



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN BARRIOS DEL
SECTOR DE LA CURVA DE LA PARROQUIA PUERTO BOLIVAR, 2021

PINEDA ENCALADA VIVIANA SOLANGE
INGENIERA QUÍMICA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN BARRIOS
DEL SECTOR DE LA CURVA DE LA PARROQUIA PUERTO
BOLIVAR, 2021

PINEDA ENCALADA VIVIANA SOLANGE
INGENIERA QUÍMICA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN BARRIOS DEL SECTOR DE
LA CURVA DE LA PARROQUIA PUERTO BOLIVAR, 2021

PINEDA ENCALADA VIVIANA SOLANGE
INGENIERA QUÍMICA

GONZALEZ CARRASCO VICTOR HUGO

MACHALA, 21 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
2022

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN BARRIOS DEL SECTOR DE LA CURVA DE LA PARROQUIA PUERTO BOLIVAR, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

1 %

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1 %
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
3	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
4	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, PINEDA ENCALADA VIVIANA SOLANGE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN BARRIOS DEL SECTOR DE LA CURVA DE LA PARROQUIA PUERTO BOLIVAR, 2021, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 21 de febrero de 2022



PINEDA ENCALADA VIVIANA SOLANGE
0750466807

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo se lo dedico en primer lugar a Dios que desde el primer momento me dio las fuerzas necesarias para llegar a donde estoy. A mi madre Lourdes Encalada por ser un ejemplo de valentía y firmeza y apoyarme en la carrera desde que la comencé hasta el día de hoy, por enseñarme minuciosamente a cómo enfrentarme a la vida y jamás dejarme sola. A mi abuela Clarita Espinoza por construir los principios y las bases de lo que soy ahora, por su enorme paciencia y comprensión en los momentos complejos y por los consejos para mantenernos unidos como familia a través de los años. A mi padre Charles Pineda por darme motivos para inspirarme y ser feliz cada día a ser una mejor persona, y por enseñarme que cada día es nuevo para saludar. A Joe Belduma por haberme acompañado durante todo el transcurso de mi tesis y darme aliento en cada paso, por su paciencia y gran amor brindado.

Viviana Solange Pineda Encalada

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por siempre darme vida y permitirme llegar a donde estoy, a mi familia por apoyarme en cada decisión que tome para comenzar mi carrera profesional, por darme motivos de inspiración para seguir estudiando, por escucharme en mis momentos de felicidad y tristeza y darme siempre un consejo que ha aliviado el momento y mi alma a la vez. A Joe Belduma, por estar ahí conmigo en cada momento no solo de mi tesis, sino desde que comenzó mi carrera profesional, haciéndome sentir única y finalmente enseñarme el significado de lealtad.

A mi tutor el Dr. Víctor Hugo González por permitirme ser su tesista y guiarme en todo el proceso de mi tesis. A mis compañeros por convertir la desesperación en momento de tranquilidad. A mis especialistas que cada día nos enseñan algo nuevo para crecer.

Viviana Solange Pineda Encalada

RESUMEN

El incremento de contaminantes de origen natural o antropogénicas ha generado un deterioro en la calidad de las aguas subterráneas transformando a este recurso hídrico en una fuente no apta para el consumo humano. La protección y correcta captación de las aguas permite de esta manera garantizar la calidad de la fuente de suministro para el servicio de agua potable. Este trabajo tiene como objetivo Determinar la calidad del agua de los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que distribuye la planta de potabilización del pozo Gonzáles Rubio mediante el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, para evaluarlos bajo la normativa nacional e internacional. Las tomas de muestras se las realizó en cada barrio en la llave de paso de la red de distribución de agua de la planta de tratamiento dentro de un periodo prudencial de 15 días; 7, 22 de noviembre y 7 de diciembre del 2021 dónde se determinaron indicadores fisicoquímicos in situ como el pH, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica, y temperatura mediante un analizador multiparametrico, el análisis de color, oxígeno disuelto, cloro residual y coliformes fecales fueron realizados en los laboratorios de la UTMACH, a excepción del arsénico que fue en la Universidad Politécnica Nacional de Quito. Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites permisibles de la Norma Técnica INEN 1108:2020-04. Se demostró que la mayoría de las muestras tomadas cumplen con los indicadores fisicoquímicos a excepción de 5 barrios como el Harry Álvarez I, Urseza III Sector I, Carmen Bautista, Virgen del Cisne I, Virgen del Cisne II obtuvieron valores por encima de los límites permisibles de color de 17 – 16 – 17 – 17 - 17 (PCU) respectivamente, para el caso del arsénico se enviaron 3 muestras a la UPN de Quito, donde los resultados 0.0256 – 0.0218 – 0.0213 (mg/L), están por encima de los valores permisibles según INEN 1108:2020-04, el oxígeno disuelto en todos los barrios los resultados están por debajo de los límites permisibles según TULSMA 2015 LIBRO VI ANEXO 1, los resultados de los análisis microbiológico se observó presencia de coliformes fecales en 4 barrios como el Harry Álvarez I, Puerto Azul, Urseza III Sector I y Urbanización Portal de los Esteros el cual indica que no cumplen con el límite permisible según INEN 1108:2020-04.

Los resultados obtenidos de cada muestra evidenciaron que, el color, el arsénico y el oxígeno disuelto fueron los parámetros físico químicos dónde algunos barrios no cumplieron con los límites permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2020-04 y el Texto

Unificado de Legislación Secundaria TULSMA 2015 LIBRO VI ANEXO 1, al igual que los análisis microbiológicos dónde la presencia de coliformes fecales se evidenció notablemente, lo cual indica que el agua que recibe la población no es apta para el consumo humano

Los indicadores de calidad forman parte de la higiene y salubridad que el agua potable debe tener al ser tratada correctamente y distribuida a los usuarios aplicando o implementando correctamente procesos de desinfección los cuales puedan erradicar alteraciones físico químicas o elementos contaminantes.

Palabras clave: Calidad del agua, agua de pozo, arsénico, coliformes

ABSTRACT

The increase in pollutants of natural or anthropogenic origin has generated a deterioration in the quality of groundwater, transforming this water resource into a source not suitable for human consumption. The protection and correct collection of water allows in this way to guarantee the quality of the source of supply for the drinking water service. This work aims to determine the water quality of the neighborhoods of the sector of the curve of the Puerto Bolívar parish that distributes the purification plant of the Gonzales Rubio well through the analysis of the physical-chemical and microbiological parameters, to evaluate them under national and international regulations. The samples were taken in each neighborhood at the stopcock of the water distribution network of the treatment plant within a prudential period of 15 days; November 7, 22 and December 7, 2021 where in situ physicochemical indicators such as pH, total dissolved solids, electrical conductivity, and temperature were determined by means of a multiparametric analyzer, the analysis of color, dissolved oxygen, residual chlorine and fecal coliforms were carried out in the laboratories of the UTMACH, with the exception of arsenic that was at the National Polytechnic University of Quito. The results obtained were compared with the permissible limits of the INEN Technical Standard 1108:2020-04. It was shown that most of the samples taken meet the physicochemical indicators except for 5 neighborhoods such as Harry Álvarez I, Urseza III Sector I, Carmen Bautista, Virgen del Cisne I, Virgen del Cisne II obtained values above the permissible color limits of 17 – 16 – 17 – 17 – 17 (PCU) respectively, for the case of arsenic, 3 samples were sent to the UPN of Quito, where the results 0.0256 – 0.0218 – 0.0213 (mg / L), are above the permissible values according to INEN 1108: 2020-04, the dissolved oxygen in all neighborhoods the results are below the permissible limits according to TULSMA 2015 BOOK VI ANNEX 1, the results of the microbiological analysis the presence of fecal coliforms was observed in 4 neighborhoods such as Harry Álvarez I, Puerto Azul, Urseza III Sector I and Portal de los Esteros Urbanization which indicates that they do not comply with the permissible limit according to INEN 1108:2020-04.

The results obtained from each sample showed that color, arsenic and dissolved oxygen were the physical-chemical parameters where some neighborhoods did not comply with the permissible limits of the Ecuadorian Technical Standard INEN 1108:2020-04 and the Unified Text of Secondary Legislation TULSMA 2015 BOOK VI ANNEX 1, as well as

the microbiological analyzes where the presence of fecal coliforms was remarkably evidenced, which indicates that the water received by the population is not suitable for human consumption

Quality indicators are part of the hygiene and sanitation that drinking water must have when treated correctly and distributed to users by correctly applying or implementing disinfection processes which can eradicate physical-chemical alterations or contaminating elements.

Keywords: water quality, well water, arsenic, coliforms

ÍNDICE

DEDICATORIA	- 1 -
AGRADECIMIENTO.....	- 2 -
RESUMEN	- 3 -
ABSTRACT.....	- 5 -
ÍNDICE.....	- 7 -
CAPITULO I	- 14 -
1. INTRODUCCIÓN	- 14 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 15 -
1.1.1. PROBLEMA GENERAL.....	- 16 -
1.1.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	- 16 -
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	- 17 -
2. ALCANCE.....	- 18 -
3. OBJETIVOS	- 18 -
3.1.1. Objetivos General.....	- 18 -
3.1.2. Objetivos Específicos	- 18 -
4. HIPÓTESIS.....	- 19 -
CAPITULO II	- 20 -
2. MARCO TEORICO.....	- 20 -
2.1. Contaminación de aguas superficiales y subterráneas	- 20 -
2.1.1. Tipos de contaminantes presentes en aguas subterráneas	- 20 -
2.2. Calidad del agua	- 21 -
2.3. Según sus usos particulares	- 21 -
2.3.1. Agua dulce	- 21 -
2.3.2. Agua salada	- 21 -
2.3.3. Agua cruda	- 21 -
2.4. Agua Subterránea	- 22 -

2.4.1.	Factores que alteran la composición del agua.....	- 22 -
2.4.1.1.	Industria.....	- 23 -
2.4.1.2.	Agricultura	- 23 -
2.5.	Clasificación de las Aguas Subterráneas	- 23 -
2.5.1.	Aguas Freáticas	- 23 -
2.5.2.	Aguas Edáficas	- 24 -
2.6.	Acuíferos.....	- 24 -
2.7.	Pozo de Agua	- 25 -
2.7.1.	Composición de Agua de Pozo.....	- 26 -
2.8.	Indicadores fisicoquímicos de calidad para el agua potable	- 27 -
2.8.1.	Temperatura	- 27 -
2.8.2.	Turbiedad	- 27 -
2.8.3.	pH.....	- 27 -
2.8.4.	Cloro Libre	- 28 -
2.8.5.	Conductividad Eléctrica	- 28 -
2.8.6.	Dureza	- 28 -
2.8.7.	Sólidos Totales Disueltos	- 28 -
2.9.	Indicadores microbiológicos de calidad para el agua potable	- 29 -
2.10.	Contaminación de aguas subterráneas por metales pesados.....	- 29 -
2.11.	Agua potable	- 30 -
2.12.	Proceso de potabilización del agua de pozo.....	- 31 -
2.12.1.	Estación de bombeo de agua cruda (captación).	- 31 -
2.12.2.	Torre de aireación.....	- 32 -
2.12.3.	Cribado.....	- 32 -
2.12.4.	Tanque de coagulación y sedimentación (aclaración).....	- 32 -
2.12.5.	Filtración	- 32 -
2.12.6.	Tanque de cloración para desinfección	- 33 -

2.12.7.	Tipos de desinfectantes utilizados en el proceso de tratamiento de agua.	- 33 -
2.12.8.	Red de bombeo y distribución del agua potable	- 33 -
2.13.	Norma de calidad sobre el agua potable	- 34 -
2.14.	Parámetros fisicoquímicos bajo la norma INEN 1108-2020-04	- 35 -
2.15.	Parámetros Microbiológicos bajo la norma INEN 1108-2020-04.....	- 36 -
CAPÍTULO III.....		- 37 -
3.	METODOLOGÍA	- 37 -
3.1.	Tipo de diseño de investigación	- 37 -
3.1.1.	Identificación de Variables	- 37 -
3.1.2.	Variables independientes	- 37 -
3.2.3.	Variables Dependientes	- 37 -
3.2.	Población y Muestra	- 37 -
3.2.1.	Población.....	- 37 -
3.2.2.	Muestra.....	- 37 -
3.3.	Ubicación de la investigación.....	- 38 -
3.4.	Localización de la toma de muestra.....	- 38 -
3.5.	Toma de muestra	- 39 -
3.6.	Materiales, Equipos y Reactivos	- 40 -
3.6.1.	Materiales de laboratorio	- 40 -
3.6.2.	Equipos.....	- 40 -
3.6.3.	Reactivos	- 41 -
3.6.4.	Otros materiales.....	- 41 -
3.7.	MÉTODOS Y TÉCNICAS	- 41 -
3.7.1.	Recolección de muestras de agua	- 41 -
3.7.1.1.	Tipo de envase.....	- 42 -
3.7.1.2.	Transporte y conservación	- 42 -
3.7.1.3.	Requerimientos básicos de información	- 42 -

3.7.2.	Determinación de sólidos totales disueltos en las muestras de agua	- 42 -
3.7.3.	Determinación de sólidos totales en las muestras de agua	- 43 -
3.7.3.1.	Procedimiento para las cápsulas de porcelana	- 43 -
3.7.3.2.	Procedimiento para las cápsulas de porcelana	- 43 -
3.7.4.	Determinación de la turbiedad en las muestras de agua	- 44 -
3.7.4.1.1.	Calibración	- 44 -
3.7.5.	Determinación del color en las muestras de agua	- 44 -
3.7.6.	Determinación de Coliformes Fecales (Cualitativo)	- 44 -
3.7.6.2.	Preservación y almacenamiento	- 45 -
3.7.7.	Determinación de arsénico en el agua	- 45 -
CAPITULO IV		- 46 -
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 46 -
4.1.	Valores de indicadores químicos	- 46 -
4.2.	Valores de indicadores físicos	- 48 -
4.3.	Valores de indicadores microbiológicos	- 50 -
4.4.	Gráficas más representativas de cada indicador evaluado.	- 51 -
4.5.	Evaluación comparativa de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2020-04, Texto Unificado de Legislación Secundaria Y Medio Ambiente (TULSMA 2015), Organización Mundial de la Salud (OMS) con Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table (2020-09-04) - 55 -	- 55 -
5.	DISCUSIÓN	- 57 -
CAPITULO V		- 59 -
6.	CONCLUSIÓN	- 59 -
CAPITULO IV		- 60 -
BIBLIOGRAFIA		- 61 -
ANEXO 1		- 69 -
ANEXO 2		- 77 -
ANEXO 3		- 80 -

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: ESTÁNDARES FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO BAJO LA NORMA INEN 1108:2020-04	- 35 -
TABLA 2: ESTÁNDAR DEL PH EN AGUA DE CONSUMO HUMANO BAJO LA NORMA INEN 1108:2020-04	- 35 -
TABLA 3: ESTÁNDARES MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO BAJO LA NORMA INEN 1108:2020-04	- 36 -
TABLA 4: COORDENADAS DE LOS BARRIOS	- 38 -
TABLA 5: MATRIZ DE PARÁMETROS QUÍMICOS DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL POZO “GONZALES RUBIO” QUE DISTRIBUYE A LOS BARRIOS DE LA PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR”	- 46 -
TABLA 6: MATRIZ DE PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL POZO “GONZALES RUBIO” QUE DISTRIBUYE A LOS BARRIOS DE LA PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR”	- 48 -
TABLA 7: MATRIZ DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, DE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL POZO “GONZALES RUBIO” QUE DISTRIBUYE A LOS BARRIOS DE LA PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR”	- 50 -
TABLA 8: INDICADORES FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	- 55 -

INDICE DE FIGURAS

FIGURE 1: SISTEMA HIDROLÓGICO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	- 24 -
FIGURE 2: CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE AGUA DE POZO	- 26 -
FIGURE 3: PROCESO DE POTABILIZACIÓN	- 34 -
FIGURE 4: UBICACIÓN DE LOS BARRIOS QUE DISTRIBUYE LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DEL POZO GONZÁLEZ RUBIO SECTOR DE LA CURVA DE LA PARROQUIA PUERTO BOLÍVAR	- 38 -

INDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1: ANÁLISIS DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS.....	- 51 -
GRÁFICA 2: ANÁLISIS DE TURBIEDAD.....	- 52 -
GRÁFICA 3: ANÁLISIS DE COLOR.....	- 52 -
GRÁFICA 4: ANÁLISIS DE OXÍGENO DISUELTO EN (MG/L)	- 53 -
GRÁFICA 5: ANÁLISIS DE OXÍGENO DISUELTO EN %	- 53 -
GRÁFICA 7: ANÁLISIS DE ARSÉNICO.....	- 54 -

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso hídrico fundamental para todo organismo vivo, el planeta tierra está formado en un gran porcentaje de agua como son los océanos, mares, ríos, lagos, glaciares, etc., el volumen de agua dulce es inferior con respecto a las grandes masas, gran parte de la población utiliza las aguas subterráneas y/o aguas superficiales como fuente de agua potable, éstas aguas no pueden ser ingeridas directamente debido a que se debe realizar un tratamiento previo de potabilización cumpliendo con la norma establecida de agua para consumo humano¹.

