

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORAS TÉCNICAS EN PLANTA
POTABILIZADORA DE SAMBORONDÓN IMPLEMENTANDO
ARENA SÍLICA**

AUTOR

Soriano Villao, Leonel José

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN
DE LA CONSTRUCCIÓN**

TUTOR

Valdez Guzmán Luis Rafael

Santa Elena, Ecuador

Año 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

**Ing. Fidel Chuchuca Aguilar, MSc.
COORDINADOR DEL PROGRAMA**

**Ing. Rafael Valdéz Guzmán, MSc.
TUTOR**

**Ing. Ian Zambrano Montes, MSc.
ESPECIALISTA 1**

**Ing. Paúl Zúñiga Morales, MSc.
ESPECIALISTA 2**

**Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Leonel José Soriano Villao, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción.

TUTOR

Ing. Luis Valdez Guzmán, M.Sc.

10 días del mes de enero del año 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Leonel José Soriano Villao**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, “Plan de gestión para mejoras técnicas en planta potabilizadora de Samborondón implementando arena sílica” previo a la obtención del título en Magíster en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 09 días del mes de enero del año 2024

EL AUTOR

Leonel Soriano Villao



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “Plan de gestión para mejoras técnicas en planta potabilizadora de Samborondón implementando arena sílica”, presentado por el estudiante, Leonel José Soriano Villao fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 8%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



TUTOR

Ing. Luis Valdez Guzmán, MSc.



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Leonel José Soriano Villao

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Santa Elena, a los 09 días del mes de enero del año 2024

EL AUTOR

Leonel Soriano Villao

AGRADECIMIENTO

Dios Padre me ha permitido realizar este trabajo, mis agradecimientos sean para él.

Agradezco a amor a mi familia por ser mi impulso de vida y a todos los que apoyaron y ayudaron en este proceso de mi vida.

Leonel José Soriano Villao

DEDICATORIA

Con mucha estima para todas las personas que luchan por conseguir sus sueños.

Con afecto a quienes trabajan por hacer efectivos los derechos a una verdadera agua potable.

Leonel José Soriano Villao

ÍNDICE GENERAL

TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
DECLARO QUE:	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	7
1.1. El agua.....	7
1.2. Sistema de abastecimiento de agua	8
1.2.1. Tipos de fuentes de abastecimiento de agua.	9
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	29
2.1. Contexto de la investigación	29
2.2. Diseño y alcance de la investigación	29
2.3. Tipo y métodos de investigación.....	30
2.4. Población y muestra	30

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.	32
2.7. Ubicación del sector de estudio.....	33
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	2

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Procesos unitarios posibles a llevar a cabo en función de los contaminantes presentes.....	12
Tabla 2: Valores mínimos y máximos de cloro libre residual establecidos en diferentes países, de acuerdo a Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones	17
Tabla 3: Procesos de desinfección del agua.....	18
Tabla 4: Clasificación de los contaminantes presentes en el agua.....	20
Tabla 5: Principales parámetros de clasificación de tipos de agua.....	21
Tabla 6: Procesos unitarios referidos a cada grado de tratamiento.....	22
Tabla 7: Requisitos que debe cumplir el agua para consumo humano.....	24
Tabla 8: Ocurrencias de materias primas no metálicas del Ecuador.	28
Tabla 9: Proyección de la población por zonas	30
Tabla 10: Preguntas formuladas para la encuesta a los moradores del sector.	32
Tabla 11: Resultados de la encuesta.	35
Tabla 12: Caracterización del agua cruda que se extrae del pozo #1 en la cabecera cantonal de Samborondón.....	41
Tabla 13: Dosificación óptima a aplicar para el caudal que ingresa a la PTAP.	48
Tabla 14: Gastos mensuales de EPMAPAS	48
Tabla 15: Recaudación por cobro del servicio de suministro de agua potable.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Pozo para captación de agua subterránea.	10
Ilustración 2: Carbón activado	16
Ilustración 3: Esquema de ósmosis natural vs ósmosis inversa.....	19
Ilustración 4: Esquema de ósmosis inversa	20
Ilustración 5: Tipos de redes de abastecimiento de agua potable	24
Ilustración 6: Planta potabilizadora en cabecera cantonal de Samborondón.....	26
Ilustración 7: Vista satelital EPMAPAS	29
Ilustración 8: Método investigativo mixto.....	31
Ilustración 9: Vista satelital del cantón Samborondón.	33
Ilustración 10: Pozos de agua que abastecen a la Planta Potabilizadora de la cabecera cantonal de Samborondón.....	39
Ilustración 11: Revisión de la línea de conducción de agua y el sistema de distribución de la misma.	40
Ilustración 12: Tanque elevado para abastecer a los tanqueros.	40
Ilustración 13: Desarenador en la PTAP de cabecera cantonal de Samborondón.	43
Ilustración 14: Sistema de aireación en la PTAP de la cabecera cantonal de Samborondón.....	44
Ilustración 15: Proceso de coagulación-floculación.	44
Ilustración 16: Proceso de sedimentación.....	45
Ilustración 17: Proceso de filtración.	45
Ilustración 18: Sistema de desinfección del agua en la PTAP de la cabecera cantonal de Samborondón.....	46
Ilustración 19: Planta potabilizadora de agua en la cabecera cantonal de Samborondón.	47

RESUMEN

El presente trabajo abarca una propuesta para mejoras técnicas de la planta potabilizadora de agua en la cabecera cantonal de Samborondón, realizando una encuesta para determinar el grado de satisfacción de los moradores del sector sobre la calidad de agua, quienes demostraron estar inconformes con la misma; se realizó un análisis de la caracterización del agua subterránea que se extrae en pozos y se verificó su cumplimiento con las normativas así como los respectivos procesos unitarios que se aplican en el proceso de potabilización. Además, se constató los recursos financieros que ingresan y egresan en el ente regulador del sector y se plasma como resultados que el agua cumple con las normativas y que se requiere de fuentes que permitan obtener recursos para realizar las mejoras anualmente en la planta potabilizadora del sector de estudio.

Palabras claves: arena sílica, tratamiento, potabilización.

ABSTRACT

This work covers a proposal for technical improvements to the water purification plant in the cantonal capital of Samborondón, conducting a survey to determine the degree of satisfaction of the residents of the sector regarding the quality of water, who demonstrated that they were dissatisfied with it; An analysis was carried out of the characterization of the groundwater that is extracted in wells and its compliance with the regulations was verified as well as the respective unitary processes that are applied in the purification process. In addition, the financial resources that enter and exit the entity were verified. regulator of the sector and the results show that the water complies with the regulations and that sources are required that allow obtaining resources to make improvements annually in the water treatment plant of the study sector.

Keywords: silica sand, treatment, purification

INTRODUCCIÓN

El agua potable y el saneamiento están catalogados como derechos humanos fundamentales, ya que son básicos para asegurar el mantenimiento saludable de los hogares y para proporcionar la dignidad de todos los seres humanos.

(Ortíz-Árias, 2022) En lo concerniente a derechos humanos, a nivel internacional, se obliga a los países a trabajar para lograr el acceso universal al agua y al saneamiento para todo el mundo sin ningún tipo de discriminación, dándoles la prioridad a los más necesitados. En cumplimiento a los derechos humanos al agua y al saneamiento, se requiere que los servicios estén disponibles, que sean accesibles físicamente, equitativamente asequibles, culturalmente aceptables y seguros.

(Becerra Ramírez & Salas Benítez, 2016) Los países de Latinoamérica presentan un cumplimiento bajo en el reconocimiento, regulación y garantía del derecho al agua para sus habitantes, a continuación, se mencionan algunos artículos de las constituciones de varios países latinoamericanos:

- En Colombia, se limita a las entidades para que no inviertan el excedente de sus recursos a otros rubros, mientras que no garanticen primero la prestación universal y calificada de los servicios públicos, haciendo de los derechos sociales una realidad palpable a la ciudadanía, entre ellos el servicio público domiciliario de agua potable y saneamiento (Congreso de la República de Colombia, 1991).
- En Ecuador, el agua se considera un bien nacional público, inalienable, imprescriptible, inembargable y estratégico debido a sus implicaciones económicas, sociales, políticas y ambientales; teniendo así prohibición a su privatización, siendo facultades exclusivas del Estado su regulación, administración, control y gestión para el desarrollo pleno de los derechos y el interés social según los principios de sostenibilidad, prevención, precaución y eficiencia (Asamblea Nacional Constituyente, 2008).
- En la Constitución de México, en el artículo 4º, sexto párrafo, se reconoce el derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo de las personas y para uso doméstico, así como su garantía por parte del Estado y la concurrencia de los tres órdenes de Gobierno para que su acceso y uso sean

equitativos y sustentables (Cámara de Diputados del H. Congreso de la unión, 2022).

- La Constitución de la República Dominicana impone al Estado el cumplimiento de los derechos económicos y sociales de acuerdo con las pautas que marcan los instrumentos internacionales y los organismos por ellos facultados para su interpretación, dando prioridad en todo momento a los sectores económicamente más vulnerables de la población, brindando así los servicios básicos para su desarrollo (Asamblea Nacional Revisora, 2010).
- La Constitución de Uruguay contempla al recurso hídrico como un bien estatal de dominio público subordinado al interés general; y en lo relativo a la prestación del servicio público de saneamiento y abastecimiento de agua para consumo humano, queda fijado constitucionalmente como competencia exclusiva del Estado, por lo que las disposiciones concernientes al ingreso del capital privado, entes autónomos o servicios descentralizados no serán aplicables a los servicios públicos de agua potable y saneamiento.
- De la Constitución de Venezuela cabe resaltar que la legislación y las políticas en materia de aguas son competencia exclusiva del poder público nacional; y para el fomento y aprovechamiento del recurso se harán asignaciones económicas especiales de ley a los Estados en cuyo territorio exista el recurso hídrico.

Así, en América Latina se presenta una tendencia clara hacia la constitucionalización del derecho humano al agua, pues las constituciones relativamente nuevas lo contemplan; pero no únicamente desde el punto de vista de su reconocimiento, sino que a la par construyen los medios para hacer posible su garantía por los operadores jurídicos nacionales. Tal circunstancia refuerza, sin lugar a dudas, el derecho que emana en sede internacional que en ocasiones adolece de técnicas de garantías efectivas en el orden local.

Consecuentemente que en Latinoamérica de un 20% a un 40% de la población es beneficiaria del servicio de agua potable impartida por un aproximado de ochenta mil organizaciones encargadas de brindar el servicio de agua y saneamiento, mismas que se encargan de la administración, operación y mantenimiento ya que carecen de capital económico para desarrollarse y poder brindar un servicio de calidad, sin embargo, estas realizan prácticas de autogestión para el fortalecimiento técnico y financiero. Ecuador y los países latinoamericanos poseen un importante legado para la humanidad, pues la

riqueza natural de sus ecosistemas es reconocida, la contaminación de aire, agua y suelo, de manera evidente, afecta la calidad de vida de las personas y produce altos costos que son asumidos por la población y por las entidades prestadoras de servicio de salud y seguridad social (Calle Tenesaca & Villarreal Chérrez, 2020).

Como insumo básico para la vida humana, el agua se considera un bien social pero también puede ser un bien rival. El consumo por parte de un individuo o comunidad puede privar a otros del acceso al recurso, en muchos casos la oferta hídrica regional no es equivalente a la demanda. La escasez del recurso es, en este caso, la variable clave. Cuando la oferta de agua se acerca a su demanda surge la condición de rivalidad y es clara la necesidad de mecanismos para administrar su distribución. Así se puede considerar que el agua se convierte en un bien público impuro por no cumplir estrictamente con las características dadas por la definición de bien público (Verdesoto Velástegui, Oapanta Cevallos, & Acosta Morales, 2018).

La calidad del agua para el consumo humano es un factor determinante a tener presente en las condiciones de la salud de las poblaciones, sus características pueden favorecer tanto para la prevención como para la transmisión de agentes que causan enfermedades, tales como: EDA, hepatitis A, polio y parasitosis por protozoarios y helmintos, amebiasis, giardiasis, cryptosporidiasis y helmintiasis. La diferencia entre transmitir o prevenir este tipo de enfermedades de origen hídrico depende de varios factores, los principales son: la calidad y la continuidad del servicio de suministrar agua (Briñez, Guarnizo, & Arias, 2012).

En el sector de estudio se carece de agua para consumo humano directamente suministrada por la red de distribución de agua, el agua que es extraída y tratada no es completamente procesada para consumo humano, la inversión que se necesitaría para mejorarla sería muy alta y el ente competente tiene que destinar sus recursos a varias actividades que sin lugar a dudas también son necesarias para el desarrollo del sector, el proceso de tratamiento incluye un filtro anaerobio, al proceso de filtración se podría incluir arena sílica para disminuir el contenido de contaminantes en el agua cruda y así tener agua mejor procesada que en conjunto a sustancias químicas que se podrían incluir, permitirían dotar de agua de mejor calidad a los habitantes de la cabecera cantonal de Samborondón. A pesar de las regeneraciones de los sistemas de distribución de agua en

el área de estudio, también se podría adecuar los lechos filtrantes con el mineral que se hace referencia.

El sistema de potabilización que se utiliza en el sector consta de: captación, desarenador, aireación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección mediante un sistema continuo, el agua cruda es captada de pozos profundos mediante bombas sumergibles y es conducida por tuberías a la planta potabilizadora, tal proceso tiene un régimen de operación de 24 horas de bombeo (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Samborondón, 2015).

Planteamiento de la investigación (Fundamentación de la investigación)

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad brindar una alternativa de gestión para mejorar técnicamente la calidad del agua, parámetros físicos, durante el proceso de potabilización en la planta de la cabecera cantonal de Samborondón ya que, el agua que se provee actualmente en el sector no es consumida (ingerida) por los moradores quienes la catalogan como no apta para el consumo humano.

Formulación del problema de investigación

Opción 1: ¿La implementación de arena sílica en el proceso de potabilización permitirá tener mejoras técnicas en la planta potabilizadora de la cabecera cantonal de Samborondón?

Opción 2: ¿La implementación de arena sílica como parte de mejoras técnicas en el proceso de potabilización en la planta de la cabecera cantonal de Samborondón brindará agua de mejor calidad que la existente a los habitantes del sector?

Objetivo General:

Proponer un plan de gestión en planta potabilizadora de la cabecera cantonal de Samborondón para mejoras técnicas mediante la implementación de arena sílica.

Objetivos Específicos:

1. Identificar la problemática de la calidad de agua potable suministrada en el sector, mediante encuesta a la población, para la determinación de su influencia en la planta potabilizadora de la cabecera cantonal de Samborondón.
2. Argumentar un rediseño del proceso de tratamiento de agua potable aplicando los lineamientos establecidos por el MAATE (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica), que cumpla los límites permitidos por las normas INEN 1108 (Instituto Ecuatoriano de Normalización) en los parámetros de caracterización y con lo establecido en el ARCA (Agencia de Regulación y Control del Agua) para la obtención de mejoras en la calidad del agua en la cabecera cantonal de Samborondón.
3. Evaluar los costos de potabilización del agua con el sistema existente y con el rediseño propuesto mediante un análisis económico que permita la sostenibilidad de la mejor opción de sistema de tratamiento.

Planteamiento hipotético

¿Mediante la implementación de arena sílica en el proceso de potabilización del agua en la planta de la cabecera cantonal de Samborondón como mejora técnica se obtendría mayor cumplimiento de los parámetros físicos del agua en el sector de acuerdo con lo establecido en las normas INEN 1108?

