



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO
MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado
Académico de Magíster en Desarrollo y
Medio Ambiente.

TEMA:

**SISTEMA INTERACTUANTE ACUÍFERO – FOSAS SÉPTICAS
SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE POZOS DESTINADA AL
CONSUMO DE LA EMAPA QUEVEDO. AÑO 2014 PROPUESTA
DE SISTEMA DE TRATAMIENTO.**

AUTOR:

Ing. For. RENATO FABIÁN BAQUE MITE

DIRECTOR:

Ing. Agro. RAÚL QUIJIJE PINARGOTE. M.Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica que la tesis para la obtención del grado Académico de Magíster en Desarrollo y Medio Ambiente titulada: **SISTEMA INTERACTUANTE ACUÍFERO – FOSAS SÉPTICAS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE POZOS DESTINADA AL CONSUMO DE LA EMAPA QUEVEDO. AÑO 2014 PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO.**, de la autoría del Ing. For. Renato Fabián Baque Mite, ha sido revisado en todos sus componentes por lo que autorizo su presentación formal ante el tribunal respectivo.

Quevedo, marzo 17 del 2015

ING. Raúl Quijije Pinargote, MSc.

DIRECTOR

AUTORÍA

Yo, Ing. For. Renato Fabián Baque Mite, autor de la Tesis denominada **“SISTEMA INTERACTUANTE ACUÍFERO – FOSAS SÉPTICAS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE POZOS DESTINADA AL CONSUMO DE LA EMAPA QUEVEDO. AÑO 2014 PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO”**, declaro que los resultados y conclusiones de la misma, son de mi exclusiva responsabilidad

Quevedo, marzo 17 del 2015

Ing. For. Renato Fabián Baque Mite

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a Dios todo poderoso que siempre está conmigo derramando sus más grandes y sabias bendiciones, como también a todas las personas que de una u otra manera forman parte de este documento:

A mi padre y a mi madre, que me contagiaron con su entusiasmo para alcanzar retos importantes en la vida, gracias a los dos.

A mi esposa por ser aquella persona especial que forman parte de mi vida, a mis hijos, por ser mi fuente de inspiración, gracias por la paciencia y por saber soportar mis momentos difíciles y poder terminar con éxitos este tan arduo trabajo.

A mis hermanos por su apoyo incondicional.

Ing. Renato Baque

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Al Ing. agro. Raúl Quijije, MSc. por sus consejos y la acertada asesoría en la ejecución del presente trabajo.
- A todos los docentes de la Maestría en Desarrollo y media Ambiente, II promoción por su capacidad y conocimientos compartidos.
- A mis compañeros de estudio por todas las experiencias compartidas, pero sobre todo por la amistad que me brindaron.
- A mi familia por su comprensión y tolerancia ante el tiempo que tuve que robarles para dedicarlo al estudio.
- A todas las personas que de una u otra manera me apoyaron durante el tiempo de estudio en la realización de la tesis.
- Al Dr. Eduardo Díaz director de Posgrado por su Gestión en la Obtención de beca
- Al Ing. Narciso Yon Fa Ex Gerente de la Empresa Pública Municipal de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Quevedo por bríndame información requerida para la investigación
- Al Ing. Carlos Pino Gerente General de Empresa Pública Municipal de agua potable y alcantarillado de Quevedo Por el acceso brindado al laboratorio de agua
- A la Q.F. Gladys Albarracín Jefe de la Laboratorio EPMAPAQ, por brindarme asesoramiento en el laboratorio

PRÓLOGO

La presente tesis de grado titulada “Sistema interactuante acuífero – fosas sépticas sobre la calidad del agua de pozos de la Empresa Pública Municipal de Agua potable y alcantarillado (EPMAPA) Quevedo destinada al consumo humano en la localidad, año 2014. Sistema de tratamiento”, se constituye en un valioso aporte a la comunidad debido a que permite en primer lugar cuidar a las personas, a través del mejoramiento de la calidad del agua y, en segundo lugar, concientiza a la población sobre los problemas de salud a que está expuesta toda la comunidad. En este trabajo de investigación se aprecia un aporte al conocimiento científico teórico el cual podría ser utilizado para solucionar este problema explicando un plan de mitigación para eliminar los contaminantes en el agua de los pozos, mediante un sistema de tratamiento, que beneficiarán directamente a todo este sector con excelente calidad de agua para el consumo humano y por supuesto servirá indirectamente a las demás parroquias del cantón Quevedo. Además, que contribuye a garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y saludable, en lo referente a la responsabilidad de tratar el agua como patrimonio estratégico y que podemos considerar con toda seguridad que la novedad que se presenta es el manejo adecuado de los recursos hídricos de los pozos de agua y el mejoramiento de la calidad de vida de la población quevedeña. Se realizaron muestras de laboratorio y en la comparación por épocas se obtuvieron resultados a nivel parroquial que guiaran la implementación de mejoras en el sistema de tratamiento de la población quevedeña.

Ing. Leonardo Baque Mite

Docente Universitario

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio evaluó el sistema interactuante acuífero – fosas sépticas sobre la calidad del agua de pozos del EPMAPAQ destinada al consumo humano en la localidad, mediante la determinación de las características principales del sistema, la determinación de la calidad del agua de pozos destinada al consumo humano y, como solución a la problemática, el diseño de un sistema de mejoramiento de la calidad del agua extraída. Las variables de la investigación fueron medidas empleando como muestras el agua de la población de los pozos profundos estación de bombeo de los sectores: La Judith, El Recreo, San Camilo y El Guayacán, 20 de febrero, Venus del Río Quevedo, Siete de Octubre y Agrilsa, todos en el área urbana de la ciudad de Quevedo, provincia de Los Ríos. Al determinar la calidad del agua de pozos destinada al consumo humano en invierno y verano mediante los análisis físicos, químico y microbiológicos de la presente investigación quedó establecido que los parámetros: pH, color, turbiedad, dureza total, alcalinidad, sólidos disueltos totales en los puntos de muestra se encuentran en el rango de aceptabilidad de calidad ambiental; en lo referente a valores de hierro, manganeso, nitritos, nitratos, sulfatos no representan peligro para la salud humana puesto que los resultados obtenidos se encuentran muy por debajo del valor límite permitido por la norma; en el examen microbiológico se determinó una mínima presencia de Coliformes Fecales. Los factores que inciden en la calidad del agua para consumo humano fueron establecidos mediante encuestas tipo Liker, resultando que la población en su mayoría (61%) considera mala la calidad de agua que consume; de la misma manera se calificó el sabor (60%), color (41%) dentro del orden de regular y mala, coincidiendo con el reporte del cabildo quevedeño en noviembre 2014 declara la emergencia sanitaria por el mal estado del agua

Palabras claves: calidad, fosas sépticas, consumo, potabilización, sanidad.

ABSTRACT

The proposed study aims to evaluate the aquifer interacting system - septic tanks on water quality EPMAPAQ wells for human consumption in the city, by determining the main features of the system, determining quality well water for human consumption and as a solution to the problem, designing a system to improve the quality of water abstracted. The research variables were measured as samples using water from deep wells population sectors: The Judith, El Recreo, San Camillo and the Guayacán, February 20, Venus Quevedo River, Seven of October and Agrilsa, all in the urban area of the city of Quevedo, Los Rios province. When determining the quality of well water for human consumption in winter and summer by physical, chemical and microbiological analyzes of the present investigation was established that the parameters: pH, color, turbidity, total alkalinity, solid hardness total dissolved in sample points are in the range of acceptability environmental quality; in terms of values of iron, manganese, nitrites, nitrates, sulfates pose no threat to human health because the results are well below the limit allowed by the standard; in the microbiological examination a minimum presence of Fecal Coliform was determined. he factors affecting the quality of drinking water were established through surveys Liker type, resulting in the population as a majority (61%) considered bad quality of water consumed; in the same way the taste (60%), color (41%) within the range of fair and poor, coinciding with the report quevedeño council in November 2014 declares health emergency by the poor state of water called.

Keywords: quality, septic tanks, consumption, drinking water, sanitation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	iii
AUTORÍA	iv
DEDICATORIA	v
PRÓLOGO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	5
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA	6
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.3.1. Problema general	7
1.3.2. Problemas derivados	7
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.5. OBJETIVOS	8
1.5.1. General.....	8
1.5.2. Específicos	8
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	9
1.7. CAMBIOS ESPERADOS	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	10

2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL	11
2.1.1. Contaminación del agua	11
2.1.1.1. Tipos generales de contaminantes del agua.....	11
2.1.2. Agua subterránea.....	13
2.1.2.1. Contaminación de aguas subterráneas	14
2.1.3. Aguas superficiales.....	15
2.1.3.1. Contaminación de las aguas superficiales	16
2.1.4. Agua para uso público urbano	16
2.1.5. Pozos	17
2.1.5.1. Pozo artesiano	17
2.1.5.2. Pozo tubular.....	17
2.1.6. Capa freática	17
2.1.7. Aereación.....	18
2.1.8. Separación de sólidos.....	18
2.1.9. Coagulación	18
2.1.10. Filtración	26
2.1.11. Desinfección	27
2.1.12. Efluente	19
2.1.13. Metales pesados	19
2.1.14. Oxígeno disuelto	19
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.2.1. Sistema interactuante acuífero – fosas sépticas	21
2.2.1.1. Acuífero.....	21
2.2.1.2. Agua subterránea	19
2.2.1.2.1. Contaminación del agua subterránea	20
2.2.1.3. Pozo profundo.....	24

2.2.1.4. Fosa séptica.....	24
2.2.2. Calidad del agua de pozos destinada al consumo humano	27
2.2.3. Tratamiento de aguas residuales	34
2.2.3.1. Tratamiento primario	35
2.2.3.2. Tratamiento secundario	36
2.2.3.3. Tratamiento terciario	36
2.3. MARCO LEGAL	37
2.3.1. Constitución de la república.....	37
2.3.2. Ley orgánica de recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del Agua	38
2.3.3. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)	38
2.3.4. Artículos concernientes al recurso agua dentro del TULAS	39
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN	41
3.1.1. Métodos.....	41
3.1.1.1. Exploratorio	41
3.1.1.2. Inductivo.....	41
3.1.1.3. Deductivo	41
3.1.1.4. Método de Análisis.....	41
3.1.2. Técnicas	41
3.1.2.1. Observación.....	42
3.1.2.2. Toma de muestras	42
3.1.2.3. Laboratorio.....	43
3.1.3. Población y muestra.....	44
3.1.3.1. Población	44
3.3.2. Muestra.....	46
3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN	47

3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO	47
3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	48
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN	48
3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	48
3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LA HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN..	50
4.1 ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS	51
4.1.1. Hipótesis nula.....	51
4.1.2. Hipótesis alternativa	51
4.2...UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A CADA HIPÓTESIS.....	51
4.2.1. Calidad del agua de pozo destinado para consumo humano	51
4.2.1.1. Características generales de los pozos de agua en la ciudad de Quevedo.....	51
4.2.1.2. Análisis físico químico y microbiológico de los pozos en la ciudad de Quevedo.....	53
4.2.2. Factores que inciden en la calidad del agua para consumo humano del sistema acuíferos profundos.	63
4.2.3. Interacciones del sistema de las estaciones de bombeo y red con la calidad del agua.....	72
4.3.2.1. Evaluación de las estaciones de bombeo	72
4.3.2.2. Interacción del sistema de las estaciones de bombeo y red	73
4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS	86
4.4. COMPROBACIÓN/DESAPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	87
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1. Conclusiones generales.....	92
5.2. Recomendaciones	93

CAPÍTULO VI. PROPUESTA ALTERNATIVA.....	94
6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	95
6.2. JUSTIFICACIÓN.....	95
6.3. FUNDAMENTACIÓN	95
6.4. OBJETIVOS	96
6.4.1. General.....	96
6.4.2. Específicos	96
6.5. IMPORTANCIA.....	96
6.7. FACTIBILIDAD.....	97
6.8. PLAN DE TRABAJO	97
6.9. ACTIVIDADES	97
6.9.1. Protección de la calidad del agua	99
6.9.2. Protección de pozos de agua.....	99
6.10. RECURSOS.....	100
6.11. IMPACTO	100
6.12. EVALUACIÓN.....	100
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA/CONTENIDO	PÁGINA
1. Tipos generantes de contaminantes del agua	12
2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.....	28
3. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección	31
4. Parámetros de Control de Calidad del Agua.....	34
5. Parámetros Bacteriológicos	34
6. Ubicación e identificación de las estaciones bombeo en los pozos profundos de la ciudad de Quevedo.....	45
7. Ubicación e identificación del sitio de toma de muestras de la red de distribución en la Ciudad de Quevedo (vivienda)	45
8. Población por parroquia de la ciudad de Quevedo.	46
9. Ubicación de la estación de bombeo en los pozos profundos objeto de estudio, en la ciudad de Quevedo	52
10. Comparativo de época lluviosa y seca de resultados analíticos físico químicos y microbiológicos de pozos de agua en la ciudad de Quevedo...	56
11. Comparativo de época lluviosa y seca de resultados analíticos físico químicos y microbiológicos de pozos de agua en la ciudad de Quevedo...	57
12. Comparativo de época lluviosa y seca de resultados analíticos Físico Químicos y microbiológicos de pozos de agua en la ciudad de Quevedo..	58
13. Calidad de agua que consume	63
14. Sabor del agua que llega al hogar	64
15. Color del agua que llega a su casa.....	65
16. Consideración del olor del agua que consume	66
17. Frecuencia de abastecimiento del agua en el hogar durante la semana...	67
18. Salud debido al consumo de agua potable	68
19. Ayudaría una planta potabilizadora de agua en el sector donde vive	69
20. Estado de sedimentos en el agua.....	70
21. Tratamiento del agua en la estación de bombeo	71

22. Evaluación de las estaciones de bombeo de las localidades bajo estudio .	72
23. Análisis físicos químicos de aguas de red del cantón Quevedo.	79
24. Análisis físicos químicos de aguas de estaciones de bombeo de pozos del cantón Quevedo.	80
25. Comparativos de análisis microbiológicos de las aguas de los pozos de estación de bombeo y red del Cantón Quevedo.....	84
26. Resumen de datos de encuesta	87
27. Resumen de datos de encuesta	88
28. Matriz de datos para comprobación de hipótesis.....	88
29. Distribución Chi Cuadrado χ^2	89
30. Plan de trabajo de la propuesta para la implementación de una planta de tratamiento.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
1. Acuífero.....	22
2. Acuíferos freático y artesiano.....	24
3. Promedio de los resultados de la época lluviosa y seca en color, turbidez, pH y dureza total	59
4. Promedio de los resultados de la época lluviosa y seca en alcalinidad, STD, Cond. Eléctrica, Hierro y Manganeseo	59
5. Promedio de los resultados de la época lluviosa y seca en nitritos, nitratos, sulfatos, coliformes fecales y totales.....	60
6. Coeficiente de variación de la época lluviosa y seca en color, turbidez, pH y dureza total.....	61
7. Coeficiente de variación de la época lluviosa y seca en alcalinidad, STD, Cond. Eléctrica, Hierro y Manganeseo	61
8. Coeficiente de variación de la época lluviosa y seca en nitritos, nitratos, sulfatos, coliformes fecales y totales.	62
9. Calidad de agua que consume	63
10. Sabor del agua que llega al hogar	64
11. Color del agua que llega a su casa.....	65
12. Consideración del olor del agua que consume	66
13. Frecuencia de abastecimiento del agua en el hogar durante la semana	67
14. Estado de salud de la familia debido al consumo de agua potable.....	68
15. Ayudaría una planta potabilizadora de agua en el sector donde vive	69
16. Estado de sedimentos de agua en viviendas.....	70
17. Su fosa séptica posee tapa inferior de hormigon	71
18. Evaluación de estaciones de bombeo	73
19. Interacción entre los promedios de resultados físicos, químicos y microbiológicos de agua de estaciones de bombeo y red.	81
20. Coeficiente de variación de resultados físicos, químicos y microbiológicos de agua de estaciones de bombeo y red.	82

21. Datos Comparativos de análisis físico químico de aguas de pozos artesanales y pozos profundos estación de bombeo y red del cantón Quevedo	84
22. Datos Comparativos de Coliformes Fecales y Totales en estaciones de bombeo y red.....	85

INTRODUCCIÓN

El “ciclo hidrogeológico del agua”, se caracteriza porque el proceso parte del agua que cae resbala sobre el terreno hasta llegar a ríos y lagos (agua de escorrentía), pero otra parte se infiltra, bien directamente cuando llueve, o desde los ríos y lagos. Desde el suelo parte del agua sale por evapotranspiración, o por manantiales o alimenta ríos y lagos a través de su lecho.

Las rocas y suelos que dejan pasar el agua se llaman permeables en contraposición a las impermeables. El agua que penetra por los poros de una roca permeable acaba llegando a una zona impermeable que la detiene. Así la parte permeable se va llenando de agua (zona de saturación). La zona por encima de esta en la que el agua va descendiendo pero en los poros todavía hay aire se llama zona de aireación y el contacto entre las dos nivel freático. El nivel freático sale por encima de la superficie cuando tras fuertes lluvias el suelo se encharca.

Las rocas porosas y permeables que almacenan y transmiten el agua se llaman acuíferos. Veremos que son una fuente importante de agua para uso humano. La Gestión del agua tiene el propósito de que toda la población disponga de agua de calidad suficiente, de forma que esta explotación de este precioso recurso se haga de una forma sostenible, sin que se creen graves problemas de escasez a medio plazo, es necesaria una eficaz gestión del uso y la extracción del agua.

Por una parte hay que asegurar el suministro de agua con la construcción de embalses, el transporte por sistemas de tuberías y canales y la extracción del agua subterránea. Por otra parte hay que desarrollar todos los aspectos legales y administrativos que el uso del agua conlleva. Y es muy importante mejorar la eficiencia en el uso del agua disminuyendo su desperdicio y reduciendo su uso innecesario.

Las aguas subterráneas son una de las principales fuentes de suministro para uso doméstico y para el riego en muchas partes del Ecuador y del mundo. En el país más de la tercera parte del agua que se usa en las ciudades y la industria y la cuarta parte de la que se usa en agricultura son aguas subterráneas. En muchos lugares en los que las precipitaciones son escasas e irregulares pero el clima es muy apto para la

agricultura son un recurso vital y una gran fuente de riqueza, ya que permiten cultivar, productos muy apreciados en los mercados internacionales.

Las aguas subterráneas suele ser más difíciles de contaminar que las superficiales, pero cuando esta contaminación se produce, es más difícil de eliminar. Sucede esto porque las aguas del subsuelo tienen un ritmo de renovación muy lento. Se calcula que mientras el tiempo de permanencia medio del agua en los ríos es de días, en un acuífero es de cientos de años, lo que hace muy difícil su purificación.

La explotación incorrecta de las aguas subterráneas origina varios problemas. En muchas ocasiones la situación se agrava por el reconocimiento tardío de que se está deteriorando el acuífero, porque como el agua subterránea no se ve, el problema puede tardar en hacerse evidente. Los principales problemas son: por agotamiento del acuífero y, por contaminación de las aguas subterráneas.

En la ciudad de Quevedo ubicada en la provincia de Los Ríos en la región Costa del Ecuador, una proporción minoritaria, pero significativa, es abastecida por gestión de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Quevedo (EPMAPAQ), creada por Ordenanza Municipal el 01 de septiembre del 2010, cuyo objetivo principal es la atención, estudio, gestión y solución, en todas las fases y procesos, de las necesidades ciudadanas en la prestación y abastecimiento de los siguientes servicios de Agua Potable y Alcantarillado, así como el tratamiento y desfogue de aguas residuales y aguas lluvias.

La EPMAPAQ gestiona el agua de consumo mediante la explotación de pozos profundos, cuya protección con relación a fuentes contaminantes no ha sido tomada en cuenta, en la mayoría de los casos, planteándose hipotéticamente, que la calidad del agua de consumo no es apropiada, sobre todo, si se considera que esta no es potabilizada, práctica usual en todo el mundo desarrollado o en vías de desarrollo. El estudio que se propone se desarrollará en seis capítulos, que se describen a continuación:

CAPÍTULO I. En el **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN** se desarrolló una particular construcción para abordar el objeto del estudio, bajo los principios generales de método científico: Ubicación y contextualización de la problemática,

Situación actual de la problemática, Problema de investigación, Problema general y derivado, Delimitación del problema, Objetivo, Hipótesis y Justificación.

El CAPÍTULO II. De **MARCO TEÓRICO** (Fundamentación conceptual, fundamentación teórica, fundamentación legal), donde se explican y sustentan las variables de investigación (causa y efecto del problema), con base en la bibliografía especializada de mayor actualización posible.

El CAPÍTULO III. Contiene la **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN** que se utiliza en la investigación y son los siguientes: métodos utilizados, construcción metodología, elaboración de marco teórico, recopilación de la información, descripción de la información y análisis de los resultados; lo que permita tener claro el desarrollo de la investigación.

Finalmente, el CAPÍTULO IV. **PROPUESTA ALTERNATIVA** con su respectiva justificación, fundamentación, objetivos, factibilidad, plan de trabajo.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La Provincia de Los Ríos, en la región Costa, pertenece a la República del Ecuador, siendo Babahoyo su capital, pero el cantón Quevedo se lo considera como el centro agrícola del Ecuador, es la cuarta provincia más poblada del país con un total de 778.115 habitantes. Las ciudades más importantes y pobladas que tiene esta provincia son: Quevedo, Babahoyo, Buena Fe, Ventanas, Vinces y Valencia. Se encuentra en la parte central del Litoral del país, sus límites se encuentran con la provincia de Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, Cotopaxi y Bolívar. (INEC, 2013)

Quevedo cuenta con 173.585 habitantes según datos de, su actividad económica es la agropecuaria y la ciudad más grande y poblada de la Provincia de Los Ríos. Actualmente es considerada la nueva capital bananera de Ecuador. Es una población que está situada en las orillas del río que lleva el mismo nombre de la ciudad, sus condiciones geográficas son: 01° 20' 30" de Latitud Sur y 79° 28' 30" de Longitud occidental, perteneciente a la zona subtropical; está situada a 74 metros sobre el nivel del mar. (INEC, 2013)

La ciudad posee un clima lluvioso subtropical, su promedio de temperatura es 26 °C con precipitaciones permanentes en todos los meses del año. La EPMAPAQ, de conformidad con lo que establece el numeral 1 del Art.14 del COOTAD, que se encarga a nivel cantonal de la gestión del agua, tiene como función primordial la dotación de sistemas de agua potable y alcantarillado dentro de la jurisdicción del Cantón Quevedo, de la Provincia de Los Ríos.

Con relación a la contaminación de los acuíferos cabe destacar que ésta podría deberse a las aguas subterráneas contaminadas, es la infiltración de los pozos artesianos y la del tipo doméstico e industrial; sin conocer a ciencia cierta la verdadera causa, pero se puede llegar a establecer una clasificación en función de la actividad que los origina.

La contaminación de tipo doméstico se produce a través de fosas sépticas, fugas de alcantarillado, vertido de aguas de letrinas, es decir una contaminación de tipo orgánica y biológica, en la que se incluyen detergentes, productos farmacéuticos y de higiene personal, incluida las medicinas, fragancias y cremas protectoras solares. Si bien es cierto que el alcantarillado no forma parte de las fosas sépticas, ha sido

mencionado debido a la similitud de acción de sus fugas con respecto a los acuíferos, particularmente a los pozos profundos.

La medición de las variables de investigación, que permitió la aprobación o desaprobación de la hipótesis general del estudio, se realizó entre los meses de febrero y abril del año 2014.

1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

La EPMAPAQ gestiona el agua de consumo mediante la explotación de pozos profundos, cuya protección con relación a fuentes contaminantes no ha sido tomada en cuenta, en la mayoría de los casos; planteándose hipotéticamente, que la calidad del agua no es apropiada para el consumo humano, no se somete al tratamiento de potabilización, a no ser si la adición de cloro para desinfección, lo cual no se realiza de acuerdo a las exigencias tecnológicas apropiadas, observaciones directas realizadas por el autor. Es así que se presume la necesidad de proponer sistemas alternativos de tratamiento o potabilización del agua de consumo proveniente de los pozos profundos, actualmente en explotación en diferentes áreas de la ciudad de Quevedo.

Según la EPMAPAQ un estudio realizado por su similar de Quito, se estableció que en Quevedo, el consumo del agua potable está dentro de las normas generales.

De otra parte, según análisis del agua realizados por el Instituto "Izquieta Pérez", el agua de algunos pozos profundos de la ciudad no está apta para el consumo humano, sin ser tratadas, según un comunicado del presidente de la Asociación de Usuarios y Consumidores, (Marco Mena, 2013).¹ Independientemente de que la Asociación de Usuarios y Consumidores y la Comisión de Fiscalización del Comité Cívico por el Desarrollo Integral del cantón Quevedo solicitaron al Gobierno Autónomo Descentralizado cambiar todas las tuberías de la distribución de agua para consumo, que ya están obsoletas y con adhesión de contaminantes.²

Según sugerencias de los técnicos del Instituto Leopoldo Izquieta Pérez, existen problemas de calidad del agua de consumo en los nueve pozos profundos estación de

¹ Mena, M. 2013. Comunicación personal.

² Asociación de Usuarios y Consumidores y la Comisión de Fiscalización del Comité Cívico por el Desarrollo Integral del cantón Quevedo. 2013. Comunicación Personal.

bombeo distribuidos en seis parroquias de la ciudad de Quevedo, a saber, Los Guayacanes (pozos profundos Siete Marzo y Los Guayacanes), Siete de Octubre (pozos profundos Mi País y siete de Octubre), San José (pozos profundos San José Dos), Galo Plaza (pozo profundo Galo Plaza # 3), Venus del Rio Quevedo (pozos profundos Venus y Agrilsa), Playa Grande (pozo profundo Playa Grande).

Según observaciones realizadas, ninguno de estos pozos posee planta de tratamiento o potabilización del agua e, incluso, la fosa de aguas servidas de la Academia 7 de Octubre podría estar contaminando al pozo profundo de dicha localidad.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema general

¿Cómo se relaciona el sistema interactuante acuífero – fosas sépticas de la ciudad de Quevedo con la calidad del agua de pozos destinada al consumo humano en la localidad?.

