



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN
POR COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN LA RED DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA LA
PEAÑA DEL CANTÓN PASAJE – EL ORO**
TRABAJO NO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR
LEÓN NARVÁEZ LUIS FERNANDO

TUTOR
DRA. BORODULINA TAMARA

GUAYAQUIL – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **DRA. BORODULINA TAMARA**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR COLIFORMES FECALES Y TOTALES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA LA PEÑA DEL CANTÓN PASAJE – EL ORO**, realizado por el estudiante **LEÓN NARVÁEZ LUIS FERNANDO**; con cédula de identidad N° **070477152-6** de la carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Dra. Borodulina Tamara

Guayaquil, 13 de marzo del 2020



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR COLIFORMES FECALES Y TOTALES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA LA PEÑA DEL CANTÓN PASAJE – EL ORO", realizado por el estudiante **LEÓN NARVÁEZ LUIS FERNANDO**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Océ. Leila Zambrano Zavala
PRESIDENTE

Dra. Tamara Borodulina
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Diego Muñoz Naranjo, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Carlos Banchon Bazaña, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 02 de marzo del 2020

Dedicatoria

Esta última etapa de la carrera fue una de las mejores experiencias de un largo camino de aprendizajes y tropiezos, en donde he adquirido virtudes que han sido ejemplos de personas que admiro mucho, por tal motivo quiero dedicar el presente trabajo de titulación a las personas que han sido el pilar fundamental para que este se desarrolle.

Se lo dedico a mi abuelo Jorge Narváez que en paz descanse, que gracias a sus consejos y largas charlas me inspiro a siempre seguir superándome; a mi abuela Germania Baquero que me enseñó la fortaleza para seguir adelante; a mis padres Humberto León y Tatiana Narváez y mi hermano Eduardo León que siempre me brindaban su amor y palabras de aliento.

A mis tíos, a mis tías, a mis primos, a mis primas que siempre estuvieron presentes desde el inicio de mi carrera hasta ahora, con sus ánimos, cariño y consejos he logrado cumplir esta meta.

Agradecimiento

Agradezco a los docentes de la Universidad Agraria del Ecuador, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, a la Dra. Tamara Borodulina tutora de mi proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo **LEÓN NARVÁEZ LUIS FERNANDO**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA LA PEAÑA DEL CANTÓN PASAJE – EL ORO"** para optar el título de **INGENIERO AMBIENTAL** por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 13 marzo del 2020



LEÓN NARVÁEZ LUIS FERNANDO
C.I. 070477152-6

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
PORTAD Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	¡Error! Marcador no definido.
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de Figuras	13
Resumen	15
Abstract	16
1. Introducción	18
1.1 Antecedentes del problema.....	19
1.2 Planteamiento y formulación del problema	20
1.2.1 Planteamiento del problema	20
1.2.2 Formulación del problema	21
1.3 Justificación de la investigación	21
1.4 Delimitación de la investigación	22
1.5 Objetivo general	22

1.6	Objetivos específicos	22
1.7	Hipótesis	23
2.	Marco teórico.....	24
2.1	Estado del arte	24
2.2	Bases teóricas.....	26
2.2.1	El Agua.....	26
2.2.2	Agua potable	26
2.2.3	Red de distribución de agua potable	27
2.2.4	Parámetros de calidad de agua.....	27
2.2.5	Parámetros microbiológicos	27
2.2.5.1	Coliformes	27
2.2.6	Calidad microbiología del agua	28
2.2.7	Indicadores en el control sanitario del agua.....	28
2.2.8	Efectos a la salud	29
2.2.9	Petrifilm para recuento de Coliformes totales y fecales	29
2.3	Marco legal.....	30
2.3.1	Constitución de la República del Ecuador	30
2.3.2	Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021	31
2.3.3	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua	31
2.3.4	Código Orgánico del Ambiente.....	33