Las aguas residuales procedentes de actividades industriales agrícolas y domesticas generan un gran impacto ambiental debido a la presencia de contaminantes tanto químicos, orgánicos e inorgánicos que por medio de filtraciones y trasmisiones, las aguas subterráneas del manto acuífero modifican su calidad y naturaleza química².

Así mismo las enfermedades que se pueden originar a causa de la contaminación de las fuentes de captación para agua potable, la insalubridad en las aguas afecta drásticamente en la calidad como la vida de todo organismo vivo, la presencia de agentes infecciosos, microorganismos y compuestos químicos, provocan un sin número de enfermedades tales como: cólera, diarrea, tifoidea, hepatitis, etc³.

La contaminación y la escasez del agua son retos de tipos político económico y social debido a un abastecimiento y distribución inoperante ante una falta de estudio científico y avance tecnológico y no específicamente a la falta del recurso hídrico, la administración y gestión del agua es insuficiente en presencia de la contaminación que se está originando a causa de muchos factores tanto naturales como antropogénicos^{4,5}.

La evaluación de la calidad permitirá identificar contaminantes presentes en el agua, realizando su respectiva toma de muestra y realizar posteriormente un análisis fisicoquímico y microbiológico, y así tomar consciencia con respecto a la importancia de que el agua permanezca y cumpla con la higiene y salubridad en la población.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es un recurso hídrico que debe ser protegido en cada nación, existe un gran riesgo mundial debido a la contaminación que se está generando a partir de las acciones del hombre como su continua explotación de reservas naturales y aparte la sobrepoblación en el mundo que de esta manera la naturaleza va cambiando su curso y alterando la composición del suelo el aire y el agua⁵.

Cabe destacar que debido al crecimiento poblacional y todas las actividades que presentan un riesgo para la calidad del agua, hace que se busquen nuevos espacios para la extracción de aguas subterráneas para abastecer a los pueblos aledaños, y el continuo enfoque en los parámetros fisicoquímico y microbiológico a fin de que la salud de la población no se vea afectada,⁶ es por eso que algunos países han aprobado estrategias tanto políticas, económicas y sociales con el objetivo de gestionar integralmente los recursos hídricos y así regular el abastecimiento de agua a las comunidades desde su captación hasta su distribución⁷.

Ecuador es uno de los países que utiliza a los acuíferos para la extracción de aguas subterráneas, considerando un suministro hídrico seguro y económico, pero a partir de la presencia de contaminantes altamente peligrosos el agua ha cambiado su composición química pura. En el oriente ecuatoriano las provincias de Sucumbíos y Orellana se encuentran afectadas debido al derrame de 16.8 millones de galones que la industria petrolera Texaco origino mientras estaba en Ecuador, de esta manera la calidad del agua se volvió vulnerable para la presencia de enfermedades para el consumo de la población⁸⁹.

En la provincia de El Oro se encuentra la ciudad de Machala que cuenta con 231'260 habitantes, donde surge el problema sobre la calidad del agua potable, la empresa encargada de abastecer a la población, capta aguas de dos fuentes (superficial y subterránea), que posteriormente mediante un tratamiento de potabilización se realiza un sistema de distribución

Al noroeste del sector de la curva de Puerto Bolívar, cabecera cantonal del Cantón Machala, se encuentran los barrios que la Planta de potabilización del pozo González Rubio abastece de agua potable. Uno de los problemas detectados en la comunidad recae en la

inconformidad del agua que consumen, pues alegan que el agua no cumple con los parámetros establecidos y por consiguiente la presencia de enfermedades que presentan problemas gastrointestinales y picazón y etc.,

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿El agua que reciben los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que distribuye la planta de potabilización del pozo González Rubio, cumplen con los parámetros de calidad apta para el consumo humano de acuerdo a las normativas nacional e internacional?

1.1.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cuáles son los valores físico químicos que determinan la calidad del agua de los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que, distribuye la planta de potabilización del pozo González Rubio?

¿Cuáles son los valores microbiológicos que determinan la calidad del agua de los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que, distribuye la planta de potabilización del pozo González Rubio?

¿Los parámetros de calidad nacional del agua de los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que distribuye la planta de potabilización del pozo González Rubio se encuentran aceptables bajo la norma internacional?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La contaminación del agua es un problema ambiental muy grande, debido a que el 4% de muertes en el mundo se da por la mala calidad de agua que consumen los seres humanos, la presencia de materia orgánica e inorgánica altera drásticamente la calidad y composición del agua provocando así consecuencias ambientales¹⁰.

La contaminación de tipo industrial, agrícola y urbano condicionan la calidad de los mecanismos hidrológicos tanto superficial como subterráneo el cual representa un riesgo para el suministro de agua potable, y una afectación para la salud de la población provocando la vulnerabilidad las fuentes de captación hídrica a partir de las actividades antropogénicas que cada día se realiza a nivel mundial².

Aquellos problemas ambientales enfocados en la ausencia de un tratamiento eficaz para tratar las aguas residuales o disminuir el uso de productos químicos, hace que la contaminación de aguas subterráneas se vuelva cada vez más severa, hasta llegar al punto de perder una fuente de recurso hídrico importante para la población¹¹.

Debido a la inconformidad de la calidad del agua potable que recibe la población, y que es fundamental para el desarrollo sostenible salubridad ambiental, esta investigación tiene como objetivo determinar la calidad del agua de los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que distribuye la planta de potabilización del pozo Gonzáles Rubio mediante el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, para evaluarlos bajo la normativa nacional e internacional¹².

1.3. ALCANCE

El presente proyecto considera importante la medición in situ de parámetros como el pH, temperatura (T), sólidos totales disueltos (STD), conductividad eléctrica (uS) analizados mediante un instrumento multiparamétrico “*Analytical Instrument PH-3508*”; ”; la medición del oxígeno disuelto (mg/L), mediante el equipo “*Portable Dissolved Oxygen Meter*” y en laboratorio los parámetros de color (PCU), mediante un espectrofotómetro UV-Visible “*HACH1900*”; la turbiedad (NTU), mediante el equipo “*Turbidimeter HACH-2100N*”; los sólidos totales ((mg/L)), mediante la técnica de sólidos totales secados; la medición del cloro (Cl⁻), con la ayuda del kit químico de cloro libre; la medición de arsénico (mg/L), realizada externamente en la ciudad de Quito, mediante el equipo de absorción atómica “(PE-V-62/ EPA7010)” y coliformes fecales, mediante un análisis cualitativo por la técnica de tubos múltiples del número más probable (NMP). Y de esa manera la determinación de los indicadores de evolución del agua para consumo humano bajo la normativa nacional e internacional¹³.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivos General

- Determinar la calidad del agua de los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que distribuye la planta de potabilización del pozo Gonzáles Rubio mediante el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, para evaluarlos bajo la normativa nacional e internacional.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar la calidad del agua de los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que distribuye la planta de potabilización del pozo Gonzales Rubio mediante la determinación de parámetros fisicoquímicos.
- Analizar la calidad de agua de los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que distribuye la planta de potabilización del pozo Gonzales Rubio mediante la determinación de parámetros microbiológicos.

- Comparar los datos obtenidos de las muestras de agua con los límites permisibles bajo la normativa nacional e internacional.

1.5. HIPÓTESIS

El agua de los barrios del sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar que distribuye la planta de potabilización del pozo Gonzales Rubio no cumple con la normativa de calidad establecida en la norma ISO 1108-2020-04.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Contaminación de aguas superficiales y subterráneas

Las aguas superficiales son las más vulnerables ante la contaminación ambiental mientras que las subterráneas son las más protegidas, pero ante la gran cantidad de materia orgánica e inorgánica, el cambio climático, la variación de la temperatura, el calentamiento global, actividades industriales y agrícolas, pueden ser los factores principales para que la calidad de las aguas subterráneas se vea alterada¹⁴.

La presencia de nitratos y otros compuestos en los acuíferos es preocupante debido al nivel de filtración hasta llegar a aguas subterráneas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece parámetros de calidad fisicoquímicos y microbiológicos, e indica los límites permisibles de cada elemento, cuando el agua supera los estándares establecidos, se concluye que es un riesgo sanitario para el consumo humano¹⁵.

2.1.1. Tipos de contaminantes presentes en aguas subterráneas

- Nitratos
- Desinfectantes y subproductos
- Compuestos inorgánicos tóxicos: Arsénico

La calidad de las aguas subterráneas es variable ya que depende de las actividades tanto antropogénicas del hombre tales como: residuos industriales, aplicación de fertilizantes en el suelo, actividades mineras y fugas de aguas residuales y fenómenos naturales como infiltraciones del suelo y procesos geoquímicos¹⁶. De esta manera la composición química del agua varía de acuerdo a su entorno.

2.2. Calidad del agua

El agua es un recurso importante en la vida de todo ser vivo también considerado como un derecho fundamental, por lo tanto, su disponibilidad debe ser garantizada para la población presente, la calidad del agua debe estar en condiciones óptimas para su repartimiento por ello, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha creado normativas que permita cada administración nacional cumpla y así ofrecer una fuente de consumo adecuada¹⁷.

El suministro de agua para consumo humano y su uso en la preparación de alimentos debe cumplir con el índice de calidad, así mismo la ausencia de cualquier riesgo considerable que pueda afectar la salud del ser humano. A nivel mundial existen naciones donde el agua no es suministrada y distribuida correctamente, por ejemplo, las comunidades ubicadas en el campo dedicadas a la agricultura son las más vulnerables debido a la carencia y deficiencia del agua¹⁸.

2.3. Según sus usos particulares

2.3.1. Agua dulce

Estas aguas poseen poca concentración de sales minerales, solamente el 2% de agua dulce está compuesta la tierra.

2.3.2. Agua salada

Es aquella agua que posee alrededor del 35% de sales minerales considerándose dentro de este tipo a los mares y océanos

2.3.3. Agua cruda

Es aquella agua, que no ha recibido ningún tratamiento previo, modificando de esta manera sus características físicoquímico y microbiológico

2.4. Agua Subterránea

Las aguas subterráneas son consideradas como una fuente de suministro para agua de consumo humano, que mediante el crecimiento poblacional y asentamiento urbanos, se han buscado alternativas que permitan el acceso a una agua de buena calidad para la población, cabe destacar que a partir de las diferentes situaciones climáticas su obtención y tratamiento es más complejo, debido a que las precipitaciones pluviales afectarán a las capas freáticas mediante la propagación de contaminantes en el suelo, con todo esto la composición de las aguas subterráneas se verán afectadas tanto física, química como microbiológicamente.¹⁹

La calidad de las aguas subterráneas dependerá de su composición química o sea de las sales y minerales que contenga, de esta manera las aguas pueden catalogarse en distintos tipos: aguas dulces y salinas, por esa razón la calidad del agua subterránea se la obtiene a partir de sus concentraciones químicas y mineralógicas ²⁰.

Para que la calidad del agua y su composición puedan determinarse será a partir de los factores exógenos que se producen en el ecosistema como: precipitaciones pluviales y procesos geoquímicos, y también de la acción del hombre, el cual debido a sus actividades antropogénicas tales como el desarrollo industrial, la agricultura y ganadería modificará el sistema de almacenamiento de agua en los acuíferos y finalmente alteran la calidad de las aguas subterráneas²¹.

Los procesos hidro geoquímicos determinan la calidad de las aguas subterráneas mediante la cantidad de sólidos totales disueltos (STD) que hacen referencia a la materia y elementos disueltos en la misma, los sólidos totales comprenden sales inorgánicas como: calcio (Ca), potasio (K), Sodio (Na), a su vez materia orgánica presente¹⁶.

2.4.1. Factores que alteran la composición del agua

Existen muchos factores capaces de alterar la composición del agua ya sea de manera directa o indirecta, es por eso que la presencia de bacterias, minerales y sustancias surgirán indeterminadamente, debido a las acciones antropogénicas del hombre o también las transformaciones que se originan a partir del medio y entorno ambiental²².

2.4.1.1. Industria

La contaminación de las aguas subterráneas se da en su gran mayoría a partir de las actividades industriales, los procesos realizados por las industrias son controlados las aguas residuales que provocan no tienen el mismo fin, ya que utilizan un sin número de sustancias orgánicas y metales pesados tales como: Mercurio (Hg), Cobre (Cu), Cadmio (Cd), Arsénico (As) y Plomo (Pb),²³ de este modo existe un gran impacto ambiental que se genera y el cual debe ser controlado y tratado.

2.4.1.2. Agricultura

La agricultura es la actividad que ocupa en su gran mayoría aguas subterráneas de acuíferos a nivel mundial, los agricultores utilizan fertilizantes y productos químicos agrícolas para sus cultivos, al tener contacto con el suelo los componentes de los productos serán absorbidos, lo que hará que algunos perfiles de los subsuelos puedan degradar y atenuar los contaminantes, otros perfiles no tendrán la misma capacidad para hacerlo, y de esta manera los acuíferos se contaminan debido a la absorción de componentes químicos que han sido filtrados²⁴.

Existen algunas técnicas para tratar las aguas provenientes de actividades agrícolas e industriales, una de ellas es la fitorremediación el cual consiste en la utilización de plantas que decodifican el medio contaminado²⁵.

2.5. Clasificación de las Aguas Subterráneas

2.5.1. Aguas Freáticas

Cuando existe contaminación de aguas subterráneas, los acuíferos de tipo freático o no confinado serán más vulnerables debido al poco grosor de su capa y de esa misma forma la poca profundidad que mantiene, una fuente de contaminación en los acuíferos se da por procesos de lixiviación de actividad agrícola, industrial y principalmente minera, para poder restaurar o eliminar la mayor cantidad de contaminantes de un acuífero, se deben aplicar tratamientos complejos y de alto valor, por lo tanto es preferible prevenir la absorción de componentes químicos a través del suelo y vertimientos de procesos industriales^{24,26}.

2.5.2. Aguas Edáficas

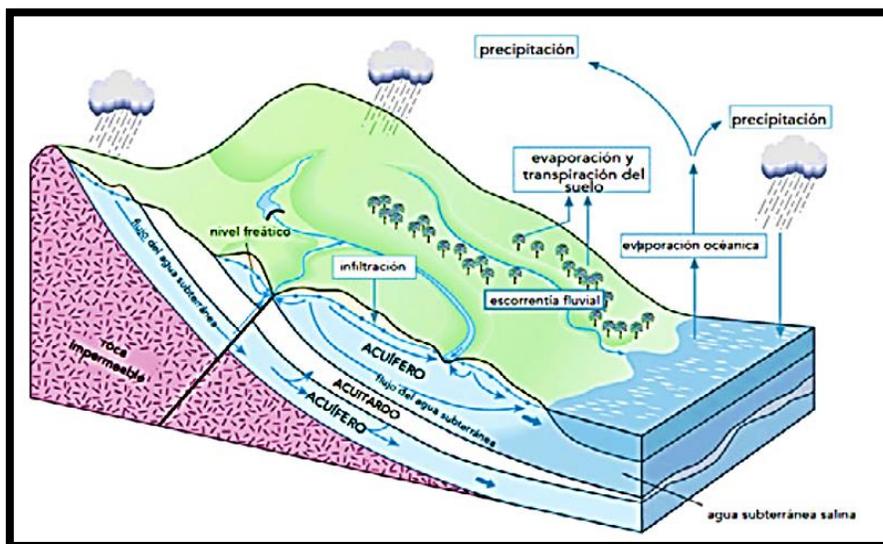
Estas aguas poseen capilaridad y tensión superficial debido a que se encuentran retenidas formando acuíferos, debido a la tensión que existe las partículas sólidas y los poros hace que el agua no circule por los conductos capilares, sino mitiguen las transmisiones N₂ y CO₂ que el suelo demanda²⁷.

