



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Proyecto de Investigación previo a la obtención  
del título de Ingeniero en Gestión Ambiental.

**TEMA:**

**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO  
HUMANO EN SECTORES RURALES DEL CANTÓN QUEVEDO**

**AUTOR:**

López Rodríguez Medardo Rolando

**DIRECTORA DE TESIS:**

Ing. María Lorena Cadme, M.Sc.

**2019**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, López Rodríguez Medardo Rolando, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente prestado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

López Rodríguez Medardo Rolando

C.C # 171750176-9

# CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



## UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Telefax: (593-05) 759291  
Telf. UTEQ: (593-05) 750320 – 751430

Casillas: Guayaquil 10672 – Quevedo 73  
Km. 1.5 vía a Santo Domingo  
Quevedo – Los Ríos - Ecuador

Quevedo, 15 de Mayo del 2019

Ingeniera

Mariela Díaz Ponce

**COORDINADORA DE CARRERAS DE INGENIERIA Y LICENCIATURA EN  
GESTIÓN AMBIENTAL**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Presente.-

De mi consideración:

El suscrito, **Ing. María Lorena Cadme, MSc.**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el proyecto de investigación del estudiante **LÓPEZ RODRÍGUEZ MEDARDO ROLANDO**, con el tema “**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN SECTORES RURALES DEL CANTÓN QUEVEDO**” obtuvo un porcentaje de 9% en el análisis de URKUND. Por lo cual solicito se prosiga con los trámites pertinentes para solicitar **TRIBUNAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**.

Atentamente,

Ing. María Lorena Cadme, MSc  
**DIRECTORA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

# CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO CADÉMICO



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Telefax: (593-05) 759291  
Telf. UTEQ: (593-05) 750320 – 751430

Casillas: Guayaquil 10672 – Quevedo 73  
Km. 1.5 vía a Santo Domingo  
Quevedo – Los Rios - Ecuador

## Urkund Analysis Result

Analysed Document: tesis Rolando 16 de Mayo del 2019 MLC.docx (D52191827)  
Submitted: 5/16/2019 6:01:00 PM  
Submitted By: mcadme@uteq.edu.ec  
Significance: 9 %

### Sources included in the report:

Tesis leyber.docx (D50497420)  
<http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/322/1/T-SENESCYT-0092.pdf>  
<https://www.monografias.com/trabajos93/uso-y-manejo-inadecuado-del-agua-vida-diarria/uso-y-manejo-inadecuado-del-agua-vida-diarria.shtml>  
[https://www.researchgate.net/publication/249314557\\_AFECTACIONES\\_A\\_LA\\_CALIDAD\\_DEL\\_AGUA\\_EN\\_EL\\_NORTE\\_DE\\_LA\\_PROVINCIA\\_DE\\_ESMERALDAS\\_PRODUCTO\\_DE\\_LA\\_MINERIA\\_AURIFERA\\_ILLEGAL\\_EN\\_EL\\_AÑO\\_2011](https://www.researchgate.net/publication/249314557_AFECTACIONES_A_LA_CALIDAD_DEL_AGUA_EN_EL_NORTE_DE_LA_PROVINCIA_DE_ESMERALDAS_PRODUCTO_DE_LA_MINERIA_AURIFERA_ILLEGAL_EN_EL_AÑO_2011)  
<https://www.institucioneducativa.info/dre/dre-la-libertad/jardin-salesiano-san-carlos-84035/>  
<https://agua.org.mx/biblioteca/contaminacion-quimica-del-agua/>  
<http://www.icarito.cl/2009/12/39-8561-9-2-la-contaminacion.shtml/>  
<https://www.monografias.com/trabajos81/la-contaminacion-ambiental-dos/la-contaminacion-ambiental-dos2.shtml>

### Instances where selected sources appear:

25



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

**“CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO  
HUMANO EN SECTORES RURALES DEL CANTÓN QUEVEDO”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de  
Ingeniera en Gestión Ambiental.

Aprobado por:

---

**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Dra. Betty Gonzales Osorio**

---

**Ing. Julio Pazmiño**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DEL**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

---

**Blgo. Juan Pablo Urdánigo**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DEL**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR**  
**2018-2019**

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, agradezco infinitamente a mi bella madre, Mireya de Fátima Rodríguez Cedeño que con su amor incondicional, apoyo moral y ayuda económica fue parte importante para poder alcanzar este objetivo.*

*A mí esposa Elizabeth Núñez, porque estuvo presente en todo este tiempo que he cursado mis estudios, brindándome su amor y paciencia que fueron fundamentales en el logro de mis metas y sobre todo porque ella me hizo inmensamente feliz al darme lo más bello que un hombre puede recibir, mi hija Alejandra.*

*Agradezco también a mi padre Medardo Ángel López Puertas, a mis hermanas Vanessa López Rodríguez y Tania López Rodríguez, que también formaron parte de este proceso estudiantil porque de ellos recibí sabios consejos y aliento para no desmayar en el curso de mi carrera.*

*También quedan los buenos docentes que con su entrega y amor por la enseñanza fueron parte importante en el desarrollo de mis habilidades como futuro profesional, a la Ing. Guadalupe Murillo vicerrectora académica y a la Ing. Mercedes Carranza Patiño decana de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Ambientales, por su apoyo brindado.*

*Por último, doy las gracias de la forma más entrañable y sincera a mi tutora de tesis, Ing. María Lorena Cadme, Ms.C., quien por su entrega y amor al trabajo que desempeña pudo impartirme sus conocimientos y apoyo total en la elaboración de esta tesis.*

*Rolando*

## **DEDICATORIA**

*Dedicado a las dos personas más importantes en mi vida, mi amada madre Mireya de Fátima Rodríguez Cedeño y a mi amada hija, Alejandra López Núñez que es la mujer que me ha inspirado desde que nació a ser mejor persona día a día.*

**Rolando**

## RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo se realizó la caracterizó la calidad del agua subterránea de los pozos profundos de abastecimiento para consumo humano localizados en las parroquias San Carlos y La Esperanza, pertenecientes al cantón Quevedo. La población refiere un difícil acceso y que el agua es de mala calidad. El análisis de vulnerabilidad informa que el agua de los pozos de la parroquia San Carlos mantiene una vulnerabilidad moderada y los pozos de la parroquia La Esperanza una vulnerabilidad alta. Los análisis de calidad del agua indican que los valores reportados en el año 2014 son inferiores a los obtenidos en el año 2019 y una mayor presencia de manganeso en los cuatro pozos estudiados. Se plantea algunos lineamientos del plan socio-ambiental y las estrategias pertinentes que deben ser promovidas para disminuir los niveles de contaminación del agua de pozos profundos.

**Palabras clave:** mitigar, límites permisibles, hidromorfológicas, antropogénica.

## **ABSTRACT**

In this work, the quality of the groundwater of the deep wells for human consumption located in the San Carlos and La Esperanza parishes, belonging to the Quevedo canton, was characterized. The population refers to difficult access and that the water is of poor quality. The vulnerability analysis reports that the water from the wells of the San Carlos parish maintains a moderate vulnerability and the wells of the La Esperanza parish a high vulnerability. The water quality analyzes indicate that the values reported in 2014 are lower than those obtained in 2019 and a higher presence of manganese in the four wells studied. Some guidelines of the socio-environmental plan and the pertinent strategies that must be promoted to reduce the contamination levels of deep well water are proposed.

**Keywords:** mitigate, permissible limits, hydromorphological, anthropogenic.

## ÍNDICE

PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	viii
ABSTRACT .....	ix
CÓDIGO DUBLIN .....	xv
<b>CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>0</b>
1. Introducción .....	1
1.1. Problematización .....	2
1.1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.2. Sistematización del problema. ....	3
1.1.3. Diagnóstico .....	3
1.1.4. Pronóstico. ....	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. General.....	4
1.2.2. Específicos .....	4
1.3. Justificación .....	4
<b>CAPITULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN....</b>	<b>5</b>
2.1. Marco teórico.....	6
2.1.1. Agua.....	6
2.1.2. Calidad del agua.....	6
2.1.3. Agua.....	6
2.1.4. El agua en la vida diaria.....	7
2.1.5. Aguas subterráneas .....	8
2.1.6. Tipos de contaminación del agua.....	10
2.1.7. Parámetros de análisis de la calidad del agua .....	10
2.2. Marco Legal.....	15
2.2.1. Título II Derechos. Capítulo Segundo. Derechos del Buen Vivir. ....	15
2.2.2. Legislación Local.....	17

<b>CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	27
3.1. Localización del Área de Estudio .....	28
3.2. Características Meteorológicas del cantón Quevedo .....	28
3.3. Tipo de investigación.....	29
3.3.1. Investigación explicativa. ....	29
3.3.2. Métodos de investigación. ....	29
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b> .....	35
4.1. Resultados .....	36
4.1.1. Características físicas y químicas del agua de los pozos profundos en relación al criterio de la población.....	36
4.1.2. Potencial de hidrógeno.....	45
4.1.3. Turbidez .....	46
4.1.4. Conductividad .....	47
4.1.5. Nitratos.....	47
4.1.6. Nitritos .....	49
4.1.7. Sulfatos .....	50
4.1.8. Hierro Total.....	51
4.1.9. Manganeso .....	52
4.1.10. Sólidos totales disueltos.....	53
4.1.11. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).....	54
4.1.12. Demanda química de oxígeno (DQO) .....	54
4.2. Lineamientos del plan socio-ambiental para promover estrategias que disminuyan los niveles de contaminación del agua de pozos profundos.....	56
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b> .....	58
5.1. Conclusiones.....	59
5.2. Recomendaciones .....	60
<b>Bibliografía</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>VI. ANEXOS</b> .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional. ....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional. ....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 3. Condiciones meteorológicas de Quevedo .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 4. Pesos relativos de los parámetros de DRASTIC .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 5. Población muestral de las zonas objeto de estudio. ....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 6. Materiales. ....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 7. Criterios de la calidad del agua para consumo humano .....</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico 1. Ubicación de pozos profundos en zonas rurales del Cantón Quevedo .....</b>	<b>28</b>
<b>Grafico 2. Sexo de la población encuestada en las parroquias rurales San Carlos y La Esperanza.....</b>	<b>38</b>
<b>Grafico 3. ¿Edad comprendida de la población encuestada?.....</b>	<b>39</b>
<b>Grafico 4. ¿Tiene acceso al agua? .....</b>	<b>40</b>
<b>Grafico 5. ¿Qué tipo de desagüe tiene en su domicilio?.....</b>	<b>40</b>
<b>Grafico 6. ¿Es eficiente el sistema de desagüe? .....</b>	<b>41</b>
<b>Grafico 7. ¿Ud. bebe el agua?.....</b>	<b>42</b>
<b>Grafico 8. ¿El pozo de abastecimiento de agua se encuentra cerca de zonas cultivadas? ..</b>	<b>42</b>
<b>Grafico 9. ¿Qué cultivos se mantienen en la zona? .....</b>	<b>43</b>
<b>Grafico 10. ¿El agua que llega a su domicilio presenta? .....</b>	<b>44</b>
<b>Grafico 11. ¿Valore la calidad del agua que consume? .....</b>	<b>44</b>
<b>Grafico 12. Comparativa de pH.....</b>	<b>46</b>
<b>Grafico 13. Comparativa de turbidez.....</b>	<b>47</b>
<b>Grafico 14. Comparativa de nitratos.....</b>	<b>48</b>
<b>Grafico 15. Comparativa de nitritos.....</b>	<b>49</b>
<b>Grafico 16. Comparativa de sulfatos. ....</b>	<b>51</b>
<b>Grafico 17. Comparativa de hierro total.....</b>	<b>52</b>
<b>Grafico 18. Comparativa de manganeso. ....</b>	<b>53</b>
<b>Grafico 19. Comparativa de sólidos totales disueltos.....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Mapa de vulnerabilidad de los pozos localizados en las parroquias La Esperanza y San Carlos .....</b>	<b>37</b>
--	-----------

## CÓDIGO DUBLIN

Título:	<b>Caracterización de la calidad del agua subterránea en pozos de abastecimiento para consumo humano en sectores rurales del Cantón Quevedo.</b>			
Autor:	<b>López Rodríguez Medardo Rolando</b>			
Palabras clave:	características hidromorfológicas	límites permisibles	mitigar	Antropogénica
Fecha de publicación:				
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2018.			
Resumen:	<p>En este trabajo se realizó la caracterizó la calidad del agua subterránea de los pozos profundos de abastecimiento para consumo humano localizados en las parroquias San Carlos y La Esperanza, pertenecientes al cantón Quevedo. La población refiere un difícil acceso y que el agua es de mala calidad. El análisis de vulnerabilidad informa que el agua de los pozos de la parroquia San Carlos mantiene una vulnerabilidad moderada y los pozos de la parroquia La Esperanza una vulnerabilidad alta. Los análisis de calidad del agua indican que los valores reportados en el año 2014 son inferiores a los obtenidos en el año 2019 y una mayor presencia de manganeso en los cuatro pozos estudiados. Se plantea algunos lineamientos del plan socio-ambiental y las estrategias pertinentes que deben ser promovidas para disminuir los niveles de contaminación del agua de pozos profundos.</p>			
Descripción:	67 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
URI:	<u>(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)</u>			

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1. Introducción**

El agua es un compuesto muy importante en la vida diaria, necesario para la subsistencia de todos los seres vivos. Para la mayoría de procesos industriales es el fluido de trabajo. Por ser el solvente universal es común encontrar en aguas superficiales y subterráneas un gran número de compuestos que en determinadas concentraciones pueden ser nocivos para la salud de los consumidores, además, puede contener microorganismos indeseables (1).

Forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también el agua es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo (2).

En los últimos años, el crecimiento demográfico y los procesos industriales han creado una fuerte demanda de agua de buena calidad, lamentablemente muchas fuentes de aguas superficiales se han contaminado y en la actualidad es necesario explotar las aguas subterráneas (1). Esta situación ha originado una crisis por el uso y posesión del recurso hídrico y el crecimiento económico ha reducido su calidad conllevando a una inestabilidad social que se complica aún más por los desastres ambientales que se han producido en los últimos tiempos, por lo que es necesario mantener un monitoreo constante de la calidad del agua. Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo (3).

La obtención de las aguas subterráneas constituye un conocido ejemplo de la problemática asociada a los bienes comunes, en los que la ausencia de exclusividad en el uso opera como un estímulo para alcanzar una tasa de explotación superior a la socialmente óptima. La reserva natural de agua subterránea del mundo, de la que dependen unos 2.000 millones de personas, se ha reducido de manera alarmante, los niveles de agua bajan unos tres metros cada año en la mayoría de países desarrollados y se encuentra en peligro constante como consecuencia del crecimiento de la población, el

desarrollo de las actividades agrarias y los asentamientos humanos en zonas no aptas para dicho propósito (4).

Asumiendo que el derecho humano al agua garantiza a todas las personas su acceso en cantidad suficiente, en condiciones de seguridad y aceptabilidad (5) y que el acceso a agua de calidad, es de vital importancia para todas las personas que la utilizan tanto en sus hogares como en la industria, ya que puede ocasionar severos daños a la salud de los consumidores o a los equipos industriales (1), es una obligación de los organismos gubernamentales e instituciones de educación superior promover investigaciones que permitan analizar la problemática y las consecuencias de la actividad antrópica para generar alternativas que disminuyan la afectación al ecosistema y aseguren la permanencia de este bien para brindar servicio a todas las comunidades (5).

Por ende, el monitoreo de la calidad del agua (MCA) es un tema que ha preocupado a gobiernos, sectores privados, universidades y comunidades alrededor del mundo. Considerables cantidades de tiempo, esfuerzo y dinero han sido empleados para controlar, proteger, administrar y restaurar los recursos de agua, reconociendo su importancia para la calidad del medio ambiente, el desarrollo económico y el bienestar social de un país (6).

En el Cantón Quevedo, se ha producido una constante lucha por los recursos limitados del líquido vital de calidad y es de suma importancia que se establezcan directrices que disminuyan los daños a la salud de los consumidores (4). En este trabajo se evalúan los principales factores que determinan la calidad del agua para consumo humano de la población rural, quedando como base para estudios más avanzados (1).

## **1.1.Problematización**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

Se ha informado que en las parroquias La Esperanza y San Carlos no existe una red de alcantarillado que brinde un excelente servicio y agua de calidad y la población es abastecida de este recurso por pozos profundos y someros, construidos por la I. Municipalidad del cantón Quevedo y de manera particular por la población, lo que ha generado malestar y reclamos por parte de la población. Además, el estudio de la calidad de agua de los pozos profundos liderado por el I. Municipio del cantón Quevedo refieren

valores elevados de algunos elementos que la constituyen, sin embargo, éstos se encuentran en los límites permisibles por la normativa ecuatoriana, por lo que se ha mantenido su distribución a la comunidad.

#### **1.1.2. Sistematización del problema.**

- ¿La población considera que las aguas de los pozos profundos permiten su uso para consumo humano?
- ¿El agua de pozos profundos cumple las características físicas y químicas, de acuerdo a los límites permisibles para consumo humano establecidos por la normativa ambiental?
- ¿Es necesario el diseño de un plan socio-ambiental para promover estrategias que motiven a la población y gobierno seccional disminuir los niveles de contaminación del agua de pozos profundos?

#### **1.1.3. Diagnóstico**

Existen reportes de altos niveles de contaminación en el agua del río Quevedo y los afluentes que lo alimentan, lo que permitiría considerar que las aguas de los pozos profundos han sido afectadas por procesos naturales (escorrentía y la lixiviación) y humanas (basura, descargas de aguas residuales, pozos sépticos y actividades agrícolas).

#### **1.1.4. Pronóstico.**

La limitada información de la calidad del agua obtenida de pozos profundos, que los reportes de los niveles de contaminación existente en el agua del río Quevedo y los afluentes que lo alimentan permite considerar que el agua de los pozos profundos se encuentra en algún nivel de contaminación y no cumplen los índices de calidad establecidos por la normativa nacional e internacional que permitan su uso para consumo humano (7), por lo que, de no realizarse estudios que identifiquen esta situación no se contará con información confiable que dirija estrategias para disminuir esta problemática, manteniendo con ello, la distribución de agua de mala calidad que afecta a la salud de la población que la utiliza para sus actividades diarias.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

Caracterizar la calidad del agua para consumo humano en sectores rurales del Cantón Quevedo.

### **1.2.2. Específicos**

- Diagnosticar las características físicas-químicas del agua de los pozos profundos en relación al criterio de la población.
- Determinar la calidad del agua de los pozos profundos de acuerdo a sus características físicas, químicas y biológicas.
- Diseñar los lineamientos del plan socio-ambiental para promover estrategias que disminuyan los niveles de contaminación del agua de pozos profundos.

## **1.3. Justificación**

La información bibliográfica refiere altos niveles de contaminación del agua del río Quevedo y los afluentes que lo alimentan, producto de la actividad agrícola, incremento de desechos domésticos, falta de un moderno sistema municipal de alcantarillado y saneamiento, entre otros, lo que puede incidir en la calidad del agua de los pozos profundos.

Además, no se han realizado estudios que refieran la situación actual de los pozos profundos y la calidad de agua que se obtiene para consumo humano de la población asentada en los sectores rurales. Para acrecentar más el problema no hay inversión eficiente en estudios ambientales por parte del Municipio de Quevedo.

Lo expuesto, hace necesario realizar un estudio que determine la percepción de la población en relación a la calidad del agua que reciben en sus domicilios, los estudios físicos, químicos y microbiológicos que identifique la calidad de esta agua y, un plan socio-ambiental que provea información técnica a los organismos seccionales para promover estrategias de control y uso adecuado con el fin de precautelarse este recurso con fines de consumo doméstico.

**CAPITULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco teórico**

### **2.1.1. Agua**

Según la Real Academia Española, el agua (del latín *agua*) es la “sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, es líquida, inodora, insípida, en pequeña cantidad incolora y verdosa o azulada en grandes masas. Es el componente más abundante en la superficie terrestre y más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y se encuentra en compuestos naturales, y como agua de cristalización en muchos cuerpos orgánicos e inorgánicos como los cristales” (7).

### **2.1.2. Calidad del agua**

La calidad del agua no es una característica absoluta sino más bien un atributo definido socialmente en función del uso que se le piense dar al líquido, se considera que el agua es de calidad cuando es apta para el consumo humano, es decir, cuando presenta ausencia de Coliformes totales y fecales, bacterias, así como minerales y metales pesados. Su afectación en la calidad radica por diversos factores como los usos de suelos, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da para ser nuevamente vertidas a los cuerpos de agua y la cantidad misma de esta en los ríos y lagos, ya que de esta depende su capacidad de purificación (7).

### **2.1.3. Agua**

El agua toma diferentes formas en la Tierra: vapor y nubes en el cielo, olas y témpanos de hielo flotante en el mar, glaciares en las montañas, acuíferos en el suelo, por nombrar algunos. A través de la evaporación, precipitación y escorrentía el agua se encuentra en continuo movimiento, fluyendo de una forma a otra en lo que es llamado el ciclo del agua. Debido a la gran importancia de la precipitación para la agricultura y la humanidad en general, recibe diferentes nombres en sus diferentes formas: mientras que la lluvia es común en la mayoría de los países del mundo, otros fenómenos resultan sorprendentes al verlos por primera vez: granizo, nieve, neblina o rocío por ejemplo. Cuando se iluminan, las gotas de agua en el aire pueden refractar los colores del arco iris.

De manera similar, la escorrentía ha jugado un papel importante en la historia: los ríos y la irrigación acarrean el agua necesaria para la agricultura. Los ríos y los mares ofrecen oportunidades para el viaje y el comercio. Por la erosión, la escorrentía tuvo un papel

importante en el moldeo del entorno, formando valles que proveen de tierra rica y suelo nivelado para el establecimiento de lugares poblados.

El agua también se infiltra en el suelo hasta los acuíferos. Esta agua subterránea fluye después hasta la superficie en bocas de agua y pozos naturales, o más espectacularmente en géiseres. Esta agua también se puede extraer artificialmente con norias y manantiales.

Porque el agua puede contener muchas sustancias diferentes, puede saber u oler de formas distintas. De hecho, el desarrollo de los sentidos permite evaluar la potabilidad del agua

#### **2.1.4. El agua en la vida diaria**

Todas las formas de vida conocidas dependen del agua. El agua es parte vital de muchos procesos metabólicos en el cuerpo. Cantidades significantes de agua son usadas durante la digestión de la comida. Sin embargo, algunas bacterias y semillas de plantas pueden entrar a un estado criptobiótico por un período de tiempo indefinido cuando se deshidratan, y vuelven a la vida cuando se devuelven a un ambiente húmedo.

Cerca del 72% de la masa libre de grasa del cuerpo humano está hecha de agua. Para su adecuado funcionamiento nuestro cuerpo requiere entre uno y tres litros de agua diarios para evitar la deshidratación, la cantidad precisa depende del nivel de actividad, temperatura, humedad y otros factores. El cuerpo pierde agua por medio de la orina y las heces, la transpiración y la exhalación del vapor de agua en nuestro aliento.

#### **Posibles soluciones para mejorar la disponibilidad del agua.**

Posibles soluciones para mejorar la disponibilidad del agua: producir más, distribuirla mejor y desperdiciarla menos. Hervirla y destilarla. Existen otras técnicas más avanzadas, como la ósmosis inversa.

**Mejor distribución:** La distribución del agua se lleva a cabo por medio de los sistemas de agua municipales o como agua embotellada. Algunos países tienen programas para distribuir el agua a los más necesitados libre de cargos. Cabe también resaltar la preocupación cada vez mayor por sustentar mecanismos de medición del agua que se consume en los países en desarrollo con el fin de tener un mayor control sobre su consumo y sobre el transporte del líquido elemento hacia los consumidores.

**Reutilización:** El agua (H<sub>2</sub>O) es la misma molécula, tanto en el agua potable como en las aguas servidas, la de las cloacas, para ser claros. La diferencia está, y no es poca cosa,

en las sustancias, orgánicas o inorgánicas disueltas y transportadas en suspensión por ésta. Por lo tanto, el agua puede ser en teoría, reutilizada infinitamente, y de hecho, en eso se basa justamente el "ciclo del agua". Por lo tanto, si el agua la devolviéramos a la naturaleza, en un estado de pureza suficiente para que los mecanismos naturales de depuración pudieran limpiarla, la disponibilidad del recurso hídrico mejoraría (8).

### **2.1.5. Aguas subterráneas**

Son las aguas que brotan o se filtran del subsuelo. Las aguas subterráneas provienen de la infiltración en el terreno de agua de lluvia, lagos y ríos, que después de pasar la franja capilar del suelo, circulan y se almacenan en formaciones geológicas porosas o fracturadas, denominadas acuíferos. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar millones de kilómetros cuadrados. El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece a una tercera parte de la población mundial, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación (5).

### **Contaminación del acuífero**

La mala calidad del agua subterránea puede ser debida a causas naturales o a la actividad humana. En general, al hablar de contaminación nos referiremos a esta última, por ejemplo, un vertido industrial. En muchas ocasiones, la distinción no es fácil, pues una actividad humana no contaminante (en general, los bombeos) altera un equilibrio previo, provocando el deterioro la calidad del agua subterránea. Hay grandes diferencias entre la contaminación de las aguas superficiales y de las aguas Subterráneas que hacen que la de éstas últimas sea más grave:

**En la detección.** En superficie, la contaminación es perceptible de inmediato, con lo que las posibles medidas de corrección pueden ponerse en marcha inmediatamente. En las aguas subterráneas, cuando se detecta el problema, pueden haber transcurrido meses o años.

**En la solución.** Las aguas de un río se renuevan con la rapidez de su flujo, de modo que, anulado el origen de la polución, en un plazo breve el cauce vuelve a la normalidad. En los acuíferos, como su flujo es tan lento y los volúmenes tan grandes, se necesita mucho

tiempo para que se renueve varias veces todo el agua contenida en él, e incluso entonces el problema persiste por las sustancias que quedaron adsorbidas en el acuífero (4)

**Pozos.** Es la forma tradicional para obtener agua subterránea. El agua se filtra a través de los poros de la tierra almacenándose y circulando por debajo del nivel del suelo. Dependiendo del estrato geológico a través del cual circula y de la profundidad al que lo hace, así será el trabajo que se haga para la obtención del agua; así pues un pozo puede ser simplemente excavado, clavado, perforado o barrenado (5).

**Constituyentes mayoritarios del agua.** Anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ), Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$  y Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).

El anhídrido carbónico disuelto en agua y los diversos compuestos que forma en ella juegan un papel importantísimo en la química del agua. El anhídrido carbónico se disuelve en el agua en función de su presión parcial [PC021 Una parte permanece en disolución en forma de gas, mientras otra reacciona con el agua para dar ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) que se disocia parcialmente para dar iones carbonato y bicarbonato. En aguas con pH inferior a 8.3 que son la mayoría de las aguas subterráneas naturales, la especie carbonatada dominante es el ión bicarbonato y en estas aguas la concentración de  $\text{HCO}_3^-$  suele variar entre 50 y 400 mg/l aunque, puede alcanzar valores de hasta 800 mg/l.

Concentraciones de hasta 1000 mg/l de  $\text{HCO}_3^-$  pueden encontrarse en aguas pobres en  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  o en las que se producen fenómenos de liberación de  $\text{CO}_2$  (p. e. reducción de sulfatos) en el acuífero. (9).

**Acuíferos libres.** Son aquellos en los que el nivel de agua se encuentra por debajo del techo de la formación permeable. Liberan agua por desaturación, es decir, el agua que ceden es la procedente del drenaje de sus poros.

**Acuíferos confinados.** Son aquellos cubiertos por una capa impermeable confinante. El nivel de agua en los acuíferos cautivos está por encima del techo de la formación acuífera. El agua que ceden procede de la expansión del agua y de la descompresión de la estructura permeable vertical, cuando se produce la depresión en el acuífero. También se les denomina acuíferos cautivos.

**Acuíferos semi-confinados.** Se pueden considerar un caso particular de los acuíferos cautivos, en los que muro, techo o ambos no son totalmente impermeables, sino que permiten una circulación vertical del agua. (10).

#### **2.1.6. Tipos de contaminación del agua.**

Según los estudios e investigaciones, se han determinado:

**Contaminantes líquidos.** Los contaminantes se pueden clasificar en sólidos, líquidos y gaseosos. Se descartan los generados por procesos naturales, ya que, por definición, éstos no contaminan (11).

**Contaminantes sólidos.** Arena, tierra, papeles, plásticos, arcillas y madera son algunos de los contaminantes que no son solubles y poseen sustancias tóxicas.

**Contaminantes físicos.** Afectan el aspecto del agua y cuando flotan o sedimentan interfieren con la flora y fauna acuática. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultados de las actividades del hombre, así como, espumas, residuos oleaginosos y el calor.

**2.1.7. Parámetros de análisis de la calidad del agua.** Según los estudios e investigaciones, se han determinado:

**Aspecto.** Es un análisis cualitativo que se califica de acuerdo a una apreciación general del sentido de la vista como: claro, ligeramente turbio y turbio. Significado sanitario: dicho aspecto permite una estimación rápida y sencilla de la aceptación del agua por el consumidor. Es deseable que el agua destinada para consumo humano posea un aspecto claro (12).

**Color.** El color del agua se debe a sustancias coloreadas existentes en suspensión o disueltas en ella: materias orgánicas procedentes de la descomposición de vegetales, así como de diversos productos y metabólicos orgánicos que habitualmente se encuentran en ellas. Además, la presencia de sales solubles de Fe y Mn (aguas subterráneas y superficiales poco oxigenadas) también produce un cierto color en el agua (7).

Significado sanitario: la determinación del color en los procesos de tratamiento del agua es importante, ya que la remoción del color es una función del tratamiento del agua, y por lo tanto la disminución del color es una medida de la eficiencia del proceso de la planta (13).

**Olor.** Los olores en el agua son debidos a muy pequeñas concentraciones de compuestos volátiles, algunos de los cuales se producen cuando se descompone la materia orgánica. La intensidad y lo ofensivo de los olores varía con el tipo; algunos son a tierra y moho, mientras que otros son putrefactos. En la mayoría de los casos, los olores indeseables en las aguas superficiales son producidos por el plancton, dado que estos organismos desprenden pequeños vestigios de aceites esenciales volátiles que confieren al agua olores dulzones, aromáticos, a pescado, etc., debido a las muy pequeñas concentraciones de las sustancias que producen olores; los procedimientos analíticos no son satisfactorios para su medición y tiene que confiarse en el sentido del olfato. Tiene importancia determinar este parámetro, ya que las características e intensidad del olor proporcionan una medida de la aceptación del agua del consumidor (14).

**Turbidez.** La turbidez en al agua se debe a la dispersión e interferencia de los rayos luminosos, que pasan a través de la misma como resultado de la presencia de materia orgánica e inorgánica finamente dividida, tal como: arcilla, barro, plancton y otros microorganismos. Significado sanitario: la medida de la turbiedad permite evaluar la eficiencia de los procesos de coagulación y filtración que realizan las plantas de tratamiento de agua, ya que la presencia de turbiedad en el agua, que ha sido coagulada y filtrada, indica una operación defectuosa. Una turbiedad que sea perceptible en el agua por el consumidor, puede ocasionar su rechazo. La turbiedad se expresa en Unidades de Turbiedad (UT) y cuando su determinación se realiza por nefelometría, la misma se expresa como Unidades de Turbiedad Nefelométricas (UTN). Límite máximo aceptable: 5 UTN Límite máximo permisible: 25 UTN (15).

**Temperatura.** Termodinámicamente se considera como una medida de la energía térmica del movimiento desordenado de las moléculas en una sustancia en equilibrio térmico. Significado sanitario: los efectos de la temperatura merecen consideración en los procesos de auto purificación natural, relacionada a la rápida estabilización de materia orgánica y al nivel de oxígeno disuelto. Permite ser un parámetro, por medio del cual se

normalizan numerosas pruebas físicas, químicas y biológicas. Límite máximo aceptable: 18-30° C Límite máximo permisible: No mayor de 34° C (15).

**Potencial Hidrógeno.** El potencial de hidrógeno se define arbitrariamente y por comodidad como el logaritmo de base 10 del inverso de la concentración del ión hidrógeno, y se emplea para expresar la actividad de este ión. La escala de pH varía de uno a 14 grados. Un pH de 7° C en el agua indica neutralidad. Un pH comprendido entre el valor neutro y 14° indica alcalinidad. Un pH comprendido entre uno y el valor neutro indica acidez. Significado sanitario: la importancia de la determinación de este parámetro radica en que la mayoría de las aguas naturales superficiales tienen valores de pH entre 5.5-8.6° C. La alteración excesiva fuera de estos límites puede indicar contaminación del abastecimiento de agua por algún desecho de tipo industrial. El Límite máximo aceptable: 6.5-8.5° de pH Límite máximo permisible: 6.5-9.2° de pH (13).

**Dureza total.** Es una característica del agua que representa la concentración total de calcio y magnesio, expresada como carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>). Significado sanitario: la presencia de dureza en el agua no afecta su calidad sanitaria; sin embargo es importante considerarla, ya que en ciertos casos dificulta la cocción de algunos alimentos y provoca la formación de incrustaciones en los utensilios de cocina (16).

**Contaminantes químicos.** Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo, como son los siguientes: sulfatos, nitratos, nitritos, hierro, manganeso, cloruros, etc (14).

**Hierro.** El agua natural contiene una variable cantidad de hierro, que puede presentarse en la forma de ión ferroso (Fe<sup>++</sup>) soluble o en la forma oxidada menos soluble como la del ión férrico (Fe<sup>+++</sup>). El hierro puede encontrarse en el agua debido a infiltraciones naturales de depósitos que contiene este material, o bien por afluentes de industrias que procesan hierro. Significado sanitario: no se conocen efectos perjudiciales a la salud por tomar aguas que contengan hierro, aunque en cantidades excesivas causa manchas en la ropa o utensilios de porcelana, provoca depósitos y proliferación de ferro bacterias, de color y turbiedad al agua, produce sabores metálicos y, en general, le da un aspecto desagradable e inapropiado para ciertos usos (7).

**Manganeso.** El manganeso se encuentra presente en el agua regularmente en la forma del ión ( $Mn^{++}$ ), aunque se puede presentar en forma de complejos solubles o partículas suspendidas en varios estados de oxidación. Significado sanitario: la presencia de manganeso en las aguas de suministro público presenta variados problemas: puede dar sabores desagradables en combinación de bebidas como el café o el té, así como manchas en la ropa, similar a las del hierro, excepto que las manchas son más oscuras y con frecuencia más persistentes (12).

**Nitritos.** Los nitritos pueden formar sales o éster a partir del ácido nitroso ( $HNO_2$ ). En la naturaleza los nitritos aparecen por oxidación biológica de las aminas y del amoníaco o por reducción del nitrato en condiciones anaeróbicas.

**Nitratos.** El nitrato es uno de los más frecuentes contaminantes de aguas subterráneas en áreas rurales. Debe ser controlado en el agua potable principalmente porque niveles excesivos pueden provocar metahemoglobinemia, o “la enfermedad de los bebés azules”. Aunque los niveles de nitratos que afectan a los bebés no son peligrosos para niños mayores y adultos, sí indican la posible presencia de otros contaminantes más peligrosos procedentes de las residencias o de la agricultura, tales como bacterias o pesticidas (14).

**Sulfatos.** Los sulfatos se pueden encontrar presentes en el agua natural, en un amplio rango de concentraciones. Las aguas provenientes de minas o afluentes industriales frecuentemente contienen altas concentraciones de sulfato, debido a la oxidación de la pirita y el uso del ácido sulfúrico. Significado sanitario: la presencia en exceso de sulfatos en el agua de suministro público obra como purgante; es decir, tiene efectos laxantes. Por otra parte, tiene efectos corrosivos en los materiales, que regularmente se utilizan en la fabricación de tuberías y piezas de equipo (13).

**Cloruro sódico.** La intrusión salina en los acuíferos puede dar lugar a altos niveles  $NaCl$  en el agua subterránea. Los problemas se presentan en zonas donde las rocas son muy permeables y donde hay un bajo gradiente hidráulico. El problema puede exacerbarse por pozos de extracción de agua subterránea cerca de la costa (4).

**Contaminantes orgánicos.** También son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo.

Son desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc (17).

**Contaminantes biológicos.** Incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades, algas y otras plantas acuáticas. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua (18).

**Coliformes fecales.** Básicamente lo forman las bacterias escherichia-coli y enterobacter aerogenes. El grupo Coliformes se divide a su vez en dos; si el grupo está formado por las bacterias anteriormente mencionadas, se denomina grupo Coliformes total. Si el grupo está formado únicamente por la bacteria escherichia-coli, se denomina grupo Coliformes fecal. Entre las principales características del grupo Coliformes tenemos: a) Bacilos aerobios a anaerobios facultativos. b) No esporulados. c) Gram-negativos. d) Fermentan la lactosa con producción de ácido y gas de 24 a 48 horas a las temperaturas siguientes:  $35 \pm 0.2^\circ \text{C}$  para el grupo Coliformes total  $45 \pm 0.5^\circ \text{C}$  para el grupo Coliformes fecal (19).

La vulnerabilidad intrínseca se puede determinar mediante el índice de vulnerabilidad de acuíferos o método DRASTIC; como resultado de la evaluación de la vulnerabilidad se obtienen mapas con zonas de mayor o menor susceptibilidad a la contaminación, este concepto se basa en que ciertas áreas por las propiedades físicas de su entorno proporcionan una mayor protección o atenuación (20).

Para la aplicación de este método se recopiló información necesaria para evaluar la unidad hidrogeológica considerando las siete variables establecidas por esta metodología. A su vez, el modelo DRASTIC permite desarrollar estudios sobre aguas subterráneas, conociendo las condiciones actuales del recurso en términos intrínsecos como la litología, topografía, características de la zona vadosa, profundidad, recarga neta, tipo de suelo y conductividad hidráulica definiendo un índice de vulnerabilidad frente a contaminación al cual se encuentran expuestas las aguas subterráneas, permitiendo a la comunidad desarrollar planes de ordenamiento territorial orientados a preservar los recursos naturales

y estar en armonía entre desarrollo social y económico respecto las condiciones del entorno.

Esto permite definir medidas a ser adoptadas para la preservación y cuidado de las aguas subterráneas, la planeación de proyectos encaminados a la sostenibilidad y definir requerimientos necesarios para realizar estudios de impacto ambiental en lugares definidos como zonas de alto riesgo.

## **2.2. Marco Legal.**

### **2.2.1. Título II Derechos. Capítulo Segundo. Derechos del Buen Vivir.**

#### **Sección Primera: Agua y Alimentación**

- **Art. 12.-** 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.

#### **Sección Segunda: Ambiente Sano**

- **Artículo 14.-** 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.

#### **a) Ley de prevención y control de la contaminación. Capítulo II de la prevención y control de la contaminación de las aguas.**

**Art. 16.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

**Art. 17.-** El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en coordinación con los Ministerios de Salud y del Ambiente, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de 13 líquidos residuales, de acuerdo con la calidad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

**Art. 18.-** Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijarán el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

**Art. 19.-** Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, también, están facultados para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta ley.