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. El agua

(Vallejos Napiama de Pezo, 2022) El agua es un recurso vital para el desarrollo económico y social de las naciones, debido a que el acceso al agua y saneamiento mejorados constituyen factores de relevancia para promover una mayor inclusión a nivel social y contribuir para la reducción de la pobreza.

El agua no debe contener organismos patógenos, sustancias tóxicas y exceso de minerales y materia orgánica; así mismo para que sea agradable no debe tener color, turbiedad, sabor y olor; el contenido de oxígeno debe ser suficientemente alto y debe tener una temperatura adecuada (Santi Morales, 2016).

El consumo de agua contaminada puede dar origen a síntomas y algunas enfermedades, como por ejemplo leptospirosis, cólera, hepatitis A y giardiasis, siendo más frecuentes en niños entre 1 y 6 años, embarazadas y personas de la tercera edad, debido a alteraciones en el sistema inmune, pudiendo ser considerado un grave problema de salud pública (Magne Jiménez & Miranda, 2021).

El agua que se suministra para consumo humano, se debe garantizar tanto en calidad como en cantidad, según lo necesite cada población.

El presente trabajo investigativo se enfoca en establecer una opción para mejorar la calidad del líquido vital, el agua, para lo cual se plantea la implementación de arena sílica en el lecho filtrante, material compuesto por granitos de cuarzo con forma angular de alta pureza usado en plantas de tratamiento y purificación, gracias a su disposición en el mercado, su costo y su operación para disminuir la cantidad de contaminantes presentes en el agua al momento de darse el proceso de potabilización en el sector considerado.

La arena silíceo o arena de sílice es un compuesto que se obtiene por la combinación del silicio con el oxígeno, formando así una molécula muy estable (SiO_2). Esta molécula no se disuelve en agua, y en la naturaleza se encuentra en forma de cuarzo en estado cristalino y en forma de ópalo en estado amorfo, aplicable bajo las consideraciones de las normativas ecuatorianas, a fin de garantizar agua apta para consumo humano, es decir, que presente las características físicas, químicas y biológicas apropiadas para su ingesta.

La arena sílica es un mineral resultante de la combinación del silicio con el oxígeno, la cual se denomina óxido de silicio, por ende, tiene la misma composición del cuarzo (SiO₂).

Gran cantidad de enfermedades se producen por el consumo de agua insegura provista por las distintas instituciones distribuidoras del líquido en Ecuador lo que, genera afectaciones graves o traumas en las personas, produciendo así una inversión injusta en la adquisición de agua purificada envasada por los habitantes para evitar los problemas descritos; lo que claramente contradice a todas las normativas, reglamentos, parámetros, derechos o leyes que establecen que todo ser humano puede acceder al agua potable.

Como respuesta a las preocupaciones antes mencionadas, la desinfección ha sido una de las prácticas más económicas y seguras para la destrucción o desactivación de los organismos patógenos que se encuentran presentes en el agua, para ser aplicadas en ósmosis inversa y nanofiltración. La nanotecnología dirige a soluciones vanguardistas para la remediación de problemas del ambiente y muchos otros enfrentados por la humanidad.

De acuerdo a Albarrán & Mendoza, 2022, los métodos convencionales para el tratamiento de aguas incluyen la filtración, adsorción, intercambio iónico, sin embargo, estos procesos no limpian del todo las aguas, la cloración es más efectiva, pero da como resultado la formación de compuestos clorados.

En el tratamiento de agua, se aplica la filtración para eliminar los sólidos que están presente en las aguas superficiales, precipitados del ablandamiento del agua con cal, y precipitados de hierro y manganeso que están presente en muchos suministros de agua de pozo.

1.2. Sistema de abastecimiento de agua

Se considera como un sistema de abastecimiento de agua al conjunto de obras diversas cuyo objeto es suministrar agua a una población en suficiente cantidad, calidad adecuada, presión necesaria y en forma continua.

Un sistema de abastecimiento de agua potable abarca casi siempre las siguientes partes:

- 1) Fuente de abastecimiento

- 2) Obra de captación
- 3) Línea de conducción
- 4) Planta potabilizadora
- 5) Regularización
- 6) Línea de alimentación y red de distribución

Adicional a las anteriores obras mencionadas puede existir una planta de bombeo. No siempre se sigue el mismo orden, ni con todas las obras. (Rodríguez Ruiz, 2001)

1.2.1. Tipos de fuentes de abastecimiento de agua.

Según la forma de obtención de agua, se puede tener en consideración tres tipos de fuentes naturales de agua, que son aguas meteóricas, aguas superficiales y aguas subterráneas.

- Agua meteórica: tiene su origen en la descarga de agua por las nubes, en forma de lluvia, granizo o nieve. El 90% del agua producto de la lluvia, granizo o nieve cae sobre los océanos, mientras que tan solo el 10% de aquella agua cae sobre los continentes (Aguilar Ramírez, Camprubí, Fitz Díaz, Cienfuegos Alvarado, & Morales Puente, 2017).
- Aguas superficiales: se llaman así a la cantidad de agua que realiza su camino o almacenamiento encima de la superficie terrestre, gracias a la desglaciación, escurrimiento de aguas lluvias o escurrimiento de laderas (Mejia Alayo, 2019).
- Aguas subterráneas: el agua que se caracteriza subterránea es considerada como un recurso vital para la humanidad y es la principal fuente para suministrar agua a los seres humanos, abarcando así líquido para más de 1500 millones de personas alrededor del mundo (González Herrera, Albornoz Euán, Sánchez Y Pinto, & Osorio Rodríguez, 2018).

Obras de captación de agua

La calidad de captación de agua depende del carácter montañoso e inclinación de las laderas, así como de la cubierta vegetal.

La infiltración depende de las condiciones del suelo y su capacidad de retención y absorción. Si la cubierta vegetal es buena, los suelos tienen suficiente porosidad para poder generar de manera óptima la infiltración. (Anta Fonseca et al., 2008)

La captación de aguas superficiales se hace mediante bocatomas, en varios casos se implementan galerías filtrantes, perpendiculares o paralelas al curso del agua para captar tales aguas que resultan así con un filtrado preliminar mientras que la captación de las aguas subterráneas se hace mediante pozos o galerías filtrantes (Bernal Toloza & Sánchez Parra, 2019).



Ilustración 1: Pozo para captación de agua subterránea.

Fuente: Propia.

(Tomalá De La Cruz & Vera López, 2021) Las obras de captación deben garantizar una protección al sistema de abastecimiento evitando el ingreso de sedimentos, cuerpos flotantes, basura, plantas acuáticas entre otros.

Línea de conducción de agua cruda

(Andrade Falcones & Colcha Valdez, 2021) La línea de conducción es la responsable de transportar el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento.

En una línea de conducción por bombeo la diferencia de cotas es la carga para vencerse con ayuda de una bomba y en función del diámetro de la tubería que se escoja para la conducción del agua ya que, existe una relación inversa de costo entre potencia requerida de la bomba y el diámetro de la tubería, es decir, si se requiere de una tubería de diámetro pequeño y un equipo de bombeo grande (alta potencia), se tendrá bajo costo en tubería, pero alto costo en equipo de bombeo y su operación mientras que, si se requiere de una

tubería de diámetro grande y un equipo de bombeo pequeño (baja potencia), se tendrá costo alto de tubería pero bajo costo en equipo de bombeo y su operación.

(Asqui Aguayo & Recalde Cortez, 2022) Para el trazado y tipo de línea de conducción, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Longitud del trazado (Topografía del lugar).
- Condiciones geológicas y geomecánicas de los suelos.
- Actividad sísmica de la zona.
- Tipo y número de pasos de quebrada o caminos que se presentan (vías, fuentes superficiales, humedales, entre otros.).
- Vegetación.
- Infraestructura actual existente a lo largo del trazado y proyectos previstos a futuro.
- La incidencia ambiental (riesgos que se generan para la población).
- La calidad del agua que se transporta.

Para el tipo de conducción que tendrá el sistema, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Dimensiones (longitud y diámetro).
- Material y tipo de las tuberías.
- Profundidad de instalación.
- Número y tipo de válvulas necesarias.
- Estructuras complementarias.
- Posibles fuentes de contaminación del agua.
- Requerimientos del bombeo o no.

Planta potabilizadora

Tipos de tratamiento

(Romero, 2008) Los tratamientos empleados para potabilizar agua, se pueden clasificar teniendo en consideración lo siguiente:

- Los componentes o impurezas a eliminar.
- Parámetros de calidad

- Grados de tratamientos de agua

Con lo anterior expuesto, se puede tener una lista de procesos unitarios, que son necesarios para la potabilización del agua en función de sus componentes. De esta forma, la clasificación de acuerdo a los tipos de contaminantes sería la siguiente:

Tabla 1: Procesos unitarios posibles a llevar a cabo en función de los contaminantes presents en el agua.

Tipo de contaminante	Operación unitaria
Sólidos gruesos	Desbaste
Partículas coloidales	Coagulación + floculación + decantación
Sólidos en suspensión	Filtración
Materia orgánica	Afino con carbono activo
Amoniacó	Cloración al breakpoint
Gérmenes patógenos	Desinfección
Metales no deseados (Fe, Mn)	Precipitación por oxidación
Sólidos disueltos (Cl ⁻ , Na ⁺ , K ⁺)	Ósmosis inversa

Fuente: (Romero, 2008)

Coagulación

El proceso de coagulación es donde se lleva a cabo la mezcla del agua con el coagulante para permitir que se puedan juntar las partículas que producen turbiedad, aumentando así su peso y tamaño para luego separarse del agua mediante la sedimentación y filtración.

El proceso de coagulación y floculación son operaciones unitarias muy importantes ya que, dentro del proceso de potabilización de agua son los primeros procesos que se realizan, estos son los que conllevan a los demás procesos del tratamiento de agua. Aunque su efectividad se ve involucrada por varios factores tales como, el cálculo de la

dosificación de coagulante a emplear, irregularidades durante la mezcla rápida, residuos de materia flotante, entre otros (Fernández Huaripata, 2021).

(Restrepo Osorno, 2009) El proceso se usa para:

- Remover la turbiedad orgánica o inorgánica que no sedimenta rápidamente.
- Remover color aparente y verdadero.
- Eliminar bacterias, virus y organismos patógenos susceptibles de ser separados durante coagulación.
- Destruir algas y plancton en general, presentes en el agua.
- Eliminar sustancias que producen sabor y olor, en algunos casos de precipitados químicos suspendidos en otros.

Floculación

(Rodríguez Ruiz, 2016) El agua pasa por el tanque de floculación en donde reacciona con el producto químico aplicado para dar lugar a la formación de flóculos, los cuales se consideran correctos cuando tienen el tamaño de una cabeza de alfiler, activándose así la sedimentación por aumentar la velocidad de asentamiento con las partículas pequeñas que se adhieren a estos.

Los coagulantes son sales que producen hidróxidos insolubles cuando reaccionan con la alcalinidad del agua. Los más empleados son:

- Sulfato de aluminio $\rightarrow \text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$
- Aluminato de sodio $\rightarrow \text{Na Al O}_2$
- Sulfato ferroso $\rightarrow \text{Fe SO}_4$
- Sulfato férrico $\rightarrow \text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3$
- Cloruro férrico $\rightarrow \text{Fe Cl}_3$

Cuando la alcalinidad del agua es deficiente para que reaccione en forma natural, se agregan sustancias alcalinas como:

- Carbonato de sodio $\rightarrow \text{Na}_2 \text{CO}_3$
- Soda cáustica $\rightarrow \text{Na OH}$
- Cal $\rightarrow \text{Ca O}$

(Chulluncay Camacho, 2011) Para determinar la dosis óptima de coagulante se debe realizar ensayos de prueba de jarras, que permite tener una simulación de las condiciones de coagulación-floculación de la planta, buscando obtener el floc pesado y compacto que fácilmente pueda quedar retenido en los sedimentadores y que no se rompa al pasar los filtros.

Decantación

(Ramírez Quirós, 2008) Durante el tratamiento que se realiza al agua que luego se destina para consumo de los seres humanos, las sustancias que están en suspensión y varias más disueltas en el agua, así también como los residuos de los coagulantes y otros productos químicos (reactivos) que se emplean en el tratamiento, se separan, y quedan varios residuos que, en un convencional tratamiento, pueden ser los que se indican a continuación:

- 1) Residuos producto de la coagulación y/o floculación que se generan en los decantadores y en los filtros, normalmente.
- 2) Residuos de procesos de ablandamiento.
- 3) Residuos que se producen durante la eliminación de manganeso, hierro y de la implementación de permanganato potásico.
- 4) Residuos de carbón activo (en caso de emplearse carbón activo en polvo durante el proceso de potabilización).

Estos residuos se retienen en los decantadores y filtros.

Las diferentes características o variedad de los fangos dependen básicamente de la calidad del agua cruda y del tratamiento a aplicar.

Lodos, que son residuos atrapados en los decantadores, se producen durante la coagulación, entre ellos óxidos hidratados de aluminio, materia de origen orgánico e inorgánico, arrastradas por el agua, en la mayoría de los casos siendo estables y no putrescibles y así periódicamente e intermitentemente se van extrayendo del fondo de los decantadores.

Sedimentación

Se define la sedimentación como un proceso físico que, consta de la separación de partículas que se encuentran suspendidas con un mayor peso específico al del agua mediante la acción de la gravedad, siendo una de las operaciones unitarias más empleadas en el tratamiento de agua potable, este proceso se lleva a cabo en los tanques de decantación o sedimentación primaria, generalmente después de que se le realiza un tratamiento físico-químico como la coagulación-floculación al agua, aquí se podría presentar la sedimentación de tipo floculenta, en la que las partículas no se comportan como partículas discretas, más bien se agregan a medida que se van sedimentando, se da un aumento de la masa de las partículas, crecen los flóculos y aumenta la velocidad de sedimentación (Manrique Prieto & Gomez Chaves, 2016).

Filtración

(Berdonces, 2008) Los procesos previos de filtración quizás son los más adecuados para realizar exhaustivamente en el agua para beber, previos a la desinfección. El proceso de filtración se realiza principalmente para reducir los niveles de materia sólida en suspensión, aunque pueden filtrar otros productos nocivos.

Las partículas pueden separarse de las aguas brutas mediante filtros rápidos por gravedad, horizontales, o a presión, o filtros lentos de arena. La filtración lenta en arena es, en esencia, un proceso biológico, mientras que los otros tipos de filtración son procesos físicos. Los filtros rápidos por gravedad, horizontales y a presión pueden utilizarse para la filtración directa de agua bruta, sin tratamiento previo. Los filtros rápidos por gravedad y a presión se utilizan habitualmente para filtrar agua que ha sido tratada previamente mediante coagulación y sedimentación. También puede realizarse una filtración directa, en la que se añade al agua un coagulante y, a continuación, ésta se hace pasar directamente por el filtro en el que se separa el flóculo precipitado (que contiene sustancias contaminantes). La aplicación de la filtración directa está limitada por la disponibilidad de espacio en el filtro para albergar las sustancias sólidas separadas (Vega Serrano, 2013).