2.6. Acuíferos

La conservación de los ecosistemas depende de la gestión sostenible de los acuíferos para las aguas subterráneas de extracción o de salida, tales como los ríos y lagos, así también la presencia de humedad en bosques húmedos, estos campos necesitan de aguas subterráneas para una mejor capacidad del suelo²⁸. Y más que todo la disponibilidad de una buena calidad del agua para la salud y seguridad alimentaria

Las condiciones en las que se encuentra un acuífero dependerá indispensablemente de los factores exógenos, como cambios climáticos, temperatura y concentraciones de Co₂, alterando de esa manera el ciclo hidrológico afectando la calidad en la recarga y descarga de las aguas subterránea²⁹ ²⁸.

Figure 1: Sistema Hidrológico de Aguas Subterráneas



Fuente: ²⁸

Muchos países tienen el gran desafío de proteger y resguardar sus acuíferos debido a la sobreexplotación que generan para obtener agua subterránea y la posible degradación de los acuíferos, que mediante un tratamiento previo a su obtención se crea una fuente agua para consumo humano, esta acción puede generar a través de los años el descenso de agua superficial y/o intrusión salina³⁰.

Cuando un acuífero se contamina se deben aplicar tratamientos eficientes con el objetivo de preservar y cuidar sus condiciones para que así las generaciones futuras pueden disfrutar y de la misma manera cuidar las reservas que forman parte de una fuente de agua para consumo humano

El ciclo del agua fluye hasta un punto determinado el cual permite la filtración, para que después pueda salir a la superficie mediante tensores que ayudan al surgimiento del agua, la permanencia de los minerales da paso a rápida reacción de las rocas primarias que generan cambios en la calidad de aguas subterráneas³¹.

2.7. Pozo de Agua

Los pozos de agua son perforaciones de captación superficial con una profundidad de 3 a 9 m, están recubiertas de piedra hormigón y ladrillo para evitar el deterioro y derrumbamiento, su construcción es de forma cilíndrica el cual proyecta el descenso del agua mediante el bombeo formando un gradiente hidráulico que permita la fluidez del agua en el acuífero hacia el pozo

Cuando se realizan perforaciones a un nivel profundo, permite que la contaminación por arsénico sea mínima, y así proveer de una buena calidad de agua a la población, cuando los pozos son más profundos tendrá un valor económico mucho más alto que los pozos no tan profundos²⁸.

Para poder extraer las aguas subterráneas se emplea motores y bombas hidráulicas utilizando gasolina como fuente de energía, el uso de este tipo de combustible genera una gran contaminación atmosférica ya que genera emisiones de (CO₂, NO_x, Pb)³².

2.7.1. Composición de Agua de Pozo

La vulnerabilidad de las aguas subterráneas cada vez es mayor debido a la creciente contaminación que se ha generado a través de los años, a partir de las actividades humanas y fenómenos naturales, de modo que los contaminantes serán arrastrados y permitirán su infiltración³³.

Cabe indicar que no podremos encontrar agua totalmente pura, sin excesos ni faltas de sus componentes principales por consiguiente el ser humano requiere de pequeñas y aceptables cantidades presentes en el agua la química del agua se ha venido modificando por las diferentes actividades humanas³⁴.

Una de las principales causas para que el agua subterránea tenga algunas componentes tóxicos y no buenos para el consumo humano, son las erupciones volcánicas ya que son generan diversas sustancias peligrosas para el medio ambiente y el ser humano, entre ellas están: Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Fluoruros (F-). Estos últimos son compuestos inorgánicos que son arrastrados por las aguas subterráneas, afectando de esa manera su composición³⁵.

No obstante el flúor es un elemento importante para el ser humano, a partir de normas nacionales e internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece un rango mínimo de ingesta que es de (1.2 (mg/L)), si el valor permisible se sobrepasa, se necesita realizar monitoreos constantes o verificar el procesos de potabilización³⁶.

Figure 2: Caracterización química de agua de pozo

Sustancia química	Fuente	Efectos
Nitratos	Agua residuales Fertilizantes	Methemoglobinemia Posibles favorecedores de la carcinogénesis
Sustancias orgánicas volátiles y plaguicidas	Tintes, gasolina, etc.	Efectos específicos de la sustancia
Plomo	Filtrado a partir del metal de las bombas sumergibles, de una soldadura o de viejas tuberías de plomo	Deterioro del desarrollo neurocognitivo
Arsénico	Presente en formaciones rocosas específicas (p. ej., cinturón orogénico de pizarra en el sureste de Estados Unidos, Nevada, Alaska y otras regiones occidentales)	Carcinogénico (tumores de vejiga, piel y pulmón) en seres humanos
Compuestos de cromo VI	Usado en galvanización y otras industrias	Tóxico y carcinogénico en animales de laboratorio
Radón	Gas radiactivo de origen natural	Carcinógeno (pulmón) en seres humanos
Flúor	Un elemento que aparece de forma natural en el agua de algunas regiones de Estados Unidos	Prevención aceptada de la caries dental, se administran suplementos si las concentraciones son bajas

Fuente: ³⁷

2.8. Indicadores fisicoquímicos de calidad para el agua potable

2.8.1. Temperatura

La variación de la temperatura afecta en la densidad del agua debido a que esta influye en el retardo o rápido crecimiento bacteriano, precipitación de compuestos, la desinfección en los procesos de mezcla, la formación de depósitos, floculación, sedimentación y filtración, en altas temperaturas, las partículas en suspensión modifican su cinética, y en un descenso en la temperatura los flóculos presentes tienden a resistirse a la sedimentación

Este indicador de calidad de agua, repercutirá en la presencia de componentes inorgánicos y compuestos químicos que podría afectar al sabor del agua, como el potencial de hidrógeno, déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica, entre otras variables fisicoquímicas³⁷.

2.8.2. Turbiedad

La turbidez es la falta de transparencia del agua debido a la presencia de materias insolubles en suspensión, coloidales o finos como producto de la erosión del suelo, de materia orgánica, desechos industriales, descargas de agua residual y de la presencia de algas. Los elevados niveles de turbidez en el agua presentan indicios de contaminación y un riesgo microbiológico para el ser humano, estimulando la proliferación de bacterias y aumentando así la demanda de cloro³⁸.

2.8.3. pH

El pH es un indicador importante para determinar la calidad del agua que mediante los procesos químicos y biológicos se puede verificar si la sustancia es básica, ácida o neutra.

Se define al pH como el logaritmo negativo de la concentración de hidrógenos positivos, donde las letras "pH" es una abreviatura de "potencial de hidrógeno" y la escala de pH varía entre 0 a 14, el cual al ser 7 marcará la neutralidad de la sustancia, los valores de pH por debajo de 7 indica que es una sustancia ácida y si está por encima de 7 indica que aquella sustancia es básica³⁹.

2.8.4. Cloro Libre

La adición de cloro a las fuentes de agua se da con el propósito de desactivar o eliminar actividad microbiana retenida en el agua que son productores de enfermedades haciéndola apta para el consumo. Se la aplica al agua ya sea en estado elemental o como hipoclorito (NaClO) en un hidrolisis para obtener cloro libre, para su aplicación depende del pH del agua y de la dosis empleada por cada litro de agua haciendo que el cloro reaccione con el agua hasta su ruptura que se conoce como demanda⁴⁰.

2.8.5. Conductividad Eléctrica

La conductividad es una propiedad fisicoquímica importante en el análisis del agua ya que mide la capacidad de transportar energía eléctrica, las unidades en el Sistema Internacional son siemens por metro (S/m), a su vez posee una exacta relación con la concentración de sólidos totales disueltos o sales minerales, en la disolución, los iones se disocian y así originan un campo de corriente eléctrica⁴¹.

2.8.6. Dureza

La dureza es otra propiedad característica de la calidad del agua el cual mide la concentración de sales de calcio y magnesio que permanecen disueltas en el agua, existen tres tipos de durezas el cual se pueden identificar⁴¹.

- Dureza mineral o temporal
- Dureza no mineral o permanente

2.8.7. Sólidos Totales Disueltos

A partir de los diferentes fenómenos que ocurren en el suelo, las aguas subterráneas se ven afectadas en su composición química, la calidad de éstas aguas depende en su gran parte a la presencia de TDS (Sólidos Totales Disueltos) debido a que cuantifican la concentración de minerales, sales y sustancias disueltas en el agua, tales como; Calcio (Ca),

Sodio (Na), Magnesio (Mg), compuestos como; cloruros y sulfatos, y poca cantidad de materia orgánica, según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente el Límite permisible de (TDS) Sólidos Totales Disueltos es de 1000 (mg/L) ¹⁶.

Es importante estudiar la composición química de las aguas subterráneas, para la aplicación de un tratamiento eficaz que pueda ser capaz de moderar las cantidades de sustancias y sales minerales y así cumplir con los indicadores establecidos de calidad del agua para consumo humano⁴².

2.9. Indicadores microbiológicos de calidad para el agua potable

2.9.1. Coliformes Fecales y Totales

Las coliformes fecales son indicadores de la calidad de las aguas, en la determinación de bacterias, virus y patógenos, por ello la contaminación de las aguas subterráneas es un problema mucho más grande en aquellos países subdesarrollados. Existen grandes ciudades que no cuentan con un tratamiento previo ante el vertimiento de aguas residuales, ya sea por actividades industriales o agrícolas⁴³.

2.10. Contaminación de aguas subterráneas por metales pesados

La presencia de metales pesados en las aguas subterráneas es perjudicial para la salud del ser humano, la contaminación se forma a partir de procesos industriales, mineros, agrícolas etc., a partir de estas actividades los metales se disuelven con el agua, el cual fluye constantemente por los ríos y mares, así mismo se filtran por el suelo que mediante sus capas algunos compuestos se irán degradando, pero otros traspasarán hasta llegar a los acuíferos que contaminarán las aguas subterráneas,⁴⁴ existen muchos metales pesados entre ellos están: Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Plomo (Pb) y el Arsénico (As).

El arsénico se encuentra en la corteza terrestre de forma natural combinado con otros elementos formando los que son algunos minerales como el “realgar” (As₄S₄) y el “orpimento” (As₂S₃), los fenómenos naturales también le dan paso a la creación de nuevas

rocas. Cuando se realizan análisis de calidad del agua potable, el arsénico se lo puede encontrar en arsenato (As+5) y arsenito (S+3)⁴⁵.

Ahora bien, la ingesta de arsénico ya sea en concentraciones pequeñas genera grandes problemas de salud ya que el arsénico es carcinógeno, produciendo problemas estomacales, lesiones dérmicas, neuropatía periférica daños de pulmón próstata y riñón, es así la importancia sobre la calidad del agua potable diariamente debido a muchos fenómenos ya sean naturales o antropogénicos, la cantidad del arsénico en el agua potable según la norma INEN 1108:2020 es de 0.01 (mg/L)^{46,47}.

Actualmente ya existen tratamientos convencionales eficaces para reducir la concentración de arsénico en las aguas subterráneas, estos procesos de remoción son específicamente tratamientos fisicoquímicos que son: coagulación y floculación, proceso de oxidación, intercambio iónico y adsorción, al ser un proceso eficiente la región a utilizar debe tener buenos recursos económicos para su aplicación⁴⁶.

2.11. Agua potable

El agua potable o agua de consumo humano, es aquella agua que es apta y cumple con los parámetros establecidos tanto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como con las normas ajustadas de cada nación, constituye un elemento vital para todo organismo vivo, ya que, si la calidad del agua presenta materia orgánica e inorgánica y compuestos químicos, quiere decir que el tratamiento de potabilización no está adecuado correctamente o existe una mala gestión del mismo⁴⁸.

Cabe mencionar que la contaminación que existe a nivel mundial afecta drásticamente a las aguas superficiales y también a aguas subterráneas, debido a sus filtraciones, transmisiones y propagaciones de compuestos y bacterias a través de fuentes industriales y agrícolas como también de fuentes urbanas, otro problema que se presenta es la ineficiente distribución y gestión de agua potable para el abastecimiento de la población, pues no toda la población mundial tiene acceso al agua potable, radicando en el control y disponibilidad de los recursos hídricos⁵.

2.12. Proceso de potabilización del agua de pozo

El Proceso de Tratamiento de Agua incluye el tratamiento del agua suministrada al hogar para consumo humano y otros fines de utilidad pública, así como las aguas residuales que se vierten en las fuentes de agua. El agua de fuentes superficiales suele estar contaminada por microbios, mientras que las aguas subterráneas suelen ser más seguras, pero incluso las aguas subterráneas pueden estar contaminadas por sustancias químicas nocivas procedentes de actividades humanas o del medio ambiente natural.

Hay dos tipos de fuentes de agua. Uno es la fuente de agua superficial como río, embalse, etc. el otro es fuente de agua subterránea como pozo perforado. El proceso de tratamiento del agua difiere considerablemente para estos sistemas⁴⁹.

Las impurezas presentes en ambas fuentes pertenecen a una categoría diferente y por lo tanto el proceso de tratamiento también es diferente. Las aguas superficiales tienen un gran número de partículas en suspensión y otras impurezas físicas, mientras que las aguas subterráneas tienen la presencia de iones.

Estos iones hacen que el agua subterránea sea dura, los iones carecen de agua superficial. Por lo tanto, el agua subterránea requeriría un tratamiento químico más que el físico.⁵⁰

La potabilización del agua es un tratamiento eficaz y completo para la remoción de partículas en suspensión, la materia orgánica, metales pesados y microorganismos presentes con el fin de conseguir una buena calidad para el consumo humano⁵¹.

2.12.1. Estación de bombeo de agua cruda (captación).

El agua se recoge de las fuentes como un lago, río o embalse. En este caso las aguas subterráneas son captadas por medio de bombeos que permiten la extracción de agua contenidas en los acuíferos. El agua se transportará de la fuente de suministro a la planta de tratamiento para el proceso de potabilización. Esto se incluye en la recolección de agua. Generalmente, las plantas de tratamiento de agua se construyen cerca de la propia fuente de agua⁵².

2.12.2. Torre de aireación.

Oxida el hierro (Fe) y el manganeso (Mn). Una buena aireación del agua también es importante para que la filtración de arena sea eficaz, especialmente si no hay suficiente oxígeno en el agua superficial. El agua puede airearse fácilmente agitándola en un recipiente, o permitiendo que gotee a través de bandejas perforadas que contienen pequeñas piedras⁵³.

2.12.3. Cribado

Este proceso se realiza para eliminar la materia flotante del agua durante el proceso de tratamiento del agua. El agua superficial contiene un gran número de partículas en suspensión que aumentan la carga innecesaria en las unidades de la planta de tratamiento. El cribado se realiza principalmente en el propio punto de admisión. Las partículas suspendidas de gran tamaño como hojas secas, ramas caídas y otros desechos flotantes⁵⁴.

2.12.4. Tanque de coagulación y sedimentación (aclaración)

La sedimentación con coagulación se denomina aclaración. Es necesario aumentar la eficiencia de la sedimentación como se ha indicado anteriormente durante el proceso de tratamiento del agua. La simple sedimentación consumió demasiado tiempo.

En la coagulación, un líquido coagulante, como el sulfato de aluminio, se añade al agua para atraer partículas en suspensión. El agua se agita suavemente para permitir que las partículas se unan y formen partículas más grandes (floculación), que luego se pueden eliminar por sedimentación, asentamiento o filtración. La cantidad de coagulante necesaria dependerá de la naturaleza de los compuestos químicos contaminantes y los sólidos⁵⁵.

2.12.5. Filtración

La filtración es uno de los pasos más cruciales del proceso de tratamiento del agua. Los flocs formados durante la floculación no se eliminan completamente por sedimentación. Por lo tanto, para eliminar las partículas finamente dimensionadas y los flocs, se requiere de filtración. Y la materia particulada que fue retenida en el tanque de sedimentación previamente es removida, especialmente las partículas no filtrables.

El agua pasa lentamente hacia abajo a través de un lecho de arena fina a un ritmo constante. Los patógenos se eliminan naturalmente en la capa superior donde se acumula una película biológica⁵⁶.