**b) Ley de aguas. De la conservación y contaminación de las aguas**

Codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de mayo del 2004.

**Capítulo I. De la conservación**

**Art. 20.-** A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes.

**Art. 21.-** El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio. El recurso hídrico en las comunidades del Cantón debe ser conservado y protegido debido a que a futuro el caudal disminuirá perdiendo las cuencas hidrográficas; y así los usuarios no tendrán líquido vital para su subsistencia.

**Capítulo II. De la contaminación**

**Art. 22.-** Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición. Los usuarios de las comunidades deben tener conciencia en que las vertientes y sitios aledaños a estas no son espacios de recreación para llevar a los animales domésticos a pastorear o beber; el recurso agua de las vertientes debe ser utilizado únicamente para el ser humano.

### **2.2.2. Legislación Local.**

#### **EL CONCEJO MUNICIPAL DE QUEVEDO**

Considerando:

Que, la Constitución Política del Estado en su artículo 86 manifiesta: el Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza;

Que, la Ley de Gestión Ambiental en su Art. 13 autoriza al Municipio el dictar políticas ambientales seccionales, con sujeción a la Constitución Política de la República y a la presente ley;

Que, de acuerdo a lo claramente establecido en la Ley de Régimen Municipal, en el Art. 164. literal j) es a la Municipalidad a quien le corresponde velar por la preservación del medio ambiente en general, así como proteger el derecho de los habitantes del cantón a poder disfrutar de un ambiente libre de contaminación y aprovechar a plenitud de las bondades de los recursos naturales, sin peligro de que afecte su salud;

Que, de acuerdo a lo previsto en el Art. 64, numeral 14 de la Ley de Régimen Municipal, es el Concejo a quien le compete aprobar las normas y condiciones a que se debe sujetar el uso de los servicios de alcantarillado y más servicios a cargo del Municipio;

Que, la contaminación ambiental afecta gravemente a la Ciudad de Quevedo de diferentes formas, alterando el normal desenvolvimiento de la vida de sus habitantes, e incluso deteriorando la calidad de los recursos naturales con que cuenta;

Que, es necesario crear las instancias legales apropiadas que permitan garantizar el cumplimiento de normas sanitarias indispensables de parte de los usuarios de los diferentes servicios a cargo de la Municipalidad; y,

En uso de las atribuciones que le confiere el Art. 64 numeral 1,

**Expide:**

La siguiente Ordenanza para la prevención y control de la contaminación ambiental en el Cantón Quevedo.

**Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas su CAPÍTULO VI**

**DE LA PROTECCIÓN DE LOS RÍOS Y DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

**Art. 16.-** El presente capítulo regula los mecanismos tendientes a prevenir y controlar la contaminación del Río Quevedo, los demás ríos con sus afluentes, de los acuíferos y, aguas subterráneas, por medio de los desechos que se descarguen en los mismos, dentro del Cantón Quevedo.

**Art. 17.-** Al tenor del artículo precedente, se sujetan al control de esta ordenanza todo desecho que se descarguen al río, consistente en excretas, residuos de agroquímicos, residuos industriales, lavado de vehículos, lavado de 20 ropa, desechos sólidos, desechos líquidos, desechos de materiales de construcciones, o afines y en general toda basura, que produzca contaminación a las aguas de los ríos, a sus riberas y aguas subterráneas.

Se entenderá por basura todo desperdicio o residuo de comidas preparadas, lavazas, papeles, y en general todo desperdicio animal, vegetal o mineral sin ninguna utilidad para el consumo humano.

**Art. 18.-** También se sujetan al control de este capítulo los diferentes establecimientos y la pesca utilizando elementos explosivos tóxicos; la instalación de establos para la crianza de ganado vacuno, caballar, porcino y o planteles avícolas en las riberas de los ríos.

**Art. 19.-** Está prohibido arrojar a los ríos:

1. Arrojar papeles y basuras al río.
2. Lavar ropa de uso humano en el río.
3. Poseer establos en las riberas del río.

4. Lavar vehículos en el cauce del río.
5. Hacer necesidades biológicas en las aguas del río o en sus riberas.
6. Lavar utensilios después de haber sido utilizados con agroquímicos.
7. Arrojar residuos de agroquímicos e hidrocarburos al río.
8. Arrojar desechos de construcción al río.
9. Arrojar animales domésticos muertos al río.
10. Utilizar tóxicos y explosivos para la pesca.
11. Los propietarios de estaciones de servicio comprendidas en ellas, las lavadoras y lubricadoras de vehículos que no tengan las trampas adecuadas que la técnica señale para evitar que las aguas contaminadas desemboquen en el cauce del río.
12. Arrojar o descargar desechos químicos, alimenticios o derivados de cualquier proceso industrial o comercial.

## **CAPÍTULO VII**

### **DE LA COMISIÓN DE PRESERVACIÓN Y CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE**

**Art. 20.-** La Comisión Especial de Preservación y Control del Medio Ambiente, verificará que la Sección de Medio Ambiente establezca el más estricto control técnico-administrativo para que los requisitos indicados en esta ordenanza sean fielmente cumplidos por los usuarios respectivos.

**Art. 21.** Se crea la Comisión Especial de Preservación y Control del Medio Ambiente, la misma que será integrada por:

- a. Un Concejal designado en el seno del Concejo, quien la presidirá;
- b. El Director Financiero del Municipio o su delegado, quien informará a la comisión sobre el destino de los recursos asignados para la protección del ambiente en el Cantón Quevedo;
- c. El Director de Obras Públicas o su delegado;
- d. El Director de Higiene; y,
- e. El Jefe de la Sección de Medio Ambiente, quien también actuará como Secretario.

**Art. 22.-** La ejecución de las acciones resueltas por la Comisión Especial de Preservación y Control del Medio Ambiente, así como el cumplimiento de las normas de esta ordenanza por parte de los habitantes de esta ciudad, estará bajo la responsabilidad de la Sección de Medio Ambiente del Departamento Municipal de Higiene.

**Art. 23.-.** Prohíbese la descarga de residuos líquidos que afecten al sistema de alcantarillado o los recursos naturales en general.

Toda descarga líquida proveniente de actividades industriales o comerciales antes de ser vertida a la red de alcantarillado o a los cursos de aguas, si fuera el caso deberán ser tratados previamente hasta que se sujete a las especificaciones mínimas establecidas por la autoridad competente.

**Art. 24.-** Si se comprobare que los residuos líquidos producidos por una determinada empresa son descargados sin, previo tratamiento a los cursos de aguas de los ríos, acuíferos o aguas subterráneas o a la red de alcantarillado y que esta acción los afecta y deteriora las condiciones normales de los mismos: se suspenderá el permiso de funcionamiento de las indicadas empresas hasta que se compruebe que se han establecido correctivos, a fin de que los residuos industriales sean tratados y se cumplan las especificaciones técnicas establecidas por la autoridad competente.

**Art. 25.-** En caso de reincidencia, la Sección de Medio Ambiente, podrá ordenar acciones como clausura definitiva de las actividades de la empresa o la reubicación de las mismas, hacia áreas apropiadas para la toma de acciones de tratamiento técnico de sus residuos.

**Art. 26.-** Comisión Especial de Preservación y Control del Medio Ambiente, emprenderá una campaña de educación, así como difusión a través de los medios de información indicando para conocimiento de los habitantes del cantón, los índices de contaminación registrados, ofreciendo sugerencias para precautelar la salud de todos y preservar el medio ambiente de la ciudad.

**Art. 27.-** La Municipalidad a través de la Comisión Especial de Preservación y Control del Medio Ambiente y con la participación directa de los diferentes departamentos municipales, establecerá y mantendrá los más apropiados controles de la contaminación en general por las industrias, comercio, personas naturales, etc., según las normas de

calidad de aire, agua, suelo, manejo y disposición de desechos sólidos establecidas por la autoridad competente.

**Art. 28.-** La Muy Ilustre Municipalidad del Cantón Quevedo, a través de la Comisión Especial de Preservación y Control del Medio Ambiente, proveerá y auspiciará la elaboración de proyectos y ejecución de obras que permitirán resolver problemas existentes, los mismos que por no haberlos resuelto oportunamente constituyen factores de contaminación.

**Art. 29.-** La Comisión Especial de Preservación y Control del Medio Ambiente, además de las facultades y atribuciones previstas en esta ordenanza tomará las acciones adecuadas, a fin de aprovechar de la manera más positiva las normas legales vigentes en materia de contaminación y convenios internacionales en materia ambiental (21).

### **Ley de Prevención y Control de Contaminación Ambiental**

#### **Codificación 20, Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de septiembre del 2004.**

**Art. 6.-** Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades. 1.4.4. Ley de Aguas. Creada mediante Decreto Ejecutivo 1088 del 15 de mayo del 2008, el mismo que entró en vigencia el 27 de mayo, con su publicación en el Registro Oficial N° 346.

## **TITULO VIII**

### **Concesión de Derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas**

**Art. 43.-** Nadie podrá explotar aguas subterráneas sin autorización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos y, en caso de encontrarlas, la concesión de derechos de aprovechamiento está sujeta, a más de las condiciones establecidas en el Art. 24, a las siguientes:

- a) Que su alumbramiento no perjudique las condiciones del acuífero ni el área superficial comprendida en el radio de influencia del pozo o galería; y,
- b) Que no produzca interferencia con otros pozos, galerías o fuentes de agua y en general a otras afloraciones preexistentes.

**Art. 44.-** Las autorizaciones para efectuar trabajos de alumbramiento de aguas subterráneas, podrán otorgarse inclusive en terrenos de terceros, quienes tendrán preferencia para ser concesionarios de los excedentes.

**Art. 45.-** En cualquier tiempo el Consejo Nacional de Recursos Hídricos dispondrá, de oficio, o a solicitud de parte, las modificaciones de los métodos, sistemas o instalaciones de alumbramientos de agua, inadecuados.

**Art. 46.-** Las personas naturales o jurídicas que realicen perforaciones para alumbrar aguas subterráneas estarán obligadas a obtener del Consejo Nacional de Recursos Hídricos la licencia respectiva.

**Art. 47.-** El que, por cualquier motivo, particularmente por prospecciones mineras, perforare el suelo y descubriere aguas subterráneas está obligado a dar inmediatamente aviso al Consejo Nacional de Recursos Hídricos y a proporcionar los estudios y datos técnicos que obtuviere con este motivo (22).

#### **Aguas superficiales, subterráneas, marítimas y de estuarios.**

La norma considera los siguientes usos del agua: consumo humano y uso doméstico, preservación de flora y fauna, agrícola, pecuario, recreativo, industrial, transporte y estético. En los casos en los que se concedan derechos de aprovechamiento de aguas con fines múltiples, los criterios de calidad para el uso de aguas, corresponderán a los valores más restrictivos para cada referencia.

#### **Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico**

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a) bebida y preparación de alimentos para consumo,
- b) satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios,
- c) fabricación o procesamiento de alimentos en general.

Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios (ver tabla1):

**Tabla 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.**

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniac	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500

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

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	por tratamiento convencional No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tenso activos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0
<b>*Productos para la desinfección</b>		mg/l	0,1
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>			
Benceno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	µg/l	10,0
Benzo (a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000

### 2.2.3. Criterios de calidad para aguas subterráneas

A continuación, se establecen criterios de calidad a cumplirse, al utilizar las aguas subterráneas.

Todos los proyectos que impliquen la implementación de procesos de alto riesgo ambiental, como: petroquímicos, carboquímicos, cloroquímicos, usinas nucleares, y cualquier otra fuente de gran impacto, peligrosidad y riesgo para las aguas subterráneas cuando principalmente involucren almacenamiento superficial o subterráneo, deberá contener un informe detallado de las características hidrogeológicas de la zona donde se implantará el proyecto, que permita evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos, así como una descripción detallada de las medidas de protección a ser adoptadas.

La autorización para realizar la perforación de pozos tubulares (uso del agua) será otorgada por el CNRH, previo a la presentación por parte del interesado, de la siguiente información:

- a) Localización del pozo en coordenadas geográficas, y
- b) Uso pretendido o actual del agua.

c) Datos técnicos de los pozos de monitoreo para la calidad del agua y remediación.

Los responsables por pozos tubulares estarán obligados a proporcionar al CNRH, al inicio de la captación de las aguas subterráneas o en cualquier época, la siguiente información:

a) Copia del perfil geológico y características técnicas del pozo.

b) Localización del pozo en coordenadas geográficas.

c) Uso pretendido y actual del agua, y

d) Análisis físico-químico y bacteriológico, efectuado en los últimos seis (6) meses, del agua extraída del pozo, realizado por un laboratorio acreditado.

Los responsables de pozos tubulares estarán obligados a reportar al CNRH, la desactivación temporal o definitiva del pozo.

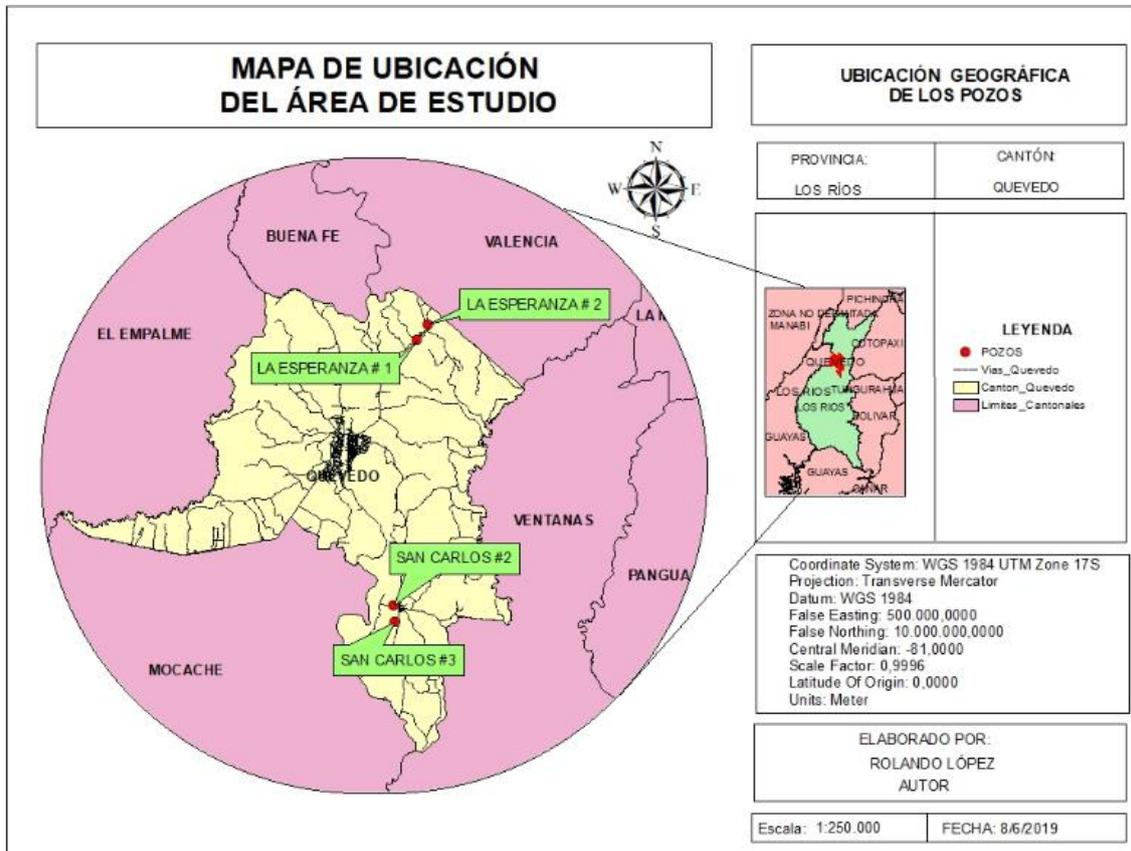
Los pozos abandonados, temporal o definitivamente, y todas las perforaciones realizadas para otros fines, deberán, después de retirarse las bombas y tuberías, ser adecuadamente tapados con material impermeable y no contaminante, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Todo pozo deberá ser técnica y ambientalmente abandonado.

De existir alteración comprobada de la calidad de agua de un pozo, el responsable, deberá ejecutar las obras necesarias para remediar las aguas subterráneas contaminadas y el suelo afectado (23).

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización del Área de Estudio

El cantón Quevedo, pertenece a la provincia de Los Ríos, se ubica a 236 Km al sureste de Quito y, a 180 Km al norte de Guayaquil, fue creada el 7 de octubre de 1943 y mantiene las coordenadas geográficas: 1° 2' 30" de Latitud sur.



**Grafico 1. Ubicación de pozos profundos en zonas rurales del Cantón Quevedo**

Fuente: INEC, SENPLADES, IGM

### 3.2. Características Meteorológicas del cantón Quevedo

Las condiciones meteorológicas promedio del cantón Quevedo determinadas por la Estación Experimental Tropical Pichilingüe (INIAP) se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Condiciones meteorológicas de Quevedo**

PARÁMETROS	PROMEDIO
Temperatura, °C	25,47
Humedad Relativa, %	85,84
Precipitación, mm año <sup>-1</sup>	2223,85
Heliofanía, horas luz año <sup>-1</sup>	898,66
Zona ecológica	Bosque Semi Húmedo Tropical
Topografía	Irregular

Fuente: INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

### **3.3. Tipo de investigación**

#### **3.3.1. Investigación explicativa.**

Es el proceso orientado, no sólo a describir o hacer un mero acercamiento en torno a un fenómeno o hecho específico, sino que busca establecer las causas que se encuentran detrás de éste (24). Esta investigación permitirá establecer la situación actual de la calidad del agua subterránea dirigida al consumo humano, los parámetros y las posibles causas que influyen en este deterioro. De este modo lo que se busca es conocer el porqué de la contaminación en las aguas subterráneas de pozos profundos, gracias a datos cualitativos y cuantitativos obtenidos en los parámetros a realizarse en el laboratorio y comparados con análisis anteriores y así saber la causa del problema.

#### **3.3.2. Métodos de investigación.**

Se aplicará los métodos inductivo y deductivo para el análisis de la información bibliográfica obtenida en fuentes primarias y secundarias requeridas para el cumplimiento de los objetivos planteados.

- **Objetivo 1. Diagnosticar las características físicas del agua de los pozos profundos en relación al criterio de la población**

Se seleccionó cuatro pozos, a los cuales se les asignó códigos en relación con el sector donde están ubicados. Se realizó un recorrido para establecer la ubicación y distribución de los pozos con el sistema de posicionamiento global (GPS). Se contactó las personas encargadas del custodio y mantenimiento de los pozos y se recolectó información *in-situ* sobre su construcción, capacidad, profundidad, tipo de bomba, estado de funcionamiento de los mismos. Se aplicó la metodología DRASTIC, la cual permitió realizar un mapa de la distribución espacial, variables hidro-geoquímicas y vulnerabilidad de los pozos profundos.

La metodología DRASTIC se basa en información secundaria geográfica del Ecuador como:

- ✓ Mapa geológico del Ecuador
- ✓ Mapa hidrológico del Ecuador
- ✓ Mapa de suelo
- ✓ Mapas de pendientes (curvas de desnivel)
- ✓ Uno de los parámetros para determinar la vulnerabilidad es la curva de desnivel.