1.3.2. Problemas derivados

1. ¿Cuál es la calidad del agua de pozos destinada al consumo humano en época de invierno y verano?
2. ¿Qué factores inciden en la calidad del agua para consumo humano del sistema interactuante acuífero profundo?
3. ¿Se puede establecer las diversas interacciones del sistema acuífero de las estaciones de bombeo y red con la calidad del agua?
4. ¿Qué propuesta alternativa es necesaria para el mejoramiento de la calidad del agua extraída de los pozos profundos, estación de bombeo de la ciudad de Quevedo?

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

CAMPO:	Ciencias Ambientales
ÁREA:	Contaminación ambiental – Salud pública.
ASPECTO:	Manejo de aguas de pozos profundos y estación de bombeo para el consumo humano.
SECTOR:	Ciudad de Quevedo
TIEMPO:	Febrero – agosto del 2014

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

Evaluar el sistema interactuante acuífero – fosas sépticas sobre la calidad del agua de pozos del EPMAQAQ destinada al consumo humano en la localidad.

1.5.2. Específicos

1. Determinar la calidad del agua de pozos destinada al consumo humano en época lluviosa y seca.
2. Analizar los factores que inciden en la calidad del agua para consumo humano del sistema interactuante acuífero profundo.
3. Determinar interacción del sistema de estación de bombeo y red con la calidad del agua.
4. Elaborar una propuesta de sistema de tratamiento para el mejoramiento de la calidad del agua extraída de los pozos profundos y estación de bombeo de la ciudad de Quevedo.

1.6. JUSTIFICACIÓN

La población que será beneficiada por sus resultados, es decir, todos los habitantes de las localidades abastecidas por agua de pozos profundos estación de bombeo de la ciudad de Quevedo, inclusive, aquella que, sin vivir en él área, permanecen determinados tiempos dentro de la misma debido a que tienen actividades comerciales o artesanales dentro de ella. También metodológicamente la investigación tendrá utilidad, en tanto los métodos y técnicas que aquí se utilizaron, así como la propuesta de solución a la problemática, podrían ser aplicados en otras localidades dentro de la provincia y a nivel nacional. Teóricamente, quedarán reafirmados modelos de contaminación del agua de pozos y las formas de prevención y eliminación.

1.7. CAMBIOS ESPERADOS

Los cambios futuros de la presente investigación son:

- a) Quedará determinada la calidad del agua de pozos destinada al consumo humano en época lluviosa y seca.
- b) Quedarán determinados los factores que inciden en la calidad del agua para el consumo humano del sistema interactuante acuífero profundo.
- c) Quedarán establecidas las diferentes interacciones del sistema de bombeo y red en la calidad del agua.
- d) Quedará elaborada la propuesta de sistema de tratamiento para el mejoramiento de la calidad del agua extraída de los pozos profundos estación de bombeo de la ciudad de Quevedo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1. Contaminación del agua

A lo largo de la historia, la calidad del agua potable ha sido un factor determinante del bienestar humano. Las enfermedades propagadas por agua potable contaminada con materia fecal diezmaron a la población de ciudades enteras. Incluso actualmente, el agua insalubre contaminada por fuentes naturales o humanas sigue causando grandes problemas a las personas que se ven obligadas a usarla, tanto para beber como para la irrigación de hortalizas y otras plantas comestibles crudas.

Aunque hay todavía epidemias ocasionales de enfermedades bacterianas y virales causadas por agentes infecciosos transportados en el agua potable, como el cólera, la poliomielitis y otras, las enfermedades propagadas por ella, están en general bien controladas y el agua potable en los países tecnológicamente desarrollados está ahora notablemente libre de los agentes causantes de enfermedades que eran contaminantes muy comunes del agua hace solo una década.

Generalmente, la mayor preocupación sobre la seguridad del agua es ahora la presencia potencial de contaminantes químicos. Esto puede incluir productos químicos orgánicos e inorgánicos y metales pesados, procedentes de fuentes industriales, agrícolas y de la escorrentía urbana.

Teniendo en cuenta que los contaminantes del agua pueden provenir de una variedad de fuentes, es importante tener marcadores de contaminación del agua que sean indicativos de las fuentes. Algunos herbicidas pueden servir como marcadores de la escorrentía agrícola. Tradicionalmente se usan las bacterias fecales coliformes provenientes de fuentes domésticas, como marcadores de contaminación microbiana o viral. Potencialmente, los metabolitos humanos endógenos así como los constituyentes de los alimentos, los productos farmacéuticos y los productos de cuidado personal pueden indicar la entrada de contaminación desde fuentes del alcantarillado. La cafeína procedente del consumo de café, té y bebidas de cola puede ser un marcador de fuentes domésticas de contaminación del agua (Manahan, 2007).

2.1.1.1. Tipos generales de contaminantes del agua

Los principales contaminantes del agua se detallan a continuación:

Tabla 1. Tipos generantes de contaminantes del agua

Tipo de contaminante	Impacto
Elemento traza	Salud, biota acuática, toxicidad
Metales pesados	Salud, biota acuática, toxicidad
Metales enlazados orgánicamente	Transporte de metales
Radionúclidos	Toxicidad
Contaminantes inorgánicos	Toxicidad, biótica acuática
Asbesto	Salud humana
Nutrientes de algas	Eutrofización
Sustancias que dan acidez, alcalinidad, salinidad (en exceso)	Calidad del agua, vida acuática
Contaminantes orgánicos traza	Toxicidad
Medicamentos, anticonceptivos, etc.	Calidad del agua, vida acuática
Bifenilos policlorados	Posibles efectos biológicos
Plaguicidas	Toxicidad, biota acuática, fauna
Residuos de petróleo	Efectos en la fauna, contaminación visual
Alcantarillados, residuo humano y de animales	Calidad del agua, niveles de oxígeno
Material orgánico medida como demanda bioquímica de oxígeno	Calidad del agua, niveles de oxígeno
Patógenos	Efectos en la salud
Detergentes	Eutrofización, fauna, contaminación visual
Compuestos carcinógenos químicos	Incidencia de cáncer
Sedimentos	Calidad del agua, vida acuática, fauna
Sustancias que dan sabor, olor y color	Calidad del agua, vida acuática, contaminación visual

Fuente: (Manahan, 2007).

2.1.2. Agua subterránea

Puede definirse como agua subterránea el agua subsuperficial que aparece justo bajo el nivel freático en suelos y formaciones geológicas completamente saturadas. Los acuíferos son aquellas formaciones geológicas que tiene la permeabilidad adecuada (porosidad y fracturamiento) para transmitir y producir agua. (Arizabalo & Diaz, 2010).

Existen dos tipos de acuíferos:

1. Acuífero no consolidado o aluvial, se forma por la mezcla de arena y grava.
2. Acuífero consolidado, consiste en rocas de arena permeable, lutita, granito, basalto o calcita.

El agua subterránea es importante como fuente de agua potable, para la irrigación agrícola y para uso industrial, además de ser una de las mayores fuentes naturales en varios lugares del mundo.

El agua subterránea puede contaminarse de muchas maneras, entre las que se incluyen las actividades humanas. La manera de proteger las fuentes de agua subterránea es identificar las áreas y los mecanismos por los cuales los contaminantes entran al sistema. Muchos productos domésticos contienen en tanques sépticos y líneas de desagüe llegan hasta el nivel freático. De igual manera, algunas operaciones comerciales como servicios automotrices, lavado de autos e imprentas resultan ser los mayores contaminantes del agua subterránea. También algunas operaciones agrícolas afectan al agua subterránea elevando la cantidad de pesticidas y sales inorgánicas en esta.

Sin embargo, la contaminación del agua subterránea es un fenómeno local que afecta solo al acuífero superior y ocurre generalmente (Arizabalo & Diaz, 2010).

2.1.2.1. Contaminación de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas o freáticas son aquellas que se acumulan bajo la tierra, almacenadas en los poros que existen en sedimentos como la arena y la grava, y en las fisuras que se encuentran en rocas. Constituye el 97% de toda el agua dulce del planeta, por lo que resulta un recurso fundamental para la vida humana y para el desarrollo económico.

Las aguas subterráneas se han convertido en un elemento de enorme importancia para la provisión de agua para uso humano en las zonas urbanas y rurales, tanto en países desarrollados como en desarrollo.

Su proceso de renovación es muy lento, por lo que constituye una fuente de agua fácil de agotar. Por otra parte, la contaminación del agua subterránea puede considerarse permanente.

Algunas bacterias y la mayoría de los contaminantes sólidos son removidas o eliminadas cuando el agua superficial contaminada se filtra en el suelo a los mantos acuíferos. Este proceso puede llegar a ser sobrecargado por grandes volúmenes de desechos domésticos e industriales. A pesar de que el suelo retiene algunas sustancias contaminantes, no puede retener virus ni muchas sustancias químicas orgánicas, las cuales se disuelven en las aguas subterráneas.

Además las aguas subterráneas no pueden depurarse por sí misma, ya que sus corrientes son lentas y no turbulentas, y los contaminantes no se diluyen ni se dispersan fácilmente. Es difícil, también, que se lleve a cabo el proceso de descomposición aeróbica, ya que es muy poco el oxígeno que se encuentran debajo de la tierra y las colonias de bacterias anaeróbicas son muy dispersas e insuficientes para descomponer la materia. Para que las aguas subterráneas contaminadas puedan liberarse por sí misma de los desechos contaminantes, tienen que pasar cientos de miles de años.

Otro proceso más constante es la eutrofización. Este fenómeno consiste en un proceso natural o cultural donde existe un constante incremento en la concentración de nutrientes de un ecosistema acuático determinado. La alta disponibilidad de nutrientes

lleva la proliferación considerablemente de ciertas especies de algas y plantas acuáticas superiores.

Una laguna, río o estuario es un sistema natural en equilibrio, donde la cantidad de recursos que entran es similar a la que sale. Cuando la cantidad de nutrientes que entra a este sistema es mayor a la de costumbre y este suceso se hace constante, el sistema pierde su equilibrio, lo que eleva la concentración de nutrientes minerales. Este proceso provoca que la masa de algas aumente su volumen en cantidades excesivas. Esto puede disminuir significativamente el empleo que el hombre puede hacer de este líquido (Cardenas & Cardenas, 2006).

2.1.3. Aguas superficiales

El agua superficial es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Estas masas de agua sobre la superficie de la tierra, forma ríos, lagos, lagunas, pantanos, charcas, humedales, y otros similares, sean naturales o artificiales. El agua superficial es la proveniente de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas (Cardenas & Cardenas, 2006).

Las aguas superficiales pueden estar fluyendo constantemente como los ríos o estar en reposo como los lagos y lagunas. El escurrimiento se da sobre la tierra debido a la gravedad y a la inclinación del terreno. Así cuando el agua cae del cielo (o se precipita, por ejemplo en forma de lluvia) la que no se infiltra, escurre en la dirección de la pendiente (hacia abajo) hasta que llega a los ríos y lagos.

Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad y siempre por gravedad discurre de las partes altas hacia las bajas. Posee un caudal determinado y finalmente desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en este último caso se le denomina afluente (Cardenas & Cardenas, 2006).

Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación. Cuando el río es corto y estrecho recibe el nombre de riachuelo o arroyo (Cardenas & Cardenas, 2006).

2.1.3.1. Contaminación de las aguas superficiales

La contaminación de mantos de aguas superficiales puede ocurrir por fuentes puntuales y no puntuales. La principal fuente no puntual de contaminación del agua es la agricultura. Muchos desechan los productos químicos y fertilizantes en los ríos y caudales cercanos. Una fácil solución para este problema sería disminuir completamente el uso de estos productos en tierras planas o cerca de laderas. Los ganaderos también pueden controlar la contaminación de los mantos acuíferos, al controlar el escurrimiento e infiltración de desechos animales en las granjas y evitar la utilización de terrenos inclinados hacia las aguas superficiales cercanas (Cardenas & Cardenas, 2006).

Las aguas negras y los desechos industriales arrastrados por el agua de fuentes puntuales generalmente no son tratados. La mayoría de estos desechos son descargados a las corrientes de aguas más cercanas o en lagunas de desechos, donde el aire, la luz solar y los microorganismos degradan a los desechos matan a algunas bacterias patógenas (causantes de enfermedades) y permiten que los sólidos se sedimenten. No contaminan al ambiente, pero si al cuerpo de agua que los contenga (Cardenas & Cardenas, 2006).

2.1.4. Agua para uso público urbano

Así mismo se debe tomar en cuenta que ninguna empresa u organización que presente bajo índices en su relación de producción o facturación podrá alcanzar los niveles aceptables para brindar un agua aceptable. De tal forma que para prestar un buen servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento no es suficiente tener más inversiones para incrementar la oferta de agua. Las perspectivas son que se presente una demanda creciente de agua para uso público urbano, agudizando la escases severa, donde una solución a esta problemática es aprovechar los 384 millones 739 mil metro cúbicos del potencial hidráulico de la cuenca del río Verde considerado como volumen de reserva para uso de público y urbano (Schoendube, Duran, Sanchez, & Torres, 2002).

2.1.5. Pozos

Agujero, excavación o túnel vertical que perfora la tierra, hasta una profundidad suficiente para alcanzar lo que se busca, sea una reserva de agua subterránea de una capa freática o fluidos como el petróleo. En el caso de los pozos para explotar aguas subterráneas someras para el consumo humano son construidas con tecnología simple y son de bajo costo (Kobr, Huizar, & Campos, 2005).

2.1.5.1. Pozo artesiano

Pozo perforado en un acuífero, cuyo nivel de agua se eleva sobre la superficie del suelo. El volumen de agua en estos pozos depende de las formaciones geológicas, hidrogeología y la hidroagroquímica de cada zona (Kobr, Huizar, & Campos, 2005).

2.1.5.2. Pozo tubular

Pozo de diámetro reducido, perforado con un equipo especializado. Este tipo de pozos son abastecidos por las aguas subterráneas y están provistos de una bomba manual para extraer el agua subterránea, pero no permiten la cloración del agua (Kobr, Huizar, & Campos, 2005).

2.1.6. Capa freática

La capa freática que se deben obtener mediante un sistema de drenaje se relaciona principalmente con el tipo de suelo, el clima, los cultivos, la intensidad del cultivo y la ordenación hídrica. La mayoría de los cultivos crecen mejor cuando la capa freática se encuentra por debajo de la rizosfera normal de los mismos. No obstante, el hecho de que la capa freática sea más alta durante un corto lapso no afectará adversamente a los cultivos.

Se refiere al nivel de proyecto de la capa freática durante los periodos de necesidad de drenaje máximo. Constituyen la base para determinar el valor del potencial hidráulico utilizado en las ecuaciones de espaciamiento para régimen permanente (Rodriguez, 2009).

2.1.7. Aereación

Consiste en la incorporación de oxígeno al cuerpo de agua. Se utiliza para eliminar gases disueltos en el agua (degasificación) o para convertir sustancias no deseables de más fácil manejo mediante la oxidación. La aereación es más comúnmente utilizada en el tratamiento de agua subterránea, pues el agua superficial tiene contacto constante con la atmósfera por un periodo suficiente para que la transferencia de gases ocurra de manera natural (Sanchez, 2010).

2.1.8. Separación de sólidos

La separación de sólidos podría ocurrir mediante flotación si el agua es más densa que la materia sólida; pero en el caso de agua potable suele ser común que los materiales sólidos sean más pesados que el agua, por lo que la sedimentación es la técnica utilizada.

En el proceso de la sedimentación, las fuerzas de la gravedad, flotación y fricción viscosa son las conductas del fenómeno. La técnica consiste en determinar la velocidad y la distancia de sedimentación de las partículas. En el proceso de la sedimentación se debe estudiar el tipo de partícula, puesto que de ellas dependen características importantes, a saber: la velocidad, el tiempo y la distancia de sedimentación. Las partículas por sedimentar pueden ser discretas (su tamaño, forma y gravedad específica no cambian con el tiempo) o partículas floculantes (cuyas propiedades superficiales son tales que se agrupan o unen con otras partículas, cambiando su tamaño y forma) (Uri, 2007).

2.1.9. Coagulación

La sedimentación no es muy eficiente cuando las partículas son de muy pequeño tamaño. Esto implica velocidades de sedimentación también muy pequeñas, por lo que requerían grandes distancias para sedimentar. De hecho, no puede ser esperada una remoción eficiente de partículas menores a 50 μ m (0.05 mm), por medio de sedimentación.

La aglomeración de partículas en grupo que incrementan el tamaño efectivo de la partícula y por lo tanto, la velocidad de sedimentación, se denomina coagulación. La coagulación se realiza usualmente agregando algún compuesto químico que ayude a la aglomeración de partículas. En el tratamiento de agua potable, la coagulación se realiza antes de la sedimentación, pues posteriormente se requiere la eliminación de los flóculos formados (Campos, 2000).

2.1.10. Efluente

Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad. Por ejemplo los efluentes hospitalarios están compuestos por productos químicos, restos de medicamentos, desinfectantes y medicamentos antineoplásicos considerados como riesgosos para los seres humanos y el medio ambiente (Campos, 2000).

2.1.11. Metales pesados

Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación. La acumulación de metales pesados generados por las plantas de tratamiento de aguas residuales puede constituirse en un problema ambiental (Butricio, Muñoz, Saenz, & Sosa, 2007).

2.1.12. Oxígeno disuelto

Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores. La presencia del oxígeno disuelto en el agua es de mucha importancia ya que es un factor que influye en muchos procesos vitales de los organismos y del ecosistema (Campos, 2000).

2.1.13. Agua subterránea

El agua subterránea es la que se encuentra en los acuíferos, debajo del suelo entre grietas y espacios que hay en la tierra, incluyendo arena y piedras. El área donde se acumula el agua en las grietas es la zona saturada. La parte de arriba de esta área se

le conoce como el nivel freático. El nivel freático puede encontrarse muy cerca del suelo, a menos de un metro, como a cientos de metros debajo de la superficie. La velocidad a la que el agua se mueve depende del tamaño de los espacios en las capas y de la conexión entre estos.

Según el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ecuador, agua subterránea es toda agua del subsuelo, que se encuentra en la zona de saturación (se sitúa debajo del nivel freático donde todos los espacios abiertos están llenos con agua, con una presión igual o mayor que la atmosférica) (Galarza, 2001).

2.1.13.1. Contaminación del agua subterránea

El flujo a través de la arena hace que el agua subterránea por lo general esté libre de bacterias, sólidos suspendidos, turbiedad y demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Pero no impide el paso de sustancias disueltas e isótopos radioactivos en solución. El flujo a través de los estratos acuíferos hace que por lo general el agua subterránea sea fría, anóxica (sin oxígeno disuelto) y con alto contenido de sustancias disueltas que dependen de la naturaleza de los estratos. El agua subterránea suele contaminarse por:

- Solución de sales del subsuelo.
- Sobre bombeo que puede provocar intrusión de agua de inferior calidad o de agua salada.
- Programas de recarga de acuíferos.
- Infiltración de aguas de riego o lluvia.

Infiltración de aguas residuales procedentes de letrinas, drenajes de tanques sépticos y de lagunas de estabilización. Los sistemas de alcantarillado evitan la contaminación, pero por otra parte, disminuyen la recarga del acuífero.

Descarga de desechos industriales en estanques o lagunas, que den origen a la entrada de contaminantes químicos en disolución.

El Ministerio del Ambiente del Ecuador, según TULAS, establece que la contaminación del agua subterránea es cualquier alteración de las propiedades físico, química,

biológicas de las aguas subterráneas, que pueda ocasionar el deterioro de la salud, la seguridad y el bienestar de la población, comprometer su uso para fines de consumo humano, agropecuario, industrial, comercial o recreativo, y/o causar daños a la flora, a la fauna o al ambiente en general (Galarza, 2001).

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. Sistema interactuante acuífero – fosas sépticas

2.2.1.1. Acuífero

El término acuífero es utilizado para hacer referencia a aquellas formaciones geológicas en las cuales se encuentra agua y que son permeables permitiendo así el almacenamiento de agua en espacios subterráneos. El agua de los acuíferos no está normalmente a disposición simple o inmediata del ser humano ya que se encuentra bajo tierra, salvo que en alguna parte de su extensión se acerque a la superficie. Es por esto que para que el ser humano pueda aprovechar este tipo de agua debe realizar excavaciones y pozos. En muchos casos, el agua puede encontrarse a muchos metros de profundidad.

En otras palabras, un acuífero es un depósito subterráneo de agua, pero no es como un cráter vacío como las reservas en la superficie pueden ser. El agua de lluvia es absorbida por el suelo y llena los espacios entre piedras, la arena, y la grava. Tiende a hundirse más profundamente con la gravedad hasta que es parado por una capa del suelo que no permitirá el pasaje del agua.

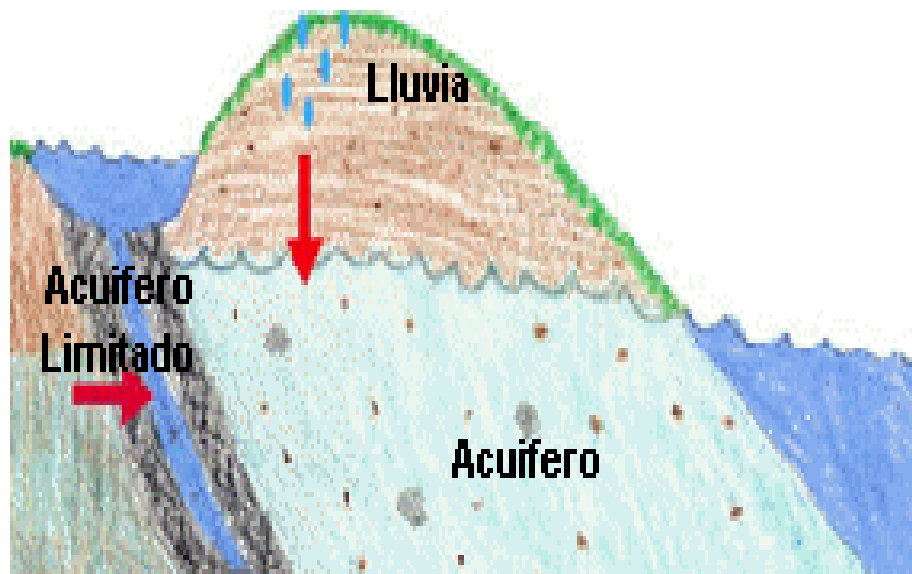
A esta capa se le da el epíteto de “capa impermeable”. Esta agua parada llena el área de la arena, de la grava, de la arcilla, y de la piedra donde se almacena. No se mueve muy rápidamente mientras es subterráneo. Moverá de uno a tres pulgadas al día. El agua no solo empapa esta capa y se asienta. La gravedad la impulsa para que fluya lentamente hasta que alcanza otra masa de agua u otra capa impermeable (Fernandez, 2006).

Los acuíferos se forman naturalmente cuando la superficie terrestre absorbe el agua de lluvia. Este proceso de absorción se da porque los terrenos de la superficie

terrestre permiten que el agua se introduzca al ser permeables (tierra, arena, arcilla, etc.). Una vez absorbida, el agua forma capas subterráneas hasta llegar a una zona no permeable en la cual la composición de la roca es más cerrada y por tanto el agua no pasa con tanta facilidad.

Los acuíferos están formados entonces por estas dos capas de agua: la confinada y la no confinada. Los acuíferos no confinados son los que pueden ser utilizados por el ser humano a través de excavaciones. El agua que permanece en los acuíferos confinados es de más difícil acceso no sólo porque se encuentra a mayor distancia si no porque también la roca es más difícil de excavar.

A medida que el agua es absorbida por las diferentes capas de tierra, la misma va perdiendo velocidad y comienza lentamente a ser depositada de modo natural entre las distintas capas que están formadas por diversos materiales. A mayor profundidad, más lento llegará el agua y, además, por contar las zonas de acuífero confinado con mayor presión, una excavadora que llegue hasta este punto hará brotar el agua en la superficie con mucha más violencia que en el acuífero no confinado.



Fuente: (Fundación Educacional ORACLE, 2006).

Figura 1. Acuífero

En la Figura 1, se aprecia una doble capa de piedra impermeable evitando que el agua la atravesase y quede confinada. El área entre estas dos capas hace otra clase de depósito subterráneo llamado acuífero limitado (Fundación Educacional ORACLE, 2006).

Los principales tipos de acuífero son:

Acuíferos de nivel freático

Son los acuíferos que tienen la parte superior del agua contenida en ellos a presión atmosférica. En los pozos perforados en estos acuíferos se encuentra el agua tan pronto como se llegue a la zona saturada, constituyendo este nivel de saturación al nivel estático del agua.

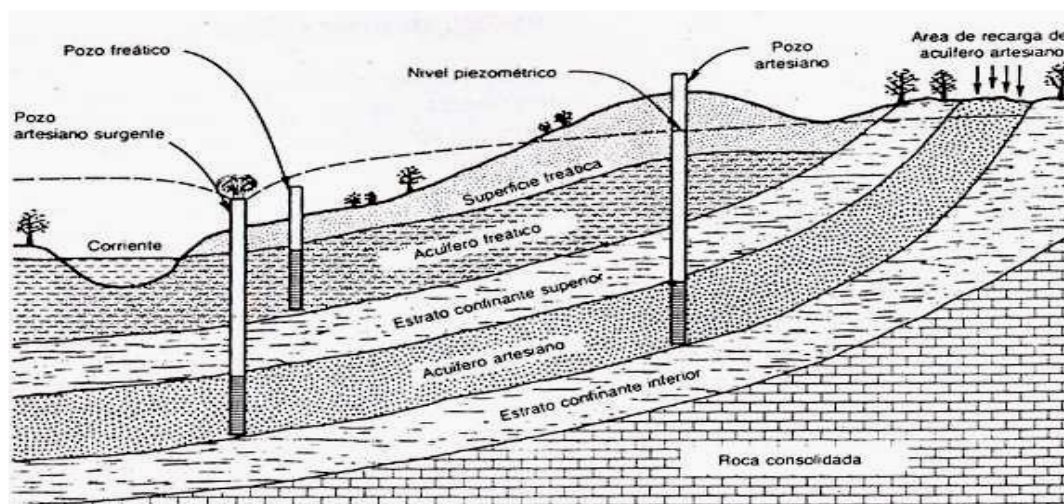
Acuíferos artesianos

Son los acuíferos que tienen el agua sometida a presión por encontrarse entre dos capas impermeables que la confinan. Cuando al hacer una perforación se rompe la capa confinante superior, el agua sube hasta el nivel estático, que está determinado por un agente de recarga (río, lago, etc.) en contacto con el acuífero.