2.12.6. Tanque de cloración para desinfección.

El siguiente paso del proceso de tratamiento del agua es la desinfección. La desinfección incluye la inactivación de bacterias patógenas y otros microorganismos que pueden causar enfermedades. Este paso es esencial para controlar las enfermedades transmitidas por el agua. En este paso se añade un desinfectante al agua filtrada. Se requiere que los operadores cualificados lleven a cabo el proceso de desinfección para mantener la dosis adecuada⁵⁷.

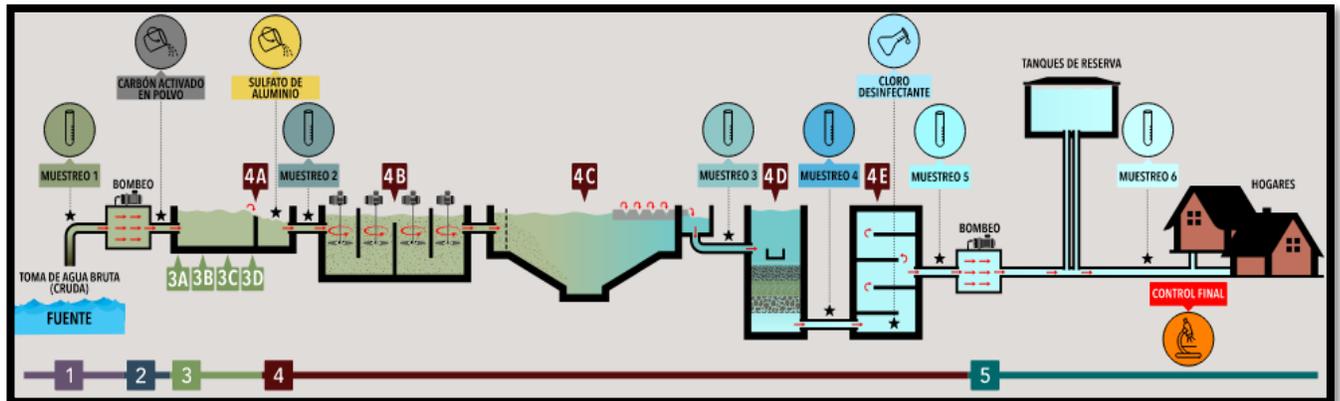
2.12.7. Tipos de desinfectantes utilizados en el proceso de tratamiento de agua.

- Tratamiento físico: aplicación de ondas ultrasónicas, calor u otros agentes físicos.
- Radiación: aplicación de radiación gamma.
- Iones metálicos: cobre, plata.
- Alcalis y ácidos.
- Oxidantes- Adición de cloro, bromo, yodo, ozono, dióxido de cloro, etc.

2.12.8. Red de bombeo y distribución del agua potable

Luego de haber sido tratada y potabilizada el agua está lista para ser transportada por la red de distribución a toda la ciudad. Cabe mencionar que el agua es controlada por analistas químicos expertos que controlan rigurosamente las muestras tomadas en distintos lugares ya sea antes de llegar al sistema de distribución o en los sectores donde el agua es distribuida.

Figure 3: Proceso de Potabilización



Fuente: ⁵⁷

2.13. Norma de calidad sobre el agua potable

El servicio ecuatoriano de normalización es una entidad encargada de exponer las normas Técnicas ecuatorianas, con el único fin de facilitar las necesidades locales de la población ante el comercio nacional y extranjero. Esta norma ayuda a que la población en general cumpla con los requerimientos y parámetros establecidos de acuerdo al campo a seguir¹³.

La NTE INEN 1108, es una norma técnica ecuatoriana creada en base a la calidad del agua para consumo humano, estableciendo parámetros y requisitos en el ámbito fisicoquímico y microbiológico como también las respectivas metodologías en los análisis, en la parte microbiológica el agua para consumo humano no debe tener presencia de:

- Bacterias coliformes fecales
- Parásitos, *Cryptosporidium*, *Giardia*
- Virus
- Bacterias coliformes totales

Para que el agua pueda ser de calidad se deben realizar los siguientes análisis y cumplir con los estándares establecidos:

2.14. Parámetros fisicoquímicos bajo la norma INEN 1108-2020-04

- Análisis de color
- Análisis de turbiedad
- pH
- Cloro Residual

Tabla 1: Estándares Físico-químicos del agua para consumo humano bajo la norma INEN 1108:2020-04

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE PERMITIDO	MÉTODO DE ENSAYO
ARSENICO	(mg/L)	0,01	Standard Methods 3114
CADMIO	(mg/L)	0,003	Standard Methods 3113
CLORO LIBRE RESIDUAL	(mg/L)	0,3 a 1,5	Standard Methods 4500 Cl
COBRE	(mg/L)	2,00	Standard Methods 3117 3111
COLOR APARENTE	(mg/L)	15	Standard Methods 2120
CROMO (COMO TOTAL)	(mg/L)	0,05	Standard Methods 3113
FLUORURO	(mg/L)	1,5	Standard Methods 4500- F
MERCURIO	(mg/L)	0,006	Standard Methods 3112
NITRATOS (COMO NO3)	(mg/L)	50	Standard Methods 4500-NO3
NITRITOS (COMO NO2)	(mg/L)	3	Standard Methods 4500-NO2
PLOMO	(mg/L)	0,01	Standard Methods 3113
TURBIEDAD	(mg/L)	5	Standard Methods 2130

Fuente: ¹³

Tabla 2: Estándar del pH en agua de consumo humano bajo la norma INEN 1108:2020-04

PARAMETRO	UNIDAD	RANGO
PH	Unidades de pH	6,5-8,0

Fuente: ¹³

2.15. Parámetros Microbiológicos bajo la norma INEN 1108-2020-04

- Coliformes fecales y totales

Tabla 3: Estándares microbiológicos del agua para consumo humano bajo la norma INEN 1108:2020-04

PARÁMETRO	UNIDAD	RANGO	METODO DE ENSAYO
COLIFORMES	Número /100 mL	Ausencia	Standard Methods 9221
FECALES			Standard Methods 9222
<i>CRYPTOSPORIDIUM</i>	Número de ooquistes/L	Ausencia	EPA 1623
<i>GIARDIA</i>	Número de quistes/L	Ausencia	EPA 1623

Fuente: ¹³

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de diseño de investigación

La presente investigación, es de tipo exploratoria, analítica y cuantitativa, puesto que las variables a analizar in situ no fueron alteradas, con el objetivo de cuantificar los indicadores a evaluar. Realizando un análisis de comparación entre la norma nacional e internacional.

3.1.1. Identificación de Variables

3.1.2. Variables independientes

- Puntos de muestreo IN SITU.
- Localización de cada sector

3.2.3. Variables Dependientes

- Parámetros fisicoquímicos
- Parámetros Microbiológico

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

Sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar perteneciente al Cantón Machala, abastecido por la planta de potabilización de agua de pozo Gonzales Rubio.

3.2.2. Muestra

Las muestras son del agua potable que llega a cada uno de los barrios como son: Harry Álvarez I, Puerto Azul, Urseza III Sector I, Carmen Bautista, Salinas, Pacifico, Virgen Del

Cisne I, Gonzales Rubio, Harry Álvarez II, Virgen del Cisne II, 1ro de junio, Urb. Portal de los Esteros, la Unión y Abdala Bucaram barrio no considerado por su peligrosidad de ingreso. abastecidos por la planta de potabilización del pozo González Rubio monitoreados en tres fechas diferentes 7, 22 de noviembre y 7 de diciembre del 2021.

3.3. Ubicación de la investigación

La parroquia Puerto Bolívar perteneciente al Cantón Machala está ubicada al noroeste de la ciudad, dentro de ella se encuentran los barrios abastecidos de agua potable por la planta de potabilización del pozo “González Rubio”

Figure 4: Ubicación de los barrios que distribuye la planta de potabilización del pozo González Rubio Sector de la curva de la parroquia Puerto Bolívar



Figure 2: Barrios que distribuye la planta de potabilización del pozo González Rubio

1. Harry Álvarez I. 2. Puerto Azul. 3. Urseza III Sector I. 4. Carmen Bautista. 5. Salinas 6. Pacífico 7. Virgen del Cisne I 8. González Rubio 9. Harry Álvarez II 10. Virgen del Cisne II 11. 1 de junio 12. Portal de los Esteros 13. La Unión



Figure 3: Mapa del Ecuador



Figure 1: Provincia de El Oro

3.4. Localización de la toma de muestra

Tabla 4: Coordenadas de los barrios

BARRIOS	GEOLOCALIZACIÓN
Harry Alvarez I	-3.2529562475661176, -79.9898386319661
Puerto Azul	-3.2487347261403103, -79.98915756850398
Urseza III Sector I	-3.2488710624414536, -79.97795999418281
Carmen Bautista	-3.2497042284507582, -79.9834070525695
Salinas	-3.249840564641346, -79.9812069872044
Pacífico	-3.252203722370986, -79.98814098657667
Virgen Del Cisne I	-3.2516129334627504, -79.989597581577
Gonzales Rubio	-3.251113034885456, -79.98522779657597
Harry Alvarez II	-3.2522946129211188, -79.98918791397712
Virgen del Cisne II	-3.251067589527549, -79.98844444361237
Iro de Junio	-3.2512645193289824, -79.9857740197011
Urb. Portal de los Esteros	-3.2514917459311956, -79.97962900928736
La Union	-3.252433265498625, -79.98851523254065

Fuente: Autor

3.5. Toma de muestra

Las tomas de muestras fueron realizadas bajo la Norma Técnica Ecuatoriana “NTE INEN 1108:2020-04 y la guía básica de la Organización Mundial de la Salud (OMS), dentro de un periodo prudencial de 15 días; 7, 22 de noviembre y 7 de diciembre del 2021, en el mismo punto de muestreo, para mayor confiabilidad en la comparación de los resultados. Fueron tomadas 13 muestras en los barrios abastecidos por la planta de potabilización del pozo González Rubio, pero no se pudo realizar la toma de muestra en el barrio “Abdalá Bucaram” debido al acceso restringido ante la peligrosidad que posee.

Los análisis realizados en el laboratorio son los parámetros físico-químicas y microbiológicos:

- Temperatura (T)
- Ph
- Sólidos Totales Disueltos (STD)
- Color
- Turbiedad
- Oxígeno disuelto
- Conductividad
- Cloro residual
- Sólidos totales
- Concentración de arsénico
- Coliformes fecales

3.6. Materiales, Equipos y Reactivos

3.6.1. Materiales de laboratorio

- Vasos de precipitación de 250, 100 mL y 10 mL
- Frascos ámbar de 500 ml
- Micro pipetas
- Tubos de ensayo
- Gradillas
- Micro puntas
- Campanas de Durham
- Pera
- Pipeta
- Cápsulas de porcelana de 100 ml
- Pinzas metálicas
- Probetas de 100 mL

3.6.2. Equipos

- Balanza Analítica
- Autoclave modelo YX-18 LM
- Estufa

- Cooler
- Espectrofotómetro portátil 1900
- Desecador
- Multiparámetro *Analytical Instrument PH-3508*

3.6.3. Reactivos

- Caldo lactosado (Lauril Sulfato de Sodio)
- Agua destilada

3.6.4. Otros materiales

- Papel Aluminio.
- Cinta de Papel.
- Marcador o rotulador.
- Guantes de látex.
- Mascarilla.

3.7. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.7.1. Recolección de muestras de agua

Dentro de un periodo prudencial de 15 días; a partir del 7 de noviembre del 2021 - 22 de noviembre del 2021 y 7 de diciembre del 2021, se tomaron muestras de agua directamente de la llave de paso de la tubería principal de la distribución de agua, las muestras fueron tomadas por duplicado una para el análisis físico químico y otra para el análisis microbiológico, la recolección como su transporte y conservación se lo realizó tal y como lo establece la Norma INEN 1108:2020-04, y la guía básica de la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹³.

Características en la toma de muestra

3.7.1.1. Tipo de envase

Para realizar los análisis físicos químicos, las muestras de agua fueron recolectadas en frascos ámbar de 500 ml, en cambio para las muestras microbiológicas los envases deben ser estériles.

3.7.1.2. Transporte y conservación

Las muestras fueron recolectadas y almacenadas en un cooler a una temperatura de 4°C hasta sus respectivos análisis

3.7.1.3. Requerimientos básicos de información

Las muestras deben ser documentadas con la información básica

- Designación del ente encargado en la toma de muestra, la fecha y la hora respectiva
- Nombre del lugar donde fueron tomadas las muestras
- Análisis In Situ (temperatura, pH, Sólidos Totales Disueltos) mediante un analizador portátil

3.7.2. Determinación de sólidos totales disueltos en las muestras de agua

Para realizar la medición in situ de temperatura (T), pH, sólidos totales disueltos (TDS) y conductividad (CE), se realizaron los siguientes pasos:

1. Al recoger la muestra de agua, enjuagar 3 veces el vaso de precipitación a utilizar (250ml)
2. Enjuagar con agua destilada el bulbo de vidrio del electrodo del multiparámetro para eliminar cualquier cuerpo presente
3. Presionar en la parte de encender/ apagar, para que el multiparámetro se encienda hasta que se estabilice
4. Introducir el analizador multiparámetro en el vaso con la muestra de agua, esperar unos segundos hasta que se establezca, y registrar datos obtenidos⁵⁸ .

3.7.3. Determinación de sólidos totales en las muestras de agua

3.7.3.1. Procedimiento para las cápsulas de porcelana

1. Lavar todos los materiales con jabón neutro y enjuagar con agua destilada
2. Rotular cada cápsula de porcelana para su posterior identificación
3. Llevar las cápsulas de porcelana al horno precalentado a una temperatura de 105 °C en un tiempo de 2 horas, posteriormente llevar las cápsulas a un desecador para dejar enfriar en un tiempo de 2 horas igual, con el objetivo de asegurar el peso inicial de la cápsula, repetir el proceso de secado y enfriado para cada cápsula
4. Pesar las cápsulas en la balanza analítica y registrar valores⁵⁹.

3.7.3.2. Procedimiento para la determinación de sólidos totales

1. Retirar del desecador la cápsula que se vaya a utilizar correspondiente al número de la muestra
2. Agitar la muestra y tomar mediante la probeta una alícuota de 100 ml, transferir la alícuota a la cápsula y anotar el volumen
3. Colocar la cápsula en baño maría a temperatura de ebullición del agua
4. Después de que se haya secado completamente en baño maría, retirar la cápsula
5. Llevar la cápsula al horno a 103 °C – 105°C para el secado en un tiempo de 2 horas
6. Colocar la cápsula en el desecador para su enfriamiento por dos horas
7. Pesar y registrar el peso de la cápsula, en este caso como peso final

Ecuación para determinar la cantidad de sólidos totales en una muestra de agua

$$ST = \frac{(A - B)1000}{V}$$

Dónde:

ST: sólidos totales en (mg/L)

A: Peso final de la cápsula con el residuo seco en gramos

B: peso inicial de la cápsula en gramos

V: Volumen de la muestra desecada en litros

3.7.4. Determinación de la turbiedad en las muestras de agua

3.7.4.1.1. Calibración

1. Encender el equipo y pulsar CAL, tomar el vial 0.01 NTU, limpiarlo con un paño suavemente quitando pelusas y huellas de dedos
2. Aplicar una gota de aceite de silicona en el vial desde arriba hacia abajo
3. Nuevamente con el paño pasarlo uniformemente para que el aceite cubra todo el vial, hasta que esté totalmente seco.
4. Insertar el vial en el soporte de muestras fijarse en que el triángulo del vial esté alineado con la referencia del soporte, cerrar la cubierta
5. Dar en ENTER, posteriormente se generará una cuenta regresiva, y terminará midiendo el estándar del primer vial. A continuación, realizar el mismo procedimiento con el resto de los viales de calibración
6. Después que el equipo haya guardado los datos de calibración, está listo para la medición⁶⁰.

