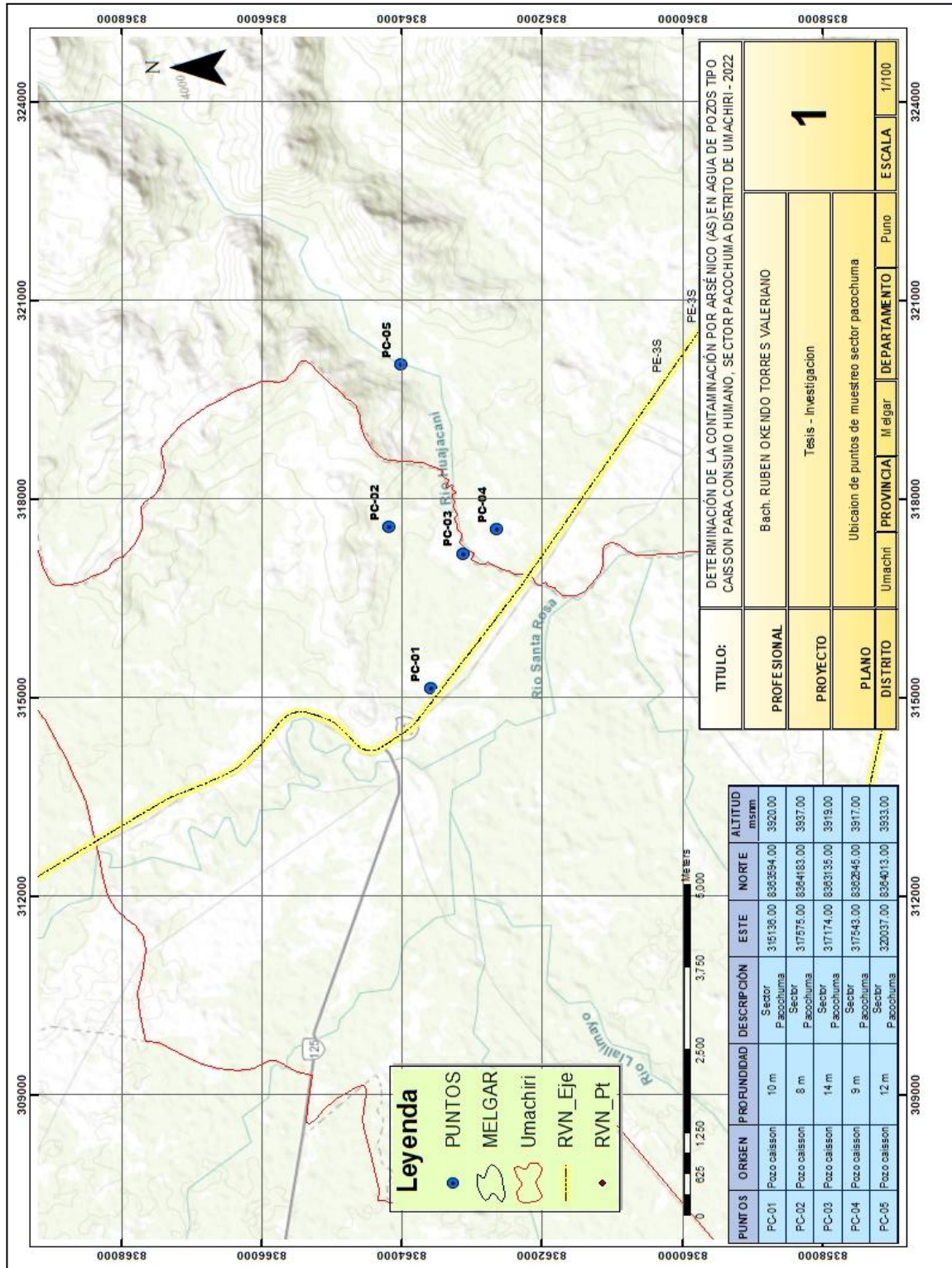


Figura 24: Ubicación de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 08: Panel fotográfico



Figura 25: Pozos Caisson con sistema de bombeo (Motor).



Figura 26: Profundidad de pozos en sistema de bombeo - Motor (Época de estiaje)



Figura 27: Pozos Caisson con sistema manual.



Figura 28: Profundidad de pozos en sistema manual.



Figura 29: Envases para el recojo de muestras para el laboratorio (500 ml).



Figura 30: Equipo y materiales para levantamiento de muestras.



Figura 31: Uso del multiparámetro



Figura 32: Envases de polietileno de 500 mL para cada muestreo.



Figura 33: Verificación de la estabilización del equipo para los parámetros de campo.



Figura 34: Llenado de muestra en el envase de 500 mL.



Figura 35: Cumpliendo el protocolo para levantamiento de muestra de 500 mL.