Para la aplicación de este método se debe asumir que el contaminante tiene la misma movilidad en el medio, que en el agua, ya que este se lixivia por la superficie del terreno hasta llegar a los acuíferos subterráneos. Este método se aplica a los acuíferos limitados o reducidos (confinados), más no a los semi-confinados; a cada uno de los siete parámetros considerados por esta metodología, se le asigna un valor en función de los tipos y rangos definidos. El mapa de vulnerabilidad lo que hace es sumar de aritmética los siete parámetros establecidos en la metodología DRASTIC, según se indica:

**Tabla 4. Pesos relativos de los parámetros de DRASTIC**

<i>PARÁMETRO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>Peso general</i>
<i>D</i>	Profundidad hasta el nivel de agua subterránea	5
<i>R</i>	Recarga neta	4
<i>A</i>	Material del acuífero	3
<i>S</i>	Tipo de suelo	2
<i>T</i>	Gradiente topográfico	1
<i>I</i>	Impacto de la zona no saturada	5
<i>C</i>	Conductividad hidráulica	3

**D (profundidad del nivel piezométrico).** Considera la profundidad a la que se encuentra el agua de la superficie, la vulnerabilidad de posible contaminación del agua disminuye al aumentar la profundidad en la que se encuentre el acuífero subterráneo y aumenta si el acuífero se encuentra más próximo a la superficie.

**R (recarga).** Considera la recarga anual, se puede determinar por métodos convencionales de balance y en general se puede emplear la documentación existente cuando las áreas estudiadas afectan a unidades hidrológicas o acuíferos definidos.

**A (litología del acuífero).** Este parámetro valora la litología que constituye el acuífero, se debe tener en cuenta que a mayor granulometría y fracturación del terreno, mayor será su permeabilidad y por consiguiente el grado de vulnerabilidad aumentará, cuando existen acuíferos superpuestos se tendrá en cuenta el superior para su valoración.

**S (naturaleza del suelo).** El suelo influye en el desplazamiento vertical de los contaminantes a los acuíferos, por eso para medir este parámetro se toma en cuenta la porción alterada del suelo que soporta la actividad biológica.

**T (pendiente del terreno).** En las obras lineales se realizan cartografías de detalle, con el correspondiente levantamiento topográfico, que pueden emplearse para la estimación de las pendientes correspondientes.

**I (zona no saturada).** La zona no saturada influye en los procesos de atenuación de la trayectoria del agua hacia la zona no saturada, este parámetro toma en cuenta la existencia de acuíferos confinados y semi-confinados o semi-limitados al valorar el tipo de materiales existentes en la zona no saturada.

**C (permeabilidad).** Para valorar este parámetro se necesita de ensayos de bombeo que hayan determinado parámetros hidráulicos, de lo contrario la valoración se tornará compleja. Por ello se pueden emplear los valores teóricos relativos estimados para las diferentes litologías, estableciendo rangos en función de la propia litología, número de capacitaciones existentes, caudal explotado y otras observaciones realizadas en el campo de estudio.

Existe un limitante al utilizar este método, ya que valora los parámetros de forma subjetiva, es por ello que para aminorar el porcentaje de subjetividad se deben utilizar criterios homogéneos (uniformes o iguales). Este método permite acotar o marginar los intervalos de vulnerabilidad a la contaminación y delimitar las aéreas de mayor riesgo frente a un posible contaminante.

Además, al valor de cada parámetro se aplica un índice de ponderación entre 1-5 que cuantifica la importancia relativa entre ellos, y que puede modificarse en función del

contaminante. El índice de vulnerabilidad obtenido es el resultado de sumar los productos de los diferentes parámetros por su índice de ponderación:

$$DrDw + RrRw + ArAw + SrSw + TrTw + IrIw + CrCw = \text{Índice de vulnerabilidad}$$

Siendo “r” el valor obtenido para cada parámetro y “w” el índice de ponderación  
El rango posible de valores del índice DRASTIC está comprendido entre 23-226 siendo más frecuentes valores entre 50-200. Los intervalos de vulnerabilidad o riesgo se definen en función de la aplicación. En el trabajo realizado se han establecido los siguientes grados:

<100	Vulnerabilidad insignificante
101-119	Vulnerabilidad muy baja
120-139	Vulnerabilidad baja
140-159	Vulnerabilidad moderada
160-179	Vulnerabilidad alta
180-199	Vulnerabilidad muy alta
>200	Vulnerabilidad extrema

Se realizó una encuesta a fin de identificar el criterio de la población de la zona rural del cantón Quevedo sobre la calidad del agua suministrada en sus domicilios. El Universo de la población corresponde a la Población Económicamente Activa del cantón Quevedo y el tamaño de la muestra se calculó en relación a la suposición de la población definida para cada sector de estudio, considerando un nivel de significancia de 5% y un margen de error del 10%.

$$n = \frac{Z^2 P \cdot Q \cdot N}{(N - 1)E^2 + Z^2 P \cdot Q}$$

En donde:

n= Tamaño de muestra

Z= Valor Z curva normal (1.96)

P= Probabilidad de éxito (0.50)

Q= Probabilidad de fracaso (0.50)

N= Población (1104)

E= Error muestra (0.05)

**Tabla 5. Población muestral de las zonas objeto de estudio.**

<b>SECTOR</b>	<b>POZO</b>	<b>POBLACIÓN TOTAL *</b>	<b>POBLACIÓN MUESTRAL</b>
San Carlos	1 y 2	7.937	125
La Esperanza	1 y 2	2.006	119

\*Fuente INEC 2010

▪ **Objetivo 2. Realizar el control de calidad físico-químico del agua en los pozos profundos.**

Se realizó una toma de muestra puntual de agua en cada uno de los pozos profundos seleccionados en este estudio, de acuerdo al siguiente protocolo: se contactó al operador del pozo y se le notificó la hora aproximada de llegada al lugar, recordándole el encendido de la bomba, para que expulse agua, por lo menos, durante 20 minutos antes de tomar la muestra, se rotularon y se ingresó la información en el formulario diseñado. Considerando que el método estándar solo permite seis horas de envase, se mantuvieron en hielera a una temperatura de 5 o C para evitar la multiplicación de bacterias y gérmenes y se trasladaron inmediatamente al laboratorio de la UTE (Universidad Tecnológica Equinoccial con sede en la ciudad de Santo Domingo) para su análisis físico, químico y biológico. Los resultados obtenidos se compararon con la información referida en un estudio de calidad de agua del I. Municipio de Quevedo realizado en el año 2014 con los obtenidos en esta investigación (2019), los cuales fueron analizados de acuerdo con los límites mínimos y máximos permisibles establecidos por el INEN, TULSMA y OMS.

**Objetivo 3. Diseñar los lineamientos para un plan socio-ambiental.**

El Plan socio-ambiental parte del análisis descriptivo e interpretativo de la situación ambiental del sector, de su entorno, de sus condiciones ambientales internas y de la gestión ambiental en su área de influencia para plantearse: programas, proyectos, metas y asignar recursos dirigidos a alcanzar objetivos de eco eficiencia y de mejoramiento de la gestión ambiental (25). En este caso, se analizó la problemática existente en los pozos profundos localizados en las zonas rurales a nivel de los parámetros de calidad y el criterio referido por la población y se ha diseñado algunos lineamientos estratégicos que deben ser analizados por los organismos seccionales del gobierno local, a fin de que sirva como

información base para ejecutar estrategias que conlleven a disminuir la problemática de la calidad de agua que es dirigida a la población.

### 3.3.3. Fuentes de recopilación de información

Indagación e investigación *in-situ* a moradores del sector y tomas de muestras del agua de pozos profundos para su respectivo análisis en laboratorio, para esto se requiere también del todo el material digital y de los últimos análisis de calidad del agua en estos pozos profundos de las zonas rurales del Cantón Quevedo.

#### Materiales

Los materiales que se utilizaran en la investigación se describen a continuación:

**Tabla 6. Materiales.**

DE CAMPO	DE OFICINA	DE LABORATORIO
Agenda para apuntes	Flash Memory	Análisis en el Laboratorio acreditado Químico Marcos
Lapicero	Hojas A4	
Cámara Fotográfica	Internet	
GPS	Libros	
Materia prima de residuos de cosecha	Ordenador	

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

## **4.1. Resultados**

### **4.1.1. Características físicas y químicas del agua de los pozos profundos en relación al criterio de la población.**

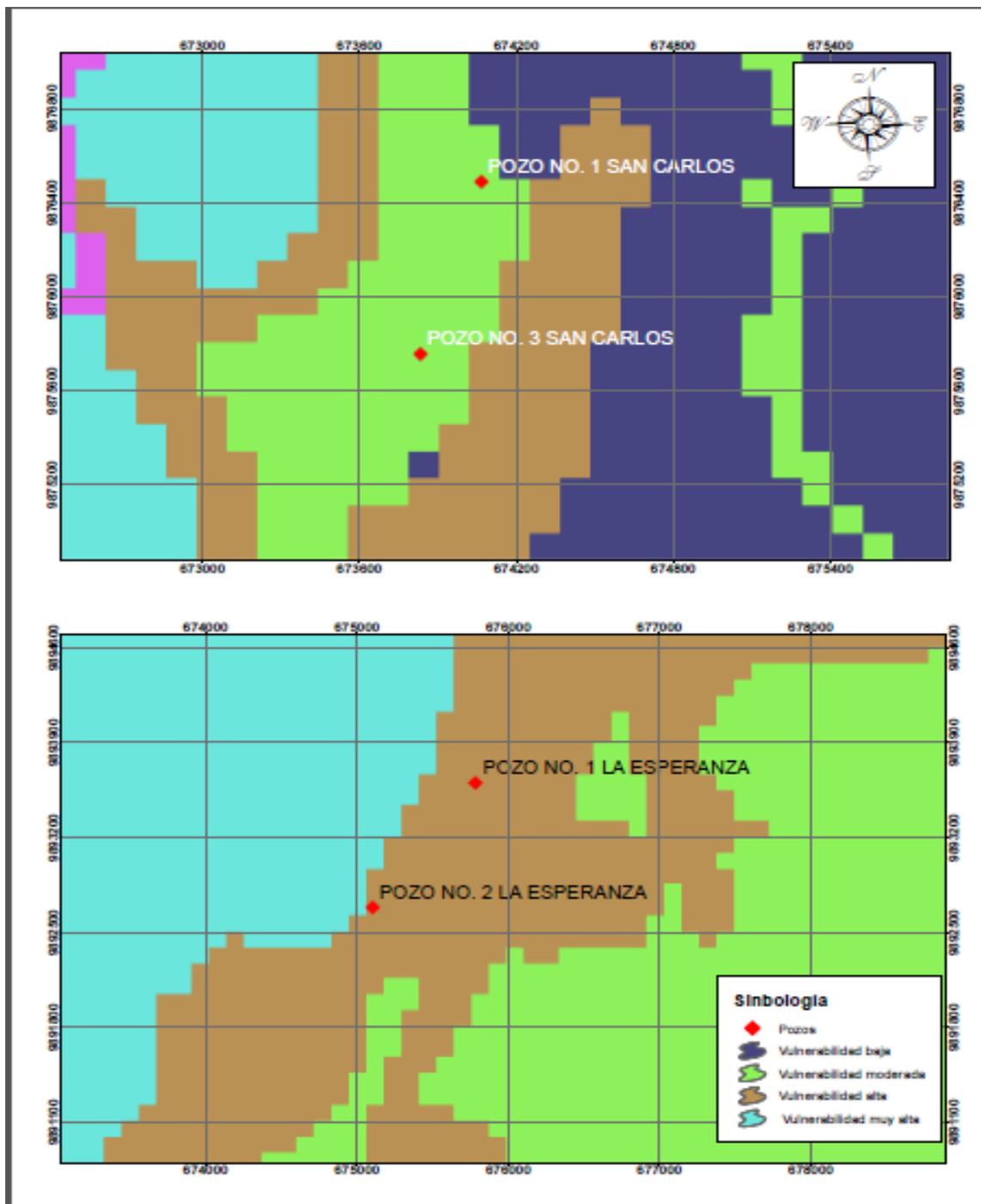
Se accedió al Plan de ordenamiento territorial del GAD municipal del Cantón Quevedo y se obtuvo información cartográfica de los suelos y acuíferos localizados en la zona de estudio que permitieron realizar el mapa de vulnerabilidad de los pozos profundos de las parroquias La Esperanza y San Carlos, los cuales se enuncian en la figura 13 mediante la aplicación de la metodología DRASTIC. Se observó que las dos zonas presentan vulnerabilidades distintas ya que se encuentran localizadas en dos niveles diferentes, por lo que su vulnerabilidad se ve condicionada a la composición del terreno.

El 65 % del Cantón Quevedo se encuentra formado por la formación geológica “Pichilingue” (terraza de sedimentos fluviales), las cuales son formaciones sedimentarias de un río y que por lo general presentan gravas finas con arenas limosas, en la cual forma parte la parroquia San Carlos, la cual se encuentra a una altitud de entre 75 y 115 msnm. Los análisis de los valores obtenidos han referido que los pozos de la parroquia San Carlos presentan una vulnerabilidad moderada, representada con el color verde.

La información recopilada de los pozos de la parroquia La Esperanza informan que se encuentran en un rango de entre los 85 y 115 msnm y refieren una vulnerabilidad alta, representada con el color marrón, lo cual puede deberse a la composición del terreno ya que el 34,8 % del territorio pertenece a la formación geológica “arcillas marinas de estuario”. Este tipo de suelo presenta en su capa superficial gravas, gravillas y arenas y en su interior suele presentar una granulometría más fina, entre arena limosa y limo-arcillosa.

La vulnerabilidad de los pozos se verá condicionada a la composición del terreno, de ser este arenoso o con grava será más propenso a contaminarse puesto que no filtraría de manera óptima los lixiviados ya que el suelo se considera la primera línea de defensa de los acuíferos, todos los métodos de vulnerabilidad presentan desventajas metodológicas principalmente en lo relacionado con la asignación de peso y rango de cada parámetro.

**Figura 1. Mapa de vulnerabilidad de los pozos localizados en las parroquias La Esperanza y San Carlos**



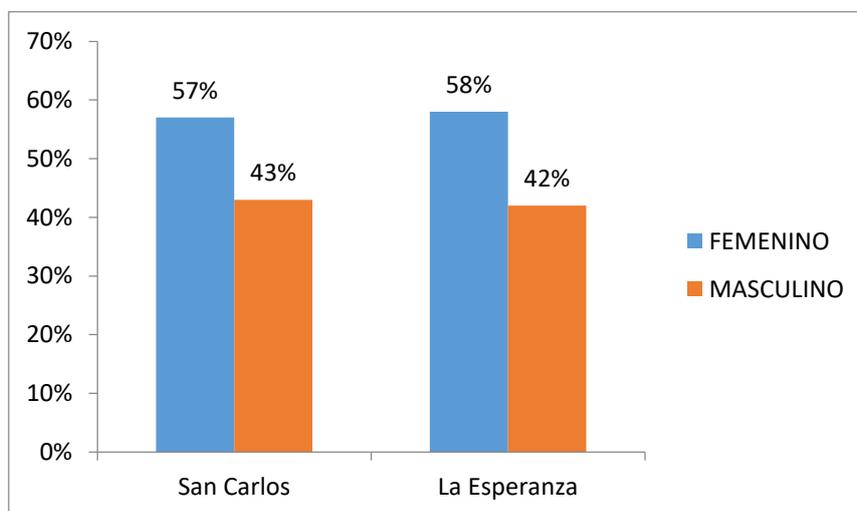
Fuente: SIG y metodología DRASTIC

Los métodos de vulnerabilidad en general presentan desventajas metodológicas, principalmente en lo relacionado con la asignación de valores de peso y rango de cada parámetro (26).

La recarga natural de los pozos de agua tiene lugar por infiltración directa de las precipitaciones, por infiltración del escurrimiento proveniente de los flancos interiores de las cordilleras, por infiltración del agua de deshielo y a partir del agua de los ríos y lagos. <subterránea en el suelo, puede ser discutido ya que se podría indicar también que un pozo más profundo presenta agua de mejor calidad porque esta se encuentra en un acuífero confinado al que contaminantes externos difícilmente podrían ingresar. No se puede afirmar definitivamente que influencia tiene la precipitación sobre las aguas subterráneas, debido al variado comportamiento de las aguas subterráneas en ambos periodo (27).

Por otra parte, los resultados de las encuestas refieren que el agua que llega a sus domicilios presenta características que refieren un agua de mala calidad, por lo que deben proceder a procesos de purificación doméstica, lo cual ha generado inconformidad y reclamos por parte de la población. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en relación a las preguntas consideradas en esta investigación.

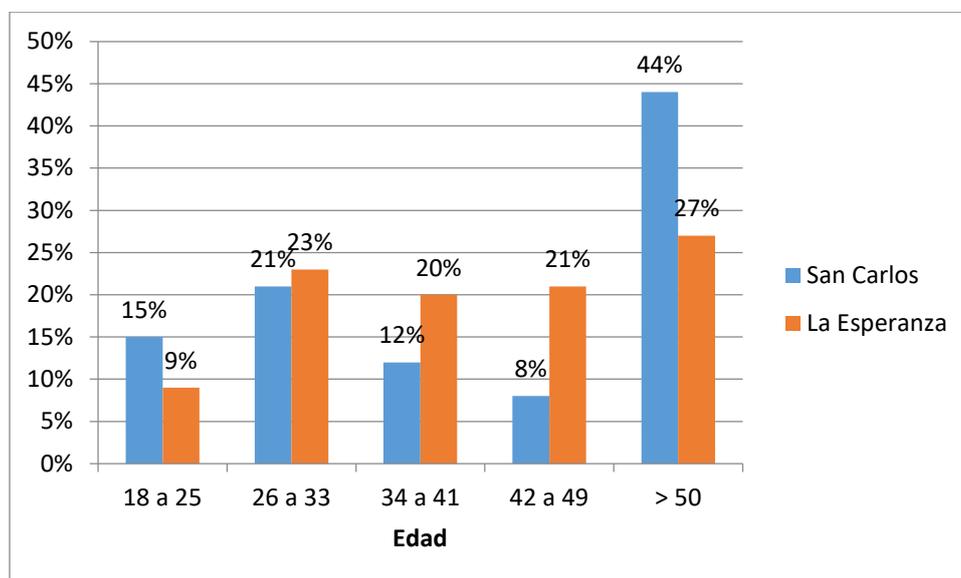
**Grafico 2. Sexo de la población encuestada en las parroquias rurales San Carlos y La Esperanza.**



Con relación a esta pregunta realizada a los habitantes de las zonas donde se encuentran ubicados los pozos profundos y expresada en el gráfico N°2, se determinó que en la parroquia San Carlos, el 57% de los encuestados fueron del sexo femenino y el 43 % del masculino. Mientras que en la parroquia La Esperanza, el 58 % correspondió al sexo femenino y el 42 % para el sexo masculino. Los resultados obtenidos de la muestra de 125 personas en la parroquia San Carlos y 119 en la parroquia La Esperanza, permite

considerar que existe muy baja diferencia de género, lo cual puede deberse a que la encuesta se realizó los días sábados por la mañana y se encontraba reunida la familia en sus domicilios.