3.7.5. Determinación del color en las muestras de agua

1. Seleccionar de entre los programas favoritos “Color”
2. Para la preparación de la muestra: Se llena una de las celdas con 10 mL de muestra
3. Para la preparación del blanco: Se llena la otra celda con 10 mL de agua destilada
4. Limpiar la celda al colocar el blanco
5. Insertar el blanco en la porta celdas
6. Observar que en la pantalla marque 0.00 o 0.000 unidades Pt-Co
7. Limpiar nuevamente la celda
8. Colocar la celda de la muestra preparada
9. c

3.7.6. Determinación de Coliformes Fecales (Cualitativo)

La determinación de coliformes fecales se realizó mediante la técnica de diluciones en tubos múltiples de fermentación (Número más Probable NMP). Aplicando ciertas modificaciones⁶².

3.7.6.1. Principio

A partir de la inoculación de alícuotas de muestras diluidas o sin diluir, el método se aplica en una cadena de tubos que contienen medio de cultivo lactosado en líquido, se realiza un registro de los tubos en un tiempo determinado de 24 y 48 horas a una temperatura de 35 o 37°C (308 o 310K) mientras se encuentra en incubación para determinación la presencia de coliformes fecales⁶³.

Para realizar el cálculo del número más probable (NMP) de microorganismos coliformes fecales y totales en 100cm³ de cada muestra, se examina los resultados positivos confirmados de acuerdo con el número de tubos analizados

3.7.6.2. Preservación y almacenamiento

Posterior a la recolección de las muestras bacteriológicas, se necesita realizar el análisis en un lapso de 24 horas, para validar los resultados de los análisis, a partir de que se tomen las muestras, éstas deben ser conservadas a una temperatura de 4°C (277K) con el fin de que la actividad bacteriana no pueda inhibirse y así no alterar los resultados obtenidos.⁶³

3.7.6.3. Pruebas presuntivas

Procedimiento e inoculación de la muestra

Realizar una serie de 3 diluciones: 10cm³, 1 cm³, 0.1 cm³, 0.01 cm³, tomando en cuenta 3 o 5 tubos por cada dilución, y transferir un volumen de cada muestra de agua en cada tubo rotulado, realizar este procedimiento para todos los tubos

3.7.7. Determinación de arsénico en el agua

El analito de interés en este estudio fue el Arsénico (As), los análisis correspondientes al metal fueron enviados a Quito a la Escuela Politécnica Nacional quien nos colaboró en cuantificar la concentración de arsénico en las muestras de agua potable, el método utilizado fue por Absorción Atómica (PE-V-62/ EPA7010).

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Valores de indicadores químicos

Los valores obtenidos de las muestras a partir de los análisis químicos realizados se presentan en la tabla 5.

Tabla 5: Matriz de Parámetros Químicos de la planta de potabilización del pozo “Gonzales Rubio” que distribuye a los barrios de la parroquia Puerto Bolívar”

PARÁMETROS QUÍMICOS					
SECTORES	Parámetros				
	pH	Cloro Residual (Cualitativo)	Oxígeno Disuelto		Arsénico
			OD (%)	OD ((mg/L))	
Harry Alvarez I	8,2	Por debajo de los 0,5	48,7	3,1	0,0256
Puerto Azul	8,1	Por debajo de los 0,5	60,7	4,9	-
Urseza III Sector I	8,05	Por debajo de los 0,5	40,4	3,2	0,0218
Carmen Bautista	8,1	Por debajo de los 0,5	44,5	3,6	0,023
Salinas	8,1	Por debajo de los 0,5	62,7	4,4	-
Pacífico	8,2	Por debajo de los 0,5	69,1	4,4	-
Virgen Del Cisne I	8,08	Por debajo de los 0,5	66,4	4,6	-
Gonzales Rubio	8,1	Por debajo de los 0,5	65,7	4,7	-
Harry Alvarez II	8,16	Por debajo de los 0,5	68,8	4,6	-
Virgen del Cisne II	8,1	Por debajo de los 0,5	68,3	4,0	-
Iro de Junio	8,28	Por debajo de los 0,5	67,6	4,8	-
Urb. Portal de los Esteros	7,6	Por debajo de los 0,5	69,7	5,2	-
La Union	8,2	Por debajo de los 0,5	64,0	5,0	-
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMATIVA INEN 1108 SEXTA REVISIÓN 2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS	6,5-8,0	0,3 a 1,5	-	-	0,01

LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA MEDIO AMBIENTE	-	-	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6(mg/L)	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6(mg/L)	-
---	---	---	--	--	---

Fuente: Autor

Para la determinación del Potencial de Hidrogeno (pH) realizada in situ, se obtuvieron resultados dentro de los límites permisibles según la normativa INEN 1108 sexta revisión 2020-04. agua para consumo humano. requisitos, siendo de 6.5 a 8,

Así mismo el resultado del cloro residual de las 13 muestras, indica valores por debajo de los 0.5 (mg/L)

Para la determinación del Oxígeno Disuelto se encontraron valores por debajo en este caso del 80 % del Oxígeno de Saturación y por debajo de los 6 (mg/L), requisitos que se deben cumplir según el Texto Unificado De Legislación Secundaria y Medio Ambiente, las 13 muestras tomadas no cumplen con los valores permitidos establecidos en el (TULSMA 2015),

En cuanto al Arsénico por motivo de costo en el análisis se tomaron solo 3 muestras de agua en los barrios Harry Álvarez I, Urseza III Sector I, Carmen Bautista, cuyos análisis fueron realizados en colaboración con la Universidad Politécnica Nacional de Quito, con valores que sobrepasa los límites permisibles 0,01 (mg/L) en las 3 muestras, 0,0256 - 0,0218 - 0,023, respectivamente, según la NORMA INEN 1108:2020-04.

4.2. Valores de indicadores físicos

Los valores obtenidos de las muestras a partir de los análisis físicos realizados se presentan en la tabla 6.

Tabla 6: Matriz de Parámetros Físicos de la planta de potabilización del pozo “Gonzales Rubio” que distribuye a los barrios de la parroquia Puerto Bolívar”

PARAMETROS FÍSICOS						
Barrios	Parámetros					
	Temperatura T(°C)	Sólidos Totales Disueltos (ppm)	Turbiedad (NTU)	Color (PCU)	Conductividad (uS/cm)	Sólidos Totales (mg/L)
Harry Alvarez I	28,4	580	0.932	17	0,7	671
Puerto Azul	28,4	540	0.46	10	0,7	509
Urseza III Sector I	28,6	556	0.845	16	0,7	655
Carmen Bautista	28,5	592	1.5	17	0,7	678
Salinas	28,1	543	0.624	13	0,7	619
Pacífico	28,2	561	0.586	14	0,7	563
Virgen Del Cisne I	28,2	587	0.553	17	0,7	626
Gonzales Rubio	28,4	561	0.451	10	0,7	498
Harry Alvarez II	28,5	561	0.605	13	0,7	614
Virgen del Cisne II	28,8	565	1.03	17	0,7	610
1ro de Junio	28,5	544	0.537	12	0,7	425
Urb. Portal de los Esteros	28	476	0.43	7	0,4	242
La Union	28,4	562	0.767	12	0,7	641
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMATIVA INEN 1108 SEXTA REVISIÓN 2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS	-	-	5	15	-	-
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION	-	1000	10	-	-	-

SECUNDARIA MEDIO AMBIENTE						
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)	-	-	-	-	1,4	-

Fuente: Autor

Los valores de la temperatura de las 13 muestras se encuentran dentro del rango entre 20-30 según lo indica la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Los valores de sólidos totales disueltos de las 13 muestras cumplen con el límite permisible expuesto por el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente (TULSMA 2015) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esto indica que los valores obtenidos están por debajo de los 1000 (mg/L).

La cantidad de sólidos totales disueltos es directamente proporcional a la conductividad eléctrica, los valores obtenidos en conductividad tienen relación con la presencia de sólidos totales disueltos siendo 1.4 uS/cm el valor estándar según la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Los valores obtenidos en la determinación de la turbiedad (NTU) se encuentran por debajo de los 5 NTU según la normativa INEN 1108 Sexta REVISIÓN 2020-04. Agua para consumo humano. requisitos, ¹³.

Para la determinación del color se encontraron 5 muestras que no cumplen con el límite permisible de la normativa INEN 1108 sexta revisión 2020-04. agua para consumo humano Requisitos, el valor estándar para la medición de color es de 15 PCU, el cual las 5 obtuvieron valores que exceden el valor estándar ¹³

Se obtuvieron valores de sólidos totales aproximados a la cantidad de sólidos totales disueltos los cuales no poseen ningún límite permisible de alguna norma mencionada

4.3. Valores de indicadores microbiológicos

Los valores obtenidos de las muestras a partir de los análisis microbiológicos realizados se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7: Matriz de Parámetros Microbiológicos, de la planta de potabilización del pozo “Gonzales Rubio” que distribuye a los barrios de la parroquia Puerto Bolívar”

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	
BARRIOS	COLIFORMES FECALES
Harry Alvarez I	PRESENCIA
Puerto Azul	PRESENCIA
Urseza III Sector I	PRESENCIA
Carmen Bautista	AUSENCIA
Salinas	AUSENCIA
Pacífico	AUSENCIA
Virgen Del Cisne I	AUSENCIA
Gonzales Rubio	AUSENCIA
Harry Alvarez II	AUSENCIA
Virgen del Cisne II	AUSENCIA
1ro de Junio	AUSENCIA
Urb. Portal de los Esteros	PRESENCIA
La Union	AUSENCIA
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMATIVA INEN 1108 SEXTA REVISIÓN 2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS	AUSENCIA

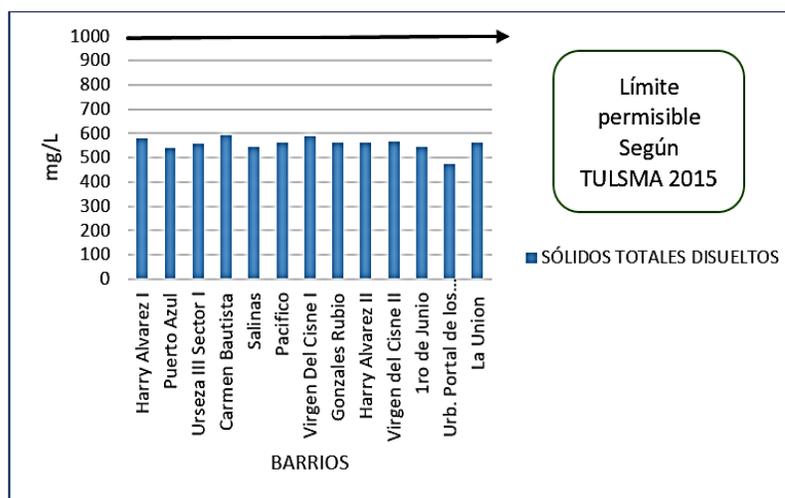
Fuente: Autor

El resultado de los coliformes fecales de manera cualitativa de las 13 muestras se evidenció que 4 barrios tienen presencia de coliformes fecales como son: Harry Álvarez I, Puerto Azul, Urseza III Sector I y Urbanización Portal de los Esteros, los cuales presentaron gas dentro de las campanas Durham durante las 24 y 48 horas que según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2020-04 no cumplen con el límite permisible de “AUSENCIA”

4.4. Gráficas más representativas de cada indicador evaluado.

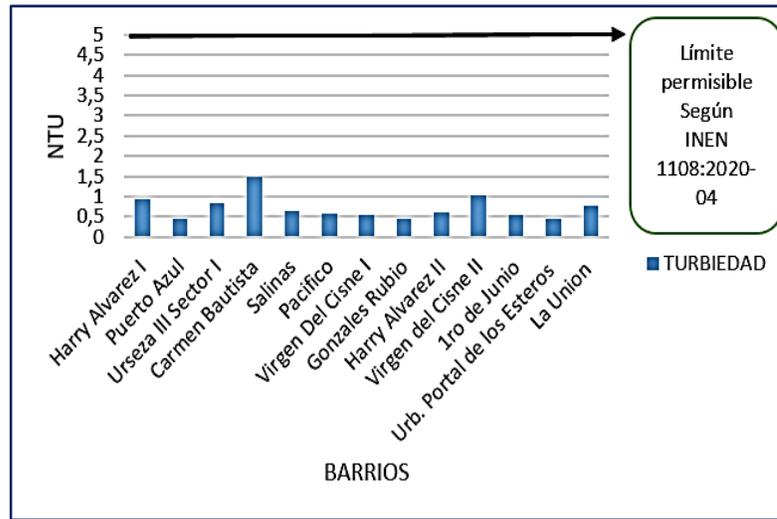
En las siguientes graficas se visualizan mejor los resultados obtenidos de los parámetros más representativos:

Gráfica 1: Análisis de Sólidos Totales Disueltos



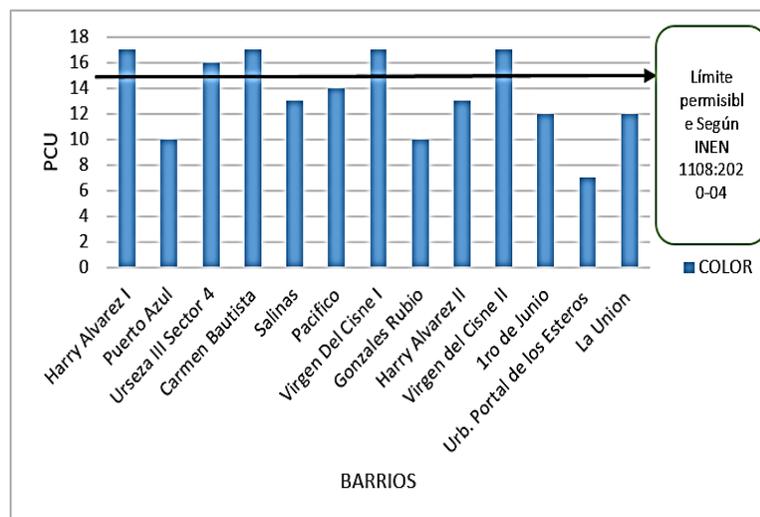
En la gráfica 1, se muestran los resultados del análisis sobre sólidos totales disueltos, de las 13 muestras tomadas demostrando así que los valores obtenidos se encuentran dentro del límite permisible de 1000 (mg/L) según la OMS y la normativa INEN 1108:2020-04. , evidenciando que las muestras tienen valores mayores a 500 (ppm), Carmen Bautista obtuvo el valor más alto 592 (ppm), mientras que Urbanización Portal de los esteros obtuvo un valor bajo de 476 (ppm). La OMS, ⁶⁴ clasifica los niveles de sólidos totales disueltos, presentes en el agua en de 0 a 300 Excelente ; 300 a 600 bueno ; 600 a 900 regular ; 900 a 1200 pobre

Gráfica 2: Análisis de turbiedad



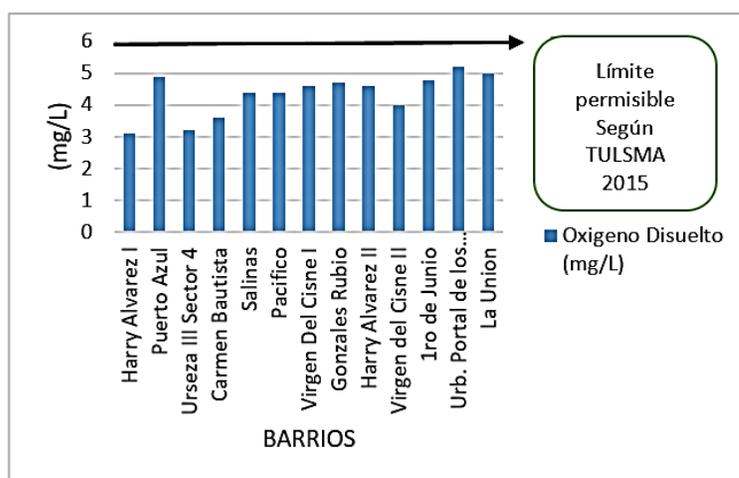
En la gráfica 2, se muestran los resultados del análisis sobre turbiedad de las 13 muestras tomadas, las cuales indicaron que si se encuentran dentro del límite permisible de 5 (NTU), según la normativa INEN 1108:2020-04. Carmen Bautista fue el barrio con más grado en turbidez de 1.5 NTU

Gráfica 3: Análisis de color

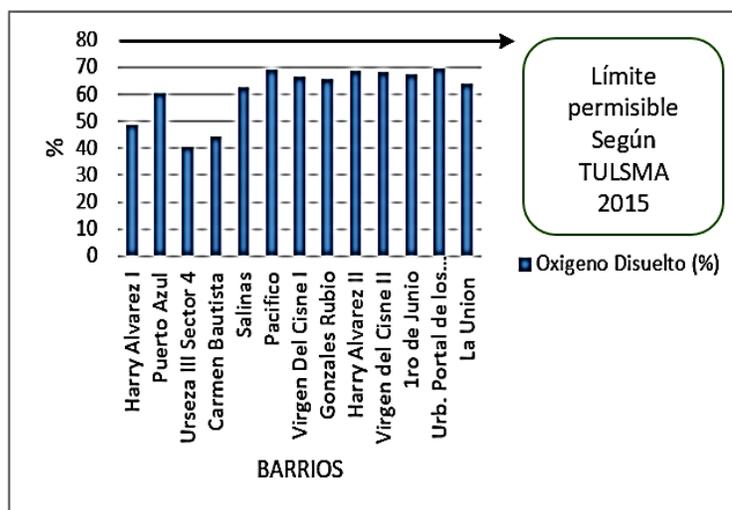


En la gráfica 3, se muestran los resultados del análisis de color de las 13 muestras, se evidencia que Harry Álvarez I, Urseza III Sector I, Carmen Bautista, Virgen del Cisne I y Virgen del Cisne II obtuvieron valores por encima del valor estándar de 15 PCU, 17 – 16 – 17 – 17 - 17 respectivamente, el cual no cumple con la normativa INEN 1108:2020-04.