Las funciones más importantes que realiza un acuífero son dos: Almacenar agua y transmitir agua. Este almacena agua sirviendo como depósito y transmite agua como lo hace un conducto. Los poros o aberturas de una formación acuífera le sirven tanto de espacio de almacenamiento como de red de conductos.

El agua subterránea se mueve constantemente a través de distancias extensas y desde las área de recarga hacia las de descarga. El desplazamiento es muy lento con velocidades que se miden en metros por día o metros por año. Como consecuencia de ello y del gran volumen que su porosidad representa, un acuífero retiene enormes cantidades de agua en almacenamiento inestable.

En la Figura 2 se muestra los acuíferos freático y artesiano, ejemplificándose las diferencias en profundidades de ambos (Butricio, Muñoz, Saenz, & Sosa, 2007).



Fuente: (Butricio, Muñoz, Saenz, & Sosa, 2007)

Figura 2. Acuíferos freático y artesiano

2.2.1.3. Pozo profundo

Es una excavación que se hace en la tierra hasta encontrar una vena de agua aprovechable. Los pozos se utilizan para obtener agua desde el siglo XII a.C. En la actualidad, sin embargo, la contaminación hace que el agua de pozo sólo sea apta para tareas de limpieza o jardinería, aunque la gente que vive en los lugares más pobres y alejados de las redes cloacales aún bebe de esta agua.

Existen pozos tan profundos como de más de 12.000 m, como el “Pozo Superprofundo de Kola” que se perforó en la antigua (KSDB) y cuyo objetivo no fue la extracción de agua, sino la prospección científica para profundizar la corteza terrestre (Fuchs, *et al.*, 1990). En la búsqueda de petróleo también se han excavado pozos profundos de miles de metros, pero en la extracción de agua, se considera profundo cuando la excavación es algo superior a los 100 m (120, 150, 200 m) (Nemerow & Dasgupta, 1998).

2.2.1.4. Fosa séptica

Una fosa séptica es una cámara soterrada capaz de retener por un período determinado de tiempo, las aguas servidas domésticas; producir su decantación; disolver, licuar y volatizar parcialmente, por un proceso de fermentación biológica, la materia orgánica contenida en suspensión, y dejar las aguas servidas en condiciones

favorables para ser sometidas a algún proceso de oxidación. Es una construcción cerrada herméticamente donde se depositan las aguas servidas domiciliarias para hacer una separación entre las partes sólida y líquida mediante un proceso de oxidación.

Es decir, en ella se realiza la separación y transformación físico – química de la materia orgánica contenida en esas aguas. Se trata de una forma sencilla y barata de tratar las aguas residuales y está indicada (preferentemente) para zonas rurales o residencias situadas en parajes aislados. Sin embargo, el tratamiento no es tan completo como en una estación depuradora de aguas residuales. Hoy día, debido a la reducción del costo de las llamadas geomembranas, las fosas sépticas se forran con ellas, evitando así la contaminación del suelo y los acuíferos (Lyon, 1991).

La fosa séptica consta de uno o más compartimentos en los que se produce por una parte la sedimentación de los sólidos sedimentables y por otra parte una fermentación anaerobia y una licuefacción de los sedimentos hasta su estabilización. Esta fermentación da lugar a una generación de gases peligrosos, tales como metano y dióxido de carbono. Después de un tiempo, la acumulación de los lodos exige una extracción para evitar salida de sólidos hacia el elemento depurador. Por lo general, la reglamentación exige una limpieza cada dos años como mínimo; se necesita reducir este período en caso de sobrecarga de la fosa (Ingraham & Ingraham, 1998).

El mejor método de extracción es a volumen constante, es decir aportando el mismo volumen de agua limpia que lo que se extrae de lodos y de costra, para mantener constante las presiones internas y externas. Es recomendado instalar su fosa séptica a más de 3 metros de la casa, como de los deslindes, de los árboles o de la zona de tránsito vehicular. No obstante no se recomienda alejarse más de 5 a 10 m evitándose profundizar excavaciones, necesitar losa de repartición de cargas y profundizar excesivamente el drenaje (Ingraham & Ingraham, 1998).

El mal funcionamiento de una fosa séptica se puede deber a:

- La fosa séptica ha finalizado su vida útil.
- La fosa séptica ha sido construida inapropiadamente.
- La fosa séptica puede estar construida sobre materiales no impermeables y puede estar produciendo un episodio de contaminación.

2.2.2. Filtración

Es el paso del agua a través de un material fino denominado filtro. Se utiliza en los tratamientos modernos de potabilización de agua, para eliminar pequeños flóculos o elementos de menor tamaño que no han podido ser eliminados en los procesos anteriores. Las condiciones de poca turbiedad y bajos niveles de sólidos disueltos, el proceso de filtración puede ser utilizado como único tratamiento para la remoción de la turbiedad o eliminación de patógenos, pero siempre es necesario un proceso de desinfección posterior (Campos, 2000).

Los métodos tradicionalmente utilizados para filtrar son el filtro lento y el filtro rápido. El primero, que tuvo su origen en Inglaterra, se adapta a las aguas de poca turbiedad (menos de 50 ppm); de lo contrario, el agua se debería sedimentar antes de ser filtrada.

El filtro lento consiste en un tanque rectangular en donde se le agrega una capa de arena de 1,00 a 1,20 de espesor, por debajo de la cual se encuentra una capa de grava de 0.40 a 0.50m. debajo de la capa de grava se encuentra un sistema de drenaje que recoge el agua filtrada, mediante la acción de la gravedad, el agua pasa a través de los poros del material filtrante y los sólidos suspendidos quedan adheridos a los granos de arena y grava (Campos, 2000).

También se desarrolla en los granos una fina película de microorganismos, que al paso del agua retiene materia orgánica y bacterias. Para que la filtración sea eficiente, no debe exceder de 10 a 14 milímetros por día.

Después de cierto tiempo de operación, las capas superiores del lecho de arena se van obstruyendo, por lo que es necesario lavar la arena o sacarla del filtro.

El filtro rápido tiene una velocidad de filtración mayor a la velocidad del filtro lento, de ahí su nombre. Se tienen diferentes tipos de filtros rápidos; de flujo ascendente, flujo descendente, flujo mixto, con lechos de un solo material (arena, antracita) y con lechos múltiples (arena y antracita o arena, antracita y grava) (Campos, 2000).

Cuando se utiliza el filtro rápido, la sedimentación previa suele ser indispensable, pues el filtro se obstruye con mayor facilidad que en el filtro lento.

2.2.3. Desinfección

La desinfección consiste en destruir los posibles patógenos del agua, ya sea por medios físicos o químicos. En las etapas previas del tratamiento del agua se destruyen también patógenos; por ejemplo, en los procesos de coagulación, sedimentación y filtración se eliminan un 90% de las bacterias y virus presentes en el agua. Sin embargo, es necesario desinfectar para alcanzar los estándares modernos de agua potable.

Un buen desinfectante es tóxico para los microorganismos en concentraciones menores a las perjudiciales para los seres humanos o animales de mayor tamaño. Además, el desinfectante debe matar a los patógenos rápidamente y ser suficientemente persistente para prevenir que los microorganismos vuelvan a crecer en el sistema de distribución del agua potable.

Los factores que afectan una buena desinfección son la turbiedad y los organismos resistentes. La turbiedad produce, por una parte, flóculos en donde los microorganismos se esconden del desinfectante; por otra parte, la materia orgánica podría absorber el desinfectante, impidiéndole realizar su trabajo de eliminación de patógenos.

Dentro de los desinfectantes utilizados en el tratamiento de agua potable, se tienen los agentes químicos del grupo de los halógenos (de los cuales el cloro es el más utilizado), ozono o plata; la radiación con mayor gamma, o con luz ultravioleta y el calentamiento.

Con la descripción de los principales medios de tratamiento, terminamos el presente capítulo sobre calidad del agua (Campos, 2000).

2.2.4. Calidad del agua de pozos destinada al consumo humano

El agua de pozo, antes de ser consumida o usarla domésticamente, deberá ser sometida a tratamientos que pueden ser convencionales o simplemente, desinfección. En la Tabla 2., se muestran los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, es

decir, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección (Martinez & Garcia, 2009).

Tabla 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/dm ³	0,3
Aluminio	Al	mg/dm ³	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/dm ³	1,0
Amonio	NH ₄	mg/dm ³	0,05
Arsénico (total)	As	mg/dm ³	0,05
Bario	Ba	mg/dm ³	1,0
Cadmio	Cd	mg/dm ³	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/dm ³	0,1
Cloruro	Cl	mg/dm ³	250
Cobre	Cu	mg/dm ³	1,0
Coliformes Totales	NMP/100 cm ³		3 000
Coliformes Fecales	NMP/100 cm ³		600
Color	color real	Unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/dm ³	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/dm ³	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/dm ³	2,0
Dureza	CaCO ₃	mg/dm ³	500
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	μg/dm ³	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/dm ³	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/dm ³	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/dm ³	0,1
Materia flotante			Ausencia

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Mercurio (total)	Hg	mg/dm ³	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/dm ³	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/dm ³	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/dm ³	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/ dm ³
Plata (total)	Ag	mg/dm ³	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/dm ³	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/dm ³	0,01
Sodio	Na	mg/dm ³	200
Sólidos disueltos totales		mg/dm ³	1 000
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/dm ³	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o – 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/dm ³	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/dm ³	5,0
*Productos para la desinfección		mg/dm ³	0,1
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	µg/dm ³	10,0
Benzo(a) pireno		µg/dm ³	0,01
Etilbenceno		µg/dm ³	700
Estireno		µg/dm ³	100
Tolueno		µg/dm ³	1 000
Parámetro	Expresado como	Unidad	Límite Máximo

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
			Permisible
Xilenos (totales)		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	10 000
Pesticidas y herbicidas			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/dm^3	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/dm^3	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/dm^3	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de dicloropropano	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	5
Diquat		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	70
Glifosato		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	200
Toxafeno		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	5
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	3
Dicloroetano (1,2-)		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	10
Dicloroetileno (1,1-)		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	100
Diclorometano		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	50
Tetracloroetileno		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	10
Tricloroetano (1,1,1-)		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	200
Tricloroetileno		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	30
Clorobenceno		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	100

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Diclorobenceno (1,2-)		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	200
Diclorobenceno (1,4-)		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	5
Hexaclorobenceno		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	0,01
Bromoximil		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	5
Diclorometano		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	50
Tribrometano		$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	2

Fuente: (Martinez & Garcia, 2009).

En la Tabla 3 se muestran los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren desinfección, es decir, la eliminación de microorganismos (Martinez & Garcia, 2009).

Tabla 3. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección

Parámetros	Expresado Como	UNIDAD	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/dm^3	0,3
Aluminio total	Al	mg/dm^3	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/dm^3	1,0
Arsénico (total)	As	mg/dm^3	0,05
Bario	Ba	mg/dm^3	1,0
Berilio	Be	mg/dm^3	0,1
Boro (total)	B	mg/dm^3	0,75
Cadmio	Cd	mg/dm^3	0,001
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/dm^3	0,01
Cobalto	Co	mg/dm^3	0,2
Cobre	Cu	mg/dm^3	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	NMP/100 cm^3		50*

Parámetros	Expresado Como	UNIDAD	Límite Máximo Permisible
Cloruros	Cl ⁻	mg/dm ³	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenodm3	mg/dm ³	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/dm ³	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/dm ³	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/dm ³	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/dm ³	2
Dureza	CaCO ₃	mg/dm ³	500
Estaño	Sn	mg/dm ³	2,0
Fluoruros	F	mg/dm ³	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/dm ³	0,3
Litio	Li	mg/dm ³	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/dm ³	0,1
Materia Flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/dm ³	0,001
Níquel	Ni	mg/dm ³	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/dm ³	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/dm ³	1,0
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/dm ³	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/dm ³
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Plata (total)	Ag	mg/dm ³	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/dm ³	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/dm ³	0,01
Sodio	Na	mg/dm ³	200
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/dm ³	250
Sólidos disueltos totales		mg/dm ³	500

Parámetros	Expresado Como	UNIDAD	Límite Máximo Permisible
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/dm ³	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/dm ³	0,02
Vanadio	V	mg/dm ³	0,1
Zinc	Zn	mg/dm ³	5,0
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	mg/dm ³	0,01
Benzo-a- pireno		mg/dm ³	0,00001
Pesticidas y Herbicidas			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/dm ³	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales	mg/dm ³	0,1
Toxafeno		µg/dm ³	0,01
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		mg/dm ³	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/dm ³	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/dm ³	0,3

Fuente: (Martinez & Garcia, 2009).

Tabla 4. Parámetros de Control de Calidad del Agua

A	B	C(*)
Cloro residual	Cloruros	Plomo
Olor y Sabor	Sulfatos	Arsénico
Color	Dureza – Alcalinidad M	Mercurio
Turbiedad	Nitratos	Cadmio
PH	Nitritos	Cromo
Conductividad	Hierro	Selenio
Coliformes Totales	Manganeso	Bario
Coliformes Fecales	STD	Fluoruros

(*)Parámetros cuyo control depende de la problemática local.

Tabla 5. Parámetros Bacteriológicos

Parámetros	Método de Análisis
Coliformes Totales	Filtración por membrana – Tubos múltiples
Coliformes Fecales	Filtración por membrana – Tubos múltiples

2.2.5. Tratamiento de aguas residuales

El manejo apropiado de las aguas residuales en la sociedad moderna es una necesidad. Las consecuencias en la salud pública de un mal manejo de aguas residuales se manifiesta principalmente a través de serias enfermedades infecciosas transmitidas por patógenos (Ramalho, 2009).

Sin embargo, el tratamiento de las aguas residuales es relativamente reciente. Cuando se inició el tratamiento de las aguas residuales, se consideraba que este era necesario únicamente si la capacidad de autopurificación del cuerpo de agua receptor era excedida y las condiciones del cuerpo de agua eran intolerables.

Por muchos años, un tratamiento básico o ningún tratamiento era requerido para comunidades pequeñas localizadas cerca del cuerpo de agua receptor. Pero la política ha cambiado en los últimos años; ahora se piensa que cualquier efluente de agua residual necesita de un mínimo de tratamiento, sin importar la capacidad de autopurificación del río, quebrada o lago que reciba las aguas residuales.

Actualmente, la política de regulación consiste en admitir una máxima cantidad de contaminantes, para permitirle al cuerpo receptor autopurificarse y también permitir que se mantengan ciertos usos del agua como para recreación.

El tratamiento de las aguas residuales, sean estas de origen doméstico o industrial, se basa en los procesos de autopurificación de los cuerpos de agua ya explicados. La tecnología induce esos procesos naturales, a través de mecanismos artificiales, para lograr disminuir el grado de contaminación de los cuerpos de agua.

El agua residual industrial requiere, en muchos casos, de un tratamiento previo para remover las sustancias tóxicas. La composición de las aguas residuales industriales varía de una industria a otra y, por consiguiente, los procesos de tratamiento de estas aguas resultan ser más complejos que el de las aguas residuales domésticas (Ramalho, 2009).

2.2.5.1. Tratamiento primario

El propósito del tratamiento primario es remover material sólido del agua residual. El material sólido de cierto tamaño, como hojas o palos, pueden ser removidos por medio de rejillas. Los sólidos inorgánicos son removidos en desarenadores y muchos de los sólidos orgánicos suspendidos se eliminan por medio de sedimentación. Los desarenadores son dispositivos hidráulicos que reducen la velocidad del agua, de manera que permitan sedimentar las arenas u otros sólidos inorgánicos presentes en el agua. En el sedimentador primario, denominado también clarificador primario, la bi oxidación se considera despreciables.

Un tratamiento primario típico debería remover aproximadamente la mitad de los sólidos suspendidos del agua residual tratada (Ramalho, 2009).

Este tratamiento es de fácil operación y bajo costo, pero su eficiencia es baja; lo cual significa que en algunos casos no se logran alcanzar las normas de calidad de agua establecidas para efluentes de agua residual. Por ejemplo, mediante tratamiento primario se remueven los sólidos suspendidos, pero no los sólidos disueltos (Ramalho, 2009).

2.2.5.2. Tratamiento secundario

El tratamiento secundario consiste en la conversión de los sólidos disueltos y los orgánicos coloidales en forma de biomasa, la cual posteriormente será removida por medio de sedimentación. La conversión biológica la realizan los microorganismos que degradan los sólidos disueltos o los orgánicos coloidales, mediante la biooxidación.

El contacto entre los microorganismos y los compuestos orgánicos puede ser optimizado según dos métodos. El primero consiste en la suspensión de la biomasa (microorganismos) en el agua residual; el segundo método consiste en pasar el agua residual a través de finas “películas” de biomasa, la cual está atrapada a superficies sólidas (Ramalho, 2009).

El mecanismo de tratamiento secundario más común es el de la biomasa suspendida en el agua residual, conocida con el nombre de lodos activos. La recirculación de una porción de la biomasa mantiene un número grande de organismos en contacto con el agua residual y aligera el proceso de conversión (reducción biológica).

El tratamiento secundario produce exceso de biomasa que es biodegradada a través de mecanismos catabólicos endógenos de otros microorganismos. El lodo proveniente de los tratamientos secundarios se une con el lodo proveniente del tratamiento primario para un tratamiento posterior mediante procesos biológicos anaeróbicos (procesos biológicos sin oxígeno) (Ramalho, 2009).

En el tratamiento secundario, aparece otro mecanismo de limpieza conocido como lagunas de oxidación. Las lagunas de oxidación es el método que más se parece al sistema natural de autopurificación. El oxígeno es suplido mediante el proceso fotosintético de las algas y la reareación superficial (introducción de oxígeno a través del proceso de transferencia de gases). El oxígeno difícilmente penetra hasta el fondo de la laguna, los sólidos sedimentan y se descomponen anaeróbicamente (Ramalho, 2009).

2.2.5.3. Tratamiento terciario

En la mayoría de los casos, el tratamiento secundario en combinación con el tratamiento primario es suficiente para alcanzar los estándares de calidad en el

efluente para las aguas residuales municipales. Sin embargo, un tratamiento adicional puede ser requerido para eliminar ciertos contaminantes. El tratamiento terciario remueve cantidades adicionales de sólidos suspendidos o nutrientes.

La eliminación de sólidos se realiza mediante un filtro; mientras que la remoción de nutrientes, como fósforo o nitrógeno, se puede realizar mediante la combinación de procesos físicos, químicos y biológicos (Ramalho, 2009).

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1. Constitución de la república

La Constitución de la República del Ecuador (2008) en el Capítulo primero plantea que “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Asimismo, en su Capítulo segundo titulado “Derechos del buen vivir”, en su Sección primera sobre agua y alimentación, en su Artículo 12 plantea que “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

En la Sección séptima sobre Salud, en el Artículo 32 establece que “La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Para el cumplimiento de todos estos establecimientos, es necesario el mantenimiento de una buena calidad del agua, particularmente la de consumo humano y coadyuvantemente, en la Sección sexta sobre el Agua, en los Artículos 411 y 412 se plantea:

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico (Constitución de la Republica, 2008).

2.3.2. Ley orgánica de recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del Agua

Art 4.- Principios de la Ley. Esta ley se fundamenta en los siguientes principios:

- a) La integración de todas las aguas, sean estas, superficiales, subterráneas o atmosféricas, en el ciclo hidrológico con los ecosistemas;
- b) El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad.
- c) El agua, como bien de dominio público, es inalienable, imprescriptible e inembargable.
- d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elementos esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua.
- e) El acceso al agua es un derecho humano.
- f) El estado garantiza el acceso equitativo al agua.
- g) El estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua; y
- h) La gestión del agua es pública o comunitaria (Ley Organica de Agua, 2014)

2.3.3. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)

El TULAS es un conglomerado de normas y reglas que promueven la preservación del medio ambiente evitando la contaminación por desechos sólidos, líquidos o gaseosos.

2.3.4. Artículos concernientes al recurso agua dentro del TULAS

Art. 21. Registro de formuladores, fabricantes, importadores, comercializadores y distribuidores.- Para obtener la inscripción en el Registro de Formuladores, Fabricantes, Importadores, Comercializadores y Distribuidores se acompañará a la solicitud la siguiente información:

Si se trata de una compañía se deberá acompañar un certificado del Registro Mercantil respectivo de que la compañía se encuentra debidamente constituida, una copia certificada de sus estatutos y del nombramiento de sus representantes legales.

Si se trata de personas naturales deberá acompañar su debida identificación y la respectiva matrícula de comercio.

En el caso de empresas que se dedicarán a la formulación o fabricación:

Certificación de que la Unidad de Control de Calidad de la empresa, que está sujeta a las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Descripción de las normas de seguridad a emplearse, de conformidad con las disposiciones del Ministerio de Salud Pública, para evitar daños a personas o animales y para prevenir la contaminación de aguas y del ambiente.

Art. 40. Limpieza de equipos. Los equipos usados para la aplicación de plaguicidas deberán lavarse en lugares destinados para este fin, evitando riesgos para los operarios y contaminación de fuentes o cursos de agua. Estas aguas residuales deben someterse a un sistema de tratamiento de desechos, de acuerdo a las normas establecidas por el Ministerio de Salud Pública (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS) , 2003).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Métodos

Para el proceso investigativo se utilizó los siguientes métodos de investigación:

3.1.1.1. Exploratorio

Esta permitió la familiarización con la forma de adquirir el agua en los diferentes sectores objeto de estudio de la ciudad de Quevedo. Sus alcances fueron prácticos en la medida que sean aplicados por parte de las instituciones que desarrollan análisis de la calidad del agua.

3.1.1.2. Inductivo

Este método permitió analizar 9 pozos profundos de agua con que se llegó a conclusiones y premisas generales, definiendo problemas que se presentan e igualmente posibles alternativas de solución.

3.1.1.3. Deductivo

Por medio de éste método se observaron los casos que ocurren en la zona de estudio con el propósito de definir particularidades de la investigación, para fortalecer la propuesta alternativa.

3.1.1.4. Método de Análisis

Es el que permitió identificar cada una de las partes del sistema interactuante acuífero – Fosa septica, estableciendo la relación causa – efecto entre sus elementos.

3.1.2. Técnicas

Se empleó las siguientes técnicas:

3.1.2.1. Observación

Se programaron y realizaron salidas de campo con el objetivo de observar las condiciones y actividades que se llevan a cabo en la zona de estudio.

Luego del recorrido se definieron los nueve pozos profundos estación de bombeo distribuidas en seis parroquias de la ciudad de Quevedo.

3.1.2.2. Toma de muestras

En las comprobaciones paramétricas como temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica se tomaron las muestras *in situ* en pozos profundos estación de bombeo y artesianos, para lo cual se utilizó un balde de 20 litros de capacidad en el cual se captó 2 litros de agua; los datos de los parámetros descritos anteriormente fueron obtenidos mediante un oxímetro, conductímetro y potenciómetro.

Las muestras se enviaron al laboratorio Grupo Químico Marcos S.A., se tomaron directamente de la red de distribución del agua en la zona bajo estudio, utilizando un balde de 20 litros de capacidad y luego se llenaron dos frascos de un litro con la ayuda de un vaso de precipitación. Se tomaron las coordenadas geográficas, la temperatura del agua y se envió a la empresa para que realice los análisis químicos correspondientes.

Se tomó muestras para hacer las comparaciones de las estaciones de bombeo en el mes de enero que lo realizó el Grupo Químico Marcos S.A., y luego se tomó otra muestra en agosto en las cuales estaba a cargo la Q.F. Gladys Albarracín para realizar los análisis correspondientes en el laboratorio de EMAPAQ.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de la Empresa Pública Municipal de Quevedo, se tiene el ideal de brindar un servicio de calidad, el cual se basa en pruebas realizadas diariamente, mismas que se rigen según lo establecido en la norma INEN 1108 año 2011 cuarta revisión para el agua potable y la normativa Anexo 1 del libro VI de Tulas del texto unificado de la Legislación secundaria del Ministerio del Medio Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua que es la vigente hasta el momento en nuestro país.

3.1.2.3. Laboratorio

Luego de tomadas las muestras de los pozos profundos de las estaciones de bombeo de los nueve pozos, se procedieron a llevar al laboratorio siguiendo el siguiente procedimiento:

Los métodos que se utilizaron para la realización de los análisis son equipos y reactivos de la marca HACH y *Millipore*, que están regidos por los estándares internacionales para el agua potable como son los *Standard Methods* y las *normas EPA* (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) para el análisis del agua; y dichos resultados son aceptados para la presentación de informes de agua potable, aguas residuales y subterráneas.

pH: es una medida de la tendencia de su acidez o de su alcalinidad. No mide el valor de la acidez o alcalinidad. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos.

Turbiedad: mide la propiedad óptica de la muestra de agua resultado de la dispersión y absorción de la luz producida por las partículas en suspensión presentes. La cantidad de turbidez registrada depende de variables como tamaño, forma y propiedades de refracción de las partículas.

Color: El color aparente incluye el color de los materiales disueltos, además de materia en suspensión.

Sólidos totales Disueltos: La medición está compensada automáticamente gracias al sensor ubicado en el interior del instrumento.

Alcalinidad: La alcalinidad se determina por titulación con una solución estándar de un ácido mineral fuerte (Ácido clorhídrico o Sulfúrico).

Dureza total: La dureza total en agua se realiza rápidamente empleando el ácido etiléndiaminotetracético (EDTA) como agente titulante y como indicador “Man Ver® 2 Hardners”.

Sulfato: El Sulfato en la muestra reacciona con el bario contenido en el reactivo de sulfato *Sulfaver 4* para formar sulfato de bario insoluble.

Nitrato: El Método de reducción de Cadmio Nitra (cojines en polvo) USEPA aceptado para la presentación de informes de aguas residuales y potable análisis del agua.

Nitritos: Los Nitritos contenidos en la muestra reaccionan con el ácido sulfanílico para formar una sal de diazonio; esta en unión con el ácido cromotrópico van a producir un complejo de color rosa.