Afino con carbón activado

La denominación de “carbón activado” se aplica a cualquier forma de carbón caracterizada por su gran capacidad de adsorción de gases, vapores y sólidos coloidales; lo que hace particularmente útil para las industrias de transformación química y petroquímica, encontrándose con frecuencia en varias áreas de trabajo, entre ellas en la purificación de agua potable, tratamiento de aguas residuales, clarificación en la industria alimenticia y en la industria farmacéutica (Cabrera Blanco, Bautista Reyes, Ortega Cuello, Cabrera Cuello, & Cuello Pérez, 2021).

El filtro de carbón activado, al igual que el filtro de arena, funciona por el mismo principio, la diferencia está en los elementos filtrantes y su finalidad. El carbón activado se categoriza como un material natural que tiene millones de agujeros microscópicos que captura, atrae y rompe moléculas de contaminantes que están presente en el agua (Gaitan Nieto, 2019).



Ilustración 2: Carbón activado
Fuente: (Gaitan Nieto, 2019)

En el proceso de descontaminación de aguas con carbón activado el mecanismo de adsorción implicado es de tipo físico fundamentalmente, lo cual permite desorber el contaminante una vez que se ha agotado la capacidad del adsorbente gracias al carácter reversible de este tipo de adsorción (Sotelo, Ovejero, Delgado, & Martínez, 2004).

Cloración al breakpoint

(Ordóñez Aquirre & Quiroz Silva, 2021) Adicionar cloro, al inicio del proceso de potabilización, permite tener la oxidación y desinfección, procesos con los cuales se

permite la eliminación de manganeso, hierro, amoníaco, azufre y algunas sustancias reductoras, así como también permite suprimir sabores que contenga el agua previo a la desinfección, adicionalmente permite disminuir la formación de algas y microorganismos presentes, se logra gracias a la inclusión de cloro hasta obtener como residuo cloro libre en el agua, proceso que se conoce como breakpoint, generalmente 0.5ppm de cloro libre es una concentración que se requiere.

Tabla 2: Valores mínimos y máximos de cloro libre residual establecidos en diferentes países, de acuerdo a Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones

País	Parámetro	Unidad	Valores mínimos y máximos permitidos
Ecuador	Cloro libre residual	mg/l	0.3 a 1.5
España	Cloro libre residual	mg/l	1 a 2
Estados Unidos	Cloro libre residual	mg/l	> 0.5

Fuente: (Ordóñez Aquirre & Quiroz Silva, 2021)

(Miralles Gómez, 2022) Este método consiste en aplicar cloro al agua hasta llegar al break-point (punto de ruptura) de la cloración, permitiendo así que los niveles de cloro sobrepasen la demanda de oxidante y que el agua acumule un residuo de cloro libre disponible.

Se consigue eliminar el nitrógeno amoniacal del agua, aplicando este método, generando subproductos de desinfección, como las cloraminas.

Desinfección

(Martinez Alvarez & Solis Huertas, 2014) La desinfección se lleva a cabo para destruir los organismos causantes de enfermedades. Durante el proceso no se destruyen todos los organismos, siendo esto la principal diferencia entre la esterilización y la desinfección, proceso que destruye completamente los organismos.

La desinfección del agua puede llevarse a efecto por diferentes procesos, con agentes químicos o con medios físicos.

Tabla 3: Procesos de desinfección del agua

Métodos químicos	Comentarios	Ejemplos
Cloro y sus derivados	Los más empleados, tiene efecto residual.	Compuestos de cloro, cloro gaseoso, dióxido de cloro.
Peróxido de hidrógeno	Es una opción a la desinfección con cloro.	Peróxido de hidrógeno
Ozono	Después de la cloración es el método de desinfección más frecuentemente empleado.	Gas ozono generado in situ.
Métodos físicos	Comentarios	
Radiación ultravioleta	Producida por lámparas que emiten radiación con una frecuencia de 254nm	

Precipitación por oxidación

(Mamani Castaños, 2019) Las operaciones de precipitación y sedimentación química, llevadas a cabo de manera independiente o en combinación con reacciones de oxidación-reducción, se utilizan ampliamente para la eliminación de metales.

(Tijero Prado, 2021) El proceso de filtración oxidativa consiste generalmente en aplicar un agente oxidante para poder reducir el manganeso que se encuentra presente en el agua, estos compuestos generarán precipitados, como hidróxido de manganeso o carbonato de manganeso, que luego se filtran mediante diversos procedimientos de filtración.

Ósmosis inversa

(Colomina Montava, 2016) La ósmosis directa es un proceso que ocurre en la naturaleza cuando 2 soluciones, con diferentes concentraciones, se ponen en contacto una con otra, separadas por una membrana semipermeable, existe una circulación natural de la solución menos concentrada a la solución más concentrada para igualar las concentraciones

finales. A la diferencia de altura que se genera entre las dos soluciones se le llama presión osmótica.

(Saavedra Fenoglio, Valdés Riquelme, & Zúñiga Espinoza, 2022) Cuando se aplica una presión en el compartimento que se encuentra a mayor concentración, superando la presión osmótica se invierte la ósmosis natural, fluyendo el solvente en sentido contrario desde la solución más concentrada, este proceso se denomina ósmosis inversa.

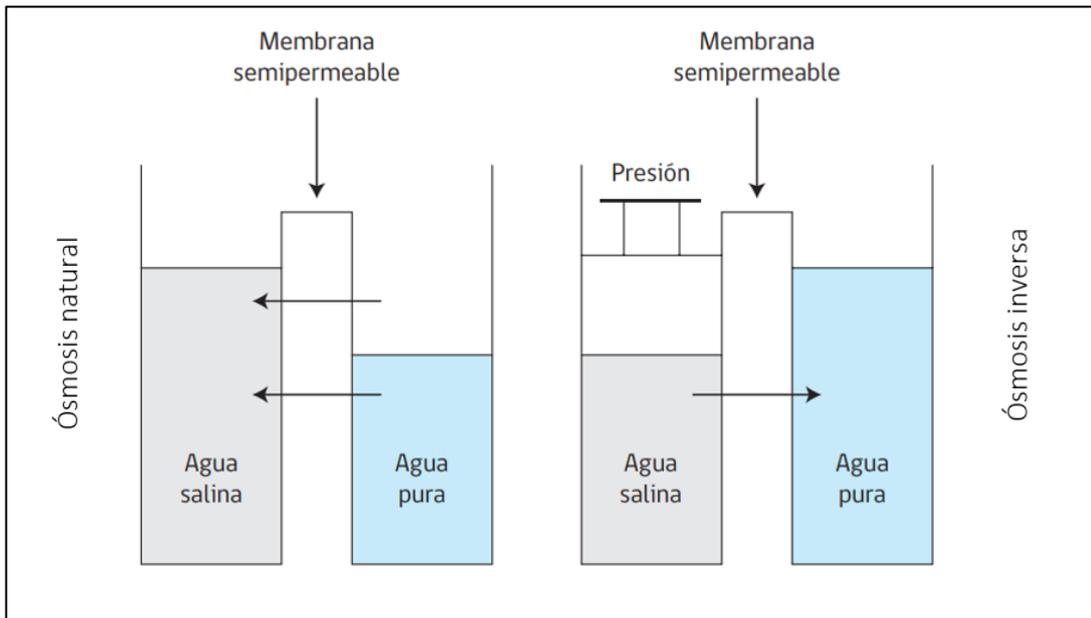


Ilustración 3: Esquema de ósmosis natural vs ósmosis inversa

Fuente: (Saavedra Fenoglio et al., 2022)

(Vanegas Chavarría, 2023) En los procesos de ósmosis inversa lo que se busca es obligar que partículas de hasta 0.001 micras pasen a través de una serie de mallas o membranas concéntricas de diferentes tamaños, durante este recorrido el agua que se va a tratar ya sea de mar, residual, industrial o de pozo avance por una serie de tuberías a elevada presión y en este avance escape de dichas membranas, este procedimiento se desarrolló en base de la idea de vencer la presión osmótica la cual es la presión que se debe vencer para hacer pasar un líquido a través de una membrana semipermeable.

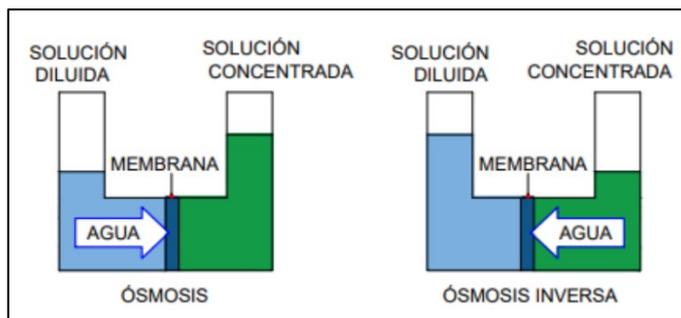


Ilustración 4: Esquema de ósmosis inversa

Fuente:(Vanegas Chavarría, 2023)

Contaminantes en el agua

(Chulluncay Camacho, 2011) En la siguiente tabla se clasifican los contaminantes que se podrían encontrar en el agua previo a la potabilización:

Tabla 4: Clasificación de los contaminantes presentes en el agua.

Físicos	Químicos	Gaseosos	Biológicos
Color	Materia orgánica	Anhídrido carbónico	Bacterias
Olor y sabor	Acidez/alcalinidad	Metano	Hongos
Grasas y aceites	pH	Ácido sulfhídrico	Protozoos
Espumas	Nitrógeno		Algas
Radioactividad	Fósforo		Animales
Temperatura	Salinidad		Plantas
Sólidos disueltos	Metales pesados		Virus
Sólidos en suspensión	Detergentes		
	Compuestos tóxicos		
	Pesticidas		

(Mera Vinces & Campoverde Gómez, 2023) En Ecuador la Norma Técnica Ecuatoriana, INEN 1108, establece los requisitos que el agua potable debe cumplir para consumo humano, se aplica al agua que se potabiliza para los sistemas que abastecen al sector público y privado mediante redes de distribución y tanqueros.

Regularización

La evaluación y diagnóstico del funcionamiento de una línea de conducción se la realiza como una medida preventiva para poder determinar daños o conexiones clandestinas a lo largo de la línea que puedan afectar el funcionamiento de esta, y así poder fijar soluciones inmediatas (Rivera Vaca & Sánchez Anchundia, 2018).

Parámetros de calidad

Las aguas que se destinan al consumo humano quedan clasificadas, de acuerdo al grado de tratamiento que se debe realizar durante su potabilización, en los 3 siguientes grupos:

- TIPO A1
- TIPO A2
- TIPO A3

De acuerdo a la normativa europea del año 1988, se definen los tipos de agua por los parámetros siguientes:

Tabla 5: Principales parámetros de clasificación de tipos de agua

Parámetro	Unidad	Tipo A1	Tipo A2	Tipo A3
pH	-	(6.5 – 8.5)	(5.5 – 9)	(5.5 – 9)
Color	Escala Pt	20	100	200
Sólidos en suspensión	mg/l	(25)	-	-
Temperatura	°C	25	25	25

Conductividad a 20°C	S/cm	(1000)	(1000)	(1000)
Detergentes	Lauril sulfato	0.2	0.2	0.5
Plaguicidas totales	mg/l	0.001	0.0025	0.005
DQO	mg/l O ₂	-	-	30
Oxígeno disuelto	% saturación	70	50	30
DBO5	mg/l O ₂	3	5	7
Coliformes totales 37°C	100 ml	50	5000	50000
Coliformes fecales	100 ml	20	2000	20000

Fuente: (Romero, 2008)

Los procesos unitarios que se deben ejecutar para tratamiento según los grados serán los siguientes:

Tabla 6: Procesos unitarios referidos a cada grado de tratamiento

Grado de tratamiento	Composición del tratamiento	Descripción
Tipo A1	Tratamiento físico simple + desinfección	Filtración rápida + desinfección
Tipo A2	Tratamiento físico normal + tratamiento químico + desinfección	Precloración + coagulación/floculación + decantación

		+ filtración + desinfección
Tipo A3	Tratamiento físico y químico intensos + afino + desinfección	Cloración al breakpoint + coagulación/floculación + decantación + filtración + afino con carbón activo + desinfección

Fuente: (Romero, 2008)

Línea de alimentación y red de distribución

La conducción se encarga del transporte del agua tratada, generalmente a presión en conductos cerrados, hasta las redes de suministro. La red debe garantizar el servicio en cantidad suficiente y constante, de acuerdo con los parámetros de diseño y las necesidades de consumo, que pueden ser de tipo doméstico, público, comercial o industrial (Vargas Ramírez, 2016).

Una red de distribución se compone de un conjunto de tuberías que, instaladas por un costado de las calles existentes de una localidad, permiten proveer de agua potable a los usuarios mediante acometidas domiciliarias, para requerimientos domésticos, comerciales e industriales.

Tipos de redes de distribución de agua potable

Ramificada o abierta: se caracterizan por tener un ramal principal, el de mayor diámetro, del cual parten los ramales secundarios que finalizan en puntos ciegos los cuales no tienen interconexiones con otras tuberías en la red de abastecimiento de agua potable.

Red mallada o cerrada: se caracteriza porque forman anillos o mallas que permitan disponer un circuito cerrado para el flujo de agua en toda la red de distribución.

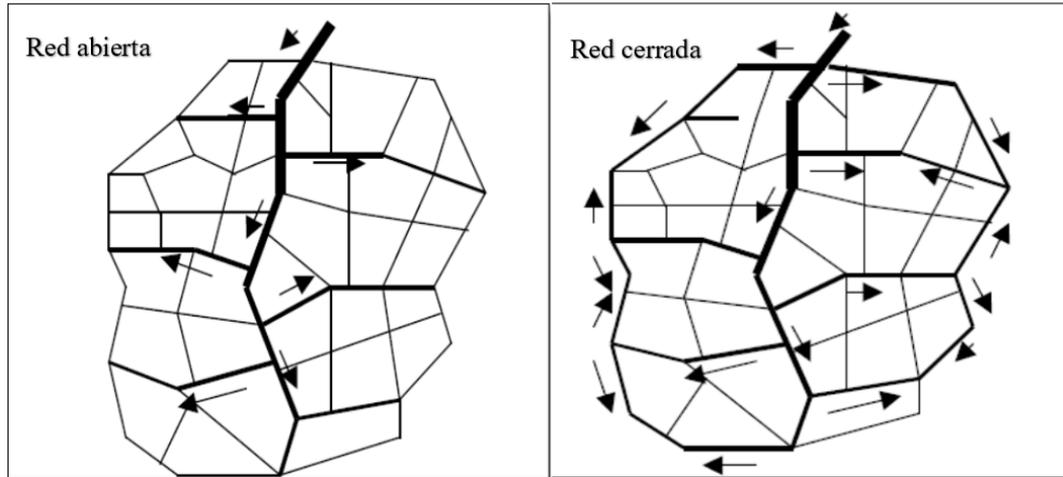


Ilustración 5: Tipos de redes de abastecimiento de agua potable

Fuente: (Mena Céspedes, 2016)

Requisitos específicos que debe cumplir el agua para consumo humano.

(Figuroa Moreno, Torres Mendoza, Macas Mendoza, & Lara Tambaco, 2023) Según lo establecido por las NORMAS NTE INEN 1108-2011 el agua para el consumo humano debe cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 7: Requisitos que debe cumplir el agua para consumo humano.