Gráfica 4: Análisis de Oxígeno Disuelto en (mg/L)



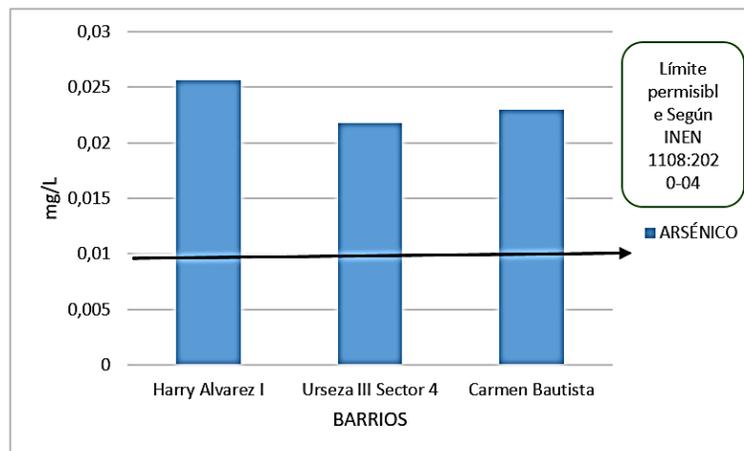
Gráfica 5: Análisis de Oxígeno Disuelto en %



En la gráfica 4 y 5, se muestran los resultados del análisis de Oxígeno Disuelto en (%) y (mg/L) de las 13 muestras, se evidencia que todos los barrios no cumplen con el límite

permisible según TULSMA 2015, debido a que el valor estándar establece que el Oxígeno Disuelto no debe ser menor que el 80% y 6 (mg/L)

Gráfica 6: Análisis de Arsénico



En la gráfica 7, se muestran los resultados del análisis de arsénico de las 3 muestras, se evidencia que los tres barrios obtuvieron valores por encima del valor estándar según INEN 1108:2020-04, siendo 0.01 (mg/L), por lo que Harry Álvarez I obtuvo el valor más alto de las 3 muestras, cabe indicar que solamente se le realizó la determinación de arsénico en tres barrios de las 13 muestras

4.5. Evaluación comparativa de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2020-04, Texto Unificado de Legislación Secundaria Y Medio Ambiente (TULSMA 2015), Organización Mundial de la Salud (OMS) con Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table (2020-09-04)

Tabla 8: Indicadores físico químicos y microbiológicos

BARRIOS	PARÁMETROS FÍSICOS						PARÁMETROS QUÍMICOS				P. M
	T (°C)	STD (mg/L)	Turb (NTU)	Col (PCU)	Cond (uS/cm)	ST (mg/L)	pH	Cl Re	Ox. Di	As	Col Fec
Harry Alvarez I	28,4	580	0,93 2	17	0,7	671	8,2	<0,5	48,7	0,02 56	PRES
Puerto Azul	28,4	540	0,46	10	0,7	509	8,1	<0,5	60,7	-	PRES
Urseza III Sector I	28,6	556	0,84 5	16	0,7	655	8,0 5	<0,5	40,4	0,02 18	PRES
Carmen Bautista	28,5	592	1,5	17	0,7	678	8,1	<0,5	44,5	0,02 3	AUSE
Salinas	28,1	543	0,62 4	13	0,7	619	8,1	<0,5	62,7	-	AUSE
Pacífico	28,2	561	0,58 6	14	0,7	563	8,2	<0,5	69,1	-	AUSE
Virgen Del Cisne I	28,2	587	0,55 3	17	0,7	626	8,0 8	<0,5	66,4	-	AUSE
Gonzales Rubio	28,4	561	0,45 1	10	0,7	498	8,1	<0,5	65,7	-	AUSE
Harry Alvarez II	28,5	561	0,60 5	13	0,7	614	8,1 6	<0,5	68,8	-	AUSE
Virgen del Cisne II	28,8	565	1,03	17	0,7	610	8,1	<0,5	68,3	-	AUSE
Iro de Junio	28,5	544	0,53 7	12	0,7	425	8,2 8	<0,5	67,6	-	AUSE
Urb. Portal de los Esteros	28	476	0,43	7	0,4	242	7,6	<0,5	69,7	-	PRES
La Union	28,4	562	0,76 7	12	0,7	641	8,2	<0,5	64	-	AUSE
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2020-04 Agua Para Consumo Humano. REQUISITOS	-	-	5	15	-	-	6,5- 8,0	0,3- 1,5	-	0,01	AUSEN CIA

Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente (TULSMA 2015)	25-30	1000	10	-	-	-	6,9-9	0,01	No menor al 80% del oxígeno de saturación	-	AUSENCIA
Organización Mundial de la Salud (OMS)	25-30	1000	5	15	1,4	-	8	0,3-2,0	-	-	AUSENCIA
Guidelines for Canadian Drinking Water Quality Summary Table (2020-09-04)	15	<500	<1,0	<15	-	-	7-10,5	0,04	-	0,01	AUSENCIA

Fuente: Autor

5. DISCUSIÓN

Para el pH, las 13 muestras indican un pH que cumple con el límite permisible, un pH óptimo debe encontrarse en 7 demostrando así un balance de STD y metales como el hierro y magnesio. El cloro residual cumple con el límite permisible ya que las 13 muestras evidencian la reacción que se produce durante el proceso de desinfección, El oxígeno disuelto no cumple con el límite permisible ya que las 13 muestras indica que la presencia ya sea de sólidos totales disueltos o Coliformes fecales hace disminuir el oxígeno disuelto ante la actividad respiratoria de los microorganismos y por ende se obtuvieron resultados por debajo del valor estándar. El color es uno de los parámetros el cual no cumplieron con el límite permisible 5 barrios de las 13 muestras, el agua no debe tener un color visible para el consumidor, ya que un nivel alto afecta la calidad del agua debido a la presencia de hierro y otros metales

Las 13 muestras cumplieron con el límite permisible de turbidez, lo que evidencia que no hay presencia de arrastre de material suspendido que impida la transparencia del agua. Para los Solidos Totales disueltos, las 13 muestras cumplen con el límite permisible el cual explica que el agua que recibe la población se encuentra en un nivel bueno o aceptable. La conductividad eléctrica en las 13 es directamente proporcional a la cantidad de sólidos totales disueltos por lo tanto la cantidad de sales minerales permanece en un nivel aceptable y por ende un nivel de conductividad tolerable. La OMS no ha establecido un valor estándar para los sólidos totales, pero de acuerdo al valor permisible de los sólidos totales disueltos que es de 1000 (mg/L), y que los sólidos totales resultan de la combinación de sólidos totales disueltos y sólidos suspendidos totales, los valores obtenidos en el análisis se encuentran aceptables para consumo humano. La presencia de arsénico en las muestras de agua hace referencia a problemas naturales como antropológicos, por ende, la población no debe estar expuesta al consumo de agua potable puesto que existen enfermedades crónicas

La presencia de coliformes fecales en las muestras de agua evidencia de esa forma materia orgánica y otras sustancias que están afectando la calidad del agua potable para los consumidores

Los valores permisibles de la norma nacional de calidad de agua potable presentan los mismos estándares establecidos por la norma internacional “Canadian Drinking Water Quality B - 2020” con respecto al parámetro de color de 15 (PCU) y arsénico de 0.010 (mg/L) respectivamente, el pH de 7.0 a 10.5 en la norma internacional establece un valor estándar más flexible en agua potable, en sólidos totales disueltos de <500 (mg/L), turbiedad de <1.0 (NTU) y cloro residual de 0.04 (mg/L) establecen valores más estrictos de calidad mientras que la conductividad y los sólidos totales no presentan estándares tanto en la norma nacional como la internacional.

Es posible evidenciar que el proceso de potabilización del agua de pozo en la planta González Rubio cumple con el procedimiento establecido en la norma y guía básicas, pero existieron algunos barrios que no cumplieron satisfactoriamente con varios parámetros de calidad, en dónde se respalda el descontento entorno a la calidad del agua en la población

En la ciudad de Puerto Baquerizo Moreno (Galápagos) en el año 2015 se realizaron estudios para analizar la calidad del agua potable en donde se encontró presencia de coliformes fecales en los hogares de los usuarios de esta manera se determina que el agua al ser distribuida a los sectores correspondientes, se vuelve vulnerable ante cualquier contaminante microbiológico haciéndola no apta para el consumo humano, indicando que durante el transcurso para el abastecimiento de la población, pueden existir averías, incrustaciones o fugas, que puedan afectar directamente la calidad del agua.

CAPITULO V

6. CONCLUSIÓN

- Mediante un análisis in situ en los barrios que distribuye la planta de potabilización González Rubio, se pudieron tomar las muestras respectivas para la determinación de parámetros físico químicos siguiendo con los lineamientos de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2020-04 “AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS” y el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente (TULSMA 2015). El color, arsénico y Oxígeno Disuelto son los parámetros que la mayoría de las muestras no cumplieron con el límite permisible lo que evidencia una el problema podría surgir desde que sale de la planta para posteriormente ser distribuida a cada uno de los usuarios de esa manera la población no tiene seguridad en el consumo de agua potable de la fuente de suministro del pozo González Rubio por lo que usan nuevas fuentes de agua donde éstos parámetros cumplen con los valores estándares de calidad
- De la misma forma se realizó un análisis in situ en los barrios que distribuye la planta de potabilización del pozo González Rubio tomando muestras microbiológicas para la determinación de coliformes fecales, este indicador es definitivo para la investigación ya que de esta manera se determina la calidad del agua que consume la población, la presencia de coliformes en estos sectores explica que existe una fuente de contaminación por tanto no es apta para el consumo humano.
- A partir de los datos obtenidos, se pudo evaluar cada indicador bajo la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2020-04 “AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS” y el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente (TULSMA 2015) en conjunto con la norma canadiense 2020, dando como resultado que la norma internacional posee límites permisibles más estrictos y de mayor control en parámetros como (Sólidos Totales Disueltos, Turbiedad, pH, y Cloro Residual, los cuales representan que la calidad del agua suministrada a la población exigen mayor higiene y saneamiento.

CAPITULO IV

7. RECOMENDACIONES

- Realizar un monitoreo constante ya sea durante un tiempo determinado como en diferentes épocas del año, para analizar con precisión los indicadores de evaluación debido a que, en los resultados obtenidos, la mayoría de los barrios presentaron deficiencia en algunos parámetros de evaluación (color, oxígeno disuelto y arsénico) y el parámetro microbiológico (coliformes fecales)
- Identificar las variables de estudio en los tres barrios que no cumplieron con el límite permisible de las normas basadas a fin de verificar la causa principal para que la calidad del agua no sea aceptable en los usuarios
- Generar medidas de control con la finalidad de proteger los acuíferos o zonas que rodean la fuente de suministro garantizando que el agua subterránea captada por medio de pozos, llegue en óptimas condiciones cumpliendo con los indicadores de evaluación
- Aplicar un nuevo tipo de tratamiento en el proceso de filtración insertando la osmosis inversa para de esa manera disminuir la presencia de sólidos totales en el agua
- Algunos parámetros evaluados no constan dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana, el cual se recomienda que formen parte de la norma vigente para de esa manera contribuir en la interpretación de datos al analizar la calidad del agua
- El presente trabajo investigativo debe servir como medio de información sobre la calidad del agua en los barrios que distribuye la planta de potabilización del pozo Gonzales Rubio, dando apertura a más estudios verificando la presencia de coliformes fecales en agua potable

BIBLIOGRAFIA

- (1) Bolaños Chavarría, S.; Betancur Vargas, T. Estado Del Arte Sobre El Cambio Climático y Las Aguas Subterráneas. Ejemplos En Colombia. *Rev. Politécnica* **2018**, *14* (26), 52–64. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v14n26a5>.
- (2) Urseler, N. L.; Bachetti, R. A.; Damilano, G.; Morgante, V.; Ingaramo, R. N.; Saino, V.; Morgante, C. A. CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y USOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN ESTABLECIMIENTOS AGROPECUARIOS DEL CENTRO-SUR DE CÓRDOBA, ARGENTINA. *Rev. Int. Contam. Ambient.* **2019**, *35* (4), 839–848. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.04.06>.
- (3) Baque Mite, R.; Simba Ochoa, L.; Gonzalez Osorio, B.; Suatunce, P.; Diaz Ocampo, E.; Cadme Arevalo, L. Calidad Del Agua Destinada Al Consumo Humano En Un Cantón de Ecuador / Quality of Water Intended for Human Consumption in a Canton of Ecuador. *Cienc. UNEMI* **2016**, *9* (20), 109–117. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp109-117p>.
- (4) Muñoz Espitia, M. Á.; Cortés Bermúdez, J. D.; Agudelo Valencia, R. N. Electrocoagulación Con Electrodos de Aluminio Para Tratamiento de Aguas Residuales de Curtiembres En Villapinzón, Cundinamarca, Colombia. *Rev. Mutis* **2022**, *12* (1), 14. <https://doi.org/10.21789/22561498.1783>.
- (5) Echeverría Molina, J.; Anaya Morales, S. El Derecho Humano Al Agua Potable En Colombia: Decisiones Del Estado y de Los Particulares. *Vniversitas* **2018**, *67* (136), 1–14. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.vj136.dhap>.
- (6) Pérez-López, E. Control de Calidad En Aguas Para Consumo Humano En La Región Occidental de Costa Rica. *Rev. Tecnol. en Marcha* **2016**, *29* (3), 3–14. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>.
- (7) Valdivia Alvarado, A. T.; Gámez, A. E.; Beltrán Morales, L. F.; Ortega-Rubio, A. Mexico’s Legal Framework Regarding Wastewater Management: A Case Study of Baja California Sur. *Mex. Law Rev.* **2021**, *13* (2), 115. <https://doi.org/10.22201/ijj.24485306e.2021.2.15337>.

- (8) Herrera, C.; Barrezueta Unda, S.; Arvito Quituisaca, J. Assessment of the Groundwater Quality in La Peaña Parish, El Oro Province, Ecuador. *Cienc. Unemi* **2019**, *12* (31), 64–73.
- (9) Jarrín, A. E.; Salazar, J. G.; Mestre, M. M.-F. Evaluación Del Riesgo a La Contaminación de Los Acuíferos de La Reserva Biológica de Limoncocha, Amazonía Ecuatoriana. *Ambient. e Agua - An Interdiscip. J. Appl. Sci.* **2017**, *12* (4), 652. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2030>.
- (10) Bracho Fernandez, I.; Fernandez Rodriguez, M. Assessment of Water Quality for Human Consumption in the Venezuelan Community of San Valentin, Maracaibo. *Min. Geol.* **2017**, *33* (3), 341–352.
- (11) Gómez-Duarte, O. Contaminación de Agua En Países de Bajos y Medianos Recursos Es Un Problema de Salud Pública Global. *Rev. la Fac. Med.* **2018**, *66* (1), 7–8. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.70775>.
- (12) Villena Chávez, J. A. Calidad Del Agua y Desarrollo Sostenible. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica* **2018**, *35* (2), 304. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>.
- (13) SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1108 Sexta Revisión2020-04 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS DRINKING WATER. REQUIREMENTSICS*; Quito-Ecuador, 2020.
- (14) Alvarez, A.; D Elia, M.; Paris, M.; Fasciolo, G.; Barbazza, C. Evaluación de La Contaminación de Acuíferos Producida Por Actividades de Saneamiento y Re-Uso de Efluentes En El Norte de La Provincia de Mendoza. *Rev. la Fac. Ciencias Agrar.* **2011**, *43* (1), 19–39.
- (15) Albornoz-Euán, B. I.; González-Herrera, R. A. Vulnerabilidad a La Contaminación Del Acuífero Yucateco Bajo Escenarios de Cambio Climático. *Ecosistemas y Recur. Agropecu.* **2017**, *4* (11), 275. <https://doi.org/10.19136/era.a4n11.1037>.
- (16) Cruz Falcón, A.; Troyo Diéguez, E.; Murillo Jiménez, J. M.; García Hernández, J.