Hierro: El reactivo de Hierro Ferrover 3 reacciona con todo el hierro tanto soluble como insoluble contenido en la muestra, formando sales ferrosas solubles.

3.1.3. Población y muestra

3.1.3.1. Población

La población que se utilizó en la medición de las variables de investigación estuvo basada en toda el área de la ciudad de Quevedo, donde se encuentran las estaciones de bombeo de los nueve pozos profundos y los artesianos distribuidos en seis parroquias, según se muestra en la tabla 6, 7 y 8 (Ver mapa en Anexo 1).

Tabla 6. Ubicación e identificación de las estaciones bombeo en los pozos profundos de la ciudad de Quevedo.

PARROQUIA	ESTACIÓN DE BOMBEO	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
Los Guayacanes	Siete Marzo	17M0668416	9885162
	Los Guayacanes	17M0668942	9884345
Siete de Octubre	Mi País	17M0669908	9883820
	7 de Octubre	17M0669669	9884780
San José	San José Dos	17M0670286	9885310
Galo Plaza	Galo Plaza # 3	17M0670501	9887001
Venus del Rio Quevedo	Venus	17M0670097	9888751
	Agrilsa	17M0670251	9890055
Playa Grande	Playa Grande	17M0671742	9888807

Elaborado por: Baque, (2014).

Tabla 7. Ubicación e identificación del sitio de toma de muestras de la red de distribución en la Ciudad de Quevedo (vivienda)

PARROQUIA	ESTACIÓN DE BOMBEO	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
Los Guayacanes	Siete Marzo	17M0668292	9885221
	Los Guayacanes	17M0669009	9884393
Siete de Octubre	Mi País	17M0669927	9884216
	7 de Octubre	17M0669714	9884768
San José	San José Dos	17M0670364	9885353
Galo Plaza	Galo Plaza # 3	17M0670473	9887048
Venus del Rio Quevedo	Venus	17M0670116	9888770
	Agrilsa	17M0670261	9890019
Playa Grande	Playa Grande	17M0671741	9888797

Elaborado por: Baque. (2014).

También se consideró a la población que habita en las 6 parroquias para efecto de la encuesta, tal como se detalla en la tabla 8.

Tabla 8. Población por parroquia de la ciudad de Quevedo.

PARROQUIAS	POBLACION	INTEGRATES POR FAMILIA	NUMERO DE FAMILIA EN CADA PARROQUIA	NUMERO DE FAMILIA EN CADA PARROQUIA %
Los Guayacanes	25625	4	6406	26,93%
Siete de Octubre	7969	4	1992	8,37%
San José	3000	4	750	3,15%
Galo Plaza	17925	4	4481	18,84%
Venus del Rio Quevedo	25225	4	6306	26,51%
Playa Grande	15413	4	3853	16,20%
TOTAL	95157		23789	100,00%

Elaborado por: Baque, (2014).

3.3.2. Muestra

Las muestras para la determinación de la calidad del agua de pozos destinada al consumo humano, se recogieron in situ, directamente a la salida del pozo hacia la red de distribución, evitando que la calidad a determinar esté influenciada por el comentado mal estado de la red de conductos que la llevan al consumidor final. La muestra para la aplicación del instrumento “guía de entrevista” se calculó empleando la ecuación del CIENES de Santiago de Chile³ y, se plantea a continuación:

$$n = \frac{PQ \times N}{(N-1) \frac{\alpha^2}{K^2} + PQ}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

PQ = Cuantil de la población = $0,5 \times 0,5 = 0,25$

N = Tamaño de la población = **23.789 familias**;

α = Intervalo o nivel de confianza = 0,075

³ Jiménez, C. et al. 1999. Módulo de tutoría I. Programa de capacitación en liderazgo educativo. Ed. Unidad técnica EB/PRODEC. Ecuador.

K = Constante de corrección del error = 2

$$n = \frac{0,25 \times 23789}{(23789-1) \frac{0,075^2}{2^2} + 0,25}$$
$$n = \frac{5947}{18.75} = 317.16 \text{ Habitantes}$$

La muestra se seleccionará probabilísticamente, entre los miembros adultos de la población, tomando como base el padrón electoral y una tabla de números aleatorios y tratando de que no pertenezcan al mismo núcleo familiar.⁴

3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

El estudio desarrollado es de diseño no experimental, es decir, sin manipulación de variables. Se infiere que la causa o variable independiente ya ha sido manipulada al momento de realizar la investigación y, lo que se hace es medirla. Lo mismo puede decirse con respecto al efecto o variable dependiente.

Para el planteamiento de la construcción metodológica del objeto de investigación, se utilizaron técnicas estructurales para la elaboración de proyectos, además se hizo un análisis de las problemáticas científicas entomológicas, ambientales.

3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

Se analizó y recopiló la información relacionada con la investigación, que permitió sustentar y mantener los enfoques, conocer antecedentes sobre calidad de agua a fin de fortalecer y desarrollar el proceso investigativo con los argumentos necesarios a fin de evitar omisiones.

⁴ Spiegel, M.R. 1975. *Teoría y Problemas de Estadística*. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.

Se elaboró la fundamentación conceptual a fin de tener claridad en la interpretación de los términos usados. Además, los contenidos teóricos y científicos, permitieron obtener de forma significativa toda la investigación bibliográfica, de campo, y experimental consiguiendo el enlace entre la teoría y la práctica de la investigación, a fin de dar respuesta a los objetivos planteados y las variables de investigación.

3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las técnicas aplicadas en la presente investigación para seleccionar la información se dieron de la forma siguiente: recolección de información bibliográfica, determinación de los sitios de muestreo en función de las actividades observadas en el trayecto, toma de muestras, análisis y depuración de la información colectada.

Todos los métodos y técnicas aplicadas han dado factibilidad a la elaboración de la propuesta alternativa de realizar un sistema de tratamiento de agua.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se recopiló la información obtenida a través de las técnicas e instrumentos para el respectivo análisis y estudio, para finalmente interpretarla en tablas y gráficos que permitieron llegar a las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para el cumplimiento del primer objetivo específico se procedió a analizar los resultados de análisis de agua en la época seca y lluviosa de la ciudad de Quevedo.

Para el cumplimiento del segundo objetivo específico se procedió a la toma de muestras que permitió dar cumplimiento al diseño no experimental, en la totalidad de tratamientos. Se entregó las muestras de agua en el laboratorio antes mencionado, para la realización de los análisis planteados en la operacionalización de las variables. Además se aplicó a los 317 miembros de la muestra seleccionada, el instrumento guía de entrevista que se muestra en el Anexo 3, de manera que se pudo obtener la percepción ciudadana acerca de la calidad del agua que consumen.

El tercer objetivo específico se cumplió con base a la observación directa, in situ, de la estación de bombeo en los pozos profundos con posibles fuentes de contaminación de los mismos, considerando los resultados referidos en el segundo objetivo, además se realizaron tomas de muestras de agua en la red de distribución en las viviendas de cada una de las parroquias en estudio para determinar las diversas interacciones.

El cuarto objetivo específico, que no es otra cosa que la solución a la problemática se alcanzó a través de la consulta bibliográfica sobre diseño de plantas de potabilización, según los resultados referidos en el segundo objetivo específico y los causales manejados por cada pozo profundos estación de bombeo.

En cuanto a la variable independiente, agua de pozos profundos estación de bombeo se utilizó una guía de observación directa.

Para la determinación de la variable dependiente, Calidad de la estación de bombeo en las aguas de los pozos profundos y red, destinada al consumo humano, todos los indicadores, que son parámetros determinantes de la contaminación, se emplearon los instrumentos del Laboratorio de la Empresa Municipal de Agua Potable de Quevedo y grupos químicos.

Al aplicar la entrevista para la obtención de criterios sobre aspecto, sabor, color, olor del agua de consumo, así como de las enfermedades contraídas por los consumidores, se determinó la recolección in situ de los datos indagados, aunque el análisis de la información se realizó posteriormente.

3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados de los análisis de laboratorio así como de las entrevistas debidamente codificados fueron tabulados y analizados estadísticamente, calculándose y graficándose los porcentajes para su comparación respectiva. La información que se generó fue resumida, con lo cual se cubrió los aspectos tratados en los formularios y, en las variables independiente y dependiente planteadas para la evaluación del estudio, las que tributaron al cumplimiento de los objetivos propuestos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

4.1 ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS

Para la presente investigación se planteó las siguientes hipótesis.

4.1.1. Hipótesis nula

H_0 = El agua de pozos profundos, responde a condiciones de calidad para el consumo de los habitantes del cantón Quevedo.

4.1.2. Hipótesis alternativa

H_1 = El agua de pozos profundos, no responde a condiciones de calidad para el consumo de los habitantes del cantón Quevedo.

Variable independiente: Agua de pozos profundos de las estaciones de bombeo.

Variable dependiente: Calidad del agua destinada al consumo humano.

4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A CADA HIPÓTESIS

4.2.1. La calidad del agua de pozo no es apta para consumo humano

4.2.1.1. Características generales de los pozos de agua en la ciudad de Quevedo.

Se presenta en la siguiente tabla una breve descripción de los lugares donde se ubican los pozos objeto de estudio, además está la profundidad en metros de cada pozo; el diámetro (pulg); el año de construcción; tiempo de operación y tratamiento que se da al agua antes de llegar al consumidor final.

Se destaca en la tabla que el pozo de la parroquia San José es el más antiguo, pues fue construido en 1965, pero funciona las 24 horas del día con un tratamiento completo para la potabilización del agua; en contraste existen pozos de reciente construcción (2010), con 16 horas de funcionamiento diario y el tratamiento de potabilización se basa en cloro gas/líquido.

Tabla 9. Ubicación de la estación de bombeo en los pozos profundos objeto de estudio, en la ciudad de Quevedo

Nº	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	AÑO DE CONSTR UCCIÓN	CAUDAL LTS/SEG.	PROFUNDID AD METROS	DIÁMETRO POR PULGADA	OPERACIÓN HORAS	POTENCI A HP ET/FE	TRATAMIENTO
1	Pozo 2 San José	Ciudadela San José	1965	35	90	10	24	60	completo
2	Pozo Agrilsa	Coop. 20 de Febrero	2005	40	120	10	16	100	cloro líquido
3	Pozo Playa Grande	Parroquia Nicolás Infante Díaz	2007	20	80	10	16	30	cloro gas
4	Pozo Coop. 17 Marzo	Coop. Vivienda 17 de Marzo	2007	25	124	10	16	40	cloro gas/líquido
5	Pozo del Venus del Río Quevedo	Parroquia Venus	2009	40	120	14	16	75	cloro gas
6	Pozo El Guayacán	Parroquia El Guayacán Cdla El Guayacán	2010	40	120	12	16	75	cloro gas
7	Pozo 7 de Octubre	Parr.7 de Octubre Calle 5ta y la E	2010	40	125	12	16	100	cloro gas/líquido
8	Pozo Cdla Municipal Mi País	Parr. 7 Octubre Cdla Municipal Mi País	oct-10	10	125	16	16	15 AD/FE	cloro gas/líquido
9	Pozo Galo Plaza	Parr.24 de Mayo, sector Galo Plaza calle tercera y Amazonas	oct-10	40	125	16	16	125	cloro gas/líquido

Fuente: EMAPAQ (2014)

Elaborado: Baque, 2014

4.2.1.2. Análisis físico químico y microbiológico de los pozos en la ciudad de Quevedo.

Mediante la realización de los análisis físicos, químico y microbiológicos de la presente investigación en dos épocas invierno y verano del tratamiento de agua que se le da en la Planta Potabilizadora de la ciudad de Quevedo y que al ser distribuidas a las redes domiciliarias se unen a las redes de aguas subterráneas de los diferentes pozos de la ciudad de Quevedo y luego del posterior análisis estadístico se pudo llegar a obtener los siguientes resultados y conclusiones:

1. **pH** En invierno y verano, los valores del pH, en los puntos de toma de muestra, se encuentran en el rango de aceptabilidad correspondiente a calidades ambientales, satisfactorias, se muestra un ligero incremento del pH al pasar de invierno al verano, es decir de 7.12 a 7.26. como media en los sitios evaluados. Y en este caso tiene como límite máximo permitido de 6,0 a 9,0.
2. **Color** La unidad de color máxima permisible es 20, se estimó que la media de este parámetro en las dos épocas no se encuentra dentro del rango establecido, considerando que en la época lluviosa se obtuvo un valor superior de 32 dada en la Parroquia Mi País y para la época seca con 85 expresada en la parroquia Agrilsa.
3. **Turbiedad** Con respecto a la turbiedad presenta el mismo límite máximo permisible encontrándose los promedios dentro de este rango, se destaca que en la época de verano se presentó un valor inferior (2.32) con respecto a la época de invierno (2.70). con un límite permitido de 10.
4. **Dureza total** En este caso los límites permitidos es de 500, se obtuvo Los valores promedio de la Dureza en invierno es de 61.60 mg/l de CaCO_3 , mientras que en verano es de 72.96 mg/l de CaCO_3 . Con estos valores obtenidos podemos clasificarla como un agua blanda (<75 mg/l de CaCO_3), encontrándose dentro de los parámetros establecidos.
5. **Alcalinidad** Los valores promedio de alcalinidad en la época lluviosa es de 193.60 mg/l de CaCO_3 en la parroquia Galo Plaza, mientras en época seca es

de 131.40 mg/l de CaCO_3 . Y en este caso su nivel de límite máximo permitido es de 250.

6. **Sólidos Totales Disueltos** Los valores promedio de STD en época lluviosa es de 135.00 mg/L y en época seca tiene un promedio de 123.00 mg/L estas aumentan conforme aumenta la conductividad. Las sales con STD, pueden ser menos agradables para los consumidores y dependiendo de las sales específicas presentes (Como sales de magnesio), puede ocasionar un efecto laxante en el consumidor transitorio. Se debe tener en cuenta que en el momento en que exista un elevado color en el Agua el tratamiento que se aplica en estos casos es una adición mayor de Sulfato de Aluminio (floculador), lo cual dará como resultado una disminución del color pero un incremento en el valor de los STD. Los resultados obtenidos Redes Domiciliarias se encuentran muy por debajo del límite permitido (500 mg/L). con un nivel permitido de 500
7. **Hierro:** Los valores promedio de hierro en época lluviosa de 0,79 mg/L, mientras que en época seca de 1.40. Los resultados obtenidos se encuentran por encima del valor permitido 0,3 mg/L, debido a que no hay una dosificación adecuada de solución de cloro y cloro gas en los diferentes pozos de la ciudad de Quevedo por ende no es eficiente el proceso de óxido-reducción del hierro en el agua.
8. **Manganeso:** Los valores promedio en época lluviosa es de 0,444 mg/L de Manganeso y en época sea es de 0,40 mg/L de Manganeso, superando al límite máximo permisible (0,1 mg/L).
9. **Nitratos y Nitritos:** Los valores promedio de las aguas de época lluviosa es de 0,15 mg/L nitritos y de nitratos 1,05 y de época seca es de 0,01 mg/L nitritos y de nitratos es de 1,63 mg/L. con un límite máximo permitido de 0.1. Su presencia indica que existe contaminación fecal de animales de sangre caliente como ganado, aves, etc., incluye también contaminación fecal humana. Se puede observar en el examen microbiológico una mínima presencia de Coliformes Fecales cuando el resultado de los Nitritos es muy bajo; en cambio en presencia de valores elevados de Nitritos y Nitratos se observa un abundante crecimiento de Coliformes Fecales. Los resultados obtenidos se encuentran muy por debajo del valor límite permitido por la norma.

10. **Sulfatos:** Los valores promedio de sulfatos en invierno es de 2,12 mg/L mientras que verano es de 0.11 mg/, teniendo a su vez un nivel permitido de 250. Los niveles elevados de sulfato pueden acelerar la corrosión de metales sobre todo a nivel industrial. Los resultados obtenidos de las aguas se encuentran muy por debajo del límite permitido por la normativa.

Tabla 10. Comparativo de época lluviosa y seca de resultados analíticos físico químicos y microbiológicos de pozos de agua en la ciudad de Quevedo

Parroquias	Lluviosa					Seca				
	Olor	Color Pt-Co	Turbidez NTU	pH	Dureza total mg/L	Olor	Color Pt-Co	Turbidez NTU	pH	Dureza total mg/L
Máximo Límite	Inodoro	32,00	2,70	9,00	61,60	Inodoro	20,00	2,32	6,00	72,96
Guayacán	Inodoro	26	7,70	7,03	17,80	Inodoro	22,00	2,15	7,31	92,60
Parroquia 7 de Octubre	Inodoro	10	2,18	7,02	116,40	Inodoro	27,00	1,79	7,36	83,10
Parroquia 17 de Marzo	Inodoro	18	7,50	7,01	111,50	Inodoro	20,00	5,00	7,20	69,00
Parroquia Mi País	Inodoro	32	8,00	7,02	102,80	Inodoro	72,00	6,30	7,29	85,20
Parroquia Galo Plaza	Inodoro	12	5,40	7,00	120,80	Inodoro	58,00	2,23	7,23	76,00
Agrilsa	Inodoro	22	4,00	7,00	115,40	Inodoro	85,00	2,40	7,26	60,00
Venus del Rio Quevedo	Inodoro	27	1,50	7,34	98,40	Inodoro	43,00	1,24	7,22	68,00
Playa Grande	Inodoro	21	1,80	7,30	99,70	Inodoro	20,00	4,84	7,29	52,00
San José	Inodoro	17	1,20	7,41	39,20	Inodoro	20,00	1,61	7,18	95,00
MEDIA	Inodoro	20,56	4,36	7,13	91,330		40,78	3,06	7,26	75,66
DESVIAC. ESTÁND.		7,14	2,85	0,17	36,840		25,17	1,82	0,06	14,64
COEFIC. VARIAC.		0,348	0,653	0,024	0,403		0,617	0,593	0,008	0,194
COEFIC. VARIAC.		34,75%	65,28%	2,40%	40,34%		61,73%	59,33%	0,80%	19,36%

Fuente: EMAPAQ, Grupo Químico Marcos C. Ltda. 2014
Elaborado: Baque, 2014

Tabla 11. Comparativo de época lluviosa y seca de resultados analíticos físico químicos y microbiológicos de pozos de agua en la ciudad de Quevedo

Parroquias	Lluviosa					Seca				
	Alcalinidad mg/L	STD mg/L	Cond. Eléc. uS/cm	Hierro mg/L	Manganeso mg/L	Alcalinidad mg/L	STD mg/L	Cond. Eléc. uS/cm	Hierro mg/L	Manganeso mg/L
Guayacán	180,40	120	249,58	0,40	0,41	126,70	124,00	248,00	0,68	0,51
Parroquia 7 de Octubre	178,20	119	248,58	0,13	0,52	124,80	125,00	247,00	0,55	0,40
Parroquia 17 de Marzo	180,70	115	228,08	0,13	0,38	126,00	114,00	226,50	0,70	0,42
Parroquia Mi País	185,40	120	239,58	0,35	0,52	131,40	120,00	238,00	1,35	0,40
Parroquia Galo Plaza	193,60	125	244,58	0,41	0,41	124,50	123,00	243,00	0,83	0,46
Agrilsa	190,20	132	213,98	0,79	0,42	118,00	107,00	212,40	1,40	0,48
Venus del Rio Quevedo	187,40	135	220,38	0,78	0,48	110,00	110,00	218,80	0,91	0,50
Playa Grande	177,50	122	215,78	0,65	0,47	114,00	108,00	214,20	0,35	0,20
San José	52,80	45	259,58	0,08	0,37	130,00	130,00	258,00	0,75	0,51
MEDIA	169,578	114,778	235,569	0,413	0,442	122,822	117,889	233,989	0,836	0,400
DESVIAC. ESTÁND.	44,138	26,934	16,522	0,276	0,057	7,267	8,358	16,522	0,346	0,100
COEFIC. VARIAC.	0,260	0,235	0,070	0,667	0,129	0,059	0,071	0,071	0,414	0,250
COEFIC. VARIAC.	26,03%	23,47%	7,01%	66,71%	12,88%	5,92%	7,09%	7,06%	41,37%	25,00%

Fuente: EMAPAQ, Grupo Químico Marcos C. Ltda. 2014

Elaborado: Baque, 2014

Tabla 12. Comparativo de época lluviosa y seca de resultados analíticos Físico Químicos y microbiológicos de pozos de agua en la ciudad de Quevedo

Parroquias	Lluviosa					Seca				
	Nitritos mg/L	Nitratos mg/L	Sulfatos mg/L	Colif. Fecales UFC/100ml	Colif. Totales UFC/100ml	Nitritos mg/L	Nitratos mg/L	Sulfatos mg/L	Colif. Fecales UFC/100ml	Colif. Totales UFC/100ml
Guayacán	0,420	0,008	1,20	1,00	2	0,004	1,00	0,00	0,00	0,00
Parroquia 7 de Octubre	0,036	0,886	0,70	0,00	0,00	0,006	1,20	0,00	0,00	0,00
Parroquia 17 de Marzo	0,045	0,007	0,98	0,00	0,00	0,007	1,90	0,00	0,00	0,00
Parroquia Mi País	0,415	0,007	0,88	0,00	0,00	0,008	2,10	0,00	0,00	0,00
Parroquia Galo Plaza	0,420	0,010	2,14	0,00	4,10	0,005	1,80	0,00	0,00	0,00
Agrilsa	0,008	0,886	1,40	0,00	0,00	0,009	1,40	1,00	0,00	0,00
Venus del Rio Quevedo	0,008	2,214	1,30	0,00	0,00	0,007	2,50	0,00	0,00	0,00
Playa Grande	0,009	1,850	2,14	0,00	0,00	0,005	1,50	0,00	0,00	0,00
San José	0,033	3,540	8,30	0,00	0,00	0,006	1,30	0,00	0,00	0,00
MEDIA	0,15	1,05	2,12	0,11	0,68	0,0063	1,63	0,11	0	0
DESVIAC. ESTÁND.	0,20	1,25	2,37	0,33	1,44	0,0016	0,48	0,33	0,20	1,25
COEFIC. VARIAC.	1,28	1,20	1,12	3,00	2,13	0,2497	0,29	3,00	0	0
COEFIC. VARIAC.	127,85%	120,02%	112,21%	300,00%	213,01%	24,97%	29,36%	300,00%	0	0

Fuente: EMAPAQ, Grupo Químico Marcos C. Ltda. 2014
Elaborado: Baque, 2014

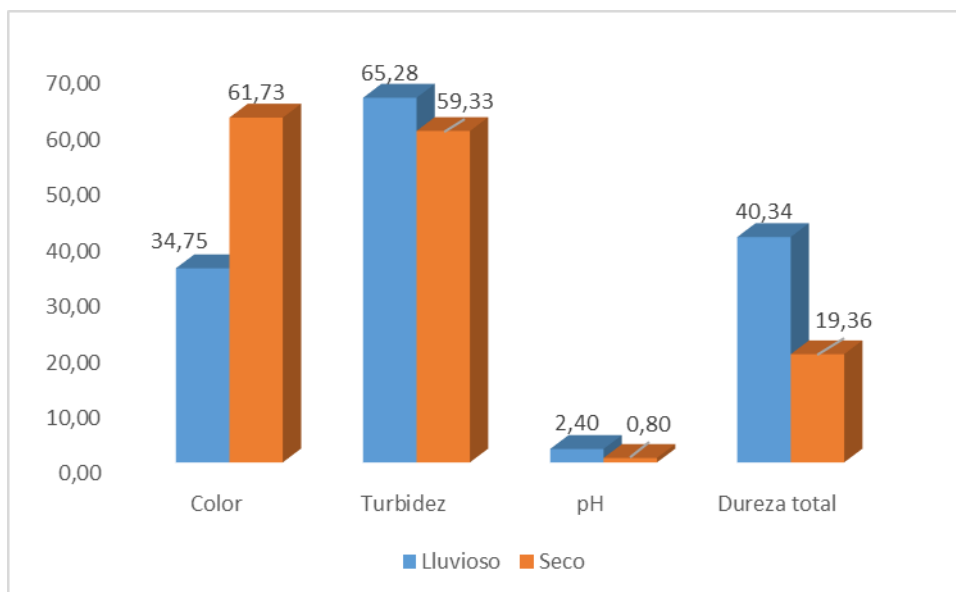


Figura 3. Promedio de los resultados de la época lluviosa y seca en color, turbidez, pH y dureza total

Al realizar la comparación de los promedios obtenidos en cada sitio de muestreo se pudo determinar que la variable turbidez resultó con mayor valor (65.28) en época lluviosa, al igual que la dureza total que en la misma época se obtuvo 40.34, siendo superior al promedio determinado en época lluviosa con 61.73.

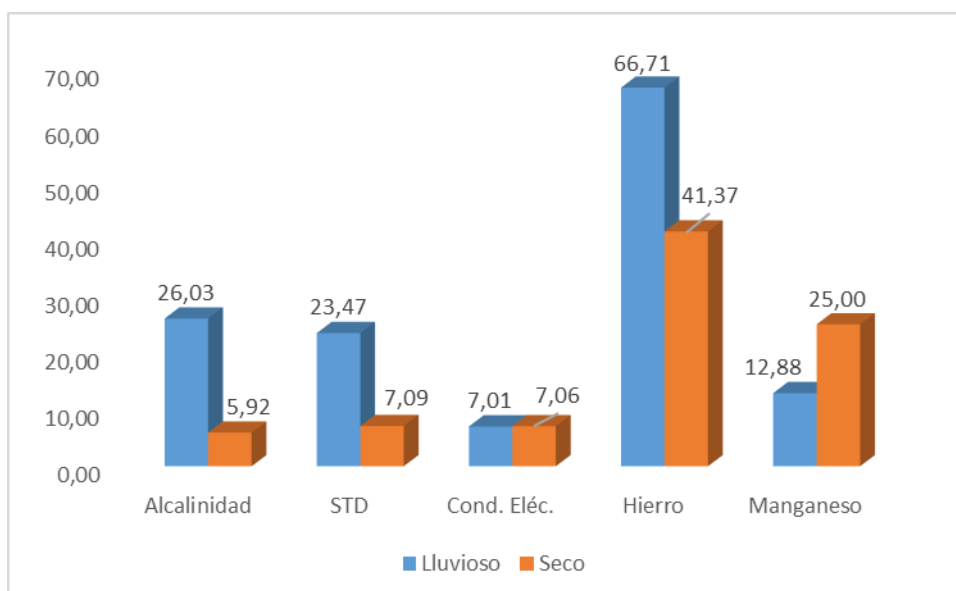


Figura 4. Promedio de los resultados de la época lluviosa y seca en alcalinidad, STD, Cond. Eléctrica, Hierro y Manganese

Con respecto al variable hierro, el promedio más alto se dio en época lluviosa con 66.71; en alcalinidad fue ligeramente superior en época lluviosa con 23.06; sin embargo se determina que la conductividad eléctrica fue similar en las dos épocas, al igual que el hierro y manganeso.