Parámetros físicos	Unidad	Límite máximo permitido
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	----	No objetable
Sabor	----	No objetable
Antimonio (Sb)	mg/l	0.02
Arsénico (As)	mg/l	0.01
Bario (Ba)	mg/l	0.7

Boro (B)	mg/l	2.4
Cadmio (Cd)	mg/l	0.003
Cianuros (CN)	mg/l	0.07
Cloro libre residual	mg/l	0.3 a 1.5
Cobre (Cu)	mg/l	2
Cromo (Cr) cromo total	mg/l	0.05
Fluoruros	mg/l	1.5
Mercurio (Hg)	mg/l	0.006
Níquel (Ni)	mg/l	0.07
Nitratos (NO ₃)	mg/l	50
Nitritos (NO ₂)	mg/l	3
Plomo (Pb)	mg/l	0.01
Radiación total α	Bg/l	0.5
Radiación total β	Bg/l	1
Selenio (Se)	mg/l	0.04
Número de colonias	Ufc	0
Coliformes totales	NMP	< 1
Escherichiacoli	NMP	< 1.1

Análisis preliminar de la planta potabilizadora existente

Análisis de carácter socioeconómico

A nivel general el cantón Samborondón cuenta con un área de 252 kilómetros cuadrados, de las cuales hay sectores urbanos y rurales, los sectores rurales a nivel cantonal cuentan con el servicio de agua potable a través de tanqueros que llegan a los puntos donde hay acceso vía terrestre, así también hay ciertos recintos que cuentan con su propia micro planta potabilizadora, en el sector urbanizado se dispone de plantas potabilizadoras que proveen el líquido vital, esto es en el Recinto Boca de Caña, cabecera parroquial de Tarifa y la cabecera cantonal de Samborondón; esta última es la planta de estudio en el presente proyecto, las personas beneficiadas con el servicio en el sector son aproximadamente 16000 habitantes, quienes tienen recursos que van de bajos a medios por lo que, el cobro del líquido vital se da mediante una tarifa estándar accesible para toda la población del sector.



Ilustración 6: Planta potabilizadora en cabecera cantonal de Samborondón.

Arena sílica

La arena sílica, es un material pétreo de apariencia granular extraída de bancos de arena o de minas (Plasencia Izquierdo, 1994).

(Susunaga Miranda, Estévez Garrido, & Susunaga Estévez, 2020) La arena sílica es un compuesto que resulta de la mezcla del oxígeno con el silicio. Se compone químicamente

por dos átomos de oxígeno y un átomo de sílice, formando así una molécula muy estable: SiO₂, se produce al triturar la piedra o arena de sílica de textura cribada, abierta a distribución del grano necesario. La arena de sílice es producida por la trituración de molienda y lavado de la sílice de alta calidad. Tal arena se utiliza como un medio granular que sirve de filtro para el tratamiento del agua potable y agua residual. Sus características físicas son: arena de gránulo duro. Es variable y cribable el tamaño del grano de las partículas, y presenta un color de marrón a gris.

(Corredor Chinome & Gutiérrez Barreto, 2014) Por sus características y versatilidad, la arena sílica suele tener las siguientes aplicaciones:

- Fabricación de ladrillo refractario
- Agregado inerte en pozos de geotermia de altas temperaturas
- Fabricación de ferroaleaciones
- Fabricación de piezas de fundición
- Industria de resinas y vidrio
- Morteros para construcción
- Material filtrante en plantas de tratamiento y purificación

La arena también puede ser utilizada como lecho filtrante para depuración y potabilización de las aguas (para retención de los flóculos de tamaños muy pequeños que no son separados por decantación).

(Díaz, Campos, Zamora, & Salgado, 2018) En el mercado, la arena sílica se vende en varias presentaciones, puede ser a granel (o greña) que presenta un bajo costo utilizada en la industria de la construcción, además tiene mercado en industrias mediante un procedimiento especial de mejoramiento de las características ya sea a granel o envasada. También se puede vender como materiales de filtros.

(Uribe, 2015) En su artículo “Investigaciones de materias primas minerales no metálicas en el Ecuador” describe las ocurrencias y/o yacimientos de las materias primas no metálicas inventariadas en cada territorio provincial del Ecuador como se presenta a continuación:

Tabla 8: Ocurrencias de materias primas no metálicas del Ecuador.

PROVINCIA	No. De ocurrencias minerales no metálicos																				No. de tarjetas totales				
	Arcillas	Caolín	Feldespato	Total min. Arcillosos	Arena grava	Arena sílica	Azufre	Baritina	Caliza	Diatomita	Esmectita	Geysersita	Grafito	Mica	Piedra semipreciosa	Perlititas	Pómez	Rocas macizas	Rocas ornamentales	Tripoli		Wollastorita	Yeso	Lapilli	Arena pesada
1 Azuay	13	8	0	21	116	0	0	0	15	1	6	2	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	172	
2 Bolívar	8	0	1	9	17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0	3	97	
3 Cañar	5	6	2	13	41	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	0	0	78	
4 Carchi	13	0	0	13	1	0	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	2	0	44	
5 Cotopaxi	6	0	0	6	11	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	14	9	0	0	0	0	0	45	
6 Chimborazo	11	0	2	13	15	0	1	0	19	3	3	2	0	0	1	0	37	2	0	0	0	4	0	100	
7 El Oro	16	1	3	20	19	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	50	
8 Esmeraldas	19	0	0	19	27	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	52	
9 Guayas	29	0	0	29	56	3	0	0	35	1	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	5	0	3	177	
10 Imbabura	10	0	0	10	29	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	5	0	2	1	0	0	53	
11 Loja	8	8	0	16	20	0	0	0	7	1	7	0	3	0	3	0	10	5	1	0	14	0	0	87	
12 Los Ríos	11	0	0	11	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
13 Manabí	30	0	2	32	1	0	0	0	11	1	2	0	0	0	0	0	26	0	0	0	2	0	1	76	
14 Morona Santiago	15	7	0	22	2	9	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	3	0	0	57	
15 Napo	2	2	2	6	20	3	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	0	1	2	47	
16 Pastaza	10	2	2	14	13	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	35	
17 Pichincha	53	0	0	53	75	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	1	8	87	6	0	0	0	0	235	
18 Tungurahua	1	0	0	1	23	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3	18	4	0	0	0	0	0	53	
19 Zamora	5	2	3	10	6	5	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	30	
Total por mineral	265	36	17	318	507	54	5	1	143	12	19	4	4	2	4	1	25	372	30	1	2	25	10	7	1519

(Baeza Gómez, 2018) En Ecuador, el Decreto Ejecutivo 1279, de 2012, define el Reglamento Especial para Explotación de Materiales Áridos y Pétreos, cuyo objeto es la aplicación de la Ley de Minería, para que cada Gobierno Municipal pueda autorizar, regular y controlar la explotación de materiales pétreos y áridos que se ubiquen en los lechos de los lagos, ríos, playas de mar, lagunas y canteras.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Contexto de la investigación

La planta potabilizadora de agua a la cual se hace énfasis pertenece a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Samborondón, ubicada en la cabecera cantonal de Samborondón, provincia del Guayas, en la intersección de las calles Bolívar y 31 de Octubre, sus coordenadas georreferenciales son 641605.00m E; 9783671.00m S.



Ilustración 7: Vista satelital EPMAPAS
Fuente: Google Earth

2.2. Diseño y alcance de la investigación

La investigación a aplicar es la investigación mixta que es un enfoque relativamente nuevo que implica combinar los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio. Para el presente caso el alcance de estudio se considera correlacional (busca la relación entre las variables dependientes y las variables independientes) o explicativo (se usa una variable dependiente con el propósito de encontrar los factores que provocan determinados fenómenos).

2.3. Tipo y métodos de investigación

El presente proyecto se desarrolla tanto con la investigación cualitativa ya que, se tiene: análisis, observaciones, comparaciones, se tiene una pregunta establecida, se entiende, se presentan cualidades y la investigación cuantitativa que mide el fenómeno, se usa la estadística, la probabilidad y habla sobre cantidad; mientras que, el método de investigación es hipotético-deductivo, parte del planteamiento de una hipótesis para llegar a una deducción ya sea afirmativa o negativa.

2.4. Población y muestra

De acuerdo al Plan Cantonal de Desarrollo y Plan de Ordenamiento Territorial 2012-2022, la población proyectada para el año 2022 en la cabecera cantonal de Samborondón es de 15771 habitantes, según el Estudio de impacto ambiental, de la construcción y operación del relleno sanitario del cantón Samborondón provincia del Guayas (Muñoz E., Naranjo S., 2014).

Tabla 9: Proyección de la población por zonas

Sector \ Año	2010	2013	2015	2022
Samborondón – urbano	12834	13499	13962	15771
La Puntilla – urbano satélite	29803	38809	46278	85691
Total urbana	42637	52308	60240	101462
Samborondón – rural disperso	8997	11877	14293	27326
Tarifa – rural amanzanado	6510	6828	7048	7876
Tarifa – rural disperso	9446	9110	8893	8172
Total rural	24953	27815	30234	43374
TOTAL	67590	80123	90474	144836

Fuente: (Muñoz E., Naranjo S., 2014)

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación mixta abarca los instrumentos a emplearse para recolectar los datos cuantitativos y cualitativos, así como su secuencia y análisis de dichos datos.

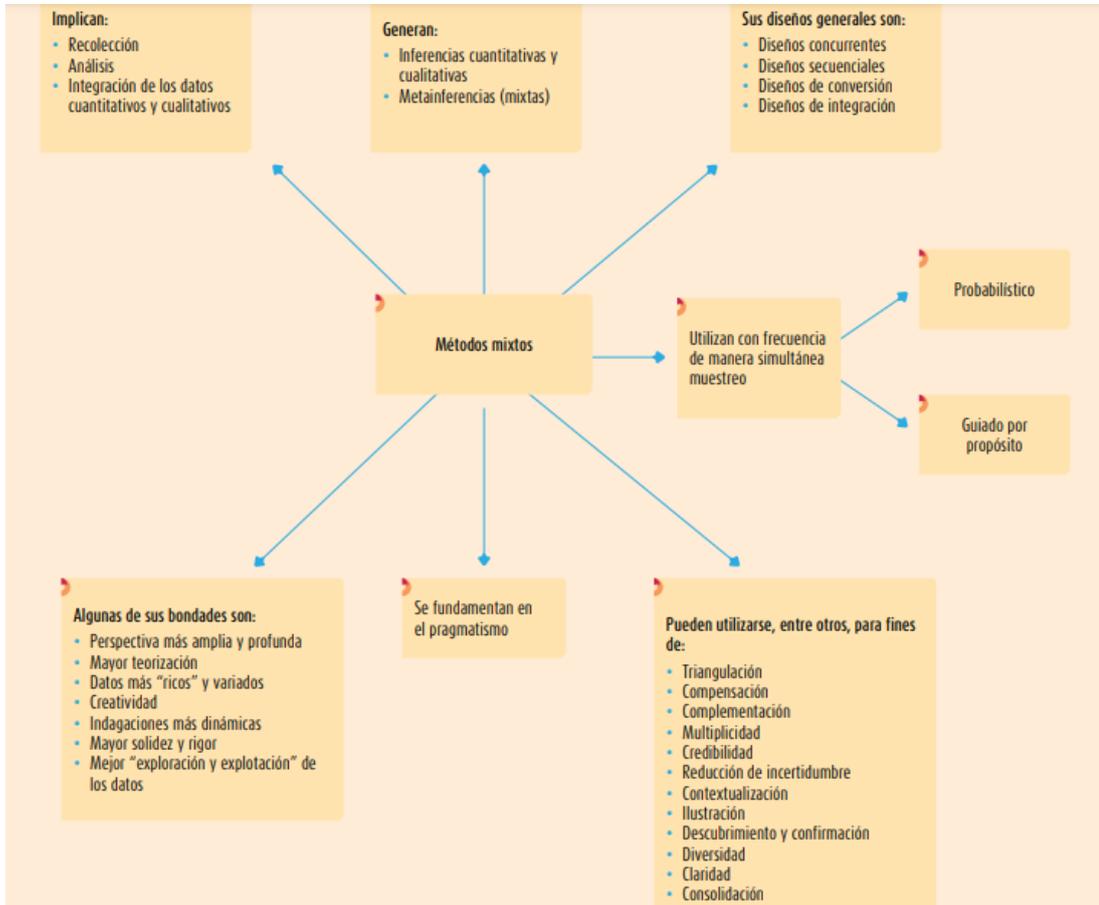


Ilustración 8: Método investigativo mixto

Fuente: Metodología de la investigación 6ta edición, Roberto Hernández, Carlos Fernández, María Baptista

(Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) Se visualiza la investigación mixta como un continuo en donde se mezclan los enfoques cuantitativo y cualitativo, centrándose más en uno de ellos o dándoles el mismo "peso", donde cabe señalar que cuando se hable del método cuantitativo se abreviará como CUAN y cuando se trate del método cualitativo como CUAL. Asimismo, las mayúsculas-minúsculas indican prioridad o énfasis.

Como parte del método cuantitativo, para la recolección de datos de la opinión ciudadana se plantea la implementación de una encuesta, la cual se debe realizar a personas que habiten, trabajen o estudien en la cabecera cantonal de Samborondón.

La encuesta se realizará con la finalidad de obtener el nivel de conformidad o inconformidad de la ciudadanía del sector con respecto al agua que se les suministra.

La encuesta constará de 6 preguntas que se les consultará a las personas y se analizarán sus resultados, las preguntas se muestran a continuación:

Tabla 10: Preguntas formuladas para la encuesta a los moradores del sector.

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.
2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector? <ul style="list-style-type: none">• Si• No
3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?
4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?
5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable? <ul style="list-style-type: none">• Si• No
6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector? <ul style="list-style-type: none">• Mala• Buena• Muy buena• Excelente

2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.

La investigación mixta se utiliza y ha avanzado debido a que los fenómenos y problemas que enfrentan actualmente las ciencias son tan diversos y complejos que el uso de un enfoque único, tanto cualitativo como cuantitativo, no es suficiente para tratar con esta complejidad. En el presente trabajo investigativo se empleará información tanto cuantitativa como cualitativa.

También se tiene considerado la realización de encuestas a los moradores del sector de estudio sobre la calidad de agua y así considerar su aporte a las mejoras que necesita la

planta potabilizadora, para lo cual se aplicará una técnica cuantitativa y la caracterización de parámetros del agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón, mediante una técnica cualitativa.

2.7. Ubicación del sector de estudio

El cantón Samborondón se encuentra ubicado en la parte céntrica de la provincia del Guayas, Ecuador. El cantón limita al norte con el cantón Salitre, al este limita con los cantones Yaguachi y Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan), al oeste limita con el cantón Daule y al sur limita con los cantones Guayaquil y Durán.

El cantón Samborondón comprende dos parroquias, una rural que es Tarifa y una urbana que es La Puntilla, además cuenta con la cabecera cantonal que es uno de los mayores centros poblados. En la cabecera cantonal se tiene una población aproximada de 16000 habitantes, los cuales reciben el suministro de agua potable a través de la red pública.

La cabecera cantonal comprende varios sectores y en esta se desarrollan diversas actividades ya sean comerciales, institucionales, educativas, turísticas, entre otras.