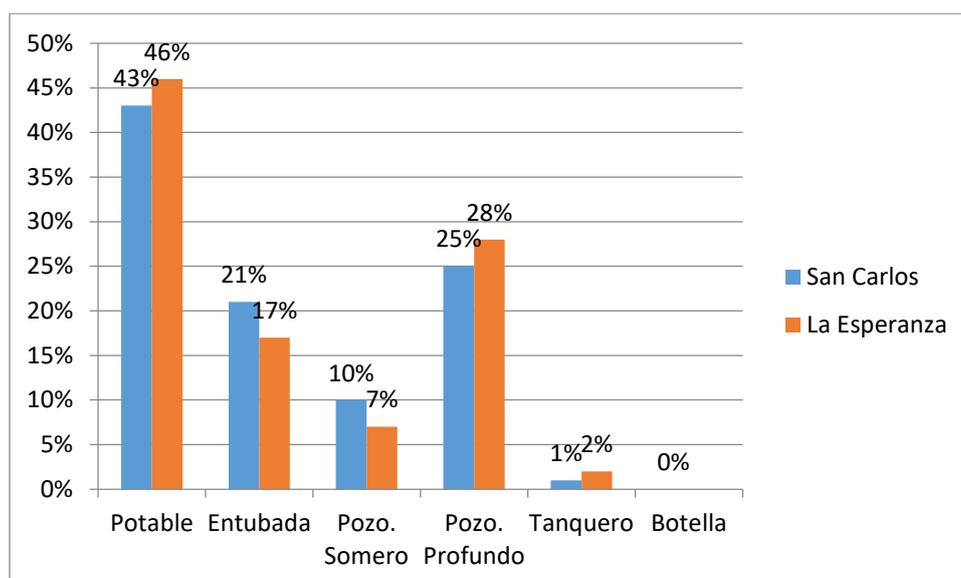
**Grafico 3. ¿Edad comprendida de la población encuestada?**



Como se puede observar en el gráfico N°3, las personas encuestadas comprenden edades variadas dando a conocer en este análisis los rangos donde más número de encuestados habían por sector; en la parroquia San Carlos la mayoría de los encuestados comprendían edades superiores a los 50 años con un 44% del total de los encuestados y, los datos para la parroquia La Esperanza identificaron que la mayoría de los encuestados comprendían edades mayores a los 50 años con un porcentaje del 27%.

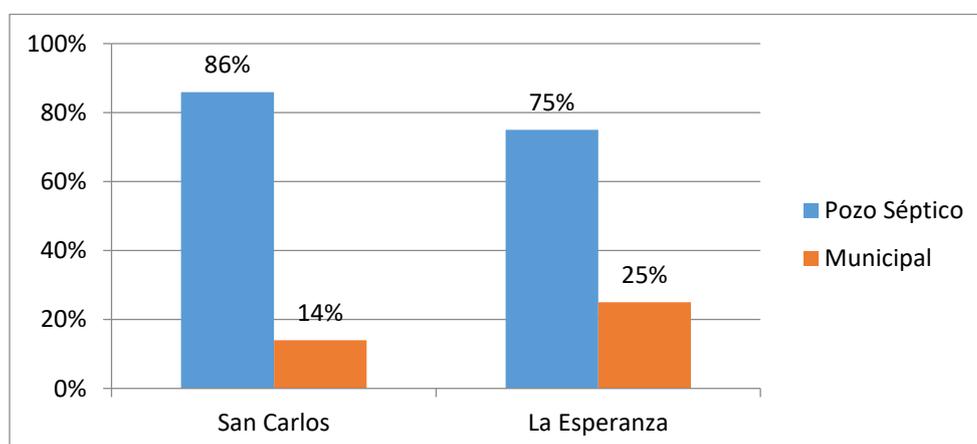
Estos resultados permiten interpretar que no hay un baremo determinado para las edades de las personas encuestadas, sin embargo, la mayoría de personas eran mayores con edades que van desde los 26 años de edad a más de 50 años.

**Grafico 4. ¿Tiene acceso al agua?**



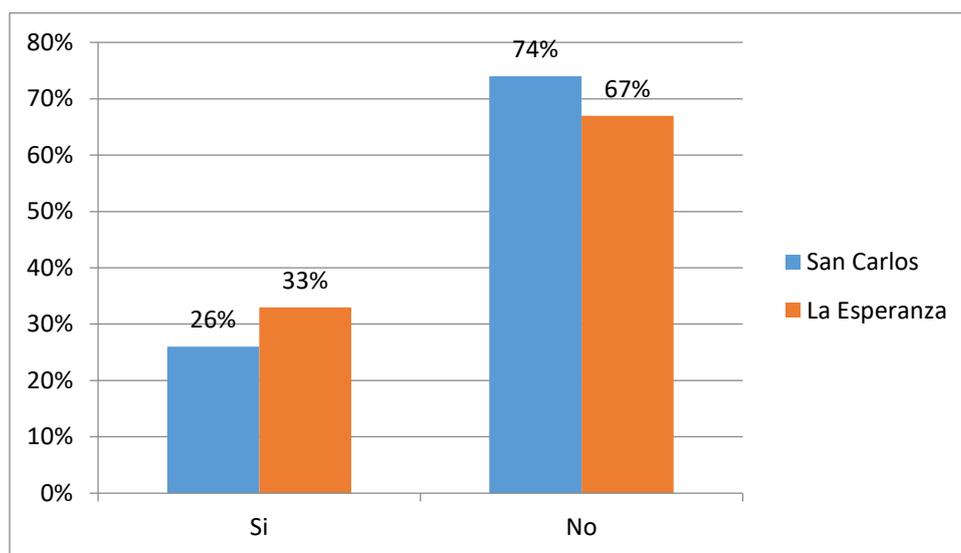
Como se demuestra en el gráfico N°4, de manera general, la población encuestada refiere que tienen acceso a agua en sus domicilios, la cual es obtenida de fuentes municipales (potable, entubada) y de pozos (someros y profundos). La mayor fuente de abastecimiento en los cantones San Carlos (43%) y La Esperanza (46%) corresponde a agua potable, seguida de agua entubada con el 21% para San Carlos y el 17% para La Esperanza. Para la población que informó abastecerse del agua de sus propios pozos someros los porcentajes fueron para San Carlos pozos 10%; y el 7% para La Esperanza, correspondiendo un porcentaje considerable a quienes mantienen pozos profundos en sus domicilios (25% y 28%). Además, se puede deducir es que a pece de tener dos pozos profundos en cada una de estas parroquias las personas se ven más beneficiadas por el servicio de agua potable y que también tanqueros repartidores del líquido vital abastecen a una pequeña parte de la población.

**Grafico 5. ¿Qué tipo de desagüe tiene en su domicilio?**



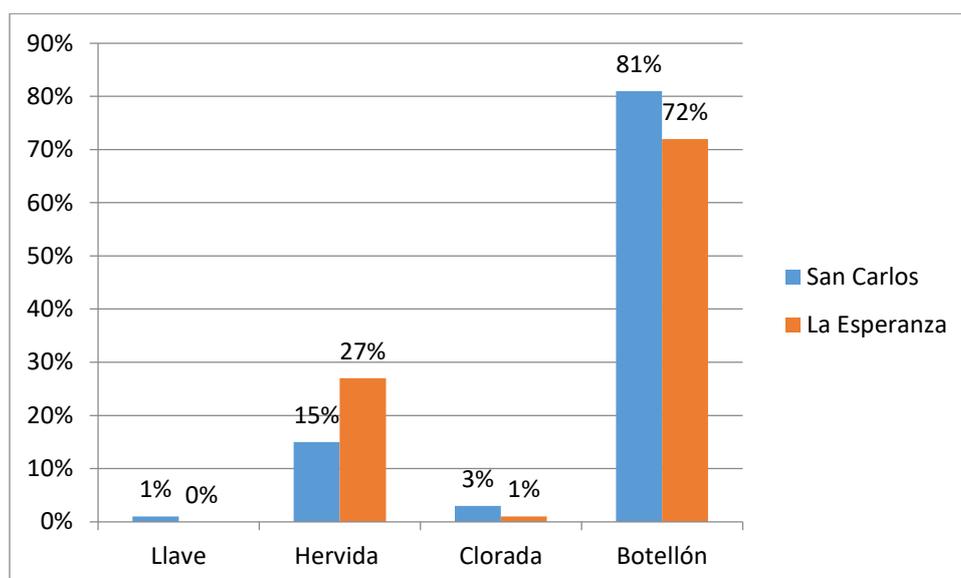
Como se representa en el gráfico N°5, la mayoría de los domicilios cuentan con un pozo séptico en ambas parroquias dando unos porcentajes expresados a continuación: para la parroquia San Carlos con un 86 % y para La Esperanza un 75 % respectivamente. En este caso se podría interpretar que, si la población tuviese algún tipo de malestar con el sistema de desagüe, sería casi en su totalidad por el deficiente servicio municipal de alcantarillado que no cubre las necesidades de la población.

**Grafico 6. ¿Es eficiente el sistema de desagüe?**



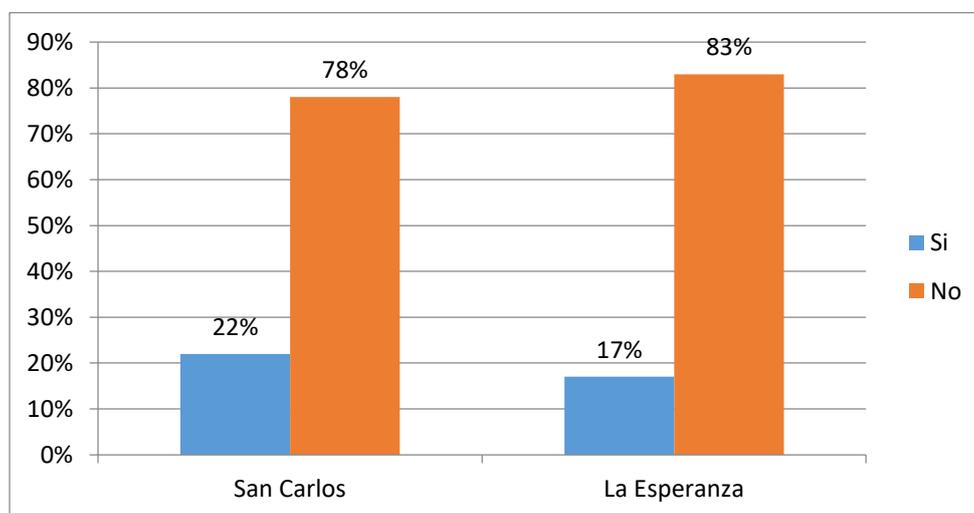
Como se puede apreciar en el gráfico N°6, en la parroquia San Carlos y en La Esperanza se presentan porcentajes más altos para un deficiente sistema de desagüe por encima del 60 %. Los resultados obtenidos permiten considerar que la población en su mayoría se ve afectada o inconforme por la calidad del servicio municipal de alcantarillado.

**Grafico 7. ¿Ud. bebe el agua?**



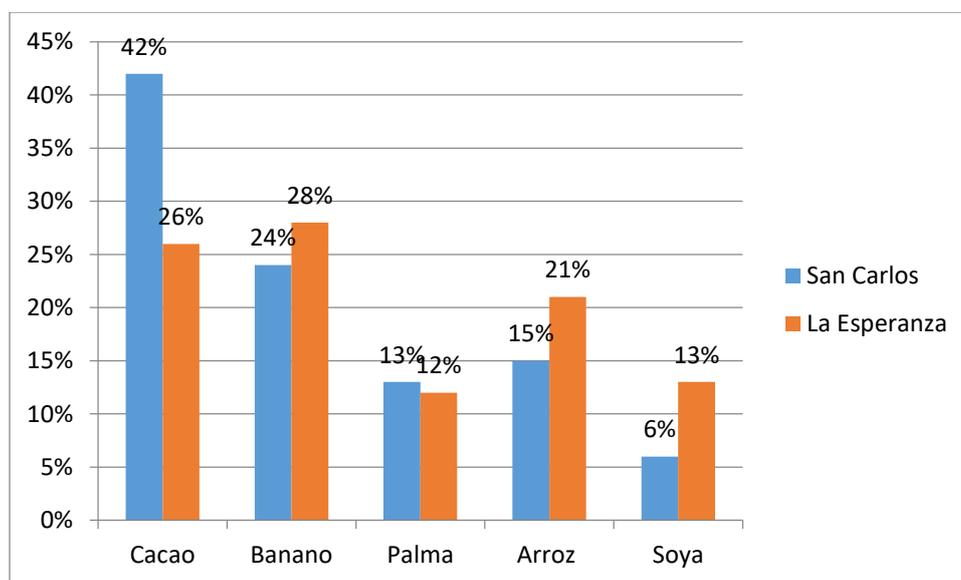
En el gráfico N°7 los resultados demuestran que la mayoría de la población opta por consumir agua de botellón en ambas parroquias: San Carlos y La Esperanza 81 y 72 %, respectivamente, para los que prefieren hervirla en estas dos parroquias los porcentajes fueron de un 15 y 27 %. El consumo directamente del grifo presenta porcentajes muy bajos en la parroquia San Carlos y no se presentó reportes en La Esperanza. La ingesta de agua de botellón permite considerar que la población no confía en la calidad del agua suministrada a la población, por lo que se ven obligados a generar gastos por la compra del líquido vital a embotelladoras, evitando con ello, exponerse a contraer enfermedades.

**Grafico 8. ¿El pozo de abastecimiento de agua se encuentra cerca de zonas cultivadas?**



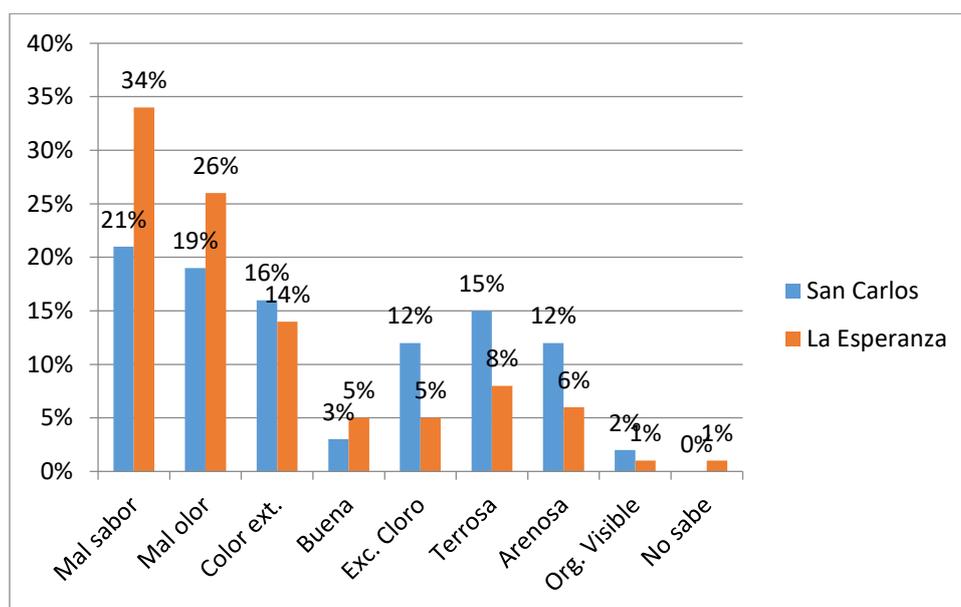
En el gráfico N° 8 se determinó que se presentan porcentajes muy altos que refieren zonas sin cultivos en las cercanías de los pozos profundos de las parroquias rurales San Carlos (78%) y La Esperanza (83%). Se presentan, además, porcentajes minoritarios del 17% al 22% que refieren la presencia de cultivos. Sin embargo, es necesario considerar que al ser zonas rurales. En su entorno geográfico existen propiedades que presentan cultivos agrícolas y aplican una diversidad de productos para evitar el ataque de plagas, enfermedades e incrementar su producción.

**Gráfico 9. ¿Qué cultivos se mantienen en la zona?**



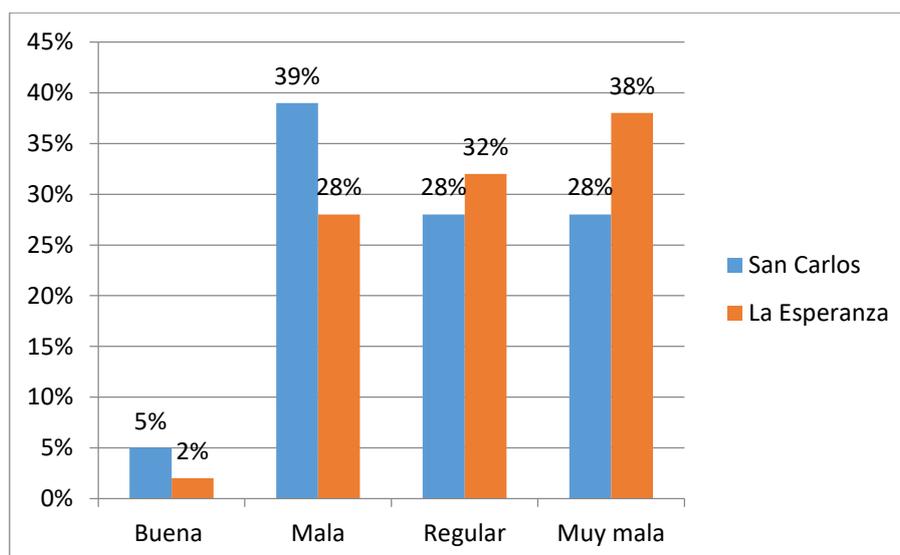
En el gráfico N°9 se reporta que los cultivos con mayor presencia en la parroquia San Carlos corresponde a cacao (42%) y banano (24%) y, en la parroquia La Esperanza banano (28%) y cacao (26%). Para el cultivo de arroz se reporta que el 21% corresponde a La Esperanza y el 15% a San Carlos, notándose, además, baja presencia de cultivos de palma y la soya.

**Grafico 10. ¿El agua que llega a su domicilio presenta?**



De manera general, la población informa que el agua distribuida en las parroquias San Carlos y La Esperanza tiene mal olor, sabor, color extraño y partículas de tierra o arena. Como sucede en casi toda la provincia, el agua en estas parroquias visiblemente presenta sedimentos, malos olores (en muchos casos a metal, como es el caso del hierro) y mal sabor. Por esta razón esta agua no puede ser consumida sin antes haberla tratado.

**Grafico 11. ¿Valore la calidad del agua que consume?**



En el gráfico N°10 se aprecia que en la parroquia San Carlos el mayor número de encuestados coinciden en que la calidad del agua es mala (39%), regular (28%) y Muy

mala (28%). En La Esperanza se presentan porcentajes del 38% que considera que el agua es de muy mala calidad, el 32% que la considera de regular y el 28% como mala. Este resultado indica que la población no está satisfecha con la calidad del agua que recibe y no la considera apta para su consumo.

### **Control de calidad físico, químico y microbiológico del agua en los pozos profundos**

Los horizontes acuíferos freáticos (aguas sin presión), están relacionadas con la denominada zona de origen de las aguas subterráneas (zona de hidrogénesis). Por las condiciones litológicas de esta zona, que coincide con la corteza de intemperismo, generalmente se presentan altas permeabilidades en los sedimentos o rocas acuíferas y en ellas influyen directamente las características y fenómenos que se desarrollan en el medio ambiente superficial y en los suelos (capa vegetal), por ser este el primer acuífero a partir de la superficie del terreno. De lo antes expuesto se desprende que los horizontes acuíferos freáticos están generalmente en estrecha relación con las aguas superficiales de origen fluvial y pluvial, incluyendo las de riego, y por ello, con los fenómenos químicos y biológicos que se desarrollan en la capa vegetal (suelos) y en la zona no saturada (28).

Si bien las aguas subterráneas se encuentran más protegidas frente a la contaminación que las aguas superficiales, con frecuencia la degradación de la calidad del agua subterránea se vuelve un proceso irreversible y su remediación es mucho más compleja (29).

Los análisis de calidad del agua se realizaron en el laboratorio de la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), con sede en Santo Domingo de los Tsáchilas. Los resultados obtenidos se compararon con los datos reportados por el I. Municipio del cantón Quevedo en el año 2014.