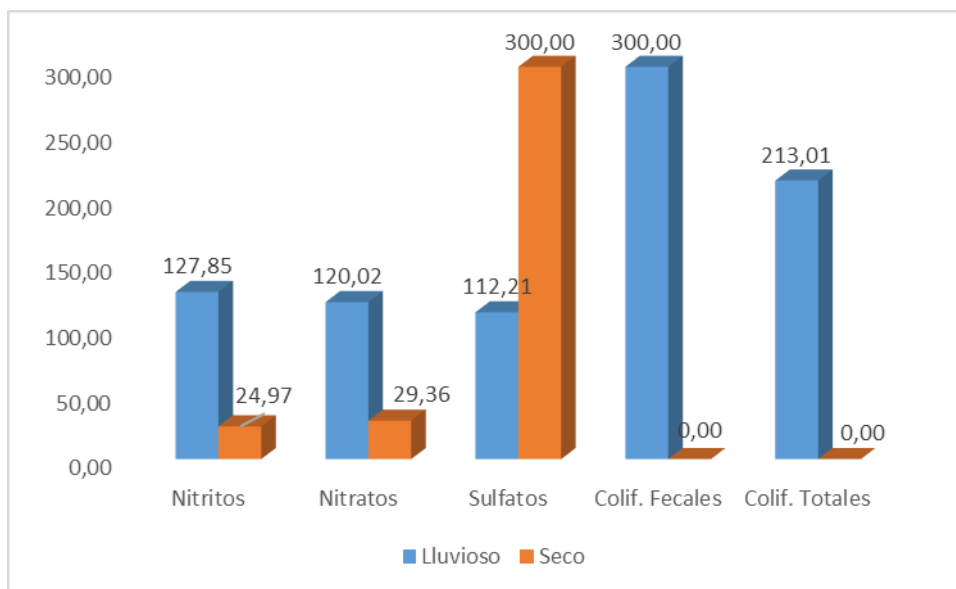


Figura 5. Promedio de los resultados de la época lluviosa y seca en nitritos, nitratos, sulfatos, coliformes fecales y totales.

Como se puede observar el mejor promedio en época seca la obtuvo la variable Sulfatos con 300; seguido del Colf. Fecales que también reflejó excelente resultado con 300 en época lluviosa, los colif. Totales obtuvo una similitud con 213.01 en época lluviosa, los nitritos y nitratos representaron cantidades bajas en la época lluviosa con 127.85 y 120.02 respectivamente.

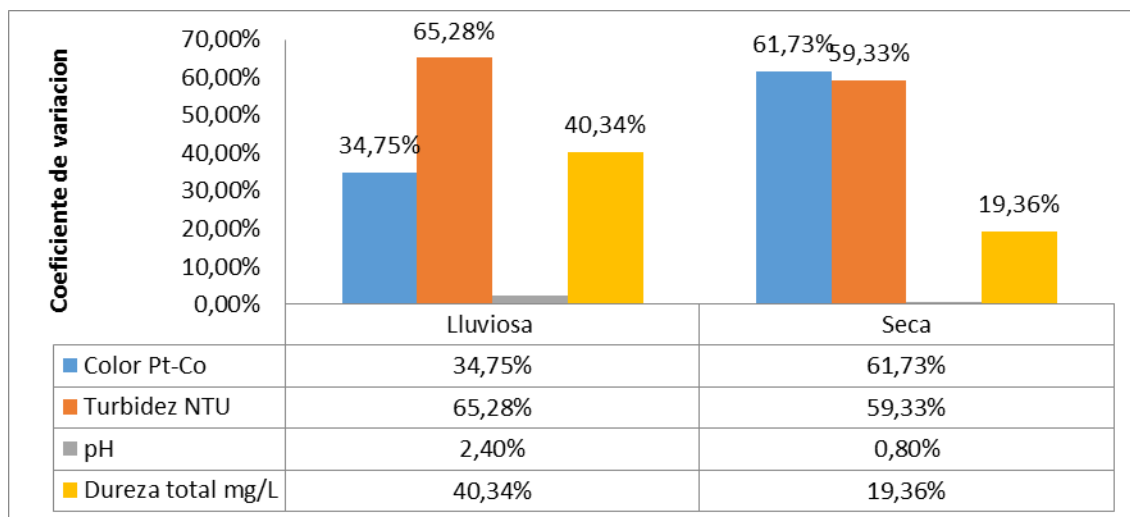


Figura 6. Coeficiente de variación de la época lluviosa y seca en color, turbidez, pH y dureza total

Una vez determinado el coeficiente de variación en la investigación realizada se puede observar que existe Heterogeneidad en las variables Color Pt – Co; pH y Dureza total mg/L durante las épocas lluviosa y seca; mientras que en la Turbidez NTU existe Homogeneidad en las mismas épocas.

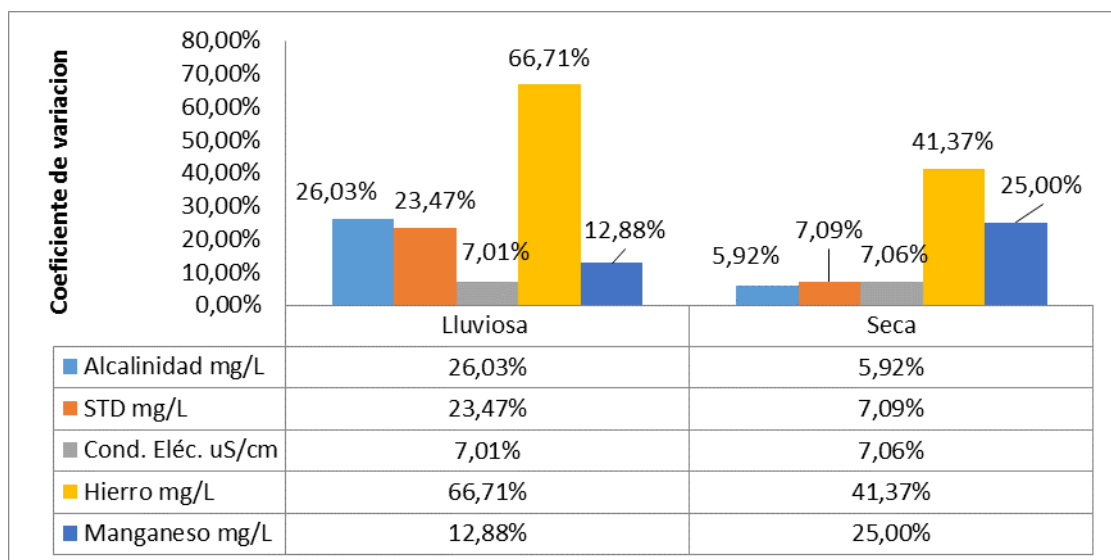


Figura 7. Coeficiente de variación de la época lluviosa y seca en alcalinidad, STD, Cond. Eléctrica, Hierro y Manganese

En la figura 7, se puede constatar que una vez realizado el respectivo coeficiente de variación se especifica que existe Heterogeneidad en las variables Alcalinidad mg/L; STD mg/L y Cond. Elec. uS/cm en las época lluviosa y seca y una cierta Homogeneidad en las variables Hierro mg/L y Manganese mg/L.

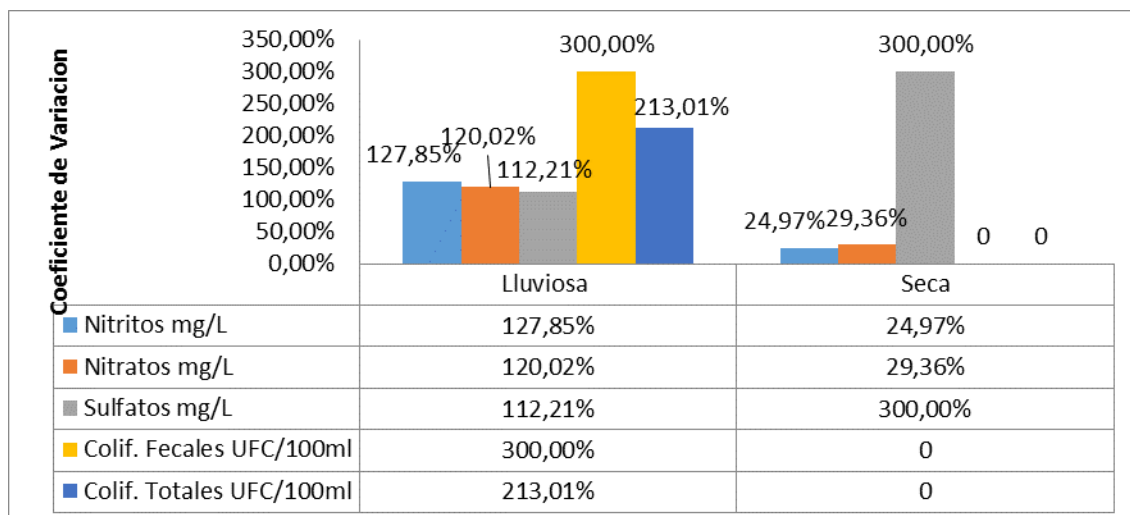


Figura 8. Coeficiente de variación de la época lluviosa y seca en nitritos, nitratos, sulfatos, coliformes fecales y totales.

En las variaciones determinadas a las variables en estudio se pudo constatar que no existe homogeneidad en los elementos aplicados en la investigación.

4.2.2. Los factores que inciden en la calidad del agua para consumo humano del sistema acuíferos profundos.

1. ¿Cómo considera la calidad del agua que consume?

Tabla 13. Calidad de agua que consume

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Excelente	0	0%
Muy buena	3	1%
Buena	40	13%
Regular	80	25%
Mala	194	61%
TOTAL	317	100%

Fuente: Encuesta a familias de parroquias urbanas de Quevedo

Elaborado: El autor

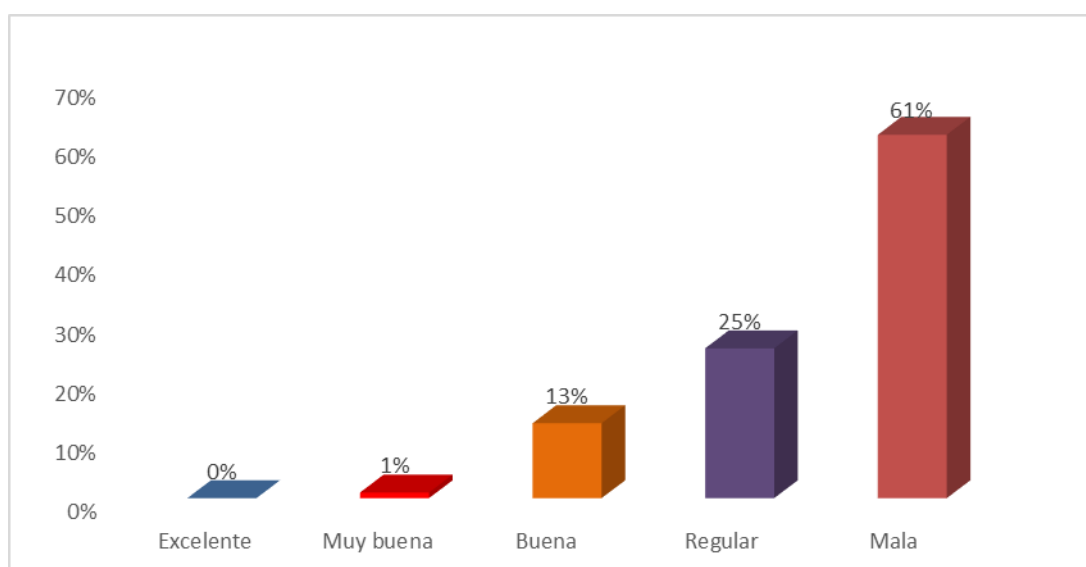


Figura 9. Calidad de agua que consume

Como se aprecia en la Tabla 13 y Figura 9 el 61% de la muestra estimó como “mala” la calidad de agua que consume. El 25% considera “regular”; 13% lo califican como “Buena”; el 1% de ellos lo catalogan como “muy buena” la calidad de agua que consume.

2. ¿Qué sabor posee el agua que llega a su hogar?

Tabla 14. Sabor del agua que llega al hogar

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Excelente	0	0%
Muy buena	0	0%
Buena	53	17%
Regular	75	24%
Mala	189	60%
TOTAL	317	100%

Fuente: Encuesta a familias de parroquias urbanas de Quevedo.

Elaborado: El autor

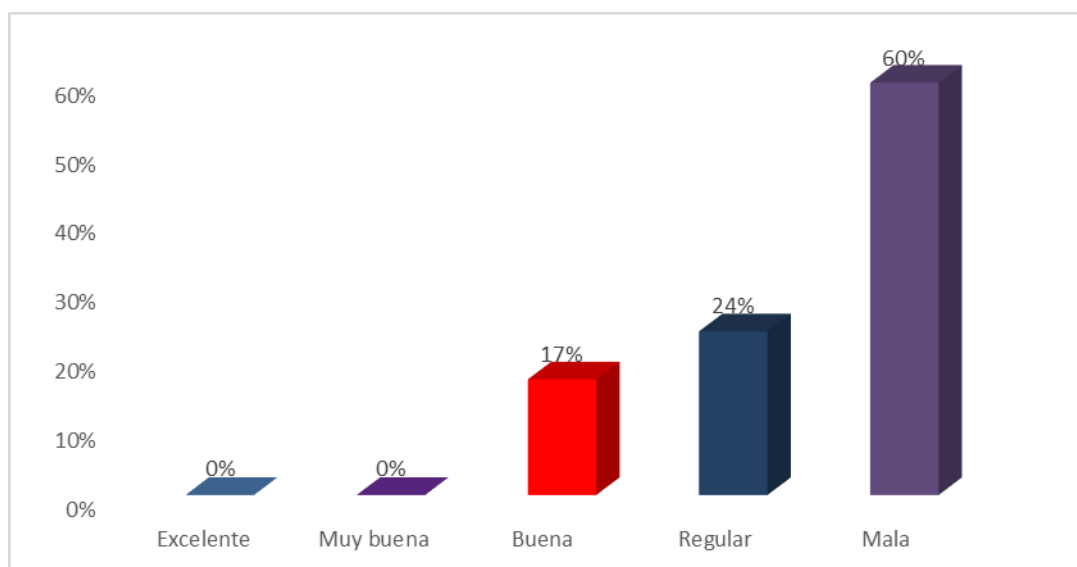


Figura 10. Sabor del agua que llega al hogar

Como se aprecia en la Tabla 14 y Figura 10, el 60% de la muestra estimó “mala” el sabor de agua que llega a su hogar. El 24% considera que esta “regular”; el 17% lo cataloga “buena” el sabor de agua que llega a su hogar.

3. ¿Cómo considera el color que tiene el agua que llega a su hogar?

Tabla 15. Color del agua que llega a su casa

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Excelente	0	0%
Muy buena	20	9%
Buena	61	35%
Regular	111	41%
Mala	125	16%
TOTAL	317	100%

Fuente: Encuesta a familias de parroquias urbanas de Quevedo

Elaborado: El autor

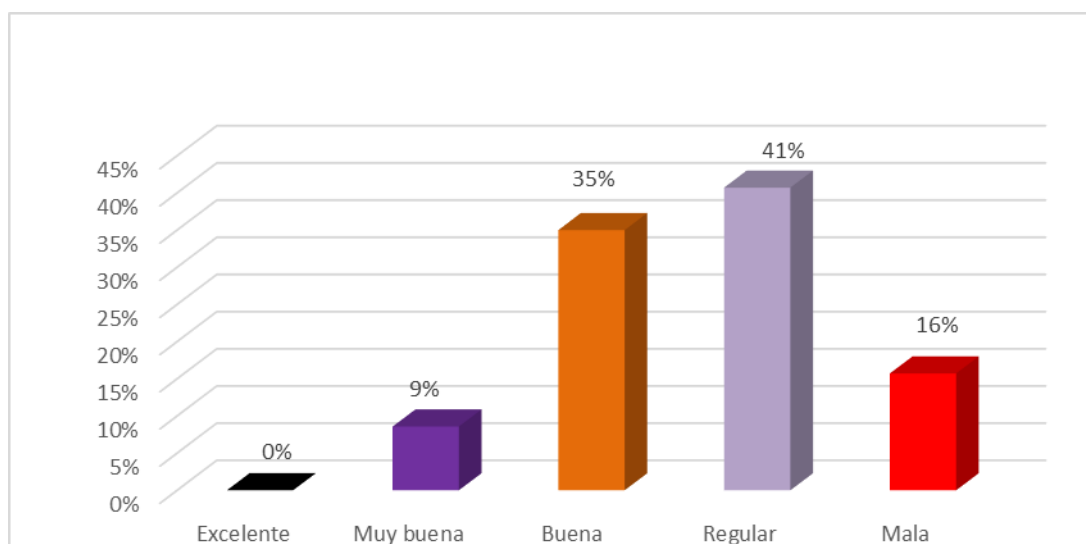


Figura 11. Color del agua que llega a su casa

Como se puede observar en la Tabla 15 y Figura 11 el 41% de la muestra estimó que esta “regular” el color del agua que llega a su hogar; el 35% la considera buena; el 16% considera que esta “mala” el color del agua que llega a su hogar; mientras que el 9% la consigna como 9%.

4. ¿Cómo considera el olor del agua que consume?

Tabla 16. Consideración del olor del agua que consume

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Excelente	0	0%
Muy buena	14	10%
Buena	63	31%
Regular	101	31%
Mala	139	28%
TOTAL	317	100%

Fuente: Encuesta a familias de parroquias urbanas de Quevedo

Elaborado: El autor

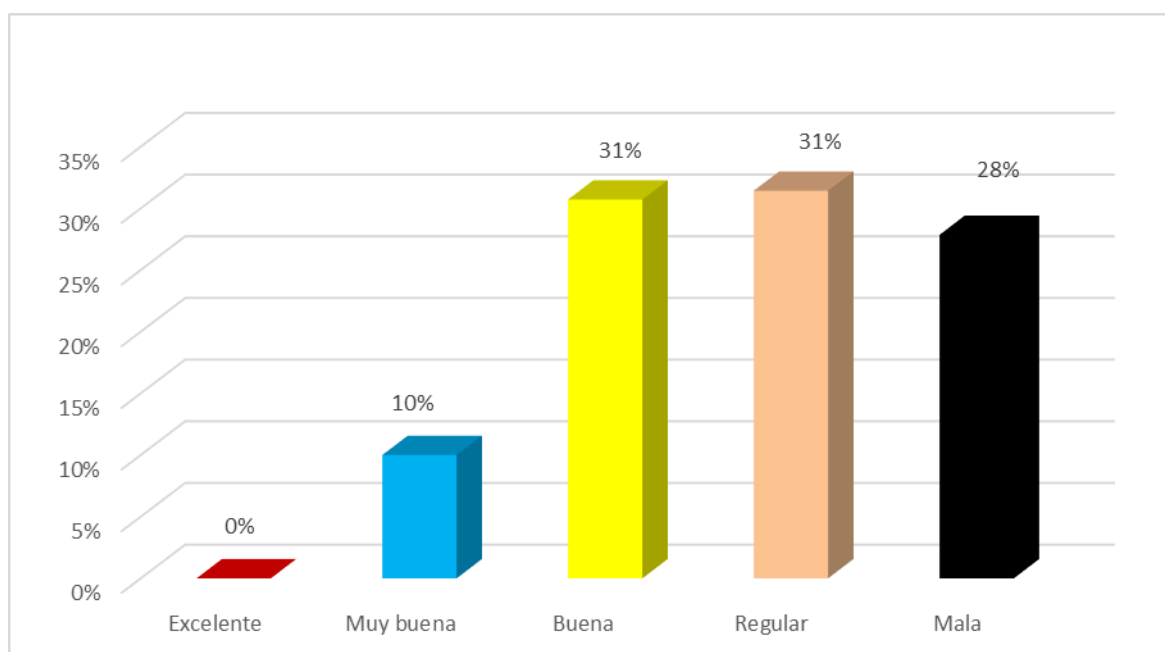


Figura 12. Consideración del olor del agua que consume

Como se aprecia en la Tabla 16 y Figura 12, el 31% de la muestra considera que esta “regular” y “buena” el olor del agua que consume. El 10% considera que esta “muy buena” el olor del agua que consume, mientras que nadie se expresó por la calificación de excelente con respecto al olor del agua que consume.

5. ¿Cómo es la frecuencia de abastecimiento del agua en su hogar durante la semana?

Tabla 17. Frecuencia de abastecimiento del agua en el hogar durante la semana

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Excelente	25	8%
Muy buena	38	12%
Buena	58	18%
Regular	138	44%
Mala	58	18%
TOTAL	317	100%

Fuente: Encuesta a familias de parroquias urbanas de Quevedo

Elaborado: El autor

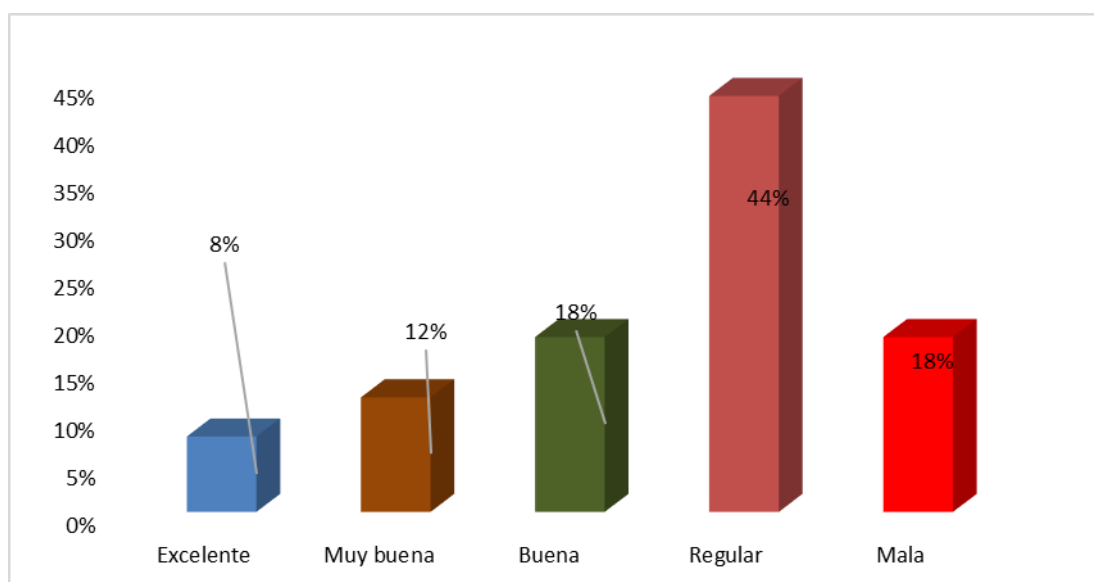


Figura 13. Frecuencia de abastecimiento del agua en el hogar durante la semana

Como se aprecia en la Tabla 17 y Figura 13, el 44% de la muestra estimó que esta “regular” la frecuencia de abastecimiento del agua en el hogar durante la semana. El 18% considera que esta “mala” y otro 18% la considera “buena” la frecuencia de abastecimiento del agua en el hogar durante la semana.

6. ¿Cómo es la salud de su familia debido al consumo de agua potable?

Tabla 18. Salud debido al consumo de agua potable

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Excelente	10	7%
Muy buena	44	9%
Buena	49	19%
Regular	67	16%
Mala	147	49%
TOTAL	317	100%

Fuente: Encuesta a familias de parroquias urbanas de Quevedo

Elaborado: El autor

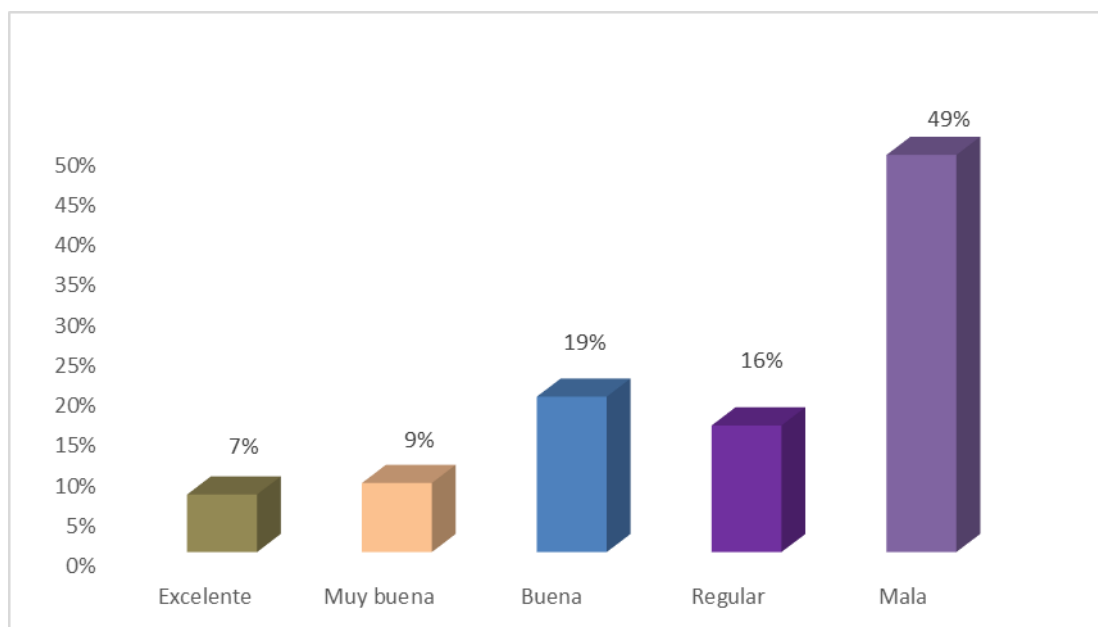


Figura 14. Estado de salud de la familia debido al consumo de agua potable

Como se aprecia en la Tabla 18 y Figura 14 de igual numeración el 49% de la muestra estimó que esta “mala” por lo que han contraído enfermedades gastrointestinales alguien de su familia debido al consumo de agua potable. El 7% considera que esta “excelente” dicha aseveración. Según un informe del cabildo quevedeño en noviembre 2014 declara la emergencia sanitaria por el mal estado del agua por las coloraciones no habituales y malos olores.