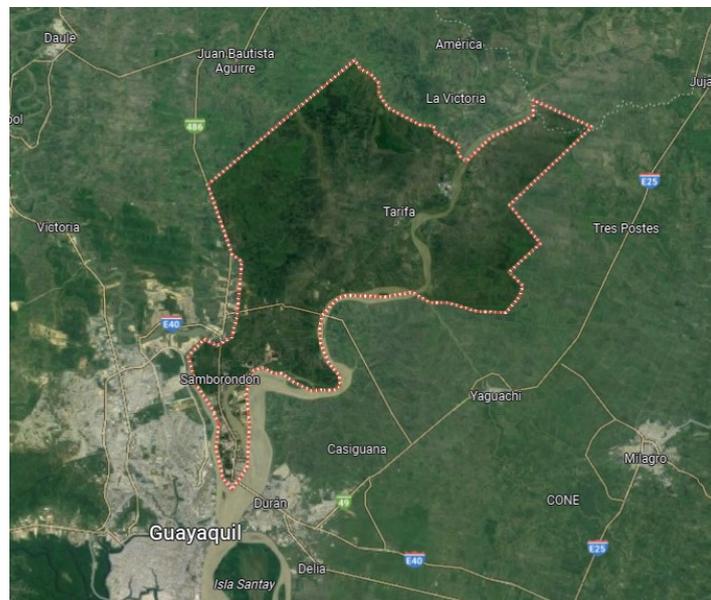


Ilustración 9: Vista satelital del cantón Samborondón.

Fuente: Google Maps.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos planteados y con la investigación desarrollada se tienen los resultados de la encuesta realizada a los moradores del sector donde dan a conocer su grado de satisfacción con respecto a la calidad del agua suministrada en la cabecera cantonal de Samborondón

Así también se realizó una visita técnica en las instalaciones de EPMAPAS para recopilar información sobre el proceso de potabilización del agua, se revisó cada uno de sus procesos unitarios y se propone modificaciones en el actual proceso de potabilización del agua a fin de cumplir con las normativas que establecen las entidades reguladoras y brindar un servicio mejorado a la ciudadanía.

También se realizó una evaluación de costos que se producen por el actual proceso de potabilización y se analizan los costos que conllevaría hacer modificaciones y el impacto que tendría la institución encargada del suministro en el sector de estudio.

ANÁLISIS DE RESULTADOS, CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA EN EL SECTOR

Opinión de la ciudadanía

Residencias, locales comerciales, mercado, hospital, centro de salud pública, clínicas, instituciones educativas y de otra índole reciben el líquido vital, pero la ciudadanía presenta inconformidades por la calidad del agua suministrada en el sector.

Como método de recolección de datos se empleó la encuesta, la cual se realizó en el mes de septiembre de 2023 en el sector de estudio.

Para la determinación de la opinión ciudadana se procedió a realizar la encuesta a 25 personas ubicadas en distintos puntos del cantón.

Las personas fueron seleccionadas tratando de conseguir comentarios respecto a los distintos usos que se le proporciona al agua y en las diversas edificaciones que existen en el sector, los resultados de la encuesta se pueden visualizar en la sección anexos; a continuación, se muestran los resultados:

Tabla 11: Resultados de la encuesta.

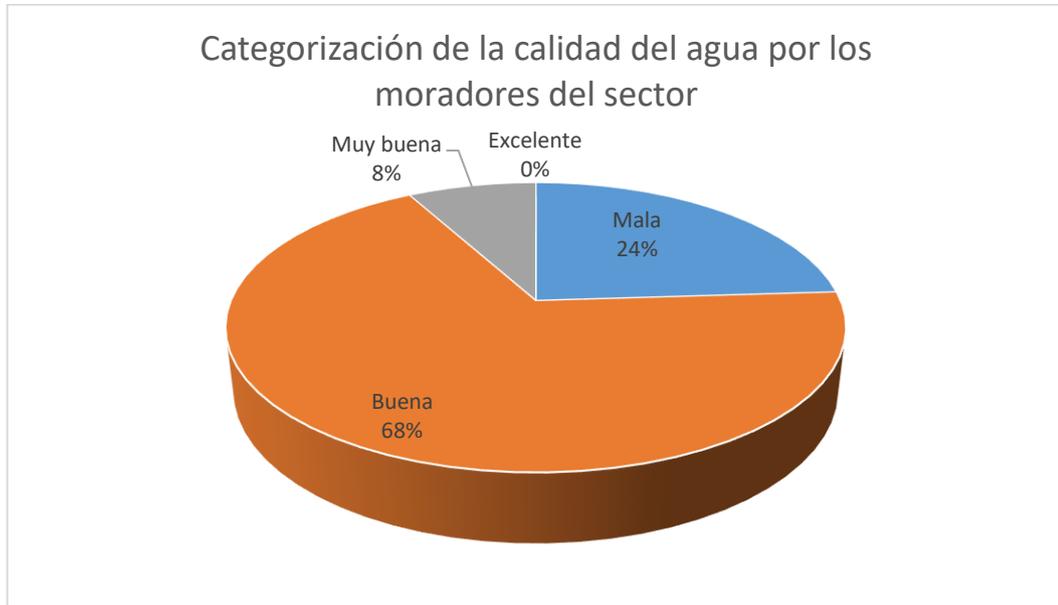
N° de encuesta	1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.		2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?		3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?									4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?		5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?		6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?			
	SI	NO	Aseo personal	Cocinar	Limpieza de la casa	Lavar los platos	Lavar la ropa	Lavar el carro	Bañar la mascota	Llenar la piscina	Regar las plantas y/o calle	Todos los días	NO	SI	Mala	Buena	Muy buena	Excelente			
1	X		X					X				Todos los días	X		X						
2		X	X		X							24/7	X		X						
3	X		X	X	X		X		X			Todo el día		X							
4	X		X		X		X					Todos los días	X			X					
5	X		X	X	X		X					En la mañana y en la tarde	X	X	X						
6	X		X		X		X					Casi todo el día	X		X						
7	X		X		X		X					Siempre	X		X						
8	X		X	X	X		X					24/7	X		X						
9	X		X	X	X		X					24/7	X		X						
10	X		X		X		X		X			24/7	X		X						
11	X		X	X	X		X	X				Todo el día	X		X						
12	X		X	X	X		X	X				Siempre	X		X						
13	X		X	X	X		X	X				Siempre	X		X						
14	X		X	X	X		X	X				24/7	X		X						
15	X		X	X	X		X		X			Regular, no todo el día	X	X	X						
16	X		X	X	X		X	X				Hay corte de agua 2 veces al día	X	X	X						
17	X		X	X	X		X	X				2 veces al día	X	X	X						
18	X		X	X	X		X	X				Regular, no todo el día	X	X	X						
19	X		X		X							Tiene interrupciones durante el día	X		X						
20	X		X		X		X	X				24/7	X	X	X						
21	X		X		X		X	X				Todo el día	X	X	X						
22	X		X		X		X	X				Todo el día	X	X	X						
23	X		X		X		X	X				3 veces al día	X	X	X						
24	X		X		X		X	X				Todo el día	X	X	X						
25	X		X		X		X	X				Todo el día	X	X	X						

De acuerdo a los resultados obtenidos de la encuesta se puede identificar que los moradores de la cabecera cantonal de Samborondón no están conformes con el agua que se suministra en la actualidad.

De las 25 personas encuestadas, 6 de ellas mencionaron que el agua es de mala calidad, 17 personas indicaron que el agua es de buena calidad, 2 personas mencionaron que el agua es de muy buena calidad y nadie mencionó que el agua es de excelente calidad, lo

que conlleva a plantear un análisis urgente para resolver tal problemática que afecta a las samborondeñas y los samborondeños.

A continuación, se muestra un gráfico de pastel donde se muestran los resultados:



Ente regulador local

El proceso de potabilización de agua en la cabecera cantonal de Samborondón está a cargo de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Samborondón (E.P.M.A.P.A.S.) quien es el ente regulador y distribuidor del servicio de suministro de agua potable en la cabecera cantonal y sus recintos aledaños, así como también a la parroquia Tarifa y recintos aledaños, desde la ordenanza de creación de la misma con Registro Oficial No. 222 de fecha 25 de marzo de 2010; en la parroquia La Puntilla se encarga del suministro de agua potable la compañía Aguas de Samborondón Amagua C.E.M. desde junio de 1998.

EPMAPAS posee varias instalaciones a nivel cantonal, así como varias plantas potabilizadoras en sus sectores más poblados.



Ilustración 10: Visita a las instalaciones EPMAPAS

En la cabecera cantonal de Samborondón EPMAPAS posee sus oficinas junto a la planta principal, en estas se encuentran varias direcciones y áreas departamentales, entre las cuales se cuenta con: Gerencia general, Auditoría interna, Asesoría jurídica, Secretaría general, Gerencia Técnica (Dirección de Planificación y Dirección de agua potable y alcantarillado), Dirección financiera, Dirección administrativa y Dirección de comercialización.

Cada una de las ramificaciones de la estructura organizacional de EPMAPAS tiene sus funciones asignadas específicas para cada una de ellas.

Cabe destacar que el servicio de suministro de agua en el sector es cobrado y recaudado por la Dirección financiera de la institución, y la tasa de cobro es una tasa fija reducida para los moradores del sector que en su mayoría poseen recursos económicos limitados, obtenidos de su jornada de trabajo diario.

Los montos recaudados no son suficientes para el mantenimiento y operatividad de la planta potabilizadora ya que, el cobro fue establecido bajo un análisis de mercado de los moradores en donde se dejó establecida una tarifa base y en cumplimiento a la “Ordenanza que regula el Cobro de Tasas de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, derecho de abastecimiento y cobros de Multas para quienes infrinjan las Normas de Regulación de la Prestación de estos Servicios en la Cabecera Cantonal, de Samborondón, en la Parroquia Rural de Tarifa y sus Recintos” con registro oficial No. 623 de fecha 20 de enero de 2012.

Por el motivo mencionado anteriormente, EPMAPAS recibe una contribución económica por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Samborondón para su operación y mantenimiento, así como también de Amagua C.E.M.

La adquisición de sustancias para aplicar al proceso de potabilización, el pago del personal, los servicios de mantenimiento de equipos y accesorios son gastos fijos que tiene EPMAPAS, la implementación de arena sílica en el proceso de potabilización en conjunto con el adecuado proceso de aplicación de sustancias durante las etapas de potabilización permitirían tener agua de mejor calidad y así poder aumentar el costo del servicio, siempre y cuando sea un porcentaje reducido ya que, el proveer tal servicio es más bien por razón social que por razón económica-financiera del ente regulador local.

Sistema de abastecimiento de agua en el sector

El abastecimiento de agua para los moradores del sector de estudio, la cabecera cantonal de Samborondón, inicia con los recursos detallados a continuación:

- La fuente de captación en el sector es mediante cinco pozos profundos, de los cuales se extrae el líquido vital mediante cuatro fuentes ubicadas en el mismo terreno donde se encuentran las instalaciones de EPMAPAS, ubicándose también la Planta Potabilizadora principal de la cabecera cantonal de Samborondón, y la otra fuente de abastecimiento se encuentra en un sector cercano a la Planta Potabilizadora, específicamente en un parque cercano, donde se tiene el respectivo pozo con la protección necesaria para evitar sufrir alguna afectación por las personas que visitan el parque; las fuentes en mención son las aportadoras del caudal que requiere la población, cada una de ellas abarca un área determinada para abastecer del líquido a la ciudadanía.

Las fuentes proveen el agua cruda de manera independiente, es decir, cada ciertas horas se extrae agua de cada uno de los cinco pozos que abastecen a la Planta Potabilizadora.

- La obra de captación es básicamente la implementación de la infraestructura para la extracción de agua de los respectivos pozos mediante la implementación de tuberías, filtros (piedra triturada), bombas sumergibles, tableros de control, acometida eléctrica, casetas de protección.



Ilustración 11: Pozos de agua que abastecen a la Planta Potabilizadora de la cabecera cantonal de Samborondón.

Fuente: Propia

- La línea de conducción comprende la tubería empleada para transportar el agua extraída desde su captación hasta la planta potabilizadora, esta línea de conducción comprende tramos de tubería de hierro y tramos de tubería de pvc ya que, la planta potabilizadora se encuentra cerca a los pozos de captación. Cabe mencionar que esta tubería es considerada antigua, no se ha realizado una reposición de la misma desde su instalación inicial.
- En la planta potabilizadora, la aplicación de los procesos unitarios se realiza en función de la caracterización del agua cruda, es decir, de acuerdo a los parámetros físicos-químicos que presente el agua, teniendo en cuenta que la dosificación de productos se lleva a cabo de acuerdo a la fuente de abastecimiento.
- La regularización de las viviendas y demás infraestructura la controla el G.A.D. Municipal de acuerdo al Departamento encargado, sin embargo, EPMAPAS lleva un control de registro de medidores y/o solicitudes de guías domiciliarias para así controlar y distribuir el suministro de agua en el sector.
- La línea de alimentación comprende la tubería que transporta el agua tratada, purificada, desde la planta potabilizadora a los reservorios de agua que se encuentran en las instalaciones de EPMAPAS, estos reservorios tienen una capacidad de almacenamiento de 500 metros cúbicos y 200 metros cúbicos y la red de distribución comprende el conjunto de tuberías, válvulas, uniones y bombas (motores de impulsión) que permiten que se suministre el agua en la localidad. Para el caso de abastecimiento de agua en algunos recintos se lleva desde tanqueros que, se abastecen de agua gracias a un tanque elevado que permite almacenar más de 50 metros cúbicos y así se permite suministrar el servicio a la

mayor parte de la población samborondeña que se encuentra también en el sector rural del cantón.



*Ilustración 12: Revisión de la línea de conducción de agua y el sistema de distribución de la misma.
Fuente: Propia.*



*Ilustración 13: Tanque elevado para abastecer a los tanqueros.
Fuente: Propia.*

Análisis de resultados, parámetros de caracterización del agua que se capta en el sector.

El agua que se capta en la cabecera cantonal de Samborondón (se adjunta resultados de caracterización de agua cruda que se extrae en los pozos en la sección anexos) presenta las siguientes características en el pozo #1 en la muestra tomada el 11 de julio del 2023:

Tabla 12: Caracterización del agua cruda que se extrae del pozo #1 en la cabecera cantonal de Samborondón.

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
1) Características físicas			
<i>Parámetro</i>	<i>Expresado como</i>	<i>Límite permisible</i>	<i>Resultado</i>
pH	Unidades	6 – 9	7.53
Color	Pt-Co	100	0
Turbiedad	U.N.T.	100	0.119
Temperatura	°C	---	26
Sólidos T disueltos	mg/L	1000	197.5
Sal	Ppt	---	0.20
Conductividad	μS/cm	---	410
2) Características químicas			
<i>Parámetro</i>	<i>Expresado como</i>	<i>Límite permisible mg/L</i>	<i>Resultado mg/L</i>
Manganeso	Mn ²⁺	0.1	0.068
Hierro	Fe ²⁺	1	0.02
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0.7

Nitritos	NO_2^-	1	0.004
Sulfatos	SO_4^{2-}	---	3
Fluoruro	F^-	---	0.13
Fosfatos	PO_4^{3-}	---	1.75
Cloruros	Cl^-	250	25
Nitrógeno amoniacal	N-NH_3^+	---	1.75
Dureza total	CO_3Ca	500	36
Alcalinidad	CO_3Ca	---	202
3) Análisis bacteriológico			
<i>Parámetro</i>	<i>Expresado como</i>	<i>Límite permisible</i>	<i>Resultado</i>
Coliformes totales	U.F.C./100ml	100	75×10^1
Coliformes fecales	U.F.C./100ml	0	$<1 \times 10^1$

Fuente: Propia, proporcionada por EPMAPAS.

Análisis de resultados, proceso de potabilización de agua en el sector de estudio.