- L.; Murillo Amador, B. Familias de Agua Subterránea y Distribución de Sólidos Totales Disueltos En El Acuífero de La Paz Baja California Sur, México. *Rev. TERRA Latinoam.* **2018**, 36 (1), 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i1.316>.
- (17) Ortega Márquez, M.; Márquez Fernández, O. Percepción Social Del Servicio de Agua Potable En El Municipio de Xalapa, Veracruz. *Rev. Mex. Opinión Pública* **2017**, No. 23, 41. <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484911e.2017.23.58515>.
- (18) Belmonte, S.; López, E. de las M.; García, M. de los Á. Identificación de Áreas Prioritarias Para La Gestión Del Agua En El Chaco Salteño, Argentina. *Agua y Territ. / Water Landsc.* **2021**, No. 17, 7–32. <https://doi.org/10.17561/at.17.4868>.
- (19) Zulia, U.; Manuel, J.; Monserrate, A.; Darío, M.; Arturo, J.; Manuel, J.; Antonio, F.; Darío, M.; Arturo, J. Revisión Sistemática Calidad Microbiológica Del Agua Subterránea Como Riesgo Epidemiológico En La Producción de Enfermedad Diarreica Infantil . Revisión Sistemática Microbiological Quality of Groundwater as an Epidemiological Risk in the Production of Chi. *Redalyc* **2019**, 47 (2), 22. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3556>.
- (20) Mancilla-Villa, O. R.; Anzaldo-Cortes, B. N.; Guevara-Gutiérrez, R. D.; Hernández-Vargas, O.; Palomera-García, C.; Figueroa-González, Y.; Ortega-Escobar, H. M.; Flores-Magdaleno, H.; Can-Chulim, Á.; Cruz-Crespo, E.; Sánchez-Bernal, E. I.; Olguín-López, J. L.; Mendoza-Saldivar, I. Calidad Del Agua Subterránea Para Uso Agrícola En Zacoalco de Torres y Autlán de Navarro, México. *Rev. TERRA Latinoam.* **2021**, 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.745>.
- (21) Robles Valderrama, E.; Ramirez Flores, E.; Ayala Patiño, R.; Duran Diaz, A.; Sainz Morales, M. de G.; Martinez Perez, M. E.; Martinez Rodriguez, B.; Gonzalez Arreaga, amaria E. Calidad Del Agua de Tres Pozos de La Zona Centro Del Acuífero Cautla–Yautepec, Morelos, México. *Rev. Latinoam. Recur. Nat.* **2010**, 3 (11), 159–175. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/fesi.20072082.2010.3.19001>.
- (22) Ríos-Tobón, S.; Agudelo-Cadavid, R. M.; Gutiérrez-Builes, L. A. Patógenos e Indicadores Microbiológicos de Calidad Del Agua Para Consumo Humano. *Rev.*

- Fac. Nac. Salud Pública* **2017**, 35 (2), 236–247.
<https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>.
- (23) Grijalva Endara, A. de las M.; Jiménez Heinert, M. E.; Ponce Solórzano, H. X. Contaminación Del Agua y Aire Por Agentes Químicos. *RECIMUNDO* **2020**, 4 (4), 79–93. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.79-93](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93).
- (24) del Puerto Sánchez, J. A.; Martínez Valdés, Y. Peligros Ambientales y Antrópicos Sobre Las Aguas de La Comuna de Ondjiva, Angola. *Ing. Hidráulica y Ambient.* **2021**, 42 (3), 22–46.
- (25) Guzmán Morales, A. R.; Oriol Vázquez, P.; Cruz La Paz, O.; Valdés Carmenate, R.; Valdés Hernández, P. A. Fitotecnología Para La Recuperación de Agroecosistemas Contaminados Con Metales Pesados Por Desechos Industriales. *Cent. Agrícola* **2021**, 48 (3), 43–52.
- (26) Valcarce Ortega, R. M.; Vega Carreño, M.; Rodríguez Miranda, W.; Suárez González, O. Vulnerabilidad Intrínseca de Las Aguas Subterráneas En La Cuenca Almendares -Vento. *Ing. Hidráulica y Ambient.* **2020**, 41 (2), 33–47.
- (27) Zamora Morales, B. P.; Zamora-Martínez, M. C.; Nieto de Pascual Pola, M. C. del C.; García Campusano, F. T. A. Condiciones Edáficas, Abundancia y Riqueza de Hongos Ectomicorizógenos Comestibles. *Rev. Mex. Ciencias For.* **2018**, 9 (48). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.152>.
- (28) Smith, M.; Cross, K.; Paden, M.; Laban, P. *Acuíferos: Gestión Sostenible de Las Aguas Subterráneas*; Cross, K., Laban, P., Paden, M., Smith, M., Eds.; IUCN, International Union for Conservation of Nature, 2020.
<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.WANI.8.es>.
- (29) Taweelarp, S.; Khebchareon, M.; Saenton, S. Evaluation of Groundwater Potential and Safe Yield of Heterogeneous Unconsolidated Aquifers in Chiang Mai Basin, Northern Thailand. *Water* **2021**, 13 (4), 558. <https://doi.org/10.3390/w13040558>.
- (30) Villar, P. C. International Cooperation on Transboundary Aquifers in South America and the Guarani Aquifer Case. *Rev. Bras. Política Int.* **2016**, 59 (1).

<https://doi.org/10.1590/0034-7329201600107>.

- (31) HATCH KURI, G. A Joint Management of Transboundary Aquifers: From Asymmetries to Environmental Protection*. *Redalyc* **2018**, 30 (59), 129–154.
<https://doi.org/10.17428/rfn.v30i59.1130>.
- (32) FARFÁN NEYRA, J. L.; CAMPOS UGAZ, W. A. Energía Solar Fotovoltaica Para La Explotación de Agua Subterránea. *Ucv Hacer* **2019**, 8 (1).
<https://doi.org/10.18050/revucvhacer.v8n1a6>.
- (33) Sánchez, J. A.; Álvarez, T.; Pacheco, J. G.; Carrillo, L.; González, R. A. Calidad Del Agua Subterránea: Acuífero Sur de Quintana Roo, México. *Tecnol. y Ciencias del Agua* **2016**, 7 (4), 75–96.
- (34) Ahamad, A.; Madhav, S.; Singh, P.; Pandey, J.; Khan, A. H. Assessment of Groundwater Quality with Special Emphasis on Nitrate Contamination in Parts of Varanasi City, Uttar Pradesh, India. *Appl. Water Sci.* **2018**, 8 (4), 115.
<https://doi.org/10.1007/s13201-018-0759-x>.
- (35) Padron Armas, L.; Paz Montelongo, S.; Gutierrez Fernandez, A.; Rubio Armendariz, C.; Gonzalez Weller, D.; Hardisson de la Torre, A. CONTENIDO DE METALES Y ELEMENTOS TRAZA EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DE ABASTECIMIENTO DE LA ISLA DE EL HIERRO (ISLAS CANARIAS, ESPAÑA). *Rev. Esp. Salud Publica* **2020**, 94 (15).
- (36) Huízar Álvarez, R.; Carrillo Rivera, J. J.; Juárez, F. Fluoruro En El Agua Subterránea: Niveles, Origen y Control Natural En La Región de Tenextepango, Morelos, México. *Investig. Geográficas* **2016**, No. 90.
<https://doi.org/10.14350/rig.47374>.
- (37) Fúquene, D. M.; Yate, A. V. *Ensayo de Jarras Para El Control Del Proceso de Coagulación En El Tratamiento de Aguas Residuales Industriales*; 2018.
<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2771>.
- (38) Martínez-Orjuela, M. R.; Mendoza-Coronado, J. Y.; Medrano-Solís, B. E.; Gómez-Torres, L. M.; Zafra-Mejía, C. A. Evaluación de La Turbiedad Como Parámetro

- Indicador Del Tratamiento En Una Planta Potabilizadora Municipal. *Rev. UIS Ing.* **2020**, *19* (1), 15–24. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n1-2020001>.
- (39) Edwin, M. A.; Juan, A. M.; Marco, A. T.; Fabricio, G. F.; Gustavo, M. M.; Carlos, P. M.; Jhovana, P. M.; Andres, R. N.; Efrain, R. F.; Andrea, S. G.; Rommel, V. B. PH DEL AGUA POTABLE QUE CONSUMEN ESTUDIANTES DEL SEGUNDO AÑO DE LA CARRERA DE MEDICINA, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES GESTION 2017. *Scielo* **2017**, *4*.
- (40) Mayorga, O.; Mayorga, J. Proposal for the Treatment of Drinking Water in Small Communities . Case : Santa Rosa-La Hechicera Sector. *Rev. Ing. UC* **2016**, *23* (3), 376–380.
- (41) Solís-Castro, Y.; Zúñiga-Zúñiga, L. A.; Mora-Alvarado, D. La Conductividad Como Parámetro Predictivo de La Dureza Del Agua En Pozos y Nacientes de Costa Rica. *Rev. Tecnol. en Marcha* **2018**, *31* (1), 35. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>.
- (42) Millan, F.; Prato G, J.; Montilla, T.; Tanaselía, C. Using of Variable Charge Adsorption Beds for Filtration of Residual Waters. *Scielo* **2018**, *41* (1).
- (43) Cortez Lázaro, A. A.; Santa Cruz Ventura, A. P.; Hernández Amasifuen, A. D.; Romero Bozzetta, J. L. Análisis de La Contaminación Microbiológica (Coliformes Totales y Fecales) En El Río Huaura – 2018. *Big Bang Faustiniiano* **2019**, *8* (4), 4. <https://doi.org/10.51431/bbf.v8i4.556>.
- (44) Morales Cabrera, D.; Avendaño Caceres, E.; Zevallos Ramos, D.; Fernandez Prado, J.; Mendoza Rodas, J. Environmental Risk Due to Arsenic and Boron in the Watersheds Sama y Locumba from Perú. *Scielo* **2018**, *22* (4), 406–414.
- (45) Medina-Pizzali, M.; Robles, P.; Mendoza, M.; Torres, C. Ingesta de Arsénico: El Impacto En La Alimentación y La Salud Humana. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica* **2018**, *35* (1), 93. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.351.3604>.
- (46) Ghosh (Nath), S.; Debsarkar, A.; Dutta, A. Technology Alternatives for Decontamination of Arsenic-Rich Groundwater—A Critical Review. *Environ. Technol. Innov.* **2019**, *13*, 277–303. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2018.12.003>.

- (47) Mendoza-Cano, O.; Sánchez-Piña, R. A.; Barrón-Quintana, J.; Cuevas-Arellano, H. B.; Escalante-Minakata, P.; Solano-Barajas, R. Riesgos Potenciales de Salud Por Consumo de Agua Con Arsénico En Colima, México. *Salud Publica Mex.* **2017**, *59* (1), 34. <https://doi.org/10.21149/8413>.
- (48) Angulo-Chávez, A. La Auditoría Ambiental y El Servicio de Agua Potable En La Ciudad de Huánuco. *Investig. Vald.* **2021**, *15* (4), 257–264. <https://doi.org/10.33554/riv.15.4.1108>.
- (49) Gómez-Gutiérrez, A.; Miralles, M. J.; Corbella, I.; García, S.; Navarro, S.; Llebaria, X. La Calidad Sanitaria Del Agua de Consumo. *Gac. Sanit.* **2016**, *30*, 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2016.04.012>.
- (50) Brikke, F.; Bredero, M. *Linking Technology Choice with Operation and Maintenance in the Context of Community Water Supply and Sanitation*; Geneva, Switzerland, 2003.
- (51) Moreira-Colletti, G.; Pereira-Tangerino, E.; Sánchez-Ortiz, I. A. Electrolytic Process Applied with Addition of Salts for Color Removal in Drinking Water Treatment. *Rev. Fac. Ing.* **2016**, *25* (43). <https://doi.org/10.19053/01211129.v25.n43.2016.5297>.
- (52) Perozo, J. R.; Rebeca Lisbeth, A. C. Evaluación de La Electrocoagulación En El Tratamiento de Agua Potable. *Quim. Viva* **2017**, *16* (1), 56–59.
- (53) Navarro Frometa, A. E.; Duran Dominguez, M. del C. Decentralized Treatment of Suburban and Small Rural Communities: Artificial or Constructed Wetlands, a Technology to Consider. *Rev. urbana Quim.* **2019**, *31* (1), 87–104.
- (54) Chulluncuy Camacho, N. C. Tratamiento de Agua Para Consumo Humano. *Ing. Ind.* **2011**, No. 29, 153–170.
- (55) Veliz, E.; Llanes, G. J.; Fernandez, A. L.; Bataller, M. Coagulación-f Loculación, Filtración y Ozonización de Agua Residual Para Reutilización En Riego Agrícola. *Tecnol. y ciencias del agua* **2016**, *7* (1), 17–34.
- (56) Carreño-Mendoza, Á.; Lucas-Vidal, L.; Hurtado, E. A.; Barrios-Maestre, R.; Silva-Acuña, R. Sistema de Tratamiento de Aguas Superficiales Para Consumo Humano

- En La Microcuenca Del Río Carrizal, Ecuador.// Surface Water Treatment System for Human Consumption in the Microbasin of the Carrizal River, Ecuador. *Cienc. UNEMI* **2018**, 11 (28), 76–87. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol11iss28.2018pp76-87p>.
- (57) Orozco-Ramos, J. M.; Cayán-Martínez, J. C.; García-Cabezas, E. F.; Pilataxi-Contreras, G. Implementación de Un Sistema de Recolección y Cloración Para La Potabilización Automatizada. *Rev. Arbitr. Interdiscip. Koinonía* **2020**, 5 (9), 508. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i9.677>.
- (58) OHARUS. *ST Series Pen Meter Instruction Manual*; managua, 2004.
- (59) Carpio Galvan, T. M. *Solidos Totales Secados a 103-105°C*; Colombia, 2007.
- (60) HACH. *2100N IS*; 2015.
- (61) HACH. *Color, Verdadero y Aparente Metodo 8025*; 2014.
- (62) Sandoval, A. M.; Carlos, G. *ADIESTRAMIENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES EN EL SECTOR AGUA*; Mexico, 1991.
- (63) UNINET. *WATER QUALITY- DETERMINATION OF THE MOST PROBABLE NUMBER (NMP) OF TOTAL COLIFORMS, FECAL COLIFORMS (THERMAL TOLERANTS), AND Escherichia Coli PRESUMPTIVE*; MEXICO, 2005.
- (64) Organizacion Mundial de la Salud. *Guías Para La Calidad Del Agua de Consumo Humano*, Creative C.; Organización Mundial de la Salud, Ed.; ginebra, 2018.
- (65) Alarcon Herrera, M. T.; Olivia, L. Q. L.; Martin Dominguez, I. R.; Miranda Navarro, S. V.; Benavides Montoya, A. *Arsénico En Agua*; Cimav: Argentina, España, Mexico, 2014; p 85.