Esto se da porque los filtros, procuradores, sedimentadores, tableros y las mismas bombas de agua están dañados, por lo que se opera un plan maestro a mediano plazo que permita la repotenciación de esta planta purificadora.

7. ¿Cómo considera la idea de una planta potabilizadora de agua ayudaría al buen vivir del sector donde vive?

Tabla 19. Ayudaría una planta potabilizadora de agua en el sector donde vive

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Excelente	138	44%
Muy buena	145	46%
Buena	21	7%
Regular	4	1%
Mala	9	3%
TOTAL	317	100%

Fuente: Encuesta a familias de parroquias urbanas de Quevedo

Elaborado: El autor

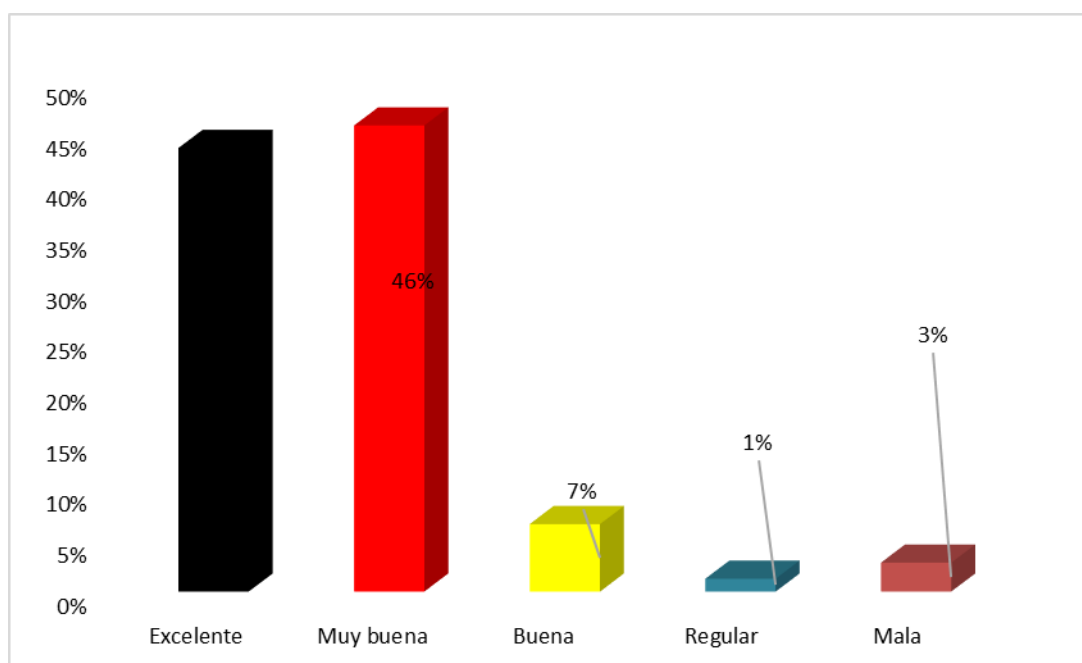


Figura 15. Ayudaría una planta potabilizadora de agua en el sector donde vive

Como se puede observar en la Tabla 19 y Figura 15 de igual numeración el 46% de la muestra estimó que está “muy buena” la idea de una planta potabilizadora de agua en el sector donde vive. El 44% considera que está “excelente” esta opción y el 7% considera “buena” la ayuda de una planta potabilizadora de agua en el sector donde vive.

8. ¿El agua que llega a su vivienda muestra sedimentos de color anaranjado, rojizo o café?

Tabla 20. Estado de sedimentos en el agua

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	199	63%
No	118	37%
TOTAL	317	100%

Fuente: Encuesta a familias de parroquias urbanas de Quevedo

Elaborado: El autor

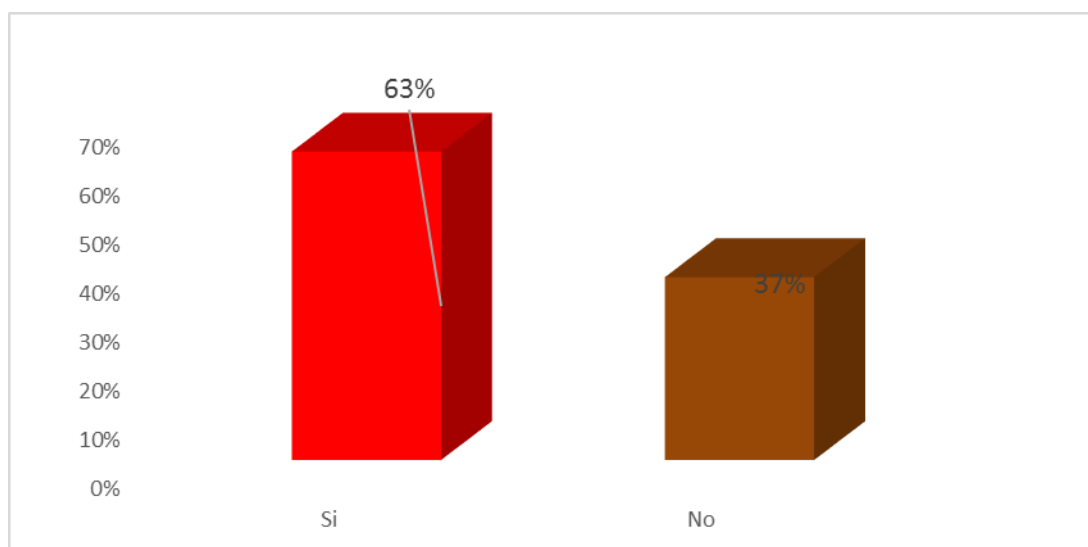


Figura 16. Estado de sedimentos de agua en viviendas

Como se aprecia en la Tabla 20 y Figura 16 el 63% de la muestra considera que “si” se encuentra con sedimentos el agua que llega a su vivienda, mientras que el 37% considera que “no” pues el agua que llega a su vivienda no presenta inconvenientes.

9. ¿Conoce si en la estación de bombeo de su parroquia se realiza el debido tratamiento al agua?

Tabla 21. Tratamiento del agua en la estación de bombeo

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	193	66%
No	124	19%
TOTAL	317	86%

Fuente: Encuesta a familias de parroquias urbanas de Quevedo

Elaborado: El autor

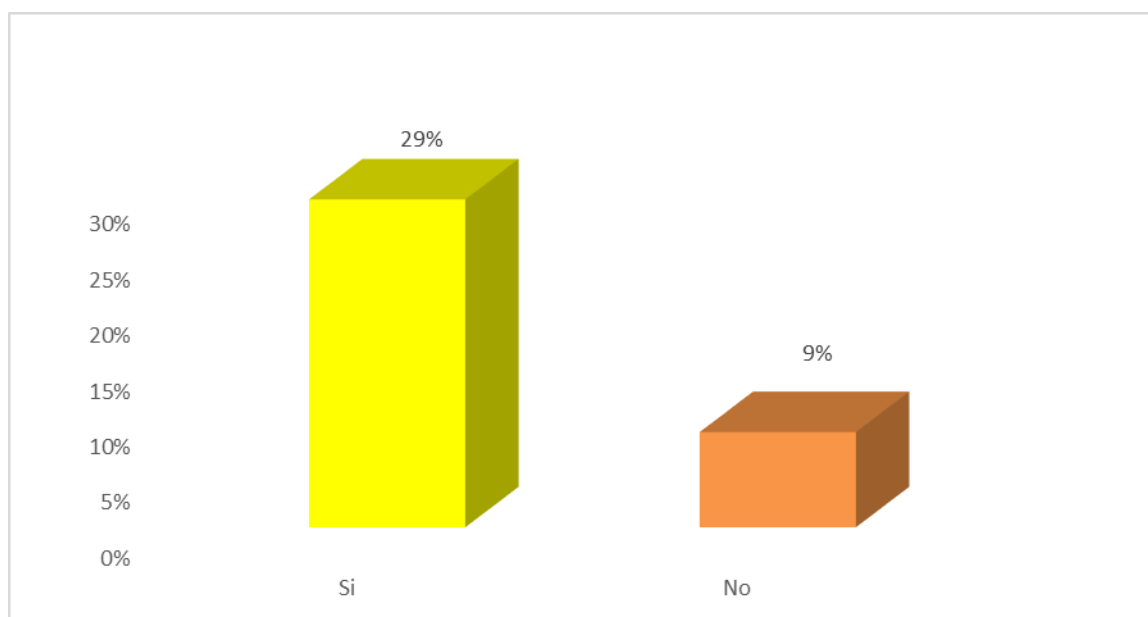


Figura 17. Su fosa séptica posee tapa inferior de hormigon

Como se puede observar en la Tabla 21 y Figura 17 de igual numeración el 66% de la muestra considera que “si” realizan el debido tratamiento al agua en la estación de bombeo. El 19% considera que “no” tiene el debido tratamiento.

Los factores que inciden en la calidad de agua mediante las encuestas realizadas se puede indicar que la calidad de agua es mala; mientras que por otra parte dicen que el sabor que posee el agua que llega a su hogar es mala; el color que llega a su casa es mala esa fue la mayoría de las respuestas de los encuestados, mientras que consideran que el olor del agua que consumen es mala, la frecuencia de abastecimiento del agua en el hogar durante la semana es regular, por consumir el agua potable esto ha ocasionado que su salud sea mala; en su caso el agua que llega a su vivienda muestran un color anaranjado, rojizo o café. También se indican que la construcción de la estación de bombeo en la parroquia no es reciente.

4.2.3. Interacciones del sistema de las estaciones de bombeo y red con la calidad del agua.

4.3.2.1. Evaluación de las estaciones de bombeo

A continuación, en la Tabla 22 y Figura 18, se presentan los resultados obtenidos a través de la aplicación de la guía de observación dirigida a la valoración de las estaciones de bombeo, en cada sitio de investigación considerado.

Tabla 22. Evaluación de las estaciones de bombeo de las localidades bajo estudio

SITIOS DE OBSERVACIÓN	EVALUACIÓN			
	EXC.	BUENO	REG.	MALO
Guayacán	3	4		
Parroquia 7 de Octubre		7		
Parroquia 17 de Marzo		7		
Parroquia Mi País		7		
Parroquia Galo Plaza		5	2	
Agrilsa		1	5	1
Venus del Rio Quevedo		6	1	
Playa Grande		5	1	
San José		6	1	
Total	3	48	10	1
Porcentaje	5%	77%	16%	2%

Fuente: Guía De observación en las parroquias urbanas de Quevedo

Elaborado: El autor

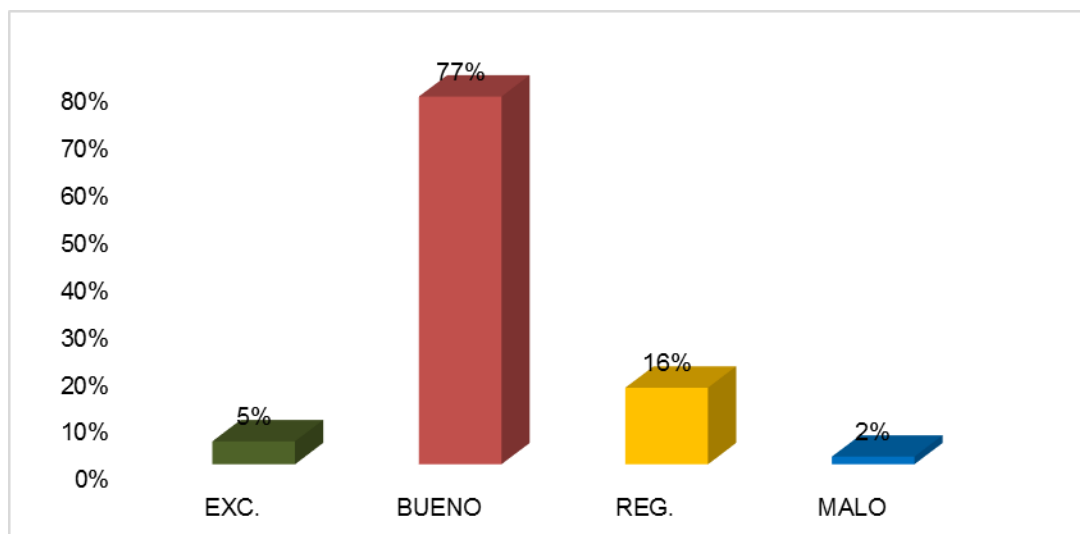


Figura 18. Evaluación de estaciones de bombeo

Considerando los resultados obtenidos al aplicar la guía de observación directa, se analiza que sólo la parroquia El Guayacán tiene una estación de bombeo excelente (5%), aunque con falencias como el aspecto y limpieza pozo.

Las restantes parroquias fueron evaluadas como bueno en cuanto a su sistema de bombeo (77%), como posee en buen estado la tapa provisoria, posee medidas de seguridad para evitar la destrucción del mismo por el uso continuo, estado del tubo protector de la tapa y estado de la estructura del pozo.

En resumen, teniendo en cuenta que el 82% de las parroquias cuentan con sistemas de bombeos de bueno a excelente se evalúa a estos sistemas como satisfactorios, debiendo tomarse las medidas necesarias para eliminación de esta no conformidad (18%) restante que está dentro de los parámetros regular y malo.

4.3.2.2. Interacción del sistema de las estaciones de bombeo y red

Las muestras tomadas de los pozos de las estaciones de bombeo en los sectores indicados, no cumplen norma INEN 1108:2011 cuarta revisión de Agua Potable requisito de agua consumo humano, en parámetros microbiológicos. Esto puede deberse a problemas puntuales y no del agua en general.

Si es puntual puede ser infiltración por tubería rota o cisternas de usuarios sucias.

En la Ciudad de Quevedo existen estaciones de bombeo en diferentes sectores conocidos, que al unir las aguas subterráneas que por lo general no tienen cloro a la red de agua tratada potabilizada que normalmente sale con 1,5 ppm de cloro, se pierde el residual de cloro y por consiguiente se contamina el agua para consumo humano. Esto conlleva a que se produzca la contaminación por microorganismos patógenos que causan enfermedades transmitidas por el agua como por ejemplo: infecciones gastrointestinales, dolor de cabeza, náuseas.

El Arsénico: Los elevados niveles de arsénico a menudo pasan inadvertidos hasta que comienzan a aparecer síntomas y problemas de salud relacionados.

Los niveles de arsénico se pueden manejar por medio del tratamiento del agua en el sistema de abastecimiento o a nivel doméstico. Pero los obstáculos socioeconómicos, y una falta de monitoreo o incluso del conocimiento de que existe la presencia de arsénico, a menudo impide dichos intentos.

El Arsénico es un elemento natural de la corteza terrestre que en algunas regiones del mundo puede estar presente en el agua cuando ésta atraviesa rocas que lo contienen en abundancia.

Acuíferos que contienen óxido de hierro y manganeso, con fuerte afinidad por el arsénico, puede dar lugar a una contaminación natural del agua por arsénico.

La presencia de agua contaminada por arsénico adquiere mayor trascendencia en regiones con una importante actividad agrícola y ganadera, ya que el agua no sólo es utilizada para el abastecimiento de núcleos de población sino también como agua de riego y para bebida del ganado.

En poblaciones que ingieren agua potable contaminada por arsénico se han observado efectos adversos tales como cáncer de piel, lesiones dérmicas, neuropatías periféricas y vasculopatías periféricas ("enfermedad del pie negro") y diversos tipos de cáncer (pulmón, riñón, hígado y vejiga).

El **cadmio** puede estar presente en el agua de consumo humano a causa de la contaminación industrial o por el deterioro de las tuberías galvanizadas.

El cadmio es un metal altamente tóxico y se le ha atribuido varios casos de envenenamiento alimenticio.

El Cadmio que llega al agua procede principalmente de vertidos industriales, así como vertidos urbanos. La contaminación depende también de la cercanía de superficies acuáticas cercanas a zonas urbanas, ya que no será igual la cantidad de Cadmio que pueda llegar a un río cercano a una zona industrial que en alta montaña.

Sin embargo, parte del Cadmio atmosférico acaba siendo depositado en la superficie del agua, y representa el 23% del Cadmio contaminante que llega al agua superficial, es decir, es la vía principal de entrada de cadmio en el agua.

La presencia del **hierro** en el agua provoca precipitación y coloración no deseada, existen técnicas de separación del hierro presente en el agua.

El hierro puede dar al agua un sabor, olor y color indeseable, causando manchas rojizos-café en la ropa, porcelana, platos, utensilios, vasos, lavaplatos, accesorios de plomería y concreto.

Los depósitos de hierro se acumulan en los tubos de cañerías, tanques de presión, calentadores de agua. Estos depósitos restringen el flujo del agua y reducen la presión del agua. El agua contaminada con hierro no causa problemas de salud.

A.- Conclusiones respecto a los parámetros físico-químicos:

- 1) pH:** Los valores promedio del pH en las aguas subterráneas pozos de la ciudad de Quevedo y de las aguas domésticas de las diferentes viviendas es de 7,3 con tendencia a la neutralidad, esto es conforme el agua tratada es conducida por las tuberías hasta las diferentes redes domiciliarias el pH aumenta debido a que el cloro comienza a desvanecerse, manteniéndose un valor que no permite el posible crecimiento microbiano para el cual es destinado su uso. Los resultados se encuentran dentro de la norma establecida.
- 2) Color y turbiedad:** Los valores de color promedio es de 15 y turbiedad 3 de los pozos de uso doméstico y las aguas subterráneas es de color 41 y turbiedad 3,1. La presencia elevada de turbiedad aumenta el color aparente, pero no el

verdadero color del agua, es decir el color que determinamos mediante el equipo. La remoción del color se alcanza normalmente por procesos de coagulación, floculación, sedimentación y filtración en la planta potabilizadora.

El valor elevado de color en los diferentes sectores de redes domiciliarias se debe a que las aguas se unen al agua potabilizada y de pozos estas aguas subterráneas no son tratadas eficientemente. Las partículas en suspensión pueden ser un importante motivo de apreciación, para la salud si los metales pesados y productos químicos hidrófobos (por ej. muchos pesticidas) son absorbidos por ellos. Los resultados obtenidos no están dentro de la normativa (Grupo Químico Marcos, 2014).

- 3) Sólidos totales disueltos:** Los valores promedio de STD en las aguas subterráneas es de 117,9 mg/L y del agua potabilizada tiene un promedio de 75 mg/L el de las redes domiciliarias aumentan conforme aumenta la conductividad. Las sales con STD, pueden ser menos agradables para los consumidores y dependiendo de las sales específicas presentes (Como sales de magnesio), puede ocasionar un efecto laxante en el consumidor transitorio.

Se debe tener en cuenta que en el momento en que exista un elevado color en el Agua el tratamiento que se aplica en estos casos es una adición mayor de Sulfato de Aluminio (floculador), lo cual dará como resultado una disminución del color pero un incremento en el valor de los STD. Los resultados obtenidos Redes Domiciliarias se encuentran muy por debajo del límite permitido.

- 4) Sulfatos:** Los valores promedio de sulfatos en las aguas subterráneas (Pozos) es de 0,0 mg/L mientras que en las redes domiciliarias es de 2,6 mg/L. Los niveles elevados de sulfato pueden acelerar la corrosión de metales sobre todo a nivel industrial.

Los resultados obtenidos de las aguas de pozos y por ende el agua de las Redes Domiciliarias se encuentran muy por debajo del límite permitido por la normativa.

- 5) Hierro:** Los valores promedio de hierro en las aguas subterráneas es 0,8 mg/L mientras que en el agua de las redes domiciliarias es de 0,3. Los resultados obtenidos se encuentran por encima del valor permitido 0,3 mg/L, debido a que no hay una dosificación adecuada de solución de cloro y cloro gas en los

diferentes pozos de la ciudad de Quevedo por ende no es eficiente el proceso de óxido-reducción del hierro en el agua.

- 6) Nitratos y nitritos:** Los valores promedio de las aguas subterráneas es de 0,063 mg/L nitritos y de nitratos 2,6 y del agua de las viviendas es de 0,021 mg/L nitritos y de nitratos es de 1,6 mg/L. Su presencia indica que existe contaminación fecal de animales de sangre caliente como ganado, aves, etc., incluye también contaminación fecal humana. Se puede observar en el examen microbiológico una mínima presencia de Coliformes Fecales cuando el resultado de los Nitritos es muy bajo; en cambio en presencia de valores elevados de Nitritos y Nitratos se observa un abundante crecimiento de Coliformes Fecales.

Los resultados obtenidos se encuentran muy por debajo del valor límite permitido por la NORMA.

- 7) Alcalinidad:** Los valores promedio de alcalinidad en las aguas subterráneas (pozos) es de 123 mg/L de CaCO_3 , mientras en las redes domiciliarias es de 150 mg/L de CaCO_3 .

Con estos valores obtenidos podemos clasificarla como un agua que presenta una alcalinidad alta (>75 mg/L de CaCO_3). La alcalinidad se debe principalmente a la presencia de carbonatos y bicarbonatos estos últimos en mayor proporción.

- 8) Dureza total:** Los valores promedio de la Dureza Total en las aguas subterráneas (pozos) es de 76 mg/L de CaCO_3 , mientras que en las Redes Domiciliarias es de 104 mg/L de CaCO_3 . Con estos valores obtenidos podemos clasificarla como un agua dura (>75 mg/L de CaCO_3).

- 9) Manganeseo:** Los valores promedio en las aguas subterráneas es de 0,400 mg/L de Manganeseo y en las redes domiciliarias es de 0,2 mg/L de Manganeseo.

Los valores en aguas subterráneas se encuentran por encima del valor permitido (0,1 mg/L) mientras que en las redes domiciliarias hay variaciones que van desde 0,1 a 0,3 mg/L está por debajo de su valor permitido (0,1 mg/L). En cuanto al **Hierro y**

Manganeso hasta el momento no se conocen efectos nocivos para la salud, sin embargo las concentraciones elevadas de manganeso pueden acelerar el crecimiento biológico en los sistemas de distribución y contribuir a los problemas de sabor y olor en el agua, asimismo aumentan la demanda de cloro y otros oxidantes aplicados en la desinfección. (Remoción de hierro y manganeso en fuentes de agua subterránea para abastecimiento público).

Tabla 23. Análisis físicos químicos de aguas de red del cantón Quevedo.

Parroquias	AGUA RED																	
	Olor	Color Pt-Co	Turbidez NTU	pH	Alcalinidad mg/L	Dureza total mg/L	Dureza de Ca mg/L	Dureza de Mg	Nitritos	Nitratos	Cloruros	Sulfatos	Hierro	Magnesio	Arsénico	Cadmio	Coliformes Fecales	Coliformes Totales
Guayacán	Inodoro	13	4,08	7,88	162	101	82	19	0,008	2,66	3,3	1,8	0,2429	34,26	0,0047	0,0004	0	0,75
Parroquia 7 de Octubre	Inodoro	11	0,55	7,1	168	110,2	83,8	26,4	0,069	0,42	4,24	2,1	0,0047	33,19	0,0036	0,0004	1	88
Parroquia 17 de Marzo	Inodoro	10	0,76	7,18	160	107	74,8	32,2	0,069	1,77	2,83	0,6	0,0047	32,48	0,0031	0,0004	0	0
Parroquia Mi País	Inodoro	32	6,11	7,08	154	111,4	86	25,4	0,008	0,42	2,83	2,1	1,274	32,39	0,1876	0,1337	0	517
Parroquia Galo Plaza	Inodoro	16	11,3	7,2	170	128,6	92,4	36,2	0,008	2,21	4,24	3,4	0,9789	0,048	0,0031	0,0004	0	23
Agrilsa	Inodoro	13	2,25	6,96	154	123,2	63,4	59,8	0,008	0,42	1,93	1,3	0,1417	0,048	0,0031	0,0004	0	17,1
Venus del Rio Quevedo	Inodoro	19	3,52	6,91	150	111,4	75	36,4	0,008	0,42	1,93	2,6	0,2173	33,9	0,0031	0,0004	3	48
Playa Grande	Inodoro	18	0,73	7,33	154	68	44,4	23,6	0,008	0,42	1,93	1,2	0,3011	18,6	0,0038	0,0004	1	1
San José	Inodoro	13	1,59	7,67	118	92,4	67,6	24,8	0,016	3,1	4,24	1,9	0,0629	18,59	0,0036	0,0004	0	14,8
MEDIA	Inodoro	16,11	3,43	7,26	154,44	105,91	74,38	31,53	0,02	1,32	3,05	1,89	0,36	22,61	0,02	0,02	0,56	78,85
DESVIAC. ESTÁND.		6,68	3,48	0,32	15,26	17,81	14,46	12,12	0,03	1,12	1,01	0,82	0,45	14,22	0,06	0,04	1,01	166,74
COEFIC. VARIAC.		0,41	1,01	0,04	0,10	0,17	0,19	0,38	1,18	0,85	0,33	0,43	1,26	0,63	2,56	2,92	1,82	2,11
COEFIC. VARIAC. %		41,46%	101,47%	4,46%	9,88%	16,82%	19,44%	38,42%	118,18%	85,02%	33,11%	43,37%	126,40%	62,90%	256,04%	292,11%	182,48%	211,47%

Fuente: Grupo Químico Marcos C. Ltda. 2014

Elaborado: Baque, 2014

Tabla 24. Análisis físicos químicos de aguas de estaciones de bombeo de pozos del cantón Quevedo.