Con el fin de suministrar agua de calidad aceptable surgieron procesos para el tratamiento del agua en varias modalidades, siendo el tratamiento convencional o en ciclo completo conformado por las etapas de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, el más ampliamente empleado (Torres et al., 2008).

De los procesos unitarios que se mencionó en el capítulo de marco teórico, en la Planta Potabilizadora de agua de la cabecera cantonal de Sambrondón se aplican los siguientes procesos:

- Desarenación

- Aireación
- Coagulación - floculación
- Sedimentación
- Filtración
- Desinfección

Con la aplicación de los procesos mencionados, el agua tratada queda libre de sólidos gruesos, partículas coloidales, sólidos en suspensión, amoníaco, gérmenes patógenos que son causantes de afectaciones a la salud de los seres humanos.

Análisis de resultados, descripción de los procesos unitarios empleados en la potabilización del agua en la planta de la cabecera cantonal de Samborondón.

Una vez que el agua es llevada del punto de captación (pozo) hasta la planta potabilizadora mediante la línea de conducción, el agua inicia su tratamiento en los tres módulos de potabilización que existen en la Planta de EPMAPAS.

Cada módulo comprende los mismos procesos unitarios, así mismo cada uno de ellos permite tratar un caudal de 25 litros/segundo.

Los procesos unitarios que se aplican durante la potabilización del agua en las plantas modulares se detallan a continuación:

- Desarenación: es el proceso mediante el cual se elimina partículas en suspensión de determinado tamaño y así también permite reducir partículas en suspensión hasta determinado tamiz, consta de unos paneles que retienen las partículas en suspensión y luego se las descarga a un canal.



Ilustración 14: Desarenador en la PTAP de cabecera cantonal de Samborondón.

- Aireación: este proceso se realiza con la finalidad de permitir la aireación del agua y así ayudar a la eliminación y/o reducción de gases presentes en el agua cruda.



Ilustración 15: Sistema de aireación en la PTAP de la cabecera cantonal de Samborondón.

- Coagulación – floculación: es el proceso unitario que comprende la aplicación de floculante y policloruro de aluminio tipo A (PAC), esto hace que se consiga eliminar el color del agua ya que, se elimina bacterias, materia orgánica e inorgánica, sustancias productoras de sabor.

En este proceso se incluye un agitador que permite la correcta mezcla del PAC con el agua que se está tratando.



Ilustración 16: Proceso de coagulación-floculación.

- Sedimentación: durante este proceso el agua, previamente mezclada con floculante y coagulante en el proceso anterior, contiene cúmulos de sustancias contaminantes agrupadas que van sedimentando debido a su peso y caen al fondo del tanque sedimentador donde una vez completado cierto volumen de sedimento

se lo descarga en una especie de canal que lo conduce hasta el punto de descarga a la red de aguas servidas o lluvias, normalmente cada 6 horas.



Ilustración 17: Proceso de sedimentación.

- **Filtración:** en este proceso unitario se trata el agua que llega con una cantidad mínima de materia suspendida, bacterias y otros agentes contaminantes, el proceso consiste en hacer pasar el agua por un filtro compuesto de grava y arena que son los componentes encargados de retener los contaminantes del agua.



Ilustración 18: Proceso de filtración.

- Desinfección: en este proceso se elimina gran porcentaje de organismos contaminantes aplicando cloro gas y permitir así tener agua lista para proveer a la comunidad.



Ilustración 19: Sistema de desinfección del agua en la PTAP de la cabecera cantonal de Samborondón.

Una vez que el agua está potabilizada, se la lleva a los reservorios donde posteriormente se la conduce por la red de distribución y se suministra a los distintos tipos de edificaciones que existen en la cabecera cantonal de Samborondón.

PROPUESTA DE REDISEÑO EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA EN LA PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA DE LA CABECERA CANTONAL DE SAMBORONDÓN.

Teniendo en cuenta la información sobre los parámetros de caracterización del agua, la opinión ciudadana y el actual proceso de tratamiento, se plantea la modificación del tratamiento de potabilización con la ayuda de un informe de calidad de agua (se adjunta en la sección anexos), se propone los siguientes procesos unitarios:

- Desarenador: el proceso se podría mantener ya que, es de gran ayuda para la eliminación de partículas suspendidas en el agua.
- Sistema de aireación: el agua cruda que ya ha perdido partículas en suspensión posee un color desagradable debido a los gases presentes, este proceso es necesario para contrarrestar la presencia de gases.

- Precloración (opcional): durante este proceso, el agua cruda llega conteniendo agentes contaminantes, se debe aplicar cloro gas o hipoclorito de calcio para controlar el olor que presenta el agua ya que, debido al contenido de manganeso produce un olor fuerte similar a huevo podrido.
- Coagulación – floculación: el proceso se podría mantener ya que, no presenta inconvenientes.
- Sedimentación: el proceso se podría mantener ya que, no presenta inconvenientes.
- Filtración: durante este proceso, se propone reemplazar el lecho filtrante existente por un filtro de arena sílica la que, presenta grandes atributos para la eliminación de agentes contaminantes presentes en el agua. Cabe recalcar que una vez cumplida la vida útil de la arena sílica, esta debe retirarse del filtro y disponerla en un lugar adecuado.
- Desinfección: el proceso se podría mantener ya que, no presenta inconvenientes, pero controlando los niveles de cloro residual.



Ilustración 20: Planta potabilizadora de agua en la cabecera cantonal de Samborondón.

Dosificación óptima de sustancias requeridas en los procesos unitarios

Las dosificaciones consideradas óptimas se calculan en base a pruebas que se deben desarrollar en cada proceso unitario en los que sea necesario la implementación de sustancias químicas para el cumplimiento de los rangos permisibles para los parámetros físico-químicos del agua.

Tabla 13: Dosificación óptima a aplicar para el caudal que ingresa a la PTAP.

Proceso unitario	Sustancia a dosificar	ppm (mg/l)
Precloración	Hipoclorito de calcio	Se define en caso de considerarse
Coagulación	PAC V1	40
Floculación	Floculante	0,05
Desinfección	Cloro gas	0,98

Fuente: Propia, con información de informe de calidad de agua.

ANÁLISIS DE RESULTADOS: EVALUACIÓN DE COSTOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DE ARENA SÍLICA EN EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DE AGUA.

EPMAPAS, entidad encargada del servicio de suministro de agua potable, posee la ventaja de suministrar el servicio directamente por redes de distribución, así mismo cuenta con el apoyo del G.A.D. Municipal, Amagua y también recauda diariamente los costos por el servicio de suministro de agua potable en la cabecera cantonal de Samborondón.

Los egresos que tiene la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Samborondón se detallan a continuación:

Tabla 14: Gastos mensuales de EPMAPAS

Descripción	Monto
Sueldos y salarios del personal (incluye beneficios sociales)	\$63.700,00
Servicios de difusión de información y comunicados	\$1.570,00
Servicios básicos (electricidad, telefonía e internet)	\$32.800,00

Adquisición de productos químicos y desinfección de plagas	\$17.570,00
Alquiler y mantenimiento de vehículos + combustible	\$8.400,00
Mantenimientos varios	\$3.500,00
Total de egresos	\$127.540,00

Fuente: Propia, proporcionada por EPMAPAS.

Mensualmente EPMAPAS realiza la cobranza por el servicio de suministro de agua en la cabecera cantonal de Samborondón mediante tasas fijas establecidas mediante ordenanzas, de las cuales se categoriza de tres maneras que son la tasa residencial, la tasa comercial y la tasa industrial.

Se tiene registrados 3721 usuarios catalogados como tipo residencial, de los cuales cerca del 30% paga una tasa de \$2.00 mensuales y el 70% restante paga una tasa de \$3.00 mensuales, se registran 288 usuarios catalogados como tipo comercial, quienes pagan una tasa de \$4.50 mensuales y se registran 10 usuarios catalogados como tipo industrial pagando una tasa de \$6.50 mensualmente, dando un total de 4019 usuarios registrados en la cabecera cantonal de Samborondón.

La recaudación de dinero por el cobro del servicio de dotación de agua en la cabecera cantonal de Samborondón debería ser como se detalla de la siguiente manera:

Tabla 15: Recaudación por cobro del servicio de suministro de agua potable.

Tipo de usuario	Cantidad de usuarios registrados	Tarifa mensual estipulada	Monto parcial recaudado
Residencial	1116	\$2.00	\$2.232,00
	2605	\$3.00	\$7.815,00
Comercial	288	\$4.50	\$1.296,00
Industrial	10	\$6,50	\$65,00
Monto parcial recaudado			\$11.408,00

Fuente: Propia, proporcionada por EPMAPAS.

El monto que se debería recolectar cada mes tendría que ser de \$11.408,00 pero, no todos los usuarios pagan la tasa estipulada, lo que complica la recaudación del monto.

En vista que, los recursos monetarios como ingresos que tiene EPMAPAS (\$11.408,00) son menores a los egresos aproximados que tiene la misma (\$127.540,00), se cuenta con apoyo financiero por parte de dos entidades del cantón, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Samborondón y la compañía Aguas de Samborondón Amagua C.E.M. para cubrir dichos gastos y poder proveer el servicio a la comunidad.

La ayuda económica que recibe mensualmente EPMAPAS por parte del G.A.D. Municipal de Samborondón es de \$64.375,46 y el monto que mensualmente recibe por parte de la compañía Aguas de Samborondón Amagua C.E.M. es de \$63.000,00 permiten cubrir los gastos que presenta EPMAPAS.

CONCLUSIONES

- De la población encuestada en el sector, el 15% indica que la calidad del agua es mala, el 75% indica que la calidad del agua es buena, el 10% indica que la calidad del agua es muy buena, pero nadie indicó que la calidad del agua es excelente, ellos toman en consideración el aspecto físico del agua, turbia, así como el sabor aparente que resulta ser un poco salino, llevándolos a pensar en falencias durante el proceso de potabilización del agua en la planta de la cabecera cantonal de Samborondón.
- El agua que resulta potable, producto del trabajo de EPMAPAS, cumple con los rangos establecidos en los parámetros de caracterización del agua que se indican en las normas INEN 1108 sin embargo, se propone continuar con los procesos unitarios que actualmente se llevan a cabo, pero aplicar la dosificación correcta de productos químicos, así como también se debería agregar la precloración posterior al proceso de aireación y tener en cuenta la vida útil de la arena sílica que se coloca en el filtro.
- El costo de la potabilización de agua que se genera a EPMAPAS es mayor a lo que logra recaudar por el cobro del servicio pero percibe una ayuda monetaria por parte de Amagua y el G.A.D. Municipal de Samborondón que le permite cubrir dichos gastos, sin embargo, un incremento cercano a 1 dólar en las distintas tarifas actuales permitiría obtener los recursos mínimos para realizar la adquisición de los productos químicos necesarios para los procesos unitarios y para añadir los equipos y productos para la precloración que se propone como adición durante la potabilización.

RECOMENDACIONES

- Capacitar constantemente al personal de la planta potabilizadora y mantenerse al día con los productos que se implementan durante el proceso de potabilización del agua.

- Conseguir clientes a nivel cantonal que requieran el servicio de agua potable que no requiera de un tratamiento tan exigente, para riego, lavandería, etc. y permitir así generar ingresos a la empresa de agua.
- Utilizar la dosificación de producto químico que se indica en el informe técnico.

REFERENCIAS

- Aguilar Ramírez, C., Camprubí, A., Fitz Díaz, E., Cienfuegos Alvarado, E., & Morales Puente, P. (2017). Variación en la composición isotópica del agua meteórica a lo largo de la sección centro-noreste de la Sierra Madre Oriental. *Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana*, 69(2), 447–463.
<https://doi.org/10.18268/BSGM2017V69N2A9>
- Andrade Falcones, C. F., & Colcha Valdez, J. F. (2021). “Rediseño de la obra de captación, línea de conducción, reservorio y planta de tratamiento para el sistema de agua potable de la Comunidad San Vicente de Andoas, cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha.” Retrieved from
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19996>
- Anta Fonseca, S., Boege, E., Carabias Lillo, J., Consejo Civil Mexicano Silvicultura Sostenible A.C., (CCMSS), García Coll, I., González, M. A., ... Robles, C. (2008). *GESTIÓN DE CUENCAS Y SERVICIOS AMBIENTALES PERSPECTIVAS COMUNITARIAS Y CIUDADANAS. Gestión de cuencas y servicios ambientales perspectivas comunitarias y ciudadanas* (Vol. 1). Retrieved from
https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/Gestion_de_cuencas_y_servicios_ambientales._Perspectivas_comunitarias_y_ciudadanas.pdf
- Asamblea Nacional Constituyente, E. (2008). Constitución de la República del Ecuador.
- Asamblea Nacional Revisora, R. D. (2010). Constitución De La República Dominicana. Retrieved from <https://republica-dominicana.justia.com/nacionales/constitucion-de-la-republica-dominicana/titulo-i/capitulo-i/>
- Asqui Aguayo, D. P., & Recalde Cortez, K. D. (2022). Evaluación del sistema de conducción de agua cruda de la Regional “Santa Gertrudis” y sistema de tratamiento y distribución de agua potable de la Comunidad Chaupiloma. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25770>
- Baeza Gómez, E. (2018). Regulaciones sobre la extracción de áridos en Chile y el extranjero, y normas específicas que apuntan al daño a la propiedad pública o privada. *Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile/BCN: Asesoría Técnica*

- Parlamentaria*, 1–7. Retrieved from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/25643/2/Informe_Regulaciones_Aridos.pdf
- Becerra Ramírez, J., & Salas Benítez, I. (2016). EL DERECHO HUMANO AL ACCESO AL AGUA POTABLE: ASPECTOS FILOSÓFICOS Y CONSTITUCIONALES DE SU CONFIGURACIÓN Y GARANTÍA EN LATINOAMÉRICA. *Scielo*, 19(19), 101–124. <https://doi.org/10.32997/2256-2796-vol.10-num.19-2018-2136>
- Berdonces, J. L. (2008). La problemática del tratamiento del agua potable. *Medicina Naturista*, ISSN 1576-3080, Vol. 2, N° 2, 2008, Págs. 22-28, 2(2), 22–28. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2574510&info=resumen&idioma=ENG>
- Bernal Toloza, L. J., & Sánchez Parra, A. P. (2019). Evaluación y plan de mejoramiento de las obras de captación y tratamiento del sistema de acueducto del municipio de Macanal, Boyacá. Retrieved from <https://hdl.handle.net/10983/23940>
- Briñez, K. J., Guarnizo, J. C., & Arias, S. A. (2012). Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 30(2), 8. Retrieved from <http://redalyc.org/articulo.oa?id=12023918006>
- Cabrera Blanco, O., Bautista Reyes, C. L., Ortega Cuello, Y., Cabrera Cuello, D., & Cuello Pérez, M. (2021). Obtención de carbón activado a partir de la cáscara del coco (*Cocos nucifera* L) y su evaluación en la remoción de residuos líquidos coloreados. *UTCiencia*, 7(3), 36–47. Retrieved from <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/321>
- Calle Tenesaca, M., & Villarreal Chérrez, T. (2020). AUDITORÍAS AMBIENTALES, SUS IMPACTOS Y GESTIÓN AMBIENTAL EN LAS JUNTAS DE AGUA POTABLE EN LATINOAMÉRICA.
- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, M. (2022). Constitución Política Mexicana. *Diario Oficial de La Federación*, 1–194.
- Chulluncay Camacho, N. C. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano.