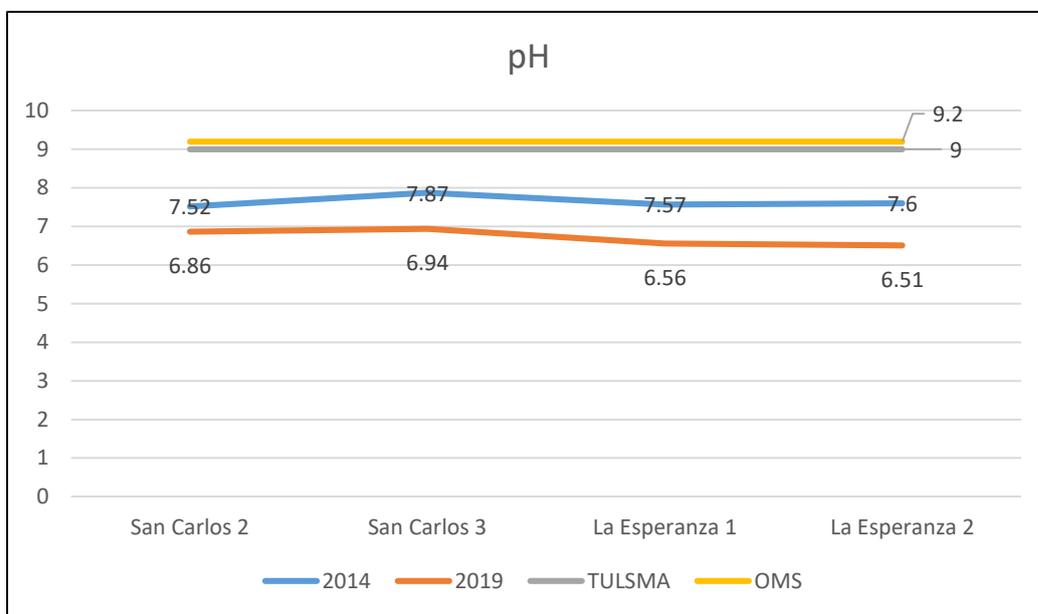
El tratamiento del agua de los pozos estudiados en las zonas rurales, se realiza por dosificación de cloro, coincidiendo con (30), quien refiere que el incumplimiento de tratamientos del agua, no disminuye las concentraciones de color aparente, turbidez y el hierro, evidenciando mala calidad del agua.

#### **4.1.2. Potencial de hidrógeno**

En el año 2014 estos pozos mantenían un pH en un rango de entre 7,52 y 7,87 siendo este último dato el del pozo “San Carlos N°3” el que mayor alcalinidad presentó. Los resultados obtenidos refieren que, en los cuatro puntos muestreados en el año 2019, sus rangos son mayores a 7, siendo alcalinos. El aumento o disminución en el pH se debe a que, la temperatura del agua es variable en ciertas épocas del año y esto conlleva a la

alteración en su composición. A más temperatura el pH disminuye y cuando la temperatura desciende el pH aumenta debido a que las moléculas del agua tienden a separarse en sus elementos (31).

**Grafico 12. Comparativa de pH**

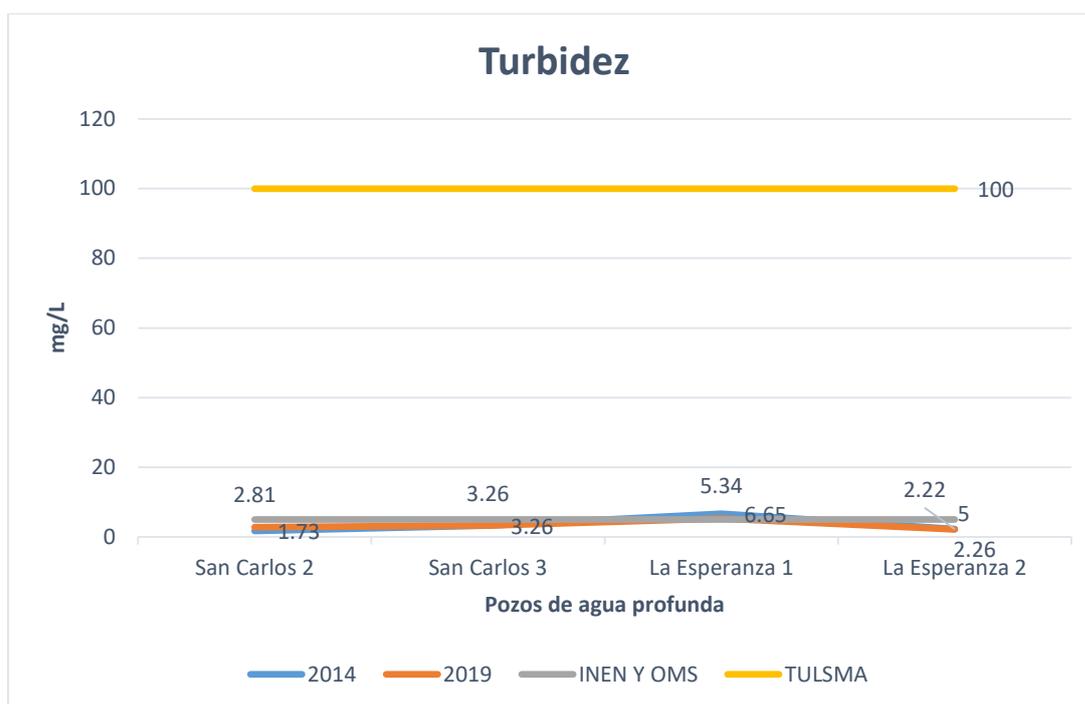


#### 4.1.3. Turbidez

De acuerdo a la (32) el límite máximo permisible para el parámetro de turbidez es de 5 NTU. De manera general, una vez analizadas los resultados obtenidos en enero del 2019 se reporta rangos de 2,22 NTU a 5,34 NTU y se observa que en los datos del 2014 los rangos oscilaron entre el 1,73 a 6,65 NTU siendo el más alto el de La Esperanza N°1, en el año 2019 se obtuvo un 5,19 NTU respectivamente.

La turbidez en el agua se relaciona con la eficacia en su tratamiento de desinfección, cuando el agua presenta mayor turbidez es por la presencia de partículas suspendidas en ella, estas son idóneas para hospedar a las bacterias, virus y también materia orgánica que no se ha eliminado en el proceso desinfectante por medio de la cloración u otro tipo de tratamiento (33).

**Grafico 13. Comparativa de turbidez**



#### 4.1.4. Conductividad

La conductividad o corriente eléctrica en el agua resulta del movimiento de partículas cargadas, dentro de la mayoría de sólidos existen un flujo de electrones que provocan una corriente, a este fenómeno se le denomina conductividad eléctrica (34).

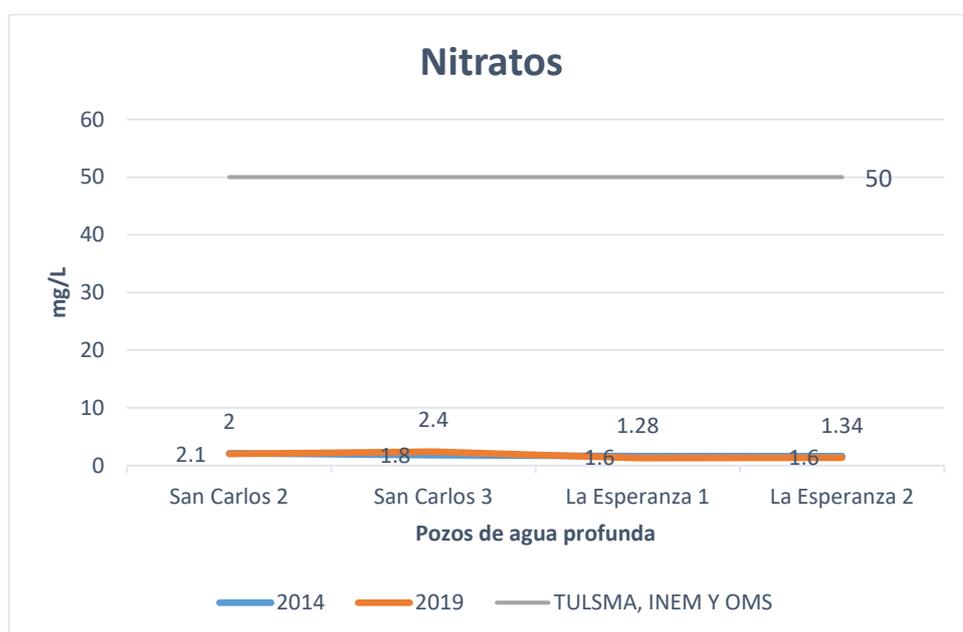
Los datos presentados en los análisis realizados para esta investigación fueron: para la parroquia San Carlos; 295 y 242 us/cm y para la parroquia La Esperanza fueron, 228 y 235 us/cm respectivamente. Solo el resultado del pozo N° 2 de la parroquia San Carlos se encontró por encima del límite máximo permisible establecido por la OMS que es de 250 us/cm, siendo así un 295 us/cm por encima del límite.

#### 4.1.5. Nitratos

Según él (23). El límite máximo permisible de nitratos para agua de consumo es de 50 mg/L. Los resultados del año 2014 permitieron observar que los valores para nitrato estaban en un rango de 0,29 a 0,69 m/l y, en el año 2019 se observa que han disminuido en los pozos de San Carlos y La Esperanza, notándose que en la Esperanza 1 se ha incrementado de 0,61 a 0,66 m/l. Esta información nos demuestra que es muy baja la contaminación por agentes nitrogenados provenientes de los fertilizantes utilizados en el agro.

Cabe recalcar que los nitratos se encuentran en el agua de forma natural, pero, su concentración en ella puede aumentar debido a actividades humanas, ocasionadas por el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el agro, además de las actividades industriales y urbanas; tales como vertidos de efluentes y descargas de aguas residuales que por medio de escorrentías o lixiviación llegan a los acuíferos de los pozos profundos, estos no presentan ni olor ni sabor al agua de consumo puesto que no es fácil detectar su presencia más que con los análisis realizados en laboratorio o por medio de análisis *in-situ* en la fuente de origen (35).

**Grafico 14. Comparativa de nitratos**



La contaminación de acuíferos con nitratos es un tema de preocupación fundamentalmente en aquellos casos en que el agua subterránea es fuente de abastecimiento de agua potable. La amenaza que implica la presencia de nitrato en el agua subterránea requiere conocer su origen y evolución en el acuífero. Los nitratos provienen del producto final de la degradación aeróbica del nitrógeno orgánico y se caracterizan por su gran movilidad en el suelo alcanzando las aguas subterráneas (29).

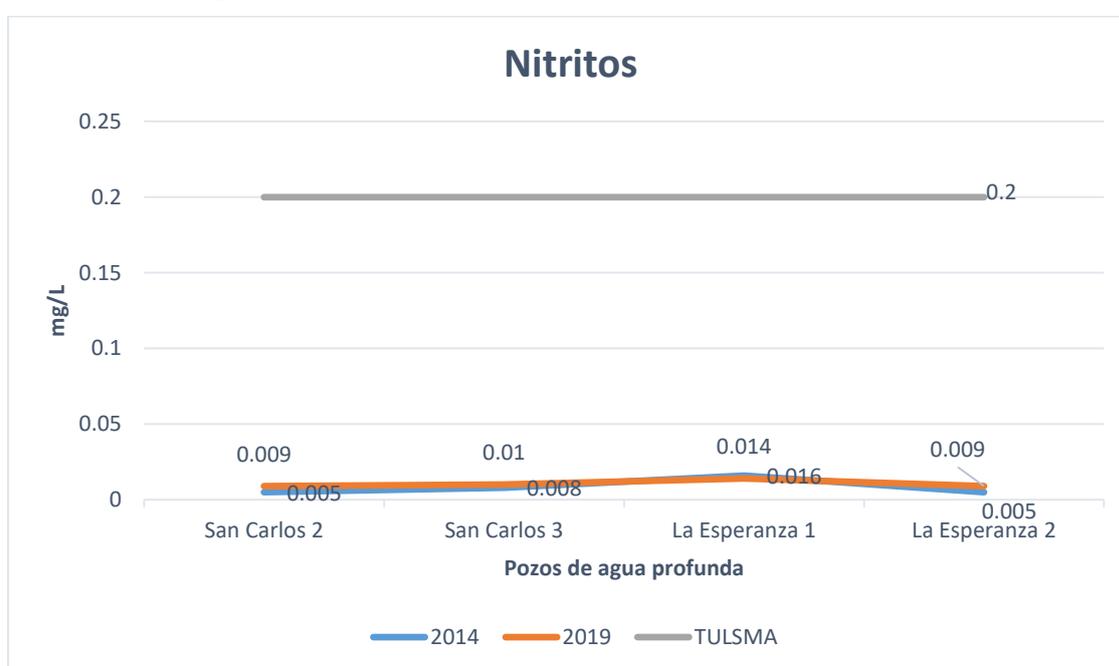
El origen de los nitratos en las aguas subterráneas no siempre puede esclarecerse. Estos son relativamente estables, pero pueden ser fijados por el terreno o ser reducidos a nitrógeno o amonio en ambientes reductores. A menudo son indicadores de contaminación alcanzando entonces elevadas concentraciones y presentando por regla general una estratificación clara con predominio de las mayores concentraciones en la parte superior de los acuíferos libres o freáticos . (28).

#### 4.1.6. Nitritos

Los compuestos nitrogenados presentes en las aguas naturales están íntimamente relacionados con el ciclo del nitrógeno. La mayor parte del nitrógeno aparece en forma gaseosa en la atmósfera (78 % en volumen), en forma oxidada constituye una relativamente importante fracción en los suelos y sustancias orgánicas (tejidos de animales o vegetales que lo extraen de la atmósfera para su metabolismo). En las rocas sin embargo, solo se presenta como elemento minoritario (28).

Los valores obtenidos indican que los porcentajes de los nitritos presentes en el agua de los pozos están por debajo de los límites máximos permisibles determinados por el TULSMA; es así que el porcentaje más alto se dio en la parroquia La Esperanza 1 con un 0,014 mg/L con relación al 0,016 mg/L del año 2014.

**Grafico 15. Comparativa de nitritos**



El nitrógeno puede aparecer en forma de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4$  y por oxidación, estas formas reducidas pueden transformarse en  $\text{NO}_2$  y finalmente en  $\text{NO}_3$  que es la forma más usual y estable (De Miguel, 1999). Los procesos de oxidación reducción de las especies nitrogenadas por fenómenos biológicos y, en consecuencia, los productos finales del número y tipo de organismos que intervengan en ellos. No obstante, la presencia de nitrito en el agua subterránea no debe ser considerada como resultado de una contaminación sin analizar las posibles causas de su presencia, dado que en un acuífero las condiciones de oxidación no son siempre favorables y estos iones, incorporados de manera natural al acuífero, pueden mantenerse durante cierto tiempo en el equilibrio con su forma oxidada, el nitrato (28).

Los nitritos de forma natural pueden encontrarse en suelos que contengan un PH superior a 7.7. Los fertilizantes nitrogenados pueden originar directamente nitritos en lugar de nitratos cuando estos son aplicados en suelos algo alcalinos a partir de un PH de 7 a 7.3, en este caso la concentración de nitritos en el suelo puede alcanzar magnitudes semejantes a los nitratos con concentración máxima hasta de 100 mg/L (36).

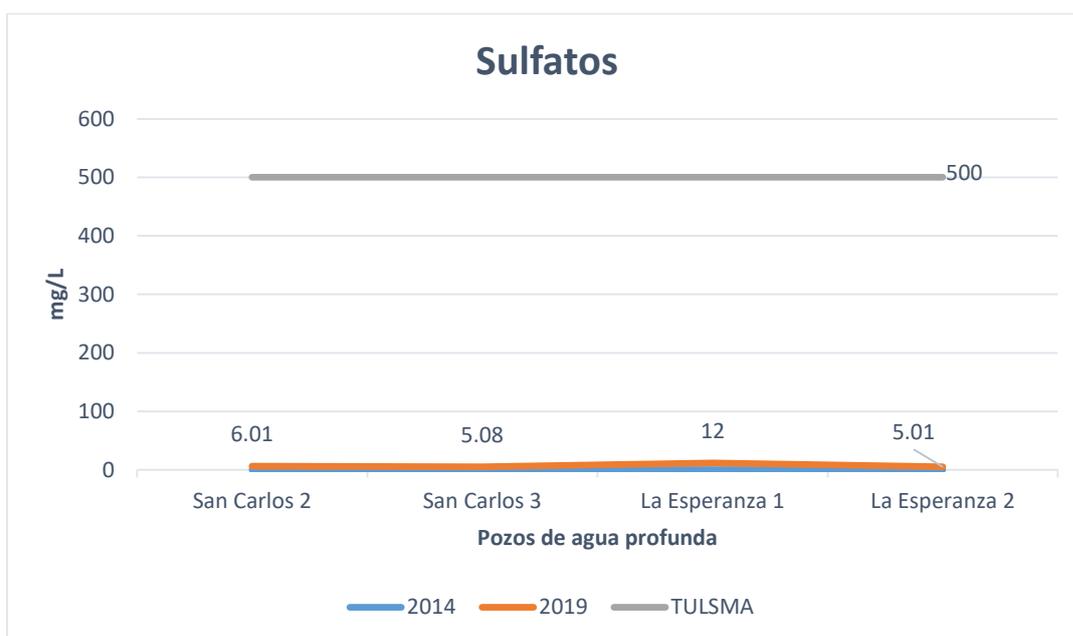
#### **4.1.7. Sulfatos**

Por sus características estructurales, el agua disuelve y mantiene en suspensión un gran número de sustancias, algunas de las cuales son potencialmente tóxicas (37).

De acuerdo con (38), los sulfatos son de gran importancia, ya que el azufre es un elemento limitante para la existencia de la vida, debido a que es esencial para la síntesis proteica formando parte de los aminoácidos. Los resultados obtenidos en el año 2019 reportan que los cuatro pozos están por debajo de los límites permisibles referidos por el TULSMA (400 mg/L), siendo el pozo de la parroquia La Esperanza 1 el que presenta la mayor concentración de sulfatos en el agua.

Según la OMS, los sulfatos se encuentran de forma natural en minerales que se utilizan a nivel industrial y son liberados a cuerpos de agua por medio de descargas contaminantes en forma de residuos de procesos industriales, los efectos adversos son causados por la excesiva presencia de estos en el agua de consumo y los niños son los más afectados por su ingesta; causando trastornos gastrointestinales cuando su concentración es mayor a 200 mg/L. Las concentraciones más altas se suelen encontrar precisamente en las aguas subterráneas (39).