Parroquias	ESTACIONES DE BOMBEO																	
	Olor	Color Pt-Co	Turbidez NTU	pH	Alcalinidad mg/L	Dureza total mg/L	Dureza de Ca mg/L	Dureza de Mg	Nitritos	Nitratos	Cloruros	Sulfatos	Hierro	Magnesio	Arsénico	Cadmio	Coliformes Feca	Coliformes Totales
Guayacán	Inodoro	24	5,5	7,24	170	121	76,2	44,8	0,066	2,66	3,3	1,9	0,3725	32,41	0,0031	0,0004	0	0
Parroquia 7 de Octubre	Inodoro	10	1,64	7,07	170	102,8	80,8	22	0,008	0,42	1,93	1	0,0047	25,2	0,0031	0,0004	0	0
Parroquia 17 de Marzo	Inodoro	12	0,54	7,11	158	103,4	70,2	33,2	0,008	4,43	2,36	1,3	0,0405	33,35	0,0031	0,0004	0	0
Parroquia Mi País	Inodoro																	
Parroquia Galo Plaza	Inodoro	12	8,97	7,17	170	144,8	85,6	59,2	0,008	0,42	3,3	2,1	0,6198	32,3	0,0031	0,0004	3	0
Agrísa	Inodoro	10	0,15	6,18	102	95,8	87,8	8	0,033	16,39	15,09	9	0,0988	17,55	0,0032	0,0005	0	0
Venus del Río Quevedo	Inodoro	21	3,23	6,96	152	105,2	74,2	31	0,016	0,42	1,93	1,4	0,23	7,564	0,0031	0,0004	0	0
Playa Grande	Inodoro	10	0,37	7,39	150	74,8	54,2	20,6	0,008	0,42	2,36	1,5	0,0481	7,219	0,0031	0,0004	0	0
San José	Inodoro	11	1,39	7,45	86	72,2	53,8	18,4	0,008	2,21	4,24	8,21	0,4342	32,08	0,0031	0,0004	0	0
MEDIA	Inodoro	13,75	2,72	7,07	144,75	106,46	72,85	29,65	0,02	3,42	4,31	3,30	0,23	23,46	0,0031	0,0004	0,00	0,00
DESVIAC. ESTÁND.		5,52	3,09	0,39	32,62	42,94	12,98	16,27	0,02	5,44	4,43	3,30	0,22	11,24	0,0000	0,0000	0,00	0,00
COEFIC. VARIAC.		0,40	1,13	0,06	0,23	0,40	0,18	0,55	1,07	1,59	1,03	1,00	0,97	0,48	0,0114	0,0857	0,00	0,00
COEFIC. VARIAC.%		40,16%	113,47%	5,58%	22,53%	40,34%	17,82%	54,87%	107,17%	159,06%	102,62%	99,90%	96,89%	47,92%	1,14%	8,57%	0,00	0,00

Fuente: Grupo Químico Marcos C. Ltda. 2014

Elaborado: Baque, 2014

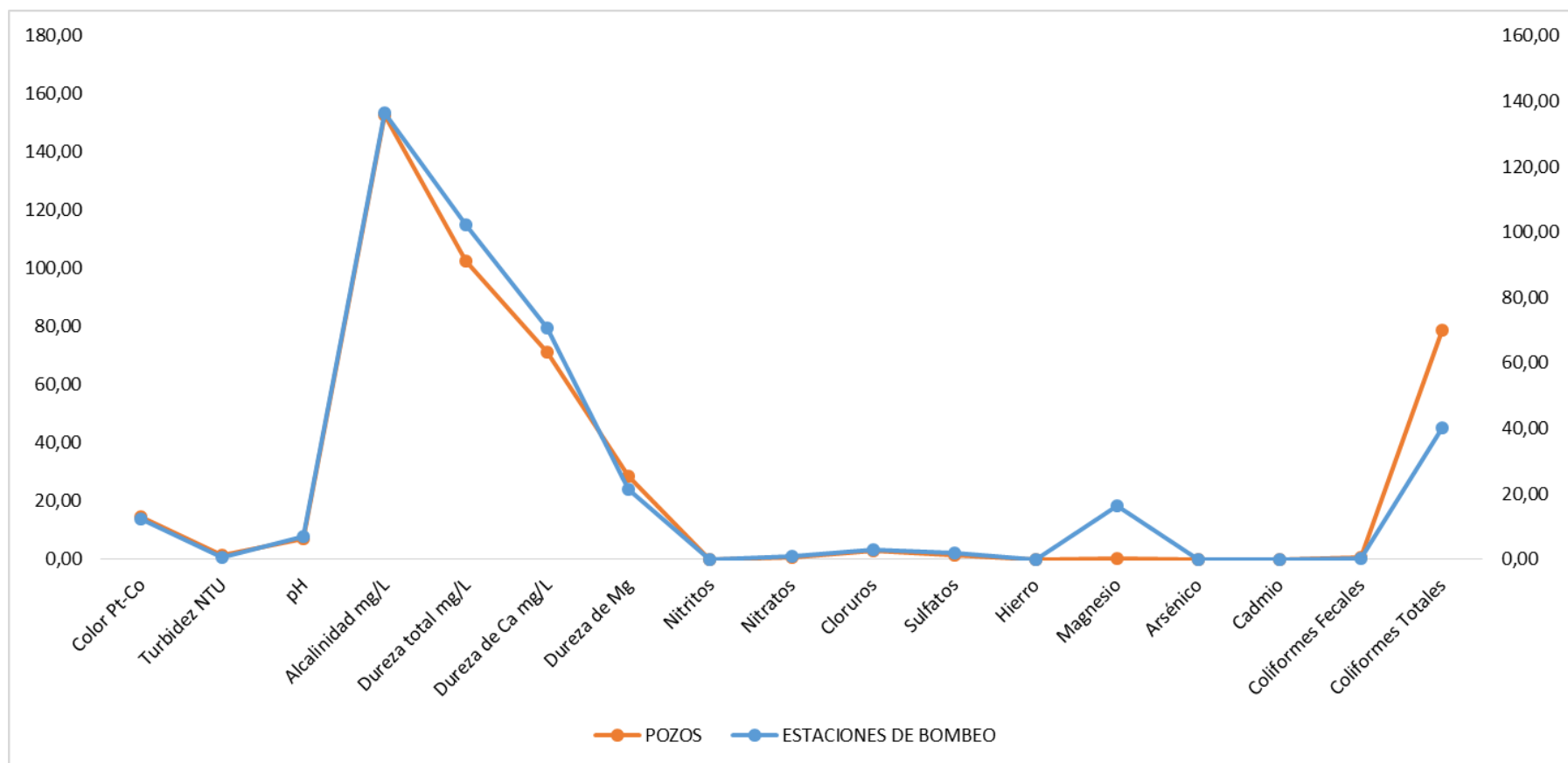


Figura 19. Interacción entre los promedios de resultados físicos, químicos y microbiológicos de agua de estaciones de bombeo y red.

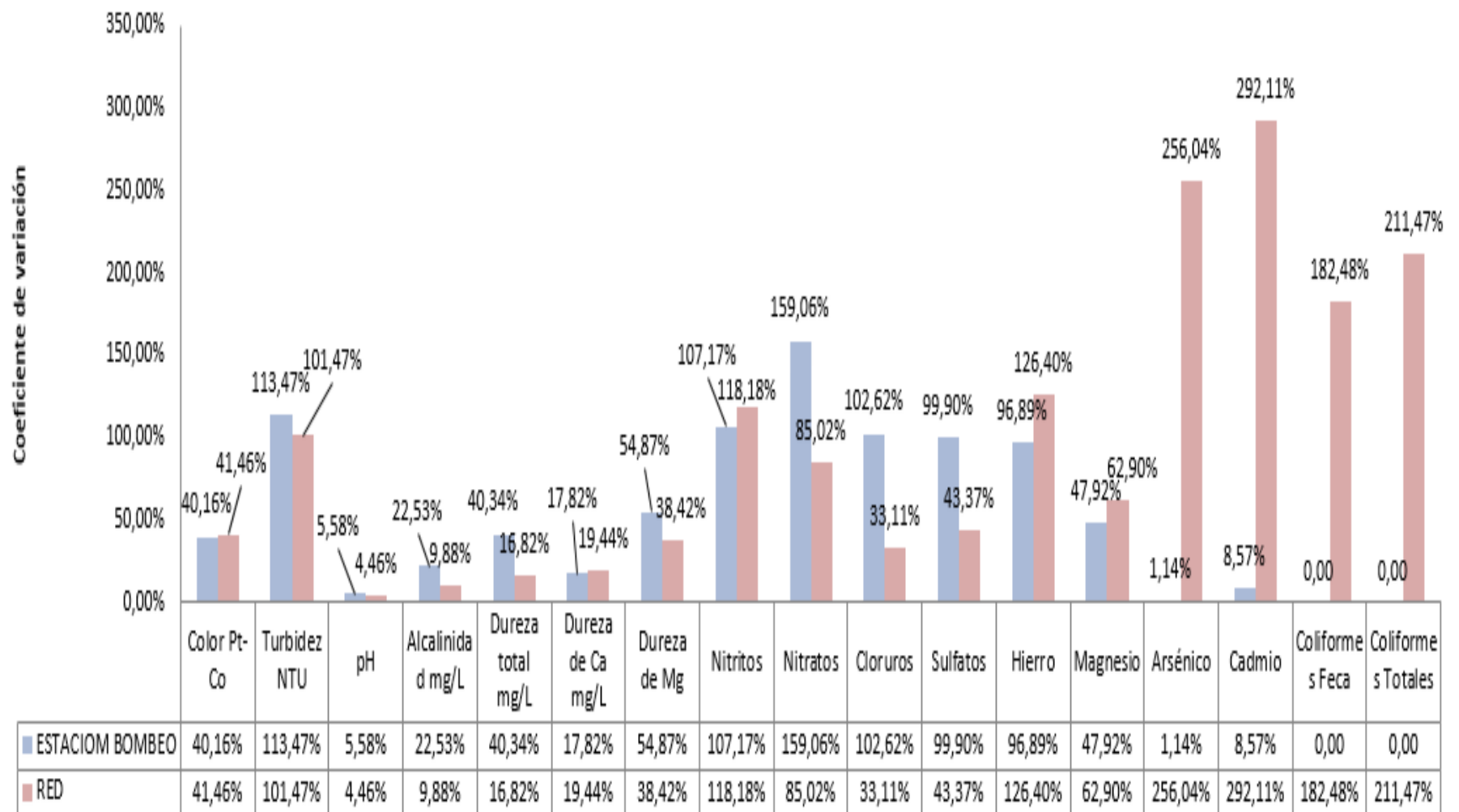


Figura 20. Coeficiente de variación de resultados físicos, químicos y microbiológicos de agua de estaciones de bombeo y red.

Como se puede observar en la figura 21, una homogeneidad en los parámetros Color Pt – Co; pH; Alcalinidad mh/L; Dureza total mg/L; Dureza de Ca mg/L; Dureza de mg; Sulfatos; Magnesio para la Estación de Bombeo y Red; y Heterogeneidad para Turbidez NTU; Nitritos; Nitratos; Cloruros; Arsénico; Cadmio; Coliformes Fecal y total.

B.- Conclusiones respecto a los parámetros del análisis microbiológico

Con los datos obtenidos por medio de este análisis podemos verificar los valores promedios en las aguas subterráneas (pozos) es de 0,0 NMP/100 ml Coliformes fecales y Coliformes y en las redes domiciliarias es de 0,5 NMP/100ml de Coliformes fecales y 61 NMP/ml de Coliformes totales.

Se observa que todas las muestras de aguas pozos de las viviendas de las parroquias de Quevedo examinadas presentó algún tipo de contaminación microbiológica, principalmente por Coliformes Totales 571 NMP/100ml en la parroquia siete de Octubre en el primer muestreo, 88 NMP/100ml en el segundo muestreo, y en la parroquia Galo Plaza de 298,7 NMP/100ml en el primer muestreo y en el segundo 23 NMP/ml100 , y así sucesivamente en el resto de las parroquias va descendiendo la contaminación de Coliformes totales. Resultados similares de Coliformes fecales se encontraron en las Parroquias Galo Plaza, Playa Grande y Siete de octubre como se observa en la Figura 22.

Siendo estas aguas no aptas para el consumo humano desde el punto de vista microbiológico, ya que el valor estipulado en los decretos Normativa Ecuatoriana INEN 1108:2011 cuarta revisión para Coliformes Fecales y Totales es de ausencia 0 número de microorganismos presente por 100 mililitros de agua.

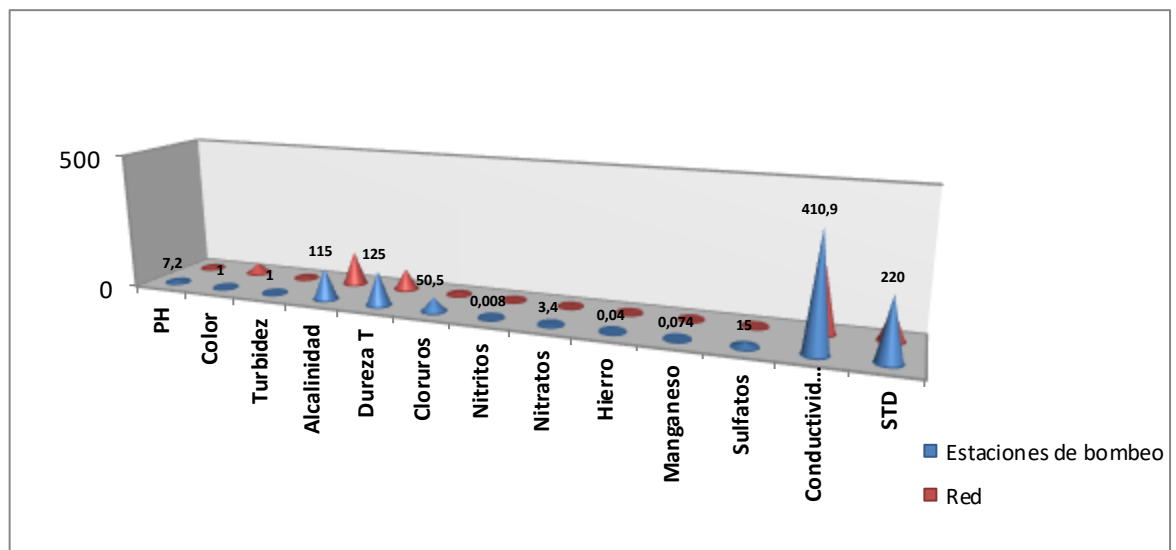


Figura 21. Datos Comparativos de análisis físico químico de aguas de pozos artesanales y pozos profundos estación de bombeo y red del cantón Quevedo

Tabla 25. Comparativos de análisis microbiológicos de las aguas de los pozos de estación de bombeo y red del Cantón Quevedo.

Parámetros Unidades		Coliformes Fecales NMP/100ml	Coliformes Totales NMP/100ml
Límite Máximo Permitido		0,0	50,00
Valor Promedio	Estaciones de bombeo	0,0	0,0
	Red	33,50	347,00

Elaborado: Baque, 2014

En la figura 21, se muestra el condensado del análisis comparativo realizado con aguas de pozos de estaciones de bombeo.

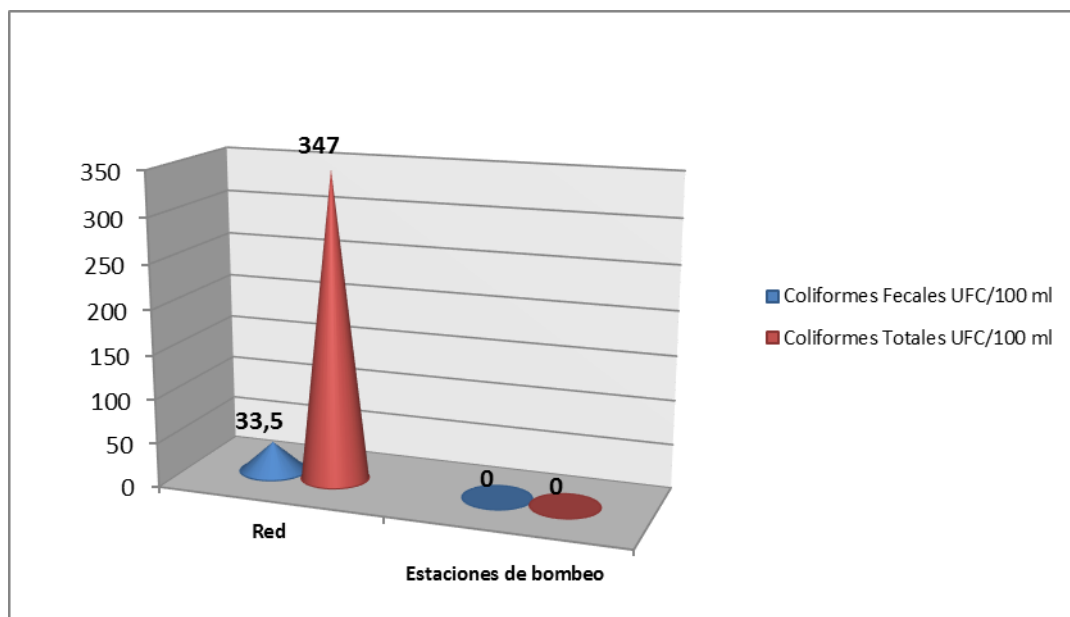


Figura 22. Datos Comparativos de Coliformes Fecales y Totales en estaciones de bombeo y red

4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS

Los contenidos de Coliformes, son significativamente excesivos con relación a la normativa vigente en el país, por lo que la población no debería consumir dicha agua, solo para determinados usos domésticos. Con referencia a los microorganismos expuestos (Manahan, 2007) expresa que los contaminantes del agua pueden provenir de una variedad de fuentes, es importante tener marcadores de contaminación del agua que sean indicativos de las fuentes. Algunos herbicidas pueden servir como marcadores de la escorrentía agrícola.

Tradicionalmente se usan las bacterias fecales Coliformes provenientes de fuentes domésticas, como marcadores de contaminación microbiana o viral. Potencialmente, los metabolitos humanos endógenos así como los constituyentes de los alimentos, los productos farmacéuticos y los productos de cuidado personal pueden indicar la entrada de contaminación desde fuentes del alcantarillado. La cafeína procedente del consumo de café, té y bebidas de cola puede ser un marcador muy fácil de fuentes domésticas de contaminación del agua

Los aspectos de la calidad de agua en los sectores investigados pudieran estar asociados a aspectos relacionados con la procedencia del agua; han sido identificados como: Incidencia de enfermedades, color y sabor distinto a lo habitual atribuibles principalmente incremento microbiológico en su contenido. Todo con independencia de que las personas consideran inaceptable la calidad del agua que beben por el notable contenido los aspectos descritos. Los olores y sabores en el agua frecuentemente ocurren juntos, muchas pueden ser las causas, entre las más comunes se encuentran: materia orgánica en solución, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro y manganeso, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas y hongos. La determinación del olor y el sabor en el agua es útil para evaluar la calidad de la misma y su aceptabilidad por parte del consumidor, para el control de los procesos de una planta y para determinar en muchos casos la fuente de una posible contaminación. **(Romero, 1996).**

Las personas consumidoras del agua proveniente de la red y la estación de bombeo; inciden negativamente en la calidad de vida de la población, de manera muy notable o, al menos notable. (Kobr, Huizar, & Campos, 2005), considera que el pozo perforado

en un acuífero, cuyo nivel de agua se eleva sobre la superficie del suelo. El volumen de agua en estos pozos depende de las formaciones geológicas, hidrogeología y la hidroagroquímica de cada zona.

4.4. COMPROBACIÓN/DESAPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Tabla 26. Resumen de datos de encuesta

Nº	CUESTIONARIO	% máximos				% Mínimos			Xmax-Xmin
		Excelente	Muy buena	Buena	Xmax	Regular	Mala	Xmin	
1	¿Cómo considera la calidad del agua que consume?	0,00	1,00	5,00	2,00	29,00	66,00	47,50	-45,50
2	¿Qué sabor posee el agua que llega a su hogar?	0,00	0,00	5,00	1,67	31,00	64,00	47,50	-45,83
3	¿Qué color tiene el agua que llega a su hogar?	0,00	9,00	35,00	14,67	41,00	16,00	28,50	-13,83
4	¿Cómo considera el olor del agua que consume?	0,00	10,00	31,00	13,67	31,00	28,00	29,50	-15,83
5	¿Cuál es la frecuencia de abastecimiento del agua en su hogar durante la semana?	44,00	21,00	18,00	27,67	14,00	3,00	8,50	19,17
6	¿Cómo es la salud de su familia debido al consumo de agua potable?	7,00	9,00	19,00	11,67	16,00	49,00	32,50	-20,83
7	¿Cómo considera la idea de una planta potabilizadora de agua ayudaría al buen vivir del sector donde vive?	3,00	2,00	2,00	2,33	27,00	66,00	46,50	-44,17
	Total	54,00	52,00	115,00	73,67	189,00	292,00	240,50	-166,83
	Promedio (Excelente, Muy buena y Buena)				11				
	Promedio (Regular, Mala)							34	

Elaborado: Baque, 2014

Una vez realizado las respectivas encuestas, se realiza el resumen de datos de encuestas es cual se puede observar en la Tabla 28 que en promedio el 11% considera entre excelente, muy bueno y bueno lo establecido en las encuestas; mientras que el 34% lo expresa como regular y mala.

Tabla 27. Resumen de datos de encuesta

Nº	CUESTIONARIO	Xmax	Xmin	Totales	Esperado
1	¿Cómo considera la calidad del agua que consume?	2,00	47,50	49,50	15,16
2	¿Qué sabor posee el agua que llega a su hogar?	1,67	47,50	49,17	15,06
3	¿Qué color tiene el agua que llega a su hogar?	14,67	28,50	43,17	13,22
4	¿Cómo considera el olor del agua que consume?	13,67	29,50	43,17	13,22
5	¿Cuál es la frecuencia de abastecimiento del agua en su hogar durante la semana?	27,67	8,50	36,17	11,08
6	¿Cómo es la salud de su familia debido al consumo de agua potable?	11,67	32,50	44,17	13,53
7	¿Cómo considera la idea de una planta potabilizadora de agua ayudaría al buen vivir del sector donde vive?	2,33	46,50	48,83	14,96
	Total	73,67	240,50	314,17	96,23

Elaborado: Baque, 2014

Como se aprecia en la Tabla 28 sobre del resumen de datos el 73.67% manifiesta que está excelente, muy bueno y bueno; seguido del 240.50% el cual dice que está regular y mala.

Tabla 28. Matriz de datos para comprobación de hipótesis

Nº	CUESTIONARIO	O	E	O-E	(O-E)2	(O-E)2/E
1	¿Cómo considera la calidad del agua que consume?	49,50	15,16	34,34	1179,09	77,77
2	¿Qué sabor posee el agua que llega a su hogar?	49,17	15,06	34,11	1163,26	77,24
3	¿Qué color tiene el agua que llega a su hogar?	43,17	13,22	29,94	896,67	67,82
4	¿Cómo considera el olor del agua que consume?	43,17	13,22	29,94	896,67	67,82
5	¿Cuál es la frecuencia de abastecimiento del agua en su hogar durante la semana?	36,17	11,08	25,09	629,44	56,82
6	¿Cómo es la salud de su familia debido al consumo de agua potable?	44,17	13,53	30,64	938,70	69,39
7	¿Cómo considera la idea de una planta potabilizadora de agua ayudaría al buen vivir del sector donde vive?	48,83	14,96	33,88	1147,54	76,72
	Chi cuadrado					493,56

Elaborado: Baque, 2014

Cálculo de grados de libertad

$$gl = (n-1)(m-1)$$

$$gl = (7-1)(5-1)$$

$$gl = (6)(4) = 24$$



$$\chi^2_t = 36.41$$

El 95% de confianza con un 5% de Error se rechaza la hipótesis nula porque la (χ^2_t) de la tabla es de 36.41, siendo inferior a la (X^2_c) que es 493.56

Tabla 29 Distribución Chi Cuadrado χ^2

GI	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1
21	46.79	41.40	38.93	36.34	35.47	32.67	29.61
22	48.26	42.79	40.28	37.65	36.78	33.92	30.81
23	49.72	44.18	41.63	38.96	38.07	35.17	32.00
24	51.17	45.55	42.98	40.27	39.36	36.41	33.19
25	52.62	46.92	44.31	41.56	40.64	37.65	34.38

Elaborado: Baque, 2014

Prueba de hipótesis

Paso 1

Se plantea H_0 y H_1

Paso 2

Se determina el valor de la estadística de prueba o calculada

$$(X^2_c)= 493.56$$

Paso 3

Se determina el nivel de confianza y los grados de libertad

$$\sigma =0.05 \text{ (95\%)}$$

El valor estadístico de la tabla de $X^2_t = 36.41$

Paso 4

Contrastación de los valores de X^2_c como el estadístico calculado es $>$ que el X^2_t **se rechaza la hipótesis nula** H_0 = El agua de pozos profundos, responde a las condiciones de salubridad de los habitantes del cantón Quevedo y se acepta la hipótesis alternativa H_1 = El agua de pozos profundos estación de bombeo no responde a las condiciones de salubridad de los habitantes del cantón Quevedo.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones generales

- a) Al determinar la calidad del agua de pozos destinada al consumo humano en época lluviosa y seca mediante los análisis físicos, químico y microbiológicos de la presente investigación quedó establecido que los parámetros: pH, color, turbiedad, dureza total, alcalinidad, sólidos disueltos totales en los puntos de muestra se encuentran en el rango de aceptabilidad de calidad ambiental; en lo referente a valores de hierro, manganeso, nitritos, nitratos, sulfatos no representan peligro para la salud humano puesto que los resultados obtenidos se encuentran muy por debajo del valor límite permitido por la norma; en el examen microbiológico se determinó una mínima presencia de Coliformes Fecales.
- b) Los factores que inciden en la calidad del agua es por el deterioro de la red agua potable los cuales fueron establecidos mediante encuestas tipo Liker, resultando que la población en su mayoría (61%) considera mala la calidad de agua que consume; de la misma manera se calificó el sabor (60%), color (41%) dentro del orden de regular y mala, coincidiendo con el reporte del cabildo quevedeño en noviembre 2014 declara la emergencia sanitaria por el mal estado del agua.
- c) Al determinar las diversas interacciones del sistema de bombeo y red con la calidad del agua se concluye que Alcalinidad, Dureza total, Magnesio y Coliformes totales se interactúan.
- d) Se encontró Heterogeneidad y Homogeneidad en los parámetros físicos químicos y microbiológicos evaluación tanto en la estaciones de bombeo como en la Red.
- e) Teniendo en cuenta lo anteriormente concluido, se elaboró una propuesta de sistema de tratamiento para el mejoramiento de la calidad del agua extraída de los pozos profundos estación de bombeo de la ciudad de Quevedo.