- Ingeniería Industrial*, 0(29), 153–170.
<https://doi.org/10.26439/ING.IND2011.N029.232>
- Colomina Montava, J. (2016). Diseño de un planta desalinizadora con sistema de osmosis inversa con producción de 20000 m³/día. Retrieved from <https://riunet.upv.es/handle/10251/74584>
- Congreso de la República de Colombia, C. (1991). Constitución Política de Colombia.
- Corredor Chinome, L. F., & Gutiérrez Barreto, M. A. (2014). Plan de mercadeo para la arena sílice de la empresa Industrial de Minerales Ltda. *instname:Universidad Piloto de Colombia*. Retrieved from <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/2577>
- Díaz, M. E., Campos, R., Zamora, S. A., & Salgado, R. (2018). Cuantificación experimental del contenido masivo de SiO₂ en depósitos eólicos de arena en una región de la cuenca del rio Papaloapan, Veracruz, México., 22(1).
- Fernández Huaripata, L. M. (2021). Optimización de los procesos de coagulación y floculación en los sistemas de las plantas de tratamiento de agua potable, 2010-2020. Una revisión sistemática. *Universidad Privada Del Norte*. Retrieved from <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25929>
- Figuroa Moreno, L. F., Torres Mendoza, K. E., Macas Mendoza, D. R., & Lara Tambaco, R. M. (2023). Diseño y construcción de una planta de tratamiento de agua por osmosis inversa. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, 3(1), 98–120. <https://doi.org/10.56183/IBEROTECS.V3I1.591>
- Gaitan Nieto, J. F. (2019). POTABILIZACION DE AGUA MEDIANTE FILTRACIÓN Y DESINFECCIÓN QUÍMICA.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Samborondón, S. (2015). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, DE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO DEL CANTON SAMBORONDÓN PROVINCIA DEL GUAYAS.
- González Herrera, A. R., Albornoz Euán, B. S. I., Sánchez Y Pinto, I. A., & Osorio Rodríguez, J. H. (2018). EL ACUÍFERO YUCATECO. ANÁLISIS DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN CON APOYO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN

- GEOGRÁFICA. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 34(4), 667–683.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.04.09>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*.
- Magne Jiménez, E., & Miranda, I. (2021). Análisis de Riesgo de la Calidad de Agua Potable de la Obra de Captación para la Ciudad de Tupiza.
- Mamani Castaños, F. (2019). Propuesta de mitigación a las aguas ácidas del Río Jayaj Mayu para la obtención de agua potable en el Departamento de Potosí. Retrieved from <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/32636>
- Manrique Prieto, I. A., & Gomez Chaves, J. M. (2016). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA TORRE DE SEDIMENTACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE REMOCIÓN Y EFICIENCIA EN EL TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.
- Martinez Alvarez, K. J., & Solis Huertas, C. E. (2014). ANALISIS COMPARATIVO DE COAGULANTES, FLUCULANTES Y DECANTACION LASTRADA APLICADOS EN EL PROCESO DE ELIMINACION DE AGENTES CONTAMINANTES EN UN SISTEMA DE AFLUENTES.
- Mejia Alayo, A. F. (2019). Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Racrao Bajo, distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz, región Áncash; y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2019. Retrieved July 30, 2023, from <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/14576>
- Mena Céspedes, M. J. (2016). Diseño de la red de distribución de agua potable de la parroquia El Rosario del cantón San Pedro de Pelileo, provincia de Tungurahua. Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/24186>
- Mera Vinces, R. G., & Campoverde Gómez, M. de los Á. (2023). Propuesta de un sistema de filtración para mejorar la calidad de agua potable y/o de consumo humano en una hacienda de vía la Costa (Guayaquil). Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25083>
- Miralles Gómez, V. (2022). PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE SONDAS DE MEDICIÓN DE AMONIO Y NITRATOS EN DOSIM S.L.

- Muñoz E., Naranjo S., B. J. (2014). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, DE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO DEL CANTON SAMBORONDÓN PROVINCIA DEL GUAYAS. Retrieved from <http://www.samborondon.gob.ec/pdf/EIA/EIAConstruccionYOperacionDelRellenoSanitarioDelCantonSamborondon.pdf>
- Ordóñez Aquirre, G. A., & Quiroz Silva, B. I. (2021). DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORO LIBRE RESIDUAL MEDIANTE TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS.
- Ortiz-Árias, C. (2022). Experiencias de gestión social de agua potable y saneamiento en el área rural de Jalisco. Retrieved February 12, 2023, from <https://rei.iteso.mx/handle/11117/8440>
- Plasencia Izquierdo, A. (1994). Alternativas para el reciclaje de las arenas residuales de la fundición. *CIENCIA Ergo-Sum, ISSN 1405-0269, Vol. 1, N°. 1, 1994, Págs. 63-66, I(1), 63–66*. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5128848&info=resumen&idioma=SPA>
- Ramírez Quirós, F. (2008). LODOS PRODUCIDOS EN EL TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.
- Restrepo Osorno, H. A. (2009). Evaluación del proceso de coagulación - floculación de una planta de tratamiento de agua potable. Retrieved from <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2561>
- Rivera Vaca, J. F., & Sánchez Anchundia, M. S. (2018). Análisis hidráulico de la línea de conducción Pita-Puengasí para planteamiento de acciones que optimicen su funcionamiento. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15911>
- Rodríguez Ruiz, P. (2001). ABASTECIMIENTO DE AGUA. Retrieved from www.civilgeeks.com
- Rodríguez Ruiz, P. (2016). ABASTECIMIENTO DE AGUA. Retrieved from www.civilgeeks.com
- Romero, M. (2008). Tratamientos Utilizados En La Potabilización De Agua. *Boletín*

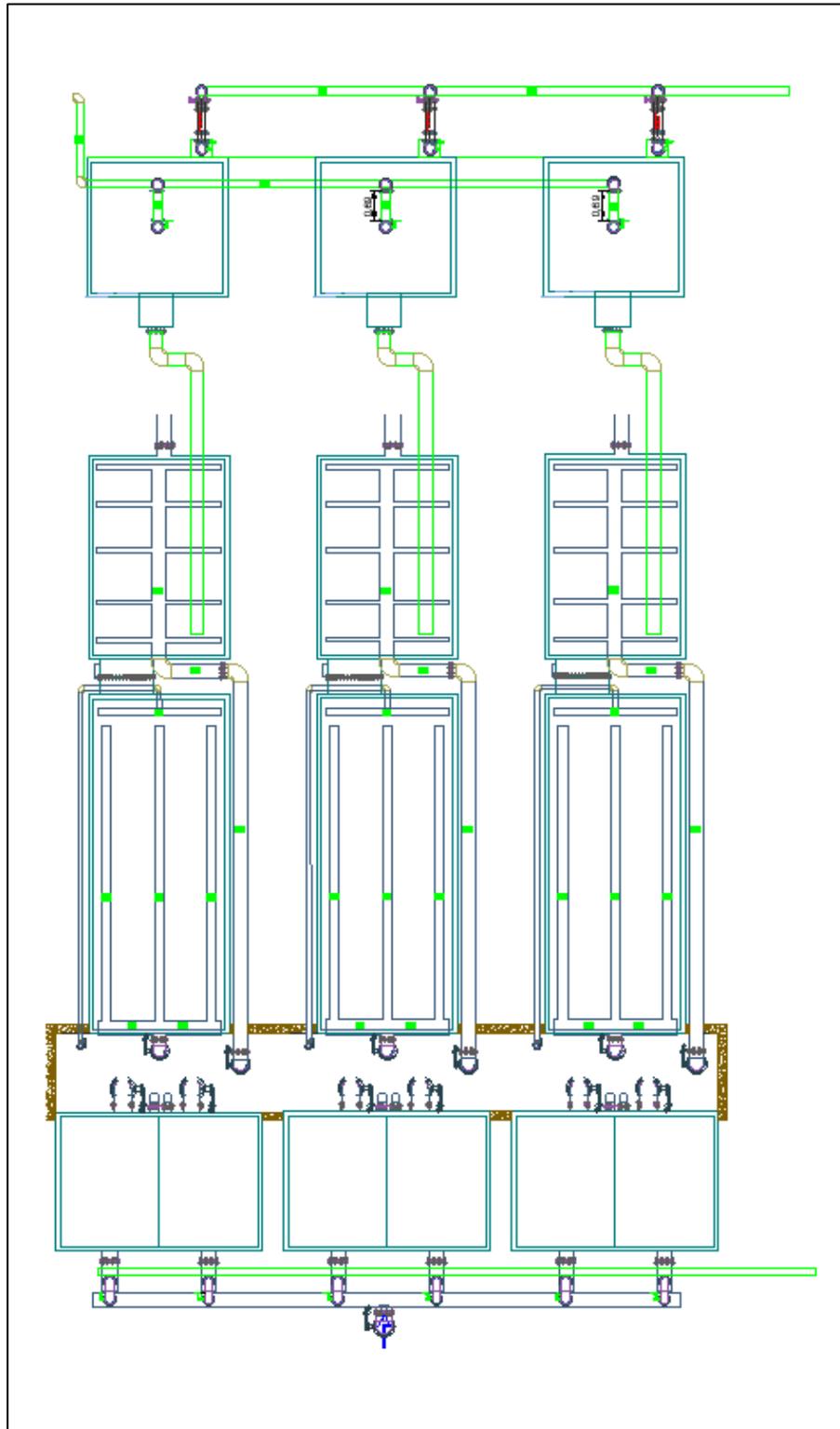
- Electronico Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar*, (8), 1–12.
Retrieved from https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin08/URL_08_ING02.pdf
- Saavedra Fenoglio, A., Valdés Riquelme, H., & Zúñiga Espinoza, C. (2022). Manual técnico de desalación y purificación de aguas mediante osmosis inversa. Retrieved from <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/147803>
- Santi Morales, L. L. (2016). Sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Tutín - El Cenepa - Condorcanqui - Amazonas. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2234>
- Sotelo, J. L., Ovejero, G., Delgado, J. A., & Martínez, I. (2004). Eliminación de compuestos organoclorados para potabilización de aguas mediante un proceso de adsorción - regeneración en carbón activado. *Catalizadores Para La Protección Ambiental*, 259–264.
- Susunaga Miranda, M. A., Estévez Garrido, B. M., & Susunaga Estévez, R. M. (2020). Características de la arena sílica de Alvarado, Veracruz, México, como material para barreras reactivas permeables, para la remediación de acuíferos contaminados con lixiviados de basureros no controlados. *Enfoque UTE*, 11(4), 87–100.
<https://doi.org/10.29019/ENFOQUEUTE.V11N4.674>
- Tijero Prado, C. O. (2021). Tratamiento por oxidación - filtración y la disminución de los niveles de manganeso en el agua para consumo humano en la residencial Sol de Ica en la ciudad de Ica - 2019. Retrieved from <https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/3359>
- Tomalá De La Cruz, B. M., & Vera López, A. D. (2021). Estudios y diseño de una obra de captación de agua para sistemas de riego en la zona baja del Cantón Caluma, 266.
- Torres, P., Cruz, C., González, M., Gutiérrez, H. M., Barba, L. E., Escobar, J. C., & Delgado, L. G. (2008). Reducción de pentaclorofenol en el agua cruda del río Cauca mediante adsorción con carbón activado en procesos de potabilización. *Ingeniería E Investigación*, 28(3), 92–95. Retrieved from

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092008000300013&lng=en&nrm=iso&tlng=es

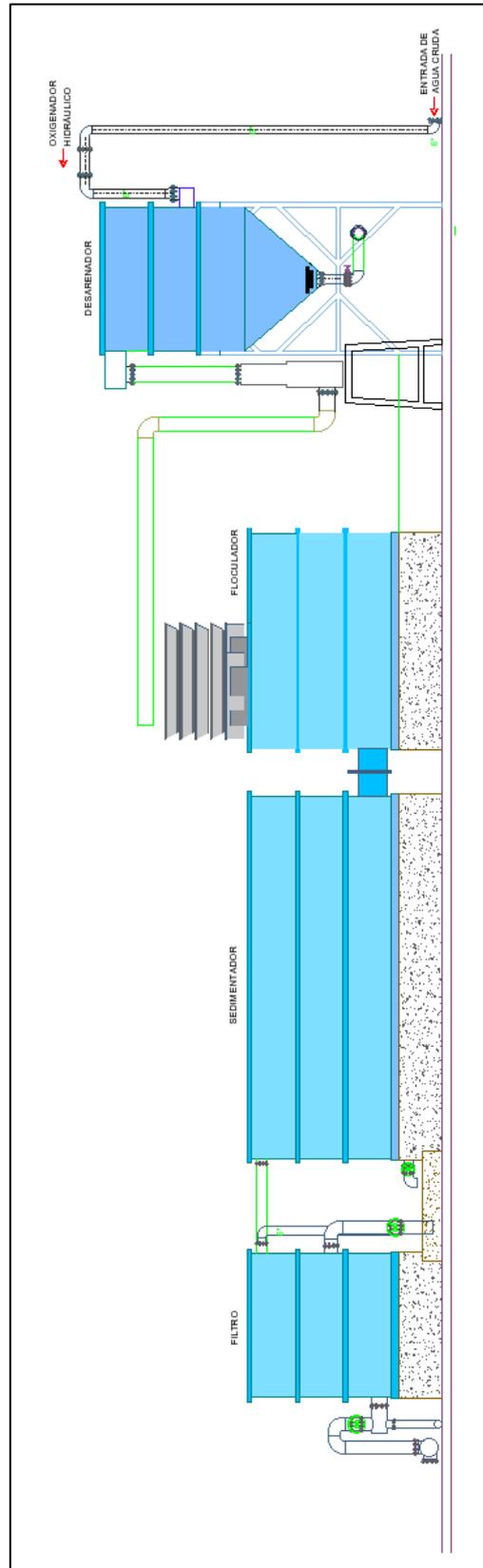
- Uribe, R. (2015). Investigaciones de Materias Primas Minerales No Metálicas en el Ecuador. *Revista Politécnica*, 36(3), 34–44. Retrieved from http://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/607
- Vallejos Napiama de Pezo, C. P. (2022). Evaluacion técnica y propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío San Pedro, distrito de Cabana, Pallasca, Ancash – 2022. Retrieved August 4, 2023, from <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/27891>
- Vanegas Chavarría, E. A. (2023). Diseño de una Planta de Tratamiento de Agua potable con Osmosis Inversa. Retrieved from <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/34332>
- Vargas Ramírez, C. I. (2016). Consideraciones de diseño y cálculo de las instalaciones hidráulicas en una red de distribución de agua potable. <https://doi.org/10.1/JQUERY.MIN.JS>
- Vega Serrano, H. A. (2013). EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES ETAPAS FIME EN TANQUES PLÁSTICOS CON PRE-SEDIMENTACIÓN Y RETRO-LAVADO EN LA HACIENDA MAJAVITA (SOCORRO, SANTANDER). *Ingeniería Ambiental*, 117. Retrieved from https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/151/402_Vega_Serrano_Haimar_Ariel_2013_Documento.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Verdesoto Velástegui, S., Oapanta Cevallos, T., & Acosta Morales, M. (2018). Diagnóstico de la Gestión Administrativa de las Juntas de Agua Potable y Saneamiento del Cantón Ambato. Retrieved December 22, 2022, from https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/1145/pdf_834

ANEXOS

Anexo 1. - Vista en planta de los tres módulos de planta compacta en Planta potabilizadora de la cabecera cantonal de Samborondón:



Anexo 2. - Vista lateral de un módulo de planta compacta en Planta potabilizadora de la cabecera cantonal de Samborondón:



Anexo 3. – Resultados de caracterización del agua cruda que se extrae en los diversos pozos de la cabecera cantonal de Samborondón:



EPMAPAS
Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Samborondón

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N° 3

Fuente: reservorio de agua potable		Recolectada por: Robert Gómez	
Fecha de recolección: 11/07/2023	Hora: 09H47	Fecha de análisis: 11/07/2023	
Sistema de Agua Potable:		CABECERA CANTONAL (POZO #1)	
Parroquia:		Localidad: CANTON SAMBORONDON	

ANALISIS FISICO – QUIMICO

1) CARACTERÍSTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH	Unidades	6 - 9	7.53
Color	Pt-Co	100	0
Turbiedad	U.N.T.	100	0.119
Temperatura	°C	-----	26.0
Sólidos T Disueltos	mg/L	1000	197.5
Sal	ppf	-----	0.20
Conductividad	µS/cm	-----	410

2) CARACTERÍSTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/L	RESULTADOS mg/L
Manganeso	Mn ²⁺	0.1	0.068
Hierro	Fe ²⁺	1.0	0.02
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0.7
Nitritos	NO ₂ ⁻	1.0	0.004
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	-----	3
Fluoruro	F ⁻	-----	0.13
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	-----	1.75
Cloruros	Cl ⁻	250	25
Nitrógeno amoniacal	N-NH ₃	-----	1.75
Dureza Total	CO ₂ Ca	500	36
Alcalinidad	CO ₃ Ca	-----	202

3) ANALISIS BACTERIOLOGICO			
PARAMETROS BACTERIOLOGICOS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Coliformes Totales	U.F.C./100ml	100	75x10 ³
Coliformes Fecales	U.F.C./100ml	0	<1x10 ³

LIMITE PERMISIBLE: Norma de las TULAS Libro VI Tabla 5 (criterios referenciales de calidad para agua subterráneas)

OBSERVACIONES:

Responsable:  EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SAMBORONDON


 Reg. Quito: Robert Gómez Corrao
 REG. PROF. 05-09-1587

 Calle 21 de Octubre y Bolívar - Wta. a la Yelmina
 20044047  @epmapas  @epmapasambd
 www.epmapas.gob.ec

DATOS DE LA MUESTRA

Fuente: reservorio de agua potable	Recolectada por: Robert Gómez	
Fecha de recolección: 11/07/2023	Hora: 09H53	Fecha de análisis: 11/07/2023
Sistema de Agua Potable:	CABECERA CANTONAL (POZO #2)	
Parroquia:	Localidad: CANTON SAMBORONDON	

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO
1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH	Unidades	8 - 9	7,10
Color	Pt-Co	100	10
Turbiedad	U.N.T.	100	4,13
Temperatura	°C	-----	26,0
Sólidos T Disueltos	mg/L	1000	503
Sal	ppf	-----	0,50
Conductividad	µS/cm	-----	1022

2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/L	RESULTADOS mg/L
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,659
Hierro	Fe ²⁺	1,0	0,75
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,7
Nitritos	NO ₂ ⁻	1,0	0,030
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	-----	0
Fluoruro	F ⁻	-----	0,11
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	-----	1,80
Cloruros	Cl ⁻	250	175
Nitrógeno amoniacal	N-NH ₄ ⁺	-----	0,25
Dureza Total	CO ₃ Ca	500	226
Alcalinidad	CO ₃ Ca	-----	298

3) ANÁLISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETROS BACTERIOLOGICOS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Coliformes Totales	U.F.C./100ml	100	3x10 ¹
Coliformes Fecales	U.F.C./100ml	0	<1x10 ¹

LIMITE PERMISIBLE: Norma de las TULAS Libro VI Tabla 5 (criterios referenciales de calidad para agua subterránea)

OBSERVACIONES:

Responsable:


 EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL
 DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
 SAMBORONDON


 Ing. Quím. Robert Gómez Corrao
 REG. PROF. 05-09-1561

Fuente: reservorio de agua potable	Recolectada por: Robert Gómez
Fecha de recolección: 02/05/2023	Hora: 09H03
Sistema de Agua Potable:	CABECERA CANTONAL (POZO #3)
Parroquia:	Localidad: CANTON SAMBORONDON

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO
1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH	Unidades	6 - 9	7,08
Color	Pt-Co	100	20
Turbiedad	U.N.T.	100	3,43
Temperatura	°C	-----	26,6
Sólidos T Disueltos	mg/L	1000	454
Sal	ppf	-----	0,45
Conductividad	µS/cm	-----	924

2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/L	RESULTADOS mg/L
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,587
Hierro	Fe ²⁺	1,0	0,73
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,3
Nitritos	NO ₂ ⁻	1,0	0,001
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	-----	0
Fluoruro	F ⁻	-----	0,24
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	-----	3,29
Cloruros	Cl ⁻	250	128
Nitrógeno amoniacal	N-NH ₄ ⁺	-----	1,00
Dureza Total	CO ₂ /Ca	500	180
Alcalinidad	CO ₃ /Ca	-----	291

3) ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Coliformes Totales	U.F.C./100ml	100	23x10 ¹
Coliformes Fecales	U.F.C./100ml	0	<1x10 ¹

LIMITE PERMISIBLE: Norma de las TULAS Libro VI Tabla 5 (criterios referenciales de calidad para agua subterráneas)

OBSERVACIONES:

Responsable:



 Mto. Quím. Robert Gómez Correa
 REG. PROF. 85-09-1587

DATOS DE LA MUESTRA
MUESTRA N° 5

Fuente: reservorio de agua potable	Recolectada por: Robert Gómez
Fecha de recolección: 11/07/2023 Hora: 10H14	Fecha de análisis: 11/07/2023
Sistema de Agua Potable:	CABECERA CANTONAL (POZO #4)
Parroquia:	Localidad: CANTON SAMBORONDON

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH	Unidades	6 - 9	7,35
Color	Pt-Co	100	20
Turbiedad	U.N.T.	100	2,53
Temperatura	°C	-----	26,3
Sólidos T Disueltos	mg/L	1000	366
Sal	ppt	-----	0,36
Conductividad	µS/cm	-----	747

2) CARACTERÍSTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/L	RESULTADOS mg/L
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,460
Hierro	Fe ²⁺	1,0	0,84
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0,7
Nitritos	NO ₂ ⁻	1,0	0,001
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	-----	2
Fluoruro	F ⁻	-----	0,19
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	-----	2,46
Cloruros	Cl ⁻	250	116
Nitrógeno amoniacal	N-NH ₄ ⁺	-----	2,85
Dureza Total	CO ₂ /Ca	500	142
Alcalinidad	CO ₃ /Ca	-----	276

3) ANALISIS BACTERIOLOGICO			
PARAMETROS BACTERIOLOGICOS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Coliformes Totales	U.F.C./100ml	100	4x10 ⁷
Coliformes Fecales	U.F.C./100ml	0	<1x10 ⁷

LIMITE PERMISIBLE: Norma de las TULAS Libro VI Tabla 5 (criterios referenciales de calidad para agua subterránea)

OBSERVACIONES

Responsable:


 EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL
 DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
 SAMBORONDON


 Ing. Quím. Robert Gómez Correa
 REG. PROF. 65-09-1587

DATOS DE LA MUESTRA
MUESTRA N° 4

Fuente: reservorio de agua potable	Recolectada por: Robert Gómez
Fecha de recolección: 11/07/2023	Hora: 09H58
Sistema de Agua Potable:	Fecha de análisis: 11/07/2023
Parroquia:	CABECERA CANTONAL (POZO #12)
	Localidad: CANTON SAMBORONDON

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERÍSTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH	Unidades	6 - 9	7.39
Color	Pt-Co	100	2.5
Turbiedad	U.N.T.	100	0.351
Temperatura	°C	-----	26.1
Sólidos T Disueltos	mg/L	1000	318
Sal	ppf	-----	0.32
Conductividad	µS/cm	-----	655

2) CARACTERÍSTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/L	RESULTADOS mg/L
Manganeso	Mn ²⁺	0.1	0.289
Hierro	Fe ²⁺	1.0	0.27
Nitratos	NO ₃ ⁻	10	0.7
Nitritos	NO ₂ ⁻	1.0	0.002
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	-----	5
Fluoruro	F ⁻	-----	0.16
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	-----	2.34
Cloruros	Cl ⁻	250	69
Nitrógeno amoniacal	N-NH ₃	-----	1.40
Dureza Total	CO ₂ Ca	500	94
Alcalinidad	CO ₃ Ca	-----	242

3) ANALISIS BACTERIOLOGICO			
PARAMETROS BACTERIOLOGICOS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Coliformes Totales	U.F.C./100ml	100	5x10 ¹
Coliformes Fecales	U.F.C./100ml	0	<1x10 ¹

LIMITE PERMISIBLE: Norma de las TULAS Libro VI Tabla 5 (criterios referenciales de calidad para agua subterráneas)

OBSERVACIONES:

Responsable:  EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SAMBORONDON

Ing. Quím. Robert Gómez Correo
 REG. PROF. 65-64-1537

Anexo 4. - Encuesta realizada a la comunidad:



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

- 1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Municipio de Samborondón

- 2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

- 3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para aseo personal (lugar de trabajo)

- 4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Todos los días.

- 5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

- 6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- Mala
- Buena
- Muy buena
- Excelente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Av. Santa Ana

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para bañarse, lavar el carro, lavar los platos.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

24 horas / 7 días de la semana

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Mala | <input type="radio"/> Muy buena |
| <input checked="" type="radio"/> Buena | <input type="radio"/> Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Ciudadela Miguel Yúnez

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para lavar ropa, cocinar, bañarse, bañar a la mascota, lavar el patio.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Todo el día

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si Se hierve primero
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- Mala
- Buena
- Muy buena
- Excelente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Ciudadela Miguel Yúnez

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para aseo, lavar ropa.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Todos los días.

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- Mala
- Buena
- Muy buena
- Excelente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Sector Bolivar

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para cocinar, trapear, lavar, bañarse.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

En la mañana y en la tarde.

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|---------|-------------|
| • Mala | • Muy buena |
| • Buena | • Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Sector Bolivar

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para bañarse, lavar ropa, lavar platos, para limpieza,
lavar el carro.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Casi todo el día.

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Mala | <input type="radio"/> Muy buena |
| <input checked="" type="radio"/> Buena | <input type="radio"/> Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Sector malecón

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para el baño (lugar de trabajo)

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Siempre

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- Mala
- Buena
- Muy buena
- Excelente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Las Trancas - San Vicente

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para cocinar, para bañarse, para lavar.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

24 horas al día, los 7 días de la semana.

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|---------|-------------|
| • Mala | • Muy buena |
| • Buena | • Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Sector 15 de Julio

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para lavar, bañarse, cocinar.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

24/7

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|---------|-------------|
| • Mala | • Muy buena |
| • Buena | • Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Barrio San José

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para cocinar, mojar las calles, llenar las piscinas.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

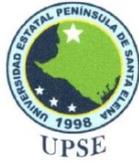
24 horas - 7 días a la semana

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|--|-------------|
| • Mala | • Muy buena |
| • <input checked="" type="radio"/> Buena | • Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Ciudadela 15 de Julio

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para lavar, cocinar, bañarse, lavar el carro, limpiar la casa.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Todo el día.

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Mala | <input type="radio"/> Muy buena |
| <input checked="" type="radio"/> Buena | <input type="radio"/> Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Bolívar y Rocafuerte.

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Bañarse, lavar la masata, lavar ropa, regar las plantas,
lavar los platos, trapear.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Siempre

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Mala | <input type="radio"/> Muy buena |
| <input checked="" type="radio"/> Buena | <input type="radio"/> Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Calle Bolívar

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para bañarse, cocinar, lavar, trapear.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Siempre

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Mala | <input type="radio"/> Muy buena |
| <input checked="" type="radio"/> Buena | <input type="radio"/> Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2022

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Sargento Pavón y Emilio Valero

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

• Si

• No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para bañarse, para limpiar, para lavar, para trapear, para llenar la piscina.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

24-7

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

• Si

• No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

• Mala

• Buena

• Muy buena

• Excelente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Santa Ana y José Parra

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

para regar el jardín, bañar la mascota, bañarse, cocinar.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Regular, no todo el día.

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Mala | <input type="radio"/> Muy buena |
| <input checked="" type="radio"/> Buena | <input type="radio"/> Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

31 de Octubre y Guillermo Parra

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para lavar, cocinar, bañarse, limpiar la casa

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Hay corte del suministro dos veces al día.

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|---------|-------------|
| • Mala | • Muy buena |
| • Buena | • Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Bolívar y Sargento Pavón

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para lavar, bañarse, quehaceres doméstico.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Dos veces al día.

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|---|-------------|
| • <input checked="" type="radio"/> Mala | • Muy buena |
| • Buena | • Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Recalvoerte y 24 de Mayo

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

• Si

• No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para lavar, bañarse, cocinar.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Regular, no todo el día.

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

• Si

• No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

• Mala

• Buena

• Muy buena

• Excelente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Ciudadela 15 de Julio

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para lavar ropa y platos, para bañarse.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Tiene interrupciones durante el día.

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|---------|-------------|
| • Mala | • Muy buena |
| • Buena | • Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

31 de Octubre y Los Rios

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para bañarse, lavar plato, lavar ropa, limpieza de la casa, cocinar, lavar el carro.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

24 / 7

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- Mala
- Buena
- Muy buena
- Excelente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

San José y Elmedo

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

• Si

• No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Para lavar los platos, lavar la ropa, limpiar, trapear

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Todo el día

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

• Si

• No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

• Mala

• Buena

• Muy buena

• Excelente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

Lomas de San Miguel

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Bañarse, lavar ropa, lavar platos

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Todo el día

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|---|-------------|
| • <input checked="" type="radio"/> Mala | • Muy buena |
| • Buena | • Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

El Carmen

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

lavar, bañarse.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

3 veces al día

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- Buena
- Mala
- Muy buena
- Excelente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INSTITUTO DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

**Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal
de Samborondón**

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

El Salvador

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

- Si
- No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Lavar la ropa y bañarse.

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Todo el día.

5) ¿Consumo usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

- Si
- No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| <input checked="" type="radio"/> Mala | <input type="radio"/> Muy buena |
| <input type="radio"/> Buena | <input type="radio"/> Excelente |



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Encuesta realizada por: Ing. Leonel Soriano Villao

Fecha: septiembre del 2023

Encuesta sobre la calidad de agua que se suministra en la cabecera cantonal de Samborondón

(información requerida para el trabajo de titulación)

1) Sector en el que se realizó la encuesta, ya sea de trabajo, residencia o de estudio.

15 de Julio

2) ¿Sabe usted cómo se potabiliza el agua en el sector?

• Si

• No

3) ¿Qué usos le proporciona al agua que se suministra en su residencia, lugar de estudio, de trabajo u otro en la cabecera cantonal de Samborondón?

Bañarse, lavar ropa, cocinar

4) ¿Con qué frecuencia dispone de agua potable en su lugar de residencia / trabajo / estudio / otro?

Todo el día

5) ¿Consume usted el agua que se provee mediante el sistema de red de agua potable?

• Si

• No

6) ¿Cómo categoriza la calidad de agua que se suministra en el sector?

• Mala

• Buena

• Muy buena

• Excelente