**Grafico 16. Comparativa de sulfatos**

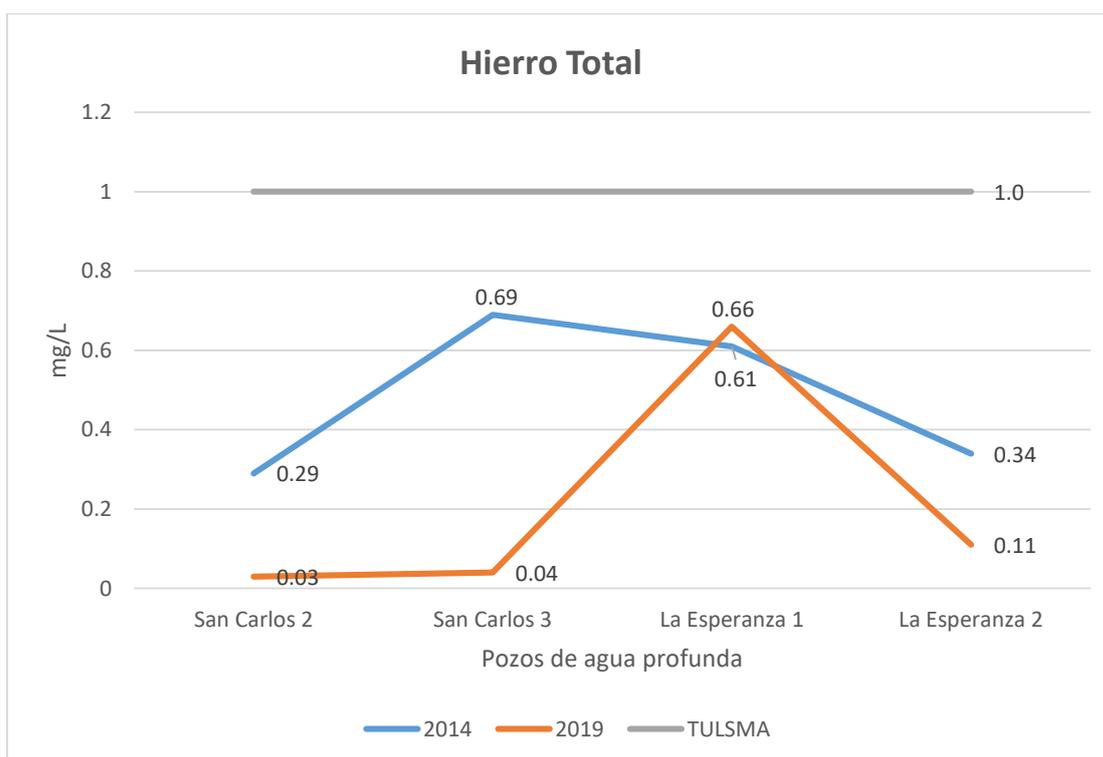


#### **4.1.8. Hierro Total**

De acuerdo con lo que expone (40), el hierro es un elemento común en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra por el suelo las piedras pueden disolver estos minerales y acarrearlos hacia el agua subterránea. Además, los tubos de hierro pueden corroerse y lixiviar dentro del abastecimiento del agua domiciliar. Los límites permisibles marcados por el TULSMA son de 1.0 mg/L y en los resultados de los análisis realizados, se detectaron rangos por debajo, siendo el del pozo 3 de la parroquia San Carlos el que más se aproxima con un valor de 0.69 mg/L.

El hierro se encuentra de manera muy común en la superficie terrestre, en cuanto el agua se filtra por el suelo; las piedras lo pueden disolver y trasladarlos hacia las fuentes de aguas subterráneas, una forma también común de la presencia de este metal en el agua es por la disolución del mismo, ya que se encuentra presente en la red de tuberías de suministro de agua potable para la ciudad y por ende las zonas rurales, por lo que puede darle al agua un color y olor indeseable, presentando manchas rojizas. Puede ser eliminado del agua de algunas maneras y las más comunes pueden ser por medio de la filtración química y por tratamiento de shock (golpe), el cloro aplicado en el agua hace que el hierro pase de su estado disuelto a pequeñas partículas sólidas que pasarán a precipitarse para su posterior eliminación del agua (40).

**Grafico 17. Comparativa de hierro total**



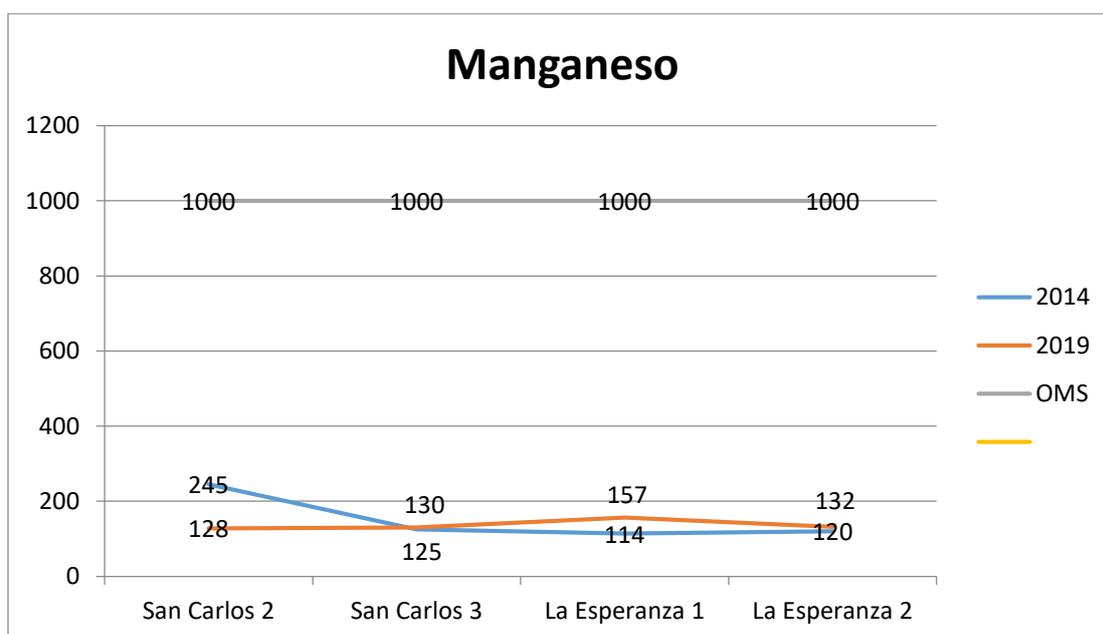
#### **4.1.9. Manganeso**

De acuerdo a la OMS, el límite máximo permisible para Manganeso es de 0.2 mg/L. Al realizar la comparación con los resultados obtenidos en el año 2014 se observa valores que fluctúan de 0,39 a 0,57 con techos de 0,59 en el parque San Carlos 2, En el análisis del año 2019 los resultados superaron los niveles máximos permisibles, dando los siguientes resultados 0.29 (2014) mg/L y 0.43 mg/L (2019) y, en la parroquia San Carlos 0.57 mg/L (2014) y 0.45 mg/L (2019).

De manera general, se ha reportado que en los últimos años existe una fuerte contaminación del agua subterránea con manganeso debido a la disolución de este metal que se encuentra en la superficie terrestre de manera natural, el cual, puede llegar por disolución hasta fuentes subterráneas por medio de las lixiviaciones y las escorrentías.

Al igual que el hierro, el manganeso también se encuentra de forma natural en la superficie terrestre. Su alta presencia en el agua de consumo causa sobre todo en los niños una baja de su coeficiente intelectual, la relación causa-efecto es muy marcada y ningún otro metal causa este daño en la capacidad intelectual de los niños. El manganeso al ser un elemento químico metálico se usa en la fabricación del acero (41).

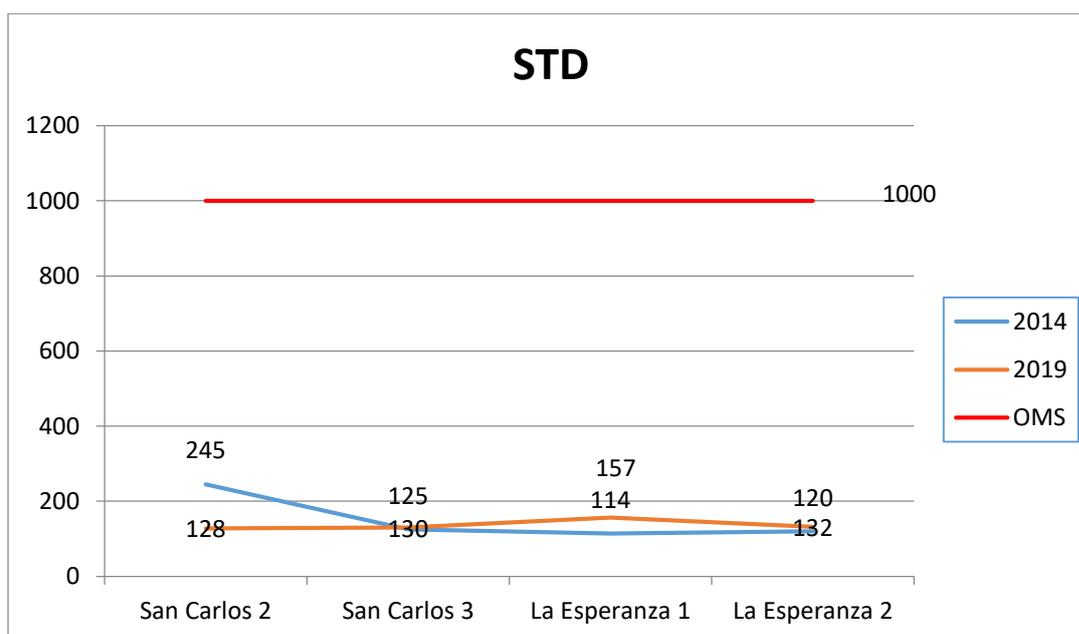
**Grafico 18. Comparativa de manganeso**



#### **4.1.10. Sólidos totales disueltos**

En los resultados reportados en el año 2014 se observa que los sólidos disueltos se encuentran en rangos comprendidos entre 114 mg/L a 245 mg/L, siendo el pozo N°2 de la parroquia San Carlos el que más alto rango presentó y el pozo N°1 de la parroquia La Esperanza con el menor rango. Los datos obtenidos en el año 2019 demuestran rangos comprendidos entre 128 mg/L y 157 mg/L, observándose con mayor rango el pozo N°1 de la parroquia La Esperanza y con menor rango el pozo N°2 de la parroquia San Carlos. Los sólidos totales disueltos suelen provenir en su mayoría de descomposiciones orgánicas como las hojas, plancton, desechos industriales y las aguas residuales domiciliarias. Son arrastrados hasta los acuíferos subterráneos por medio de escorrentías y lixiviación de forma natural por medio de la filtración hacia el subsuelo. Para eliminar los sólidos totales disueltos es necesario saber que la eficacia de un sistema de purificación depende del monitoreo y el cambio de los filtros o cualquier otro tipo de tratamiento periódicamente (42).

**Grafico 19. Comparativa de sólidos totales disueltos.**



#### **4.1.11. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO<sub>5</sub> es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno que se consume al degradar la materia orgánica presente en una muestra líquida. Es el principal parámetro para determinar la contaminación en el agua. Se determina midiendo la reducción del oxígeno de cada muestra de agua tomada para el análisis a una temperatura constante de 20° Celsius durante 5 días (43).

Los datos que se presentan a continuación corresponden a los realizados en el año 2019 ya que del año del 2014 no se reportó resultados para este parámetro.

En el análisis efectuado se determinó que los pozos de la parroquia San Carlos presentaron valores de 1,0 mg/L (Pozo N° 2) y 2,06 mg/L (pozo N° 3), siendo este superior al límite máximo permisible que es <2. Se informa que los pozos de la parroquia La Esperanza mantienen valores de 2,58 mg/L (Pozo N°1) y 1,03 mg/L (pozo N°3).

#### **4.1.12. Demanda química de oxígeno (DQO)**

La DQO mide la cantidad de elementos o sustancias propensas a ser oxidadas por medios químicos disueltos o en suspensión que se encuentren en un cuerpo de agua, en esta investigación no se pudo comparar los datos de este año con los del 2014 puesto a que no existe resultado alguno de análisis para este parámetro, para los pozos de la parroquia rural San Carlos; pozo N°2 un 2,2 y pozo N°3 un 2,83 mg/L y para la parroquia La Esperanza pozo N°1 un 1,84 y para el pozo N°2 un 1,84 respectivamente (44).

**Tabla 7. Criterios de la calidad del agua para consumo humano**

Parámetros	Criterios				San Carlos N°2		San Carlos N°3		La Esperanza N°1		La Esperanza N°2	
	UNIDADES	INEN	TULSMA	OMS	2014	2019	2014	2019	2014	2019	2014	2019
Potencial de Hidrogeno	Ph	S/D	6-9	6,5-9,2	7,52	6,86	7,87	6,94	7,47	6,56	7,6	6,71
Turbiedad	NTU	5	100	5	1,73	2,81	3,26	3,26	6,65	5,34	2,26	2,22
Alcalinidad M	mg/L	S/D	S/D	S/D	97	184,0	118	210,0	100	140,0	120	137,0
Dureza Total	mg/L	S/D	500	S/D	82	96,0	70	95,2	86	104,0	96	128,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	S/D	S/D	1000	245	128,0	125	130,0	114	157,0	120	132,0
Conductividad	uS/cm	S/D	S/D	250	223	295	242	242	228	228	235	235
DBO <sub>5</sub>	mg/L	S/D	<2	S/D	S/D	1,0	S/D	2,06	S/D	2,58	S/D	1,03
DQO	mg/L	S/D	<4	S/D	S/D	2,2	S/D	2,83	S/D	1,84	S/D	1,84
<b>INORGÁNICOS NO METALES</b>												
Nitratos	mg/L	50	50	50	2,1	2,0	1,8	2,40	1,6	1,28	1,6	1,34
Nitritos	mg/L	S/D	0,2	S/D	0,005	0,0090	0,008	0,01	0,016	0,014	0,005	0,0090
Sulfatos	mg/L	S/D	500	S/D	0	6,1	0	5,08	12	5,1	0	17,1
<b>METALES</b>												
Hierro Total	mg/L	S/D	1,0	S/D	<b>0,29</b>	0,03	<b>0,69</b>	0,04	<b>0,61</b>	0,66	<b>0,34</b>	0,11
Manganeso	mg/L	S/D	0.1	0.2	<b>0,35</b>	0,29	<b>0,59</b>	0,43	<b>0,31</b>	0,57	<b>0,47</b>	0,45

#### **4.2. Lineamientos del plan socio-ambiental para promover estrategias que disminuyan los niveles de contaminación del agua de pozos profundos**

El plan de manejo socio-ambiental se desarrolla acorde a los impactos identificados como negativos para asegurar la calidad del agua de los pozos profundos localizados en las parroquias rurales: San Carlos y La Esperanza, el cual requiere el planteamiento de estrategias (preventivas y correctivas) viables, accesibles y de bajo costo que permitan su ejecución y disminuir la afectación de la actividad humana hacia este recurso.

Los principales impactos identificados son: acceso limitado a la red de distribución de agua y horarios de abastecimiento, incremento de componentes químicos que deterioran la calidad del agua debido a la actividad agrícola y humana que inciden en la mala calidad del agua y afectación a la salud.

##### **Estrategia 1. Mantenimiento de la infraestructura de los pozos**

El Gobierno Municipal y las Juntas Parroquiales de “La Esperanza” y “San Carlos”, deben coordinar acciones ante los organismos locales, nacionales e internacionales a fin de proveer el servicio de mantenimiento y monitoreo de los pozos profundos que abastecen a la población.

##### **Estrategia 2. Mejorar la red de infraestructura sanitaria y potabilización del agua**

La calidad de vida de la población requiere proporcionar condiciones adecuadas de infraestructura básica que le permita acceder a los servicios de primera necesidad, en este caso, el acceso a agua de calidad que cumpla la normativa ambiental y disminuir problemas de salud de la población y el costo que representa al estado ecuatoriano.

Se debe realizar actualización de la información técnica de la red existente y de los procesos de potabilización del agua en las parroquias La Esperanza y San Carlos a fin de gestionar con fondos estatales y de organismos nacionales e internacionales financiamiento para la ejecución de proyectos de captación, potabilización y distribución de agua, cumpliendo de esta manera con la constitución y lo que establece el Plan Nacional del Buen Vivir.

### **Estrategia 3. Diseñar un plan de acción con medidas preventivas y correctivas**

#### **Medidas preventivas:**

- Empezar campañas de capacitación y relaciones comunitarias para promover interés y compromiso social responsable en el uso y aprovechamiento del agua subterránea liderado por los departamentos competentes (GAD Municipal y empresa pública de agua potable y alcantarillado EMAPAQ).
- Monitorear y controlar las actividades humanas que alteren la estabilidad de las zonas cercanas a los pozos profundos: pozos sépticos, aguas residuales domiciliarias, uso de productos agroquímicos, entre otros.
- Efectuar análisis permanentes del agua obtenida en los pozos profundos para abastecimiento y consumo de la población.
- Monitorear el direccionamiento de las fuentes hídricas hacia áreas cultivadas.
- Promover en los agricultores el uso de fertilizantes de origen orgánico para disminuir procesos de infiltración y lixiviación de contaminantes a las cuencas subterráneas.
- Impulsar el manejo de desechos o residuos sólidos generados por la población y el agro fundamentado en la minimización, revalorización y reutilización.
- Revegetación de las áreas intervenidas cercanas a los pozos profundos por los asentamientos humanos en la zona.
- Promover procesos de gestión integral del agua.

#### **Medidas correctivas**

- Aplicar técnicas agroecológicas para disminuir los procesos de infiltración y escorrentía de contaminantes en los periodos invernales.

### **Estrategia 4. Establecer ordenanzas municipales dirigidas hacia la gestión de los residuos sólidos urbanos y rurales**

En esta estrategia, el Municipio debe establecer ordenanzas municipales fundamentadas en la legislación ambiental vigente y coordinar actividades conjuntas de control y monitoreo hacia su cumplimiento, según se indica:

- Ordenanza reguladora de los residuos sólidos urbanos y rurales
- Monitoreo y control del uso de productos químicos tóxicos
- Sistema de seguimiento y control de la gestión de los residuos

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

## 5.1. Conclusiones

- La población informa un malestar en el acceso y calidad del agua al agua. El análisis DRASTIC refiere que el agua de los pozos de la parroquia San Carlos presentan vulnerabilidad moderada y, en el caso de los pozos de la parroquia La Esperanza mantienen vulnerabilidad alta.
- La vulnerabilidad de los pozos estudiados a la contaminación posiblemente se debe a la carencia de sistema de alcantarillado en la zona, haciendo necesario optar por sistemas de pozos sépticos domiciliarios, provocando infiltraciones por medio de la lixiviación y por la poca impermeabilidad de los suelos que conforman los pozos. Según (4), la vulnerabilidad de los pozos está condicionada en función de la inaccesibilidad de la zona saturada, en sentido hidráulico, a la penetración de los contaminantes y a la capacidad de atenuación de los estratos encima de la zona saturada, como resultado de su retención física y reacción química con los contaminantes.
- El análisis físico, químico y microbiológico de la calidad de agua determinó variaciones elevadas en los resultados, con un pH de 6,56 a 6,94; 2,22 a 5,34 NTU para turbidez, 28 a 2,40 mg/L en nitratos. Los nitritos presentaron valores de 0,009 a 0,014 mg/L y, 5,08 a 17,1 mg/L para sulfatos. En el caso del hierro total presentó valores de 0,03 a 0,66 ppm y de 128,0 a 157,0 mg/L los sólidos totales disueltos. Los valores referidos no sobrepasan los límites permisibles en la normativa INEN, OMA y TULSMA. En el caso del Manganeseo, se observó en valores por encima de los límites permisibles establecidos en la OMS en los cuatro pozos estudiados. Al comparar los límites máximos permisibles se observa que los datos obtenidos en el año 2019 varían con relación a los datos del año 2014.

- Los resultados obtenidos en la encuesta, calidad del agua y la información geográfica permitieron identificar el estado de vulnerabilidad de los pozos, la cual fundamentó el diseño de los lineamientos del plan socio-ambiental y las estrategias pertinentes que deben ser promovidas para disminuir los niveles de contaminación del agua de pozos profundos.