5.2. Recomendaciones

Conforme a los resultados obtenidos en la presente investigación se sugiere:

- a) Que el EMAPA Quevedo ejecute la propuesta de sistema de tratamiento de agua para las estaciones de bombeo, además adelantar campañas preventivas en los sectores de ubicación de los pozos del cantón Quevedo, para concientizar a las personas de la contaminación de las aguas subterráneas y que al ser consumidas estas pueden ser un riesgo para la salud de estas comunidades.
- b) Es recomendable realizar un estudio donde se le haga un seguimiento a diferentes pozos donde se tomen muestras antes y después del lavado de estos pozos, lo cual podría generar información útil que permitan describir el comportamiento de los microorganismos y de las diferentes variables antes y después.
- c) A la comunidad en general que se concientice en el problema de salud pública que se le puede presentar al consumir estas aguas ya que no son aptas para el consumo humano, lo cual constituye un riesgo altamente significativo para la salud de los habitantes de estas zonas, debido a que estas aguas no son tratadas y son susceptibles a contaminación por microorganismos, los cuales pueden causar enfermedades epidémicas como el tifo, el cólera, disentería.
- d) Es necesario sensibilizar a la población para que elimine las causas más evidentes de contaminación de aguas subterráneas como son los basureros, una alternativa de tratamiento para estas aguas es utilizar cloro para eliminar la carga microbiana.

CAPÍTULO VI
PROPUESTA ALTERNATIVA

6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA EXTRAÍDA DE LOS POZOS PROFUNDOS ESTACIÓN DE BOMBEO DE LA CIUDAD DE QUEVEDO.

6.2. JUSTIFICACIÓN

El plan que se propone, una vez implementado, beneficiará a toda la población de la ciudad que consume el agua de pozos profundos, por tanto y en cuanto, se reducirán los problemas relacionados con los incumplimientos de normas para agua de consumo humano, lo que conlleva a una mejor calidad de vida de la población asociada con la problemática, particularmente se mitigaría significativamente la incidencia de enfermedades gastrointestinales.

Estos lineamientos y su aplicación beneficiarán a todos los habitantes de Quevedo, que podrán ver reducidos los efectos negativos de estos inconvenientes expuestos, presumiblemente presentes en el agua que consumen. Asimismo, los procesos planteados como solución de la problemática, podrán ser extrapolados a otras localidades donde se sospeche se suscita el mismo problema con al agua de consumo humano y de uso doméstico.

6.3. FUNDAMENTACIÓN

Ejemplos de sistemas de tratamiento de agua para pozos domésticos incluyen filtros de alúmina activada, filtros de carbón activado, cambio aniónico, clorinación, osmosis inversa, ozonólisis, y radiación ultravioleta El tipo de sistema de tratamiento a utilizar dependerá del tipo de problema que se tenga en la calidad del agua. Es importante conocer cuál es el problema de calidad en el agua antes de instalar un sistema de tratamiento. No todos los sistemas de tratamiento trabajan para todos los contaminantes. La mayoría de los sistemas de tratamiento también requieren de un mantenimiento rutinario- un mal mantenimiento del sistema puede causar un mayor daño que el no tener un sistema instalado. Un sistema de tratamiento, instalación y mantenimiento puede ser costoso, dependiendo del problema en particular que se desee tratar.

Comuníquese con un profesional de tratamiento de aguas y asegúrese que el sistema que usted está instalando resolverá su problema. Una lista de profesionales en tratamiento de aguas puede encontrarse en el directorio telefónico. Contacte la oficina de medio ambiente y salud de su condado, quienes podrán ayudarlo a encontrar al personal que podrá aconsejarlo a seleccionar e instalar un sistema adecuado para usted. En algunas ocasiones, tal vez sea necesario perforar un pozo nuevo que provenga de un acuífero menos contaminado, o bien tendrá que obtener una fuente alternativa de abastecimiento. Los sistemas de tratamiento a veces no son exitosos para resolver todos los problemas (Water Boards, 2010).

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. General

Diseñar un sistema de mejoramiento de la calidad del agua extraída de los pozos profundos estación de bombeo de la ciudad de Quevedo.

6.4.2. Específicos

1. Identificar los procesos para mejoramiento de la calidad de agua extraída de los pozos profundos estación de bombeo de la ciudad de Quevedo.
2. Elaborar una secuencia tecnológica apropiada para mejoramiento de la calidad de agua extraída de los pozos profundos estación de bombeo de la ciudad de Quevedo.

6.5. IMPORTANCIA

En varias zonas de la región Costa ecuatoriana y en muchas partes del mundo, gran parte de las fuentes de abastecimiento de agua subterránea se ven afectadas por la presencia de coliformes u otros metales que perjudican la salud del consumidor, los cuales se encuentran en forma soluble, que provoca el rechazo de los consumidores. Hasta el momento se conocen los efectos nocivos para la salud de estos elementos, sin embargo, las concentraciones elevadas de estos contenidos podrían causar

epidemias en la zona, así mismo aumentan la demanda de cloro u otros oxidantes aplicados en la desinfección.

6.6. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

La Propuesta que se sugiere implementar se ubica en la ciudad de Quevedo, capital del cantón del mismo nombre, perteneciente a Los Ríos, donde por su ubicación y sistema vial, acoge a una apreciable población flotante, además de que la provincia es una de las más densamente pobladas del país.

6.7. FACTIBILIDAD

Teniendo en cuenta el interés mostrado en el contexto de las familias que consumen agua de la red o pozos, así como el relativamente bajo costo de implementación, se estima que la propuesta, como lineamiento alternativo, es factible.

6.8. PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo para la implementación de la propuesta se muestra en la tabla. En el mismo se plantean las actividades, los objetivos que persiguen, sus momentos de inicio y terminación, sus responsables y sus costos. Nótese que el costo total estimado de implementación de la presente propuesta es de USD 5.630,00 para cada sitio de investigación sin considerar la adquisición de los equipos que serán considerados por el EMAPA Quevedo.

6.9. ACTIVIDADES

A continuación se desarrolla la tabla donde se expone el presupuesto total de la inversión por el tratamiento.

Tabla 30. Plan de trabajo de la propuesta para la implementación de una planta de tratamiento.

ACTIVIDADES	OBJETIVOS	FECHAS		RESPONSABLES	COSTOS (USD)
		Inicio	Terminación		
Diseño del sistema.	Diseñar el sistema	Marzo / 2015	Mayo / 2015	Ing. Químico	1500,00
Estudio del mercado para adquisición de productos para desinfección de agua	Estudiar la forma más factible de obtención de productos.	Junio / 2015	Junio / 2015	EMAPQ	1000,00
Adquisición del producto	Adquirir el producto	Julio / 2015	Julio / 2015	Personal especializado designado.	1.280,00
Adquisición de los equipos, materiales y accesorios necesarios según diseño.	Adquirir los equipos, materiales y accesorios necesarios según diseño.	Setp. / 2015	Oct. / 2015	Personal especializado designado.	950,00
Implementación del tratamiento.	Implementar el tratamiento.	Oct. / 2015	Oct. / 2015	Ing. Químico, Mecánico	2.000,00
Puesta en marcha del tratamiento.	Poner en marcha el tratamiento	Nov. / 2015	Nov. / 2015	Ing. Químico	2.200,00
Evaluación de la eficiencia del tratamiento.	Evaluar la eficiencia del tratamiento	Dic. / 2015	Dic. / 2015	Ing. Químico	1.700,00
COSTO ESTIMADO TOTAL					10.630,00

6.9.1. Protección de la calidad del agua

Prevenir la contaminación del agua subterránea es la mejor manera de mantener el agua de su pozo limpia. Generalmente, el agua subterránea se mueve lentamente, por ende, cualquier contaminación puede tomar décadas para que se limpie en forma natural. La capa de suelo entre la superficie y el agua subterránea provee cierta protección, pero no es un filtro perfecto. Entre más suelo exista entre el pozo y las posibles actividades que puedan contaminar el agua del pozo mejor. Sobre todo si accidentalmente se presenta un derrame. Las agencias locales de salud pueden legalmente estipular estas distancias.

La USEPA recomienda que los dueños de pozos privados establezcan una “zona de protección” alrededor de su pozo. Esta zona deberá ser considerada inaccesible para guardar, mezclar, esparcir, derramar, enterrar o remover cualquier compuesto contaminante que pueda perjudicar la fuente de abastecimiento. Verifique con su agencia local, si existe alguna ordenanza específica que estipule las distancias para fosas sépticas, corrales de animales, y/u otro tipo de servicios.

6.9.2. Protección de pozos de agua

Solamente las instalaciones de bajo impacto, como una casa, áreas recreativas, o al aire libre, deberán de localizarse a 50 pies del pozo. No mezcle o almacene ningún material que pueda contaminar su agua de abastecimiento a una distancia de 50 pies de su pozo. Actividades de mediano o alto impacto solo deberán de realizarse a distancias seguras.

- Los sistemas sépticos o los corrales para animales deberán de tener un mínimo de 100 pies de distancia del pozo.
- No almacene o mezcle pesticidas, fertilizantes, productos para el césped, pinturas, productos de limpieza, gasolina, generadores de gasolina o residuos de aceites automotrices cerca del pozo.
- No se deshaga o tire materiales peligrosos (incluye algunos tipos de limpiadores domésticos, pinturas, removedores de pinturas, residuos del taller mecánico y pesticidas) en los sistemas sépticos – estas sustancias no son tratadas típicamente en estos sistemas, y pueden

fácilmente movilizarse a las aguas subterráneas. Disponga de todos sus materiales peligrosos en un centro de recolección designado para ello.

- Los sistemas sépticos deberán de estar localizados a un mínimo de 100 pies gradiente abajo de la fuente de abastecimiento de agua potable.
- Inspeccione su pozo por lo menos una vez por año, asegúrese que no tenga grietas en la cabeza o sellado del pozo, o ningún otro tipo de aberturas que puedan provocar una contaminación del agua. Si se presenta algún problema, llame a un contratista con licencia del estado para que lo repare

6.10. RECURSOS

Entre los recursos humanos y materiales necesarios para la implementación de la propuesta, se necesita contar con unos 5.630,00 USD (costo estimado). Será necesario acudir al GAD Municipal de Quevedo para poder cubrir con la cifra antes calculada.

6.11. IMPACTO

El impacto que tendrá la propuesta se materializará en la mejoría de la calidad de vida de la población bajo estudio, por cuanto no padecerán de los inconvenientes relatados en diferentes partes de este informe, particularmente con respecto al riesgo de enfermedades asociadas con la ingestión de agua contaminada, que si bien es cierto que son necesarios en ciertas cantidades, también lo es el hecho de que si se sobrepasan ciertos límites, pudiera ser contraproducente para la salud de las personas, e incluso animales.

6.12. EVALUACIÓN

La evaluación de la propuesta se realizará periódicamente mediante el cálculo de la eficiencia del sistema de tratamiento, realizando las correcciones que sean necesarias para que el líquido vital mantenga inocuidad y si existieran elementos dañinos en ella, no excedan los límites establecidos por la normativa vigente.

BIBLIOGRAFÍA

- Arizabalo, R., y Díaz, G. 2010. La contaminación del agua subterránea y su transporte en medios porosos. (UNAM, Ed.) Madrid. Pág. 152
- Butricio, F; Muñoz, A; Sáenz, R., y Sosa, H. 2007. La experiencia del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente en educación continua. La experiencia del CEPIS, 50-62. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/012942/012942.pdf>
- Campos, I. 2000. Saneamiento Ambiental. (EUNED, Ed.) San José, Costa Rica. Pág. 126
- Cárdenas, G., y Cárdenas, J. 2006. Agricultura, urbanización y agua. (9. ISBN 9292481118, Ed.) Barcelona. Pág. 456
- Constitución de la Republica. 2008. Constitución de la Republica: www.cicad.oas.org. Obtenido de [www.cicad.oas.org: http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/PDF/EC/constitucion.pdf](http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/PDF/EC/constitucion.pdf)
- Fernández, E. 2006. Técnicas de tratamiento de suelo y acuífero (S.A.T) aplicadas a la Gestión de la recarga artificial. (E. F. Escalante, Ed.) Madrid, España. Pág. 189
- Fundación Educacional ORACLE. 2006. Fundación Educacional ORACLE: www.oracle.com. Obtenido de [www.oracle.com: http://www.oracle.com/us/corporate/citizenship/education/education-foundation/index.html](http://www.oracle.com/us/corporate/citizenship/education/education-foundation/index.html)
- Galarza, G. 2001. Las caras del agua subterránea. (IGME, Ed.) Madrid. Pág. 236
- Grupo Químico Marcos, 2014. Laboratorio de Ensayos, disponible en www.grupoquimicomarcos.com
- INEC, 2013. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en la provincia de Los Ríos. Disponible en www.inec.gob.ec
- Ingraham, J., y Ingraham, C. 1998. Introducción a la Microbiología (Ilustrada ed.). (H. Prentiss, Ed.) Barcelona, España. Pág. 356
- Kobr, M; Huizar, R., y Campos, O. 2005. Evaluación Hidrogeológica de Pozo a través de Registros Geofísico. (UNAM, Ed.) Naucapales de Juárez. Pág. 147
- Ley de Aguas. 2014. Ley de Aguas: www.agua.gob.ec. Obtenido de [www.agua.gob.ec: http://www.agua.gob.ec/ley-de-aguas/](http://www.agua.gob.ec/ley-de-aguas/)
- Lyon, R. 1991. Normativa General de instalaciones públicas y domiciliarias. Agua potable alcantarillado electricidad Gas. (E. J. Chile, Ed.) Santiago, Chile. Pág. 214
- Manahan, S. 2007. Introducción a la Química Ambiental. (Reverte, Ed.) Barcelona. Pág. 365

- Martínez, C., y García, A. 2009. Perímetro de protección para captaciones de agua subterránea destinada al consumo humano. Metodología y aplicación al territorio. (IGME, Ed.) Madrid, España. Pág. 458
- Nemerow, N., y Dasgupta, A. 1998. Tratamiento de vertidos industriales y peligros (Ilustrada ed.). (E. D. Santos, Ed.) Madrid, España. Pág. 125
- Ramalho, R. 2009. Tratamiento de aguas residuales. Sevilla, España: Ilustrada, reimpresa. Pág. 187
- Rodríguez, L. 2009. Elementos para el proyecto de drenaje. (O. d. Alimentación, Ed.) Roma, Italia. Pág. 57
- Sánchez, A. 2010. Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable. México, México. Pág. 325
- Schoendube, B; Duran, J; Sánchez, M., y Torres, A. 2002. Los estudio del agua en la cuenca. (A. p. urbano, Ed.) Lerma - Chapala, Santiago. Pág. 236
- Texto Unificado de Legislacion Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS). 2003. (TULAS): www.quitoambiente.gob.ec. Obtenido de www.quitoambiente.gob.ec:
http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php?option=com_k2&view=item&id=125%3Atexto-unificado-de-legislaci%C3%B3n-ambiental-secundaria-del-ministerio-de-ambiente-tulas&lang=es
- Uri, H. 2007. Curso de introducción a las ciencias físicas. Barcelona, España. Pág. 562
- Water Boards. 2010. Calidad de agua: [www.waterboards](http://www.waterboards.ca.gov/gama/docs/wellowner_guide_sp.pdf). Obtenido de [www.waterboards](http://www.waterboards.ca.gov/gama/docs/wellowner_guide_sp.pdf):
http://www.waterboards.ca.gov/gama/docs/wellowner_guide_sp.pdf

ANEXOS

ANEXO 1.- Cuestionario sobre la calidad del agua de los pozos de la ciudad de Quevedo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAGÍSTER EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

INVESTIGADOR: Ing. For. Renato Fabián Baque Mite

1.- ¿Cómo considera la calidad del agua que consume?

☐	Excelente
☐	Muy buena
☐	Buena
☐	Regular
☐	Mala

2.- ¿Qué sabor posee el agua que llega a su hogar?

☐	Excelente
☐	Muy buena
☐	Buena
☐	Regular
☐	Mala

3.- ¿Cómo considera el color que tiene el agua que llega a sus hogares?

☐	Excelente
☐	Muy buena
☐	Buena
☐	Regular
☐	Mala

4.- ¿Cómo considera el olor del agua que consume?

☐	Excelente
☐	Muy buena
☐	Buena
☐	Regular
☐	Mala

5.- ¿Cómo es la frecuencia de abastecimiento del agua en su hogar durante la semana?

☐	Excelente
☐	Muy buena
☐	Buena
☐	Regular
☐	Mala

6.- ¿Cómo es la salud de su familia debido al uso de agua potable?

☐	Excelente
☐	Muy buena
☐	Buena
☐	Regular
☐	Mala

7.- ¿Cómo considera la idea de la una planta potabilizadora de agua, ayudaría al buen vivir del sector don vive?

☐	Excelente
☐	Muy buena
☐	Buena
☐	Regular
☐	Mala

8.- ¿El agua que llega su vivienda muestra sedimentos de color anaranjado, rojizo y café?

a) Si ☐

b) No ☐

9.- ¿Es reciente la construcción de la estación de bombeo en la parroquia?

c) Si ☐

d) No ☐

10.- ¿conoce si la estación de bombeo de su parroquia se realiza el debido tratamiento del agua?

e) Si ☐

f) No ☐

ANEXO 2.- Guía de observación directa para pozos profundos estación de bombeo y su relación con fosas sépticas existentes en la ciudad del cantón Quevedo.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAGÍSTER EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

INVESTIGADOR: Ing. For. Renato Fabián Baque Mite

ÍTEM No.	ÍTEM	EVALUACIÓN			
		EXC.	BUENO	REG.	MALO
1.	ASPECTO DEL POZO				
2.	LIMPIEZA DEL POZO ALREDEDOR DE EL				
3.	POSEE CERCADO PERIMETRAL				
4.	ESTADO DE LA TAPA PROVISORIA				
5.	POSEE MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA EVITAR LA DESTRUCCIÓN DEL MISMO POR EL USO CONTINUO DEL MISMO				
6.	ESTADO DEL TUBO PROTECTOR DE LA TAPA				
7.	ESTADO DE LA ESTRUCTURA DEL POZO				
8.	EL POZO CUMPLIÓ CON SU VIDA ÚTIL				
9.	LA DEPRESIÓN EN EL SUELO ALREDEDOR DE LA CAMISILLA O TUBO PROTECTOR DEL POZO ES LA ADECUADA				
10.	POSEE GRIETAS EN LA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO				
11.	EXISTE PERDIDA DEL TAPÓN Y OTROS ORIFICIOS EN LA CABEZA DEL POZO				
12.	LOCALIZACIÓN DEL POZO. CERCA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO				
13.	LOCALIZACIÓN DEL POZO: ÁREAS AGRÍCOLAS				
14.	LOCALIZACIÓN DEL POZO. CUESTA ABAJO O PENDIENTE BAJA DE LA FUENTE DE CONTAMINACIÓN				
15.	LOCALIZACIÓN DEL POZO: ANIMALES EN CORRALES				
16.	LOCALIZACIÓN DE POZOS: ALMACENAMIENTO DE SUBSTANCIAS TÓXICAS				
17.	EXCESO DE VEGETACIÓN ALREDEDOR DE LA CABEZA DEL POZO				
18.	ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO 0 – 50 METROS DEL POZO (PRESENCIA DE FOSAS SÉPTICAS)				
19.	ACTIVIDADES DE MEDIANO IMPACTO 50 – 100 METROS DEL POZO (PRESENCIA DE FOSAS SÉPTICAS)				
20.	ACTIVIDADES DE ALTO IMPACTO A MÁS DE 100 METROS DEL POZO (PRESENCIA DE FOSAS SÉPTICAS)				
21.	MANTENIMIENTO DEL POZO				
22.	PROTECCIÓN EN GENERAL DEL POZO				

ANEXO 3.- Fotos del proceso



Foto 1. Toma de muestra de agua de pozos de extracción



Foto 2. Encuesta a los habitantes de las parroquias de Quevedo

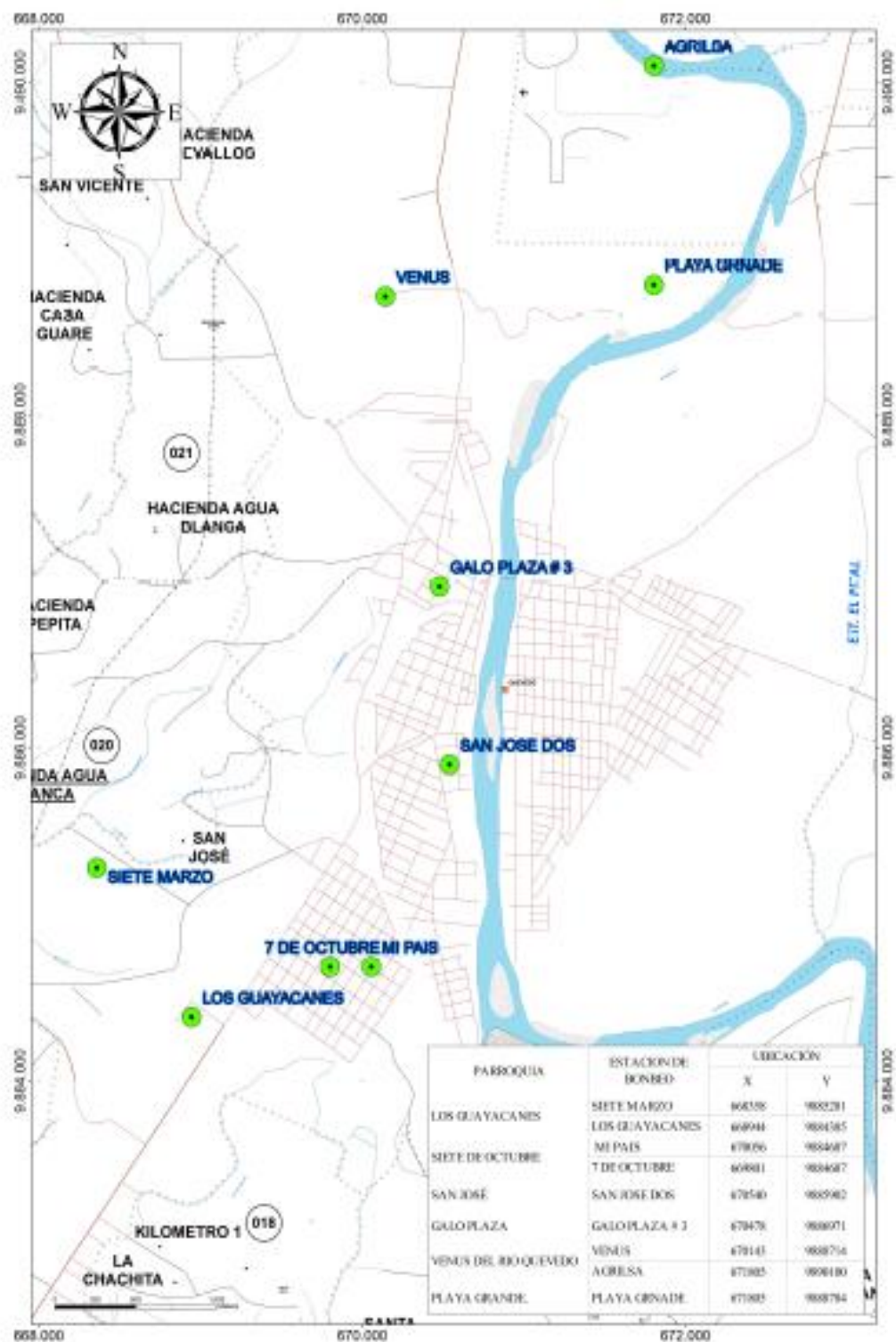


Foto 3. Análisis de laboratorio



Foto 4. Lugares de muestreo

ANEXO 4.- Mapa de los sitios de muestreo



ANEXO 5.

CERTIFICADO URKUND

Quevedo, Marzo 17 de 2015

Dr.
Eduardo Díaz Ocampo. Msc
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE POSGRADO DE LA UTEQ
En su despacho.

De mi consideración.-

Por medio de la presente me permito certificar, que Ing. For. **Renato Fabián Baque Mite**, estudiante de la de Maestría Desarrollo y Medio Ambiente Tercera Promoción. Una vez que se revisó la tesis titulada **SISTEMA INTERACTUANTE ACUÍFERO – FOSAS SÉPTICAS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE POZOS DESTINADA AL CONSUMO DE LA EMAPA QUEVEDO. AÑO 2014 PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO**. Tengo a bien informar que se realizó la revisión respectiva por medio del sistema Urkund con un porcentaje favorable del 5%: cumpliendo con el reglamento de Graduación de Estudiantes de Pregrado y la Normativa establecida por la Universidad.

Por la aprobación que se sirva dar a la presente, quedo ante usted muy agradecido.

Atentamente,

Ing. agro. Raúl Quijije Pinargote. M.sc.
DIRECTOR DE TESIS
CC. Archivo

Se adjunta imagen del sistema Urkund

URKUND

Document: [R ENATO BAQUE TESIS FINAL \(06-01-15\)-1.pdf \(D12818117\)](#)

Submitted: 2015-01-08 09:12 (-05:00)

Submitted by: rbaque@uteq.edu.ec

Receiver: rquijije.uteq@analysis.orkund.com

Message: tesis Renato [Show full message](#)

5% of this approx. 40 pages long document consists of text present in 6 sources.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: R ENATO BAQUE TESIS FINAL (06-01-15)-1.pdf (D12818117)

Submitted: 2015-01-08 15:12:00

Submitted By: rbaque@uteq.edu.ec

Sources included in the report:

RENATO BAQUE.pdf (D10042861)

TESIS ACTUALIZADA JESSICA OLARTE 12 OCTUBRE.docx (D11787138)

TESIS EDDIN PLUAS.doc (D12824671)

TESIS VICTOR MARTINEZ.docx (D12831805)

<http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/InformeCrecult2.pdf>

<http://sitio.havoc-lab.com/index.php/servicios>

Instances where selected sources appear:

25