ANEXO 1

RESULTADOS OBTENDOS DE LA PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA MUESTRA

RESULTADO DE TOMA DE MUESTRA 1 EN PARÁMETROS FÍSICOS

PARAMETROS FÍSICOS				
Barrios	Parametros			
	TEMPERATURA T(°C)	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (ppm)	COLOR (PCU)	CONDUCTIVIDAD
Harry Alvarez I	28,3	587	17	0,7
Puerto Azul	28,4	541	9	0,7
Urseza III Sector I	28,3	560	17	0,7
Carmen Bautista	28,5	588	17	0,7
Salinas	28,2	543	16	0,7
Pacífico	28,2	551	12	0,7
Virgen Del Cisne I	28,2	582	17	0,7
Gonzales Rubio	28,2	550	10	0,7
Harry Alvarez II	28,2	550	13	0,7
Virgen del Cisne II	28,6	567	19	0,7
1ro de Junio	28,4	546	8	0,7
Urb. Portal de los Esteros	28,1	385	4	0,4
La Union	28,1	550	112	0,7
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA OMS	-	-	-	1.4
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMATIVA INEN 1108 SEXTA REVISIÓN 2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS	-	-	15	-
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN EL TEXTO UNIFICADO DE	-	1000	-	-

LEGISLACION SECUNDARIA MEDIO AMBIENTE				
--	--	--	--	--

RESULTADO DE TOMA DE MUESTRA 1 EN PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS QUÍMICOS					
Barrios	Parámetros				
	pH	Cloro Residual (Cualitativo)	Oxígeno Disuelto		Arsénico
			OD (%)	OD (mg/L)	
Harry Alvarez I	8,2	AUSENCIA	45,7	3,01	-
Puerto Azul	8,3	AUSENCIA	55,7	4,7	-
Urseza III Sector I	8,3	AUSENCIA	35	2,66	-
Carmen Bautista	8,1	AUSENCIA	41,1	4,16	-
Salinas	8,1	AUSENCIA	50,2	3,52	-
Pacífico	8,2	AUSENCIA	70,2	3,2	-
Virgen Del Cisne I	8,08	AUSENCIA	66,4	3,5	-
Gonzales Rubio	8,1	AUSENCIA	66,8	4,57	-
Harry Alvarez II	8,17	AUSENCIA	67,3	4,2	-
Virgen del Cisne II	8,12	AUSENCIA	69,1	2,89	-
Iro de Junio	8,3	AUSENCIA	63,4	4,66	-
Urb. Portal de los Esteros	7,6	AUSENCIA	68,8	4,81	-
La Union	8,3	AUSENCIA	72,5	5,12	-
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMATIVA INEN 1108 SEXTA REVISIÓN 2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS	6,5-8,0	0,3 a 1,5	-	-	0,01
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN EL TEXTO UNIFICADO DE	-	-	No menor al 80% del	No menor al 80% del	-

LEGISLACION SECUNDARIA MEDIO AMBIENTE			oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l	oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l	
--	--	--	---	---	--

RESULTADO DE TOMA DE MUESTRA 2 EN PARÁMETROS FÍSICOS

PARAMETROS FISICOS				
Barrios	Parametros			
	TEMPERATURA T(°C)	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (ppm)	COLOR (PCU)	CONDUCTIVIDAD (uS)
Harry Alvarez I	28,4	578	16	0,7
Puerto Azul	28,4	537	10	0,7
Urseza III Sector 4	28.6	551	17	0,7
Carmen Bautista	28,5	597	17	0,7
Salinas	28.1	540	13	0,7
Pacífico	28,2	563	14	0,7
Virgen Del Cisne I	28,2	583	18	0,7
Gonzales Rubio	28,4	561	10	0,7
Harry Alvarez II	28,5	567	14	0,7
Virgen del Cisne II	28.8	555	17	0,7
1ro de Junio	28.5	529	9	0,7
Urb. Portal de los Esteros	28	476	8	0,4
La Union	28,4	567	13	0,7
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA OMS	-	-	-	1.4
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMATIVA INEN 1108 SEXTA REVISIÓN	-	-	15	-

2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS				
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA MEDIO AMBIENTE	-	1000	-	-

RESULTADO DE TOMA DE MUESTRA 2 EN PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS QUÍMICOS					
Barrios	Parámetros				
	pH	Cloro Residual (Cualitativo) mg/L	Oxígeno Disuelto		Arsénico mg/L
			OD (%)	OD (mg/L)	
Harry Alvarez I	8,2	Por debajo de los 0,5	43,4	3,1	0,0256
Puerto Azul	7,96	Por debajo de los 0,5	67,4	4,8	-
Urseza III Sector 4	7,95	Por debajo de los 0,5	30	2,43	0,0218
Carmen Bautista	8,03	Por debajo de los 0,5	43,1	3,69	0,023
Salinas	8,1	Por debajo de los 0,5	68,5	3,04	-
Pacífico	8,19	Por debajo de los 0,5	68,1	4,9	-
Virgen Del Cisne I	8,05	Por debajo de los 0,5	67,7	4,5	-
Gonzales Rubio	8,15	Por debajo de los 0,5	66,1	4,88	-

Harry Alvarez II	8,1	Por debajo de los 0,5	68,5	3,7	-
Virgen del Cisne II	7,96	Por debajo de los 0,5	69,5	4,7	-
1ro de Junio	8,25	Por debajo de los 0,5	66,3	2,99	-
Urb. Portal de los Esteros	8,19	Por debajo de los 0,5	69,7	5,4	-
La Union	8,2	Por debajo de los 0,5	52,8	4,06	-
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMATIVA INEN 1108 SEXTA REVISIÓN 2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS	6,5-8,0	0,3 a 1,5	-	-	0,01
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA MEDIO AMBIENTE	-	-	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l	-

RESULTADO DE TOMA DE MUESTRA 3 EN PARÁMETROS FÍSICOS

PARÁMETROS FÍSICOS				
Barrios	Parámetros			
	TEMPERATURA T(°C)	SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (ppm)	COLOR (PCU)	CONDUCTIVIDAD (uS)
Harry Alvarez I	28,7	574	17	0,8
Puerto Azul	28,2	543	10	0,8
Urseza III Sector 4	29,1	556	15	0,7
Carmen Bautista	28,2	590	17	0,8
Salinas	27,7	547	10	0,8
Pacífico	28,1	569	17	0,8
Virgen Del Cisne I	28,2	595	17	0,7
Gonzales Rubio	28,6	571	10	0,8
Harry Alvarez II	28,6	567	13	0,8
Virgen del Cisne II	29,6	573	14	0,8
1ro de Junio	27,8	558	9	0,8
Urb. Portal de los Esteros	27,3	566	9	0,5
La Union	28,7	568	10	0,8
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA OMS	-	-	15	1.4
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMATIVA INEN 1108 SEXTA REVISIÓN 2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS	-	-	15	-
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA MEDIO AMBIENTE	-	1000	-	-

--	--	--	--	--

RESULTADO DE TOMA DE MUESTRA 3 EN PARÁMETROS QUÍMICOS

PARÁMETROS QUÍMICOS					
Barrios	Parámetros				
	pH	Cloro Residual (Cualitativo)	Oxígeno Disuelto		Arsénico
			OD (%)	OD (mg/L)	
Harry Alvarez I	8,1	Por debajo de los 0,5	57	3	-
Puerto Azul	7,9	Por debajo de los 0,5	59	5,1	-
Urseza III Sector 4	7,9	Por debajo de los 0,5	56,2	4,6	-
Carmen Bautista	8,1	Por debajo de los 0,5	49,4	3,05	-
Salinas	8,1	Por debajo de los 0,5	69,5	6,6	-
Pacífico	8,06	Por debajo de los 0,5	69,1	5,1	-
Virgen Del Cisne I	8,1	Por debajo de los 0,5	65,1	5,8	-
Gonzales Rubio	8,1	Por debajo de los 0,5	64,3	4,6	-
Harry Alvarez II	8,2	Por debajo de los 0,5	70,6	5,93	-
Virgen del Cisne II	8,1	Por debajo de los 0,5	66,4	4,36	-
1ro de Junio	8,28	Por debajo de los 0,5	73	6,74	-

Urb. Portal de los Esteros	7,05	Por debajo de los 0,5	70,5	5,4	-
La Union	8	Por debajo de los 0,5	66,7	5,78	-
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN LA NORMATIVA INEN 1108 SEXTA REVISIÓN 2020-04. AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS	6,5-8,0	0,3 a 1,5	-	-	0,01
LÍMITES PERMISIBLES SEGÚN EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA MEDIO AMBIENTE	-	-	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l	-

ANEXO 2

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Ilustración 1: Reactivos y materiales para análisis microbiológico



Ilustración 2: Proceso para cuantificación de coliformes fecales



Ilustración 3: Tubos de ensayo en medio lactosa con muestra incluida por triplicado



Ilustración 5: Toma de Muestra



Ilustración 6: Medición de color de una muestra de agua



Ilustración 7: Medición de la turbiedad

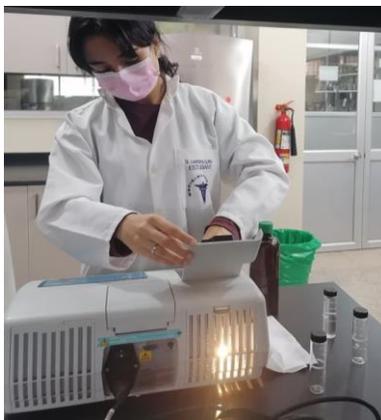


Ilustración 8: Equipo de medición de turbiedad



Ilustración 9: Presencia de burbujas en el interior de las campanas Durham



Ilustración 10: Muestras con sólidos presentes

ANEXO 3

INFORME DE RESULTADOS DE ARSENICO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL

Callejón Pichincha "San Felipe de Guayas" s/n - Centro Científico Ecuador 1701-2001, Quito, Ecuador
 Tel: +593-41-2790000 Fax: 3127-42169 Email: cica@epn.edu.ec
 Apuntes: 1701-2774 • Email: cica@epn.edu.ec • Quito - Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 27 de noviembre de 2021

Nº IRS-21-046

DATOS DEL CLIENTE:

Nombre del Cliente: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE SUACALÁ
 Nombre del Representante Legal: -
 RUC: -
 Dirección: -
 Teléfono corporativo: -
 Teléfono celular: 993242966
 Correo electrónico: ugsuacala@suacala.edu.ec

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2021-11-16
 No. Orden de Servicio: 021-711
 No. Suborden de trabajo: ET-21-178
 Tipo de servicio: Servicio de ensayo para evaluación de la calidad
 Código de la muestra: 021-21-106
 Lugar de análisis: CICAM - QUITO - LABOR. DE GUAYAS E11-211
 Fecha de análisis: 19 de noviembre de 2021
 Temperatura de muestra al laboratorio: 19,4°C

DATOS DE LA MUESTRA Y REPRESENTADOR POR CLIENTE

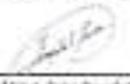
Nombre del Proyecto: - Fecha de muestreo: - Estación de la muestra: - Tipo de muestra: Puntual Tipo de muestra: Agua Potable Lugar de muestreo: URB. EL SECTOR 1 Origen de la muestra: - Responsable de muestra: Cliente	Tipo de ensayo: Físico	N.º de muestra: 5	Presentación: Sólido
---	------------------------	-------------------	----------------------

PARAMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
Arsénico	PE-7-02: EPN-709 (Determinación arsénico)	mg/L	0,0238

EPA Standard Methods for the Determination of Water and Wastewater, Ed. Vigésima, 19. Procedimiento de ensayo interno, N.A. No aplica.

Accreditación:
 - Pacientes no acreditado.
 Mayor información respecto a los métodos, instrumental de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Nota:
 Este informe sólo aplica a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones establecidas.
 La información completa de la metodología de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiere.
 La exactitud de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiere.
 El laboratorio no es responsable por la información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados.
 En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa.
 Prohibida la reproducción parcial de este informe.


 RESPONSABLE TÉCNICO


 COORDINADORA DE LABORATORIO



F-PS-01-08

Página Total 1

Version 01
Vigencia: 2021-07-23

Ilustración 11: Resultados de análisis de arsénico Harry Álvarez I



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL**

Callejón Politécnico "Don Bosco (Ordoñez, Basadre)" y Calle Ladrón de Guevara E 11-019, Edificio No. 11
B.O. "El Comercio" - Quito - 110132, 110133, 110134 y 110135 • Lima 110136, 110137 y 110138
Avenida 17 de Julio, 1700 • E-mail: centro@epn.edu.ec • Quito - Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 22 de noviembre de 2021

No. IRS-10-005

DATOS DEL CLIENTE:

Nombre del Cliente: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE HACHALA
 Nombre del Representante Legal: -
 RUC: -
 Dirección: -
 Teléfono corporativo: -
 Teléfono celular: 981212988
 Correo electrónico: ugarcia@univhachala.edu.ec

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2021-11-18
 No. Orden de Servicio: 0721-011
 No. Requisito de Trabajo: 07-20-194
 Tipo de servicio: Servicio de ensayo para evaluación de la calidad
 Código de la muestra: 001-21-104
 Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-019
 Fecha de análisis: 19 de noviembre de 2021
 Temperatura de ingreso al laboratorio: 19,4°C

DATOS DE LA MUESTRA FUERNDISTRADOS POR: CLIENTE

Nombre del Proyecto:	-	Tipo de muestra:	Plantas	Nº de muestras:	1	Preservación:	No
Fecha de muestreo:	-						
Requisito de la muestra:	-						
Tipo de muestra:	Porotal						
Tipo de muestra:	Agua Potable						
Lugar de muestreo:	HARRY AGUIRRE L						
Origen de la muestra:	-						
Responsable de muestra:	Clara						

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
Aséseno	PE-N-02 - 07/07/2013 (Muestreo porotal)	mg/l	0,0236

004. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19.2 Edición, PE: Prescripciones de Trabajo interno N.º 4, No aplica.

Revelaciones:

** Por escrito en su totalidad

Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentran disponibles en caso de ser solicitado.

Nota:

Este informe solo aplica a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones indicadas.

La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera.

La confiabilidad de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera.

El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados.

En caso de que esta información sea solicitada por los o disposiciones administrativas se notificará al cliente en forma previa.

Reservada la reproducción parcial de este informe.

 Juan Zamudio
RESPONSABLE TÉCNICO

 María Victoria Torres
COORDINADORA DE LABORATORIO



Ilustración 12: Resultados de análisis de arsénico Urseza III Sector I



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL

Calleja Páez "San Felipe de Guzmán" • 1001 La Olla de Guano E11-211, Quito, Ecuador
Tel: (593) 2-3796600 • Fax: (593) 2-3796600 • Email: ciacam@epn.edu.ec • Quito - Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 22 de noviembre de 2021

No. IRS-21-007

DATOS DEL CLIENTE:

Institución del Cliente: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MAQUILA
Sector del Representante Legal: -
RUC: -
Dirección: -
Teléfono comercial: -
Teléfono celular: 0112230
Correo electrónico: egonzalez@unmaquila.edu.ec

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2021-11-08
No. Orden de Servicio: 0021-011
No. Suborden de trabajo: 01-01-018
Tipo de servicio: Servicio de ensayo para evaluación de la calidad
Código de la muestra: MS-21-507
Lugar de muestreo: CICAM - Quito - Calleja de Guano E11-211
Fecha de análisis: 22 de noviembre de 2021
Temperatura de ingreso al laboratorio: 26.4°C

DATOS DE LA MUESTRA ADMINISTRADOS POR: CLIENTE

Institución del Proveedor: -	Tipo de ensayo: Público	Nº de muestra: 1	Prescritivo: No
Fecha de muestreo: -			
Remisión de la muestra: -			
Tipo de muestra: Puntal			
Tipo de muestra: Agua Potable			
Lugar de muestreo: CARMEN BAUTISTA			
Origen de la muestra: -			
Responsable de muestra: Cliente			

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA / MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
Arsénico	EE-V-021 (EPAN201) - Método interno	mg/L	0.020

101 - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19.1 Edición, 19.1. Procedimiento de Ensayo Interno, N.A. No aplica

Acreditaciones:

* Laboratorio no acreditado

Mayor información respecto a los métodos, instrumentos de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Nota:

Este informe sólo es válido si la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones indicadas.

La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera.

La información de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera.

El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que pueda afectar los valores de los resultados.

En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma escrita.

Prohibida la reproducción parcial de esta página.

Firmado por: **Julio Jiménez**
RESPONSABLE TÉCNICO

Aprobado por: **MSc. Carolina Paredo**
COORDINADORA DE LABORATORIO



Ilustración 13: Resultado de Análisis de arsénico Carmen Bautista