## **5.2. Recomendaciones**

- Evitar la ingesta de agua sin tratamiento de purificación doméstica.
- Realizar otras investigaciones en periodo de verano en el que se incluyan otros parámetros, se actualice la información de los datos que no constan en el informe de calidad del agua elaborado por el I. Municipio de Quevedo en el año 2104 y se mantengan controles y monitoreo permanentes para garantizar la calidad del agua dirigida a la población (45).
- El estado establecerá políticas intersectoriales de seguridad alimentaria y nutricional, que propenda a eliminar los malos hábitos alimenticios, respete y fomente los conocimientos y prácticas alimentarias tradicionales, así como el uso y consumo de productos propios de cada región. También el buen uso y calidad de las aguas de consumo para la población, garantizando la salud y bienestar de los consumidores.
- Ejecutar actividades de responsabilidad social ambiental entre la comunidad, el gobierno parroquial y municipal para mitigar los niveles de contaminación.
- Promover el establecimiento de ordenanzas municipales dirigidas hacia la gestión de los residuos sólidos urbanos y rurales.
- Que las autoridades del I. Municipio del Cantón Quevedo inviertan más en nuevas tecnologías que mejoren la capacidad productiva y de calidad de la planta potabilizadora principal EMAPAQ, la calidad y tratamiento de las aguas y capacitaciones tanto a personal técnico, encargado de los pozos y a los mismos pobladores.

## **V. BIBLIOGRAFÍA**

## Bibliografía

1. Cifuentes BMG. Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11. 2004..
2. Mejía Clara MR. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías para su desinfección a escala domiciliaria. 2005..
3. Casilla QS. Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez. 2014..
4. Arbito JAQ. Caracterización del agua subterránea para uso en actividades productivas y humanas, en el Cantón Pasaje. 2015..
5. Hernández ORG. Sistemas de agua potable y perforación de pozos mecánicos en arquitectura. 2015..
6. Rivas R. F, Maldonado Q. X. Acuerdos de monitoreo de calidad del agua. Visión Gerencial. 2010;; p. 173-187.
7. López CCC. Control de calidad del agua potable que se distribuye en los campus: Central, Hospitalidad, Balzay, Paraíso, Yanuncay y las granjas de Irquis y Romeral pertenecientes a la Universidad de Cuenca. 2015..
8. Espinoza Maldonado AD. PROYECTO DOTACION DE AGUA DE POZO PARA consumo aplicado a la comunidad Manuel Caniulaf en el sector de Moltrohue comuna de nueva imperial novena región. 2008 Mayo..
9. Piper-Hill-Langelier. La composición química de las aguas subterráneas. 2015 Agosto..
10. Ordoñez Galvez JJ. 2011 Septiembre..
11. Icarito. <http://www.icarito.cl/2009/12/39-8561-9-2-la-contaminacion.shtml/>. [Online].; 2017. Available from: <http://www.icarito.cl>.
12. Schettinil P, Cortazzo. Análisis de datos cualitativos en la investigación social..
13. Juárez KA. Aplicación del balance iónico y construcción del diagrama de piper para la evaluación del potencial industrial de las aguas subterráneas de la ciudad de Guatemala. 2017 Enero..
14. Ramos Pacha R, Paredes Urquieta de Chavez PV. Captación, evaluación, tratamiento y diseño de una planta de consumo de agua potable en la localidad pampo de pajonal distrito de mollebaya. 2015..
15. Orellana J. Tratamiento de las Aguas. Ingeniería Sanitaria. 2005;; p. 123 pp.
16. Catarina. Americarum. Valenzuela. 2013;; p. 20 pp.
17. Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, a.c. agua.org.mx. [Online].; 2007. Available from: <https://agua.org.mx/biblioteca/contaminacion-quimica-del-agua/>.

18. Sanchez. Monografias. [Online].; 2015. Available from: <https://www.monografias.com/trabajos81/la-contaminacion-ambiental-dos/la-contaminacion-ambiental-dos2.shtml>.
19. Ramírez Mejía LL. Estudio sobre la calidad de agua subterránea del área noreste de Guatemala. 2003..
20. Burgos Torres TF. Determinación de la vulnerabilidad del acuífero, carga contaminante y concentración de nitratos de agua en pozos del sector Rancho Grande. 2018.
21. Consejo Municipal de Quevedo. Constitución Política del Estado CAPÍTULO VI de la Protección de los ríos y de las aguas subterráneas..
22. Ley de Prevención y Control de Contaminación Ambiental. Registro Oficial Suplemento 418 Quiot: 38 pp.; 2004.
23. Libro VI Anexo 1. Normas del recurso agua. Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes: Recurso Agua. Quito: TULSMA; 2012.
24. elpensante.com. [Online].; 2016. Available from: <https://educacion.elpensante.com>.
25. Sanabria JJV. Formulación de un plan institucional de Gestión Ambiental - Piga para la manufactura de muebles Castañeda Bogotá D.C. 2017..
26. Silva JTEFRR, Ochoa S, Villalpando F, Cruz G. Vulnerabilidad acuífera como herramienta de política ambiental para la protección de manantiales en Michoacán, México. Revista internacional de contaminación ambiental, 26 (1). 2010;; p. 5-16.
27. Quino I, Quintanilla J, García ME, Cáceres L. Determinación de la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas en la región norte y este del lago Poopo. Revista Boliviana de Química Vol. 23 (1). 2019;; p. 14-22.
28. Miguel-Fernández C, Vázquez-Taset YM. Origen de los nitratos (NO<sub>3</sub>) y nitritos (NO<sub>2</sub>) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas. Minería y Geología, Vo. 22 (3). 2006;; p. 1-9.
29. Álvarez A, D'Elía M, Paris M, Fasciolo G, Barbazza C. Evaluación de la contaminación de acuíferos producida por actividades de saneamiento y re-uso de efluentes en el norte de la provincia de Mendoza. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. 2011;; p. 19-39.
30. Plúas Fernández MM. CALidad de agua de consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en la parroquia Venus dek Río Quevedo del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. 2015..
31. Hanna i. blog. [Online].; 2019 [cited 2019 junio 7. Available from: <https://www.hannacolombia.com>.
32. OMS. 2006..
33. Higieneambiental. higieneambiental.com. [Online].; 2018 [cited 2018 diciembre 24. Available from: <https://higieneambiental.com>.

34. Lenntech. Conductividad del agua. 2018 marzo 3..
35. Agencia de Protección de la Salud y Seguridad Alimentaria. Los nitratos en el agua de consumo. 2017 marzo..
36. Guerra FD. Edafología General La Habana: Editorial DAP; 1979.
37. Castellón Gómez JJ, Bernal Muñoz RHRMdL. Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. Ingeniería, vol. 19 (1). 2015;; p. 39-50.
38. Roldán Pérez G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. 2003..
39. Bolaños Alafaro J, Cordero Castro G. Determinación de nitritos, nitratos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación. 2017..
40. McFarland L M, Dozier C M. Problemas del agua potable. Water. 2004.
41. Ecured. El manganeso en el gua. 2017 junio 10..
42. Panachlor. Sólidos totales disueltos. 2018 noviembre 16..
43. Morán NF. Calidad del agua. 2016..
44. INEM. Demanda química de oxígeno. 2013 junio..
45. salud LOd. Ley 67. 2015..
46. Casilla QS. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE DESCARGA DE LA CUENCA DEL RIO SUCHEZ Puno; 2014.
47. Sánchez Sánchez JA, Alvarez Legorreta T, Pacheco Ávila J, González Herrera RA. Caracterización hidrogeoquímica de las aguas subterráneas del sur del Estado de Quintana Roo, México. Revista mexicana de Ciencias Geológicas. 2015;; p. 62-76.
48. Sánchez JA. Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México. Sistemas de Información Científica. 2016;; p. 75-96.
49. SNET. Índice de calidad del agua general "ICA". Servicio Nacional de Estudios Territoriales. 2016;; p. 14.
50. Valencia Espinoza C. Química del hierro y manganeso en el agua, técnicas de remoción.. 2017..
51. Segura Vélez MA. Calidad del agua para consumo en el cantón El Empalme provincia del Guayas. 2013..
52. Román Ganchozo KD, Tuárez Velásquez JE. aAlidad del agua de consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en la parroquia El GUayacán delk cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. 2015..
53. Dirección General de Salud Pública y Participación. GOIB. [Online].; 2016. Available from: <http://dgsalut.caib.es>.

54. Carrera Arcia T, Estribí Quintero M. Evaluación del agua subterránea en puntos de captura y consumo en cinco municipios de Honduras. 2013 noviembre..

## **VI. ANEXOS**



Foto N ° 1: Grupo de trabajo en la ejecución de las encuestas



Foto N ° 2: Ejecución de las encuestas



Foto N ° 3: Proceso de esterilización de recipientes para tomas de muestras en los pozos profundos a estudiar.



Foto N° 4: Envases listos después del esterilizado en el autoclave.



Foto N°5: georreferenciando puntos a tomar muestras de agua en los pozos profundos.



Foto N° 6: Pozo profundo N° 3, con sistema de cloración para abastecer de agua a la población.



Foto N° 7: Georeferenciación *in situ* de los pozos



Foto N° 8: Georeferenciación *in situ* del pozo San Carlos 2



Foto N° 9: Tomando muestras de agua *in situ* de pozo.



Foto N° 10: Pozo profundo La Esperanza N°1.



SEDE SANTO DOMINGO  
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE AGUA

650

SOLICITANTE:	SR ROLANDO LOPEZ RODRIGUEZ	FECHA DE MUESTREO:	marzo 28, 2019
TIPO DE MUESTRA:	AGUA DE POZO	FECHA DE RECEPCION:	marzo 29, 2019
SITIO DE MUESTREO:	PARROQUIA LA ESPERANZA POZO # 1	FECHA DE ANALISIS:	marzo 29, 2019
TIPO DE ANALISIS :	FISICO -QUIMICO	FECHA DE ENTREGA:	abril 9, 2019

**CARACTERISTICAS FISICAS**

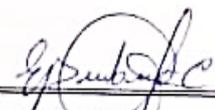
MUESTRA #1

PARAMETRO CARACTERIST.	UNIDAD	MAX LIMITE	RESULTADO
TURBIDEZ	(NTU)	< 5	5.34
pH		6.5 - 8.5	6.56

**CARACTERISTICAS QUIMICAS**

PARAMETRO	expresado como	MAX LIMITE mg/l	RESULTADO mg/l
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L		157.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L		171.0
SOLIDOS TOTALES	mg/L	1000	328.0
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L		140.0
DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L	<300	104.0
HIERRO TOTAL	ppm de Fe	<0.8	0.66
MANGANESO	ppm de Mn	0.1	0.57
SULFATOS	mg/L de SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	<200	5.1
NITRATOS	mg/L de NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	10	1.28
NITRITOS	mg/L de N <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0.014
OXIGENO DISUELTO	mg O <sub>2</sub> /L	0.0 - 4.0 = CONTAMINADA	5.8
DEMANADA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5)	mg/ L	2 < (mg L <sup>-1</sup> ) = ACEPTABLE (DBO5)	2.58
DEMANADA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	mg/ L		1.84

Limites máximos permisibles CONAGUA, México  
LIBRO VI TULSMA NORMA AMBIENTAL

  
ING. ELSA BURBANO  
JEFE DE LABORATORIO UTE S. D





SEDE SANTO DOMINGO  
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE AGUA

651

SOLICITANTE	SR ROLANDO LOPEZ RODRIGUEZ	FECHA DE MUESTREO:	marzo 28, 2019
TIPO DE MUESTRA:	AGUA DE POZO	FECHA DE RECEPCION:	marzo 29, 2019
SITIO DE MUESTREO:	PARROQUIA LA ESPERANZA POZO # 2	FECHA DE ANALISIS:	marzo 29, 2019
TIPO DE ANALISIS :	FISICO -QUIMICO	FECHA DE ENTREGA:	abril 9, 2019

**CARACTERISTICAS FISICAS**

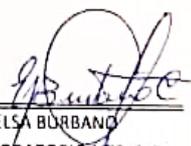
MUESTRA #1

PARAMETRO CARACTERIST.	UNIDAD	MAX LIMITE	RESULTADO
TURBIDEZ	(NTU)	< 5	2.22
pH		6.5 - 8.5	6.71

**CARACTERISTICAS QUIMICAS**

PARAMETRO	expresado como	MAX LIMITE mg/l	RESULTADO mg/l
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L		132.0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L		172.0
SOLIDOS TOTALES	mg/L	1000	304.0
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L		137.0
DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L	<300	128.0
HIERRO TOTAL	ppm de Fe	<0.8	0.11
MANGANESO	ppm de Mn	0.1	0.45
SULFATOS	mg/L de SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<200	17.1
NITRATOS	mg/L de NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	10	1.34
NITRITOS	mg/L de N <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0.0090
OXIGENO DISUELTO	mg O <sub>2</sub> /L	0.0 - 4.0 = CONTAMINADA	5.33
DEMANADA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5)	mg/L	2 < (mg L <sup>-1</sup> ) = ACEPTABLE (DBO5)	1.03
DEMANADA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	mg/L		1.94

Limites máximos permisibles CONAGUA, México  
LIBRO VI TULSMA NORMA AMBIENTAL

  
ING. ELSA BURBANO  
JEFE DE LABORATORIO UTE S. D





SEDE SANTO DOMINGO  
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE AGUA

652

SOLICITANTE	SR ROLANDO LOPEZ RODRIGUEZ	FECHA DE MUESTREO	marzo 28, 2019
TIPO DE MUESTRA:	AGUA DE POZO	FECHA DE RECEPCION	marzo 29, 2019
SITIO DE MUESTREO:	PARROQUIA SAN CARLOS POZO # 2	FECHA DE ANALISIS	marzo 29, 2019
TIPO DE ANALISIS :	FISICO -QUIMICO	FECHA DE ENTREGA	abril 9, 2019

CARACTERISTICAS FISICAS

MUESTRA #1

PARAMETRO CARACTERIST	UNIDAD	MAX LIMITE	RESULTADO
TURBIDEZ	(NTU)	< 5	2.81
pH		6.5 - 8.5	6.86

CARACTERISTICAS QUIMICAS

PARAMETRO	expresado como	MAX LIMITE mg/l	RESULTADO mg/l
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L		128.0
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L		208.0
SOLIDOS TOTALES	mg/L	1000	336.0
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L		184.0
DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L	<300	96.0
HIERRO TOTAL	ppm de Fe	<0.8	0.03
MANGANESO	ppm de Mn	0.1	0.29
SULFATOS	mg/L de SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	<200	6.1
NITRATOS	mg/L de NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	10	2.0
NITRITOS	mg/L de N <sub>2</sub> <sup>-</sup>		0.0090
OXIGENO DISUELTO	mg O <sub>2</sub> /L	0.0 - 4.0 = CONTAMINADA	6.2
DEMANADA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5)	mg/ L	2 < (mg L <sup>-1</sup> ) = ACEPTABLE (DBO5)	1.0
DEMANADA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	mg/ L		2.2

Límites máximos permisibles CONAGUA, México  
LIBRO VI TULSMA NORMA AMBIENTAL

  
ING. ELSA BURBANO  
JEFE DE LABORATORIO UTE S. D.





**SEDE SANTO DOMINGO**  
**LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO**  
**REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE AGUA**

653

SOLICITANTE:	SR ROLANDO LOPEZ RODRIGUEZ	FECHA DE MUESTREO:	marzo 28, 2019
TIPO DE MUESTRA:	AGUA DE POZO	FECHA DE RECEPCION:	marzo 29, 2019
SITIO DE MUESTREO:	PARROQUIA SAN CARLOS POZO # 3	FECHA DE ANALISIS:	marzo 29, 2019
TIPO DE ANALISIS :	FISICO -QUIMICO	FECHA DE ENTREGA:	abril 9, 2019

**CARACTERISTICAS FISICAS**

MUESTRA #1

PARAMETRO CARACTERIST.	UNIDAD	MAX LIMITE	RESULTADO
TURBIDEZ	(NTU)	< 5	2.79
pH		6.5 - 8.5	6.94

**CARACTERISTICAS QUIMICAS**

PARAMETRO	expresado como	MAX LIMITE mg/l	RESULTADO mg/l
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L		130.0
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L		214.0
SOLIDOS TOTALES	mg/L	1000	344.0
ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L		214.0
DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L	<300	95.2
HIERRO TOTAL	ppm de Fe	<0.8	0.04
MANGANESO	ppm de Mn	0.1	0.43
SULFATOS	mg/L de SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<200	5.08
NITRATOS	mg/L de NO <sub>3</sub> <sup>-1</sup>	10	2.40
NITRITOS	mg/L de N <sub>2</sub> <sup>-2</sup>		0.01
OXIGENO DISUELTO	mg O <sub>2</sub> /L	0.0 - 4.0 = CONTAMINADA	5.1
DEMANADA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5)	mg/ L	2 < (mg L <sup>-1</sup> ) = ACEPTABLE (DBO5)	2.06
DEMANADA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)	mg/ L		2.83

Límites máximos permisibles CONAGUA, México  
LIBRO VI TULSMA NORMA AMBIENTAL

  
INGRID BUJANO  
JEFE DE LABORATORIO UTE S. D



(D) PROFUNDIDAD DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO		(R) RECARGA NETA	
RANGO (m)	VALOR	RANGO(mm)	VALOR
< 1,5	10	0-50	1
1,5-5	9	50-100	3
5-10	7	100-180	6
10-20	5	180-255	8
20-30	2	>255	9
>30	1		

(A) NATURALEZA DEL ACUÍFERO			(S) NATURALEZA DEL SUELO	
DESCRIPCIÓN	RANGO	VALOR	TIPO DE SUELO	VALOR
A-Arcillas, margas, limos	1-3	2	Arcilla no expansiva y agregada	1
B-Igneas/metamórficas	2-5	3	Suelo orgánico	2
C-Igneas/metamórficas alteradas	3-5	4	Marga arcillosa	3
D-Alternancia de areniscas, arcillas y calizas	5-9	6	Marga limosa	4
E-Areniscas masivas	4-9	6	Marga	5
F-Calizas masivas	4-9	6	Marga arenosa	6
G-Arenas, gravas y conglomerados	4-9	8	Arcilla expansiva y/o agregada	7
H-Volcánicas	2-10	9	Turba	8
I-Calizas carstificadas	9-10	10	Arena	9
			Grava	10
			Delgado o ausente	10

(T) TOPOGRAFÍA		(C) PERMEABILIDAD	
RANGO %	VALOR	RANGO (m/día)	VALOR
0- 2	10	<4	1
2- 6	9	4-12	2
6-12	5	12-28	4
12-18	3	28-40	6
> 18	1	40-80	8
		>80	10

(I) IMPACTO DE LA ZONA NO SATURADA		
DESCRIPCIÓN	RANGO	VALOR
A-Arcilla, limo, margas	1-2	1
B-Esquistos, pizarras	2-5	3
C-Calizas	2-7	6
D-Areniscas	4-8	6
E-Alternancia de calizas, areniscas y arcillas	4-8	6
F-Arenas y gravas con contenido en arcilla	4-8	6
G-Metamórficas, igneas	2-8	4
H-Arenas y gravas	6-9	8
I-Volcánicas	2-10	9
J-Calizas carstificadas	8-10	10

Tabla 1. Rangos y valores de los parámetros (modificado de Aller et Al., 1987 en CCE-MOPTMA, 1994).

PARÁMETROS	ÍNDICE DE PONDERACIÓN (w)
D - Profundidad del nivel de agua	5
R - Recarga	4
A - Naturaleza del acuífero	3
S - Tipo de suelo	2
T - Topografía	1
I - Impacto de la zona no saturada	5
C - Permeabilidad	3

Tabla 2. Índices de ponderación.