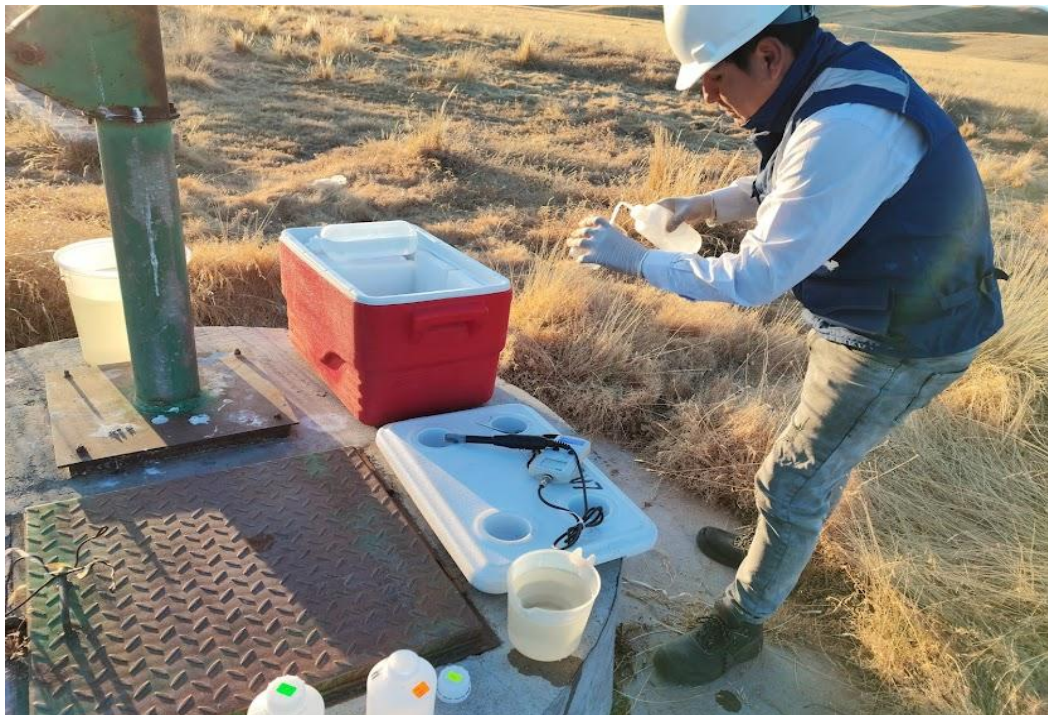


Figura 36: Utilización de las Piseta para desinfectar los equipos y materiales.



Figura 37: Medición de pH, Conductividad, T°, Sólidos totales disueltos.



Figura 38: Recojo de los datos en in situ de los parámetros en la hoja de campo.



Figura 39: Verificación de la turbiedad en Inca cancha.



Figura 40: Colocación de la muestra recogida de agua de pozo en el cooler.

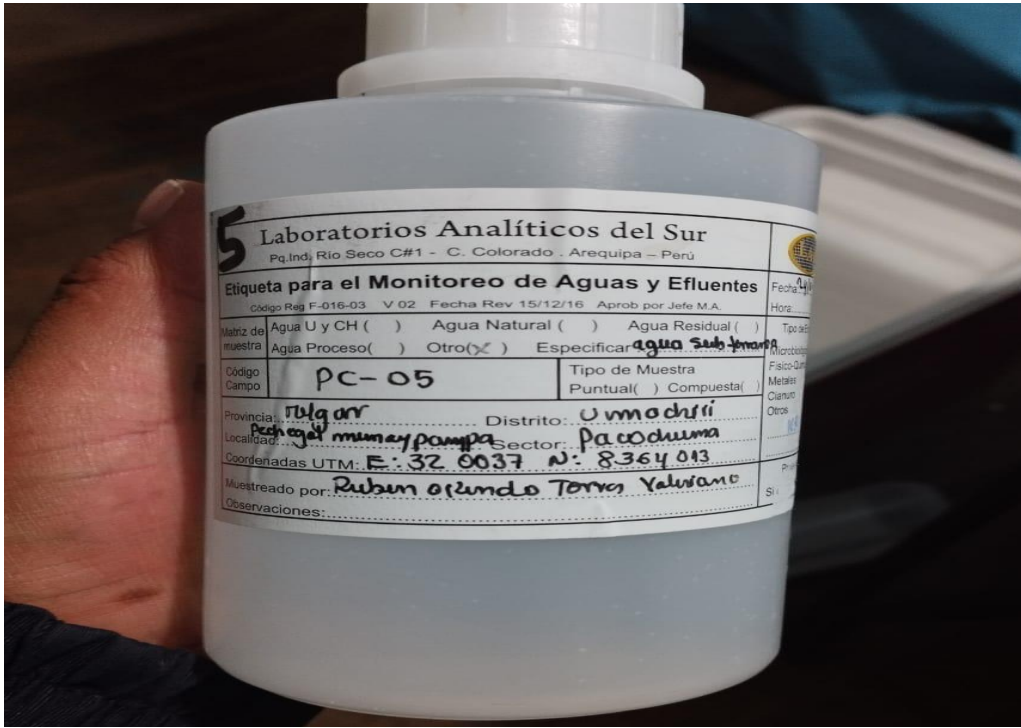


Figura 41: Muestra rotulada para para el laboratorio



Figura 42: Muestras rotuladas.



Figura 43: Poblador de la zona estudio – Sector Pacochuma.



Figura 44: Coordinación con el poblador de la zona de estudio.



Figura 45: Laboratorio Analíticos del Sur.



Figura 46: Entrega de muestras al laboratorio (Cooler).



Figura 47: Entrega de cadena de custodia y registro de las muestras.