2.3.5	Acuerdo Ministerial 097-A.....	33
3.	Materiales y métodos.....	35
3.1	Enfoque de la investigación.....	35
3.1.1	Tipo de investigación.....	35
3.1.2	Diseño de investigación.....	35
3.2	Metodología.....	36
3.2.2	Variables.....	36
3.2.2.1	Variable independiente.....	36
3.2.2.2	Variable dependiente	36
3.2.3	Tratamientos.....	36
3.2.4	Recolección de datos	36
3.2.4.1	Recursos	37
3.2.4.2	Métodos y técnicas.....	38
3.2.5	Análisis estadístico	39
3.2.6	Prueba de Hipótesis	39
4.	Resultados.....	41
5.	Discusión	62
6.	Conclusiones.....	64
7.	Recomendaciones	65
8.	Bibliografía	66

9. Anexos	73
9.1 Anexo A: tablas y figuras.....	73
9.2 Anexo B: Normas Técnicas y guía de interpretación.....	80

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados de la encuesta realizada sobre el tratamiento aplicado al agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:	41
Tabla 2. Resultados de la encuesta realizada sobre aspectos desagradables en el agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:	42
Tabla 3. Resultados en la encuesta realizada problema relacionado por la ingesta del agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:.....	43
Tabla 4. Resultados de la encuesta realizada sobre el consumo de agua potable contaminada y su relación con problemas de salud de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:	45
Tabla 5. Resultados de la encuesta sobre el agua potable que recibe en su hogar es de buena calidad de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:	46
Tabla 6. Resultados de la encuesta realizada sobre olores inusuales que presenta el agua para consumo humano de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:	47
Tabla 7. Mejoras para la calidad del agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:	48
Tabla 8. Resultados de la encuesta sobre el consumo de agua potable para consumo humano de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:.....	49
Tabla 9. Resultados del monitoreo de las muestras de agua tomadas en un intervalo de tiempo entre 8:00 – 9:00 am de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:	51

Tabla 10. Resultados del monitoreo de las muestras de agua tomadas en intervalo de tiempo de 12:00 – 13:00 pm de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:	53
Tabla 11. Resultados del monitoreo de las muestras de agua tomadas en un intervalo de tiempo entre 17:00 – 18:00 de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:.....	55
Tabla 12. Prueba T para diferencia de media de muestras tomadas 8:00 – 9:00.	57
Tabla 13. Estadístico descriptivo de coliformes totales y fecales (8:00 a 9:00).....	58
Tabla 14. Prueba T- Student para diferencia de media de muestras tomadas 12:00 – 13:00	58
Tabla 15. Estadístico descriptivo de coliformes totales y fecales (12:00 a 13:00).	59
Tabla 16. Prueba T- Student para diferencia de media de muestras tomadas 17:00 – 18:00 pm	60
Tabla 17. Estadístico descriptivo de coliformes totales y fecales (17:00 a 18:00).	61
Tabla 18. Coordenadas de los puntos muestreados en la parroquia La Peaña, cantón Pasaje - El Oro	74
Tabla 19. Requisitos microbiológicos de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-ssa1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"	74

Índice de Figuras

Figura 1. Resultados de la encuesta sobre tratamiento utilizado para el agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.....	42
Figura 2. Resultados de la encuesta realizada sobre aspectos desagradables en el agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.	43
Figura 3. Resultados de la encuesta sobre problema relacionado por la ingesta del agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.	44
Figura 4. Resultados de la encuesta sobre el consumo de agua potable contaminada y su relación con problemas de salud de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.	45
Figura 5. Resultado de la encuesta sobre el agua potable que recibe en su hogar es de buena calidad de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.....	46
Figura 6. Resultados de la encuesta sobre los olores inusuales que presenta el agua para consumo humano de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.	48
Figura 7. Resultados de la encuesta sobre las mejoras para la calidad del agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.....	49
Figura 8. Resultados de la encuesta sobre el agua potable para consumo humano de parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.....	50
Figura 9. Resultados del monitoreo de las muestras de agua en intervalo de tiempo de las muestras tomadas entre 8:00 – 9:00 am en la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.	52
Figura 10. Resultados del monitoreo de las muestras de agua en intervalo de tiempo de las muestras tomadas entre 12:00 – 13:00 pm de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro.	54

Figura 11. Resultados del monitoreo de las muestras de agua en intervalo de tiempo de las muestras tomadas entre 17:00 – 18:00 pm de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro.....	56
Figura 12. Comparación de los resultados con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, en un periodo de muestreo de 8:00 – 9:00 am.....	57
Figura 13. Comparación de los resultados con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 en periodo de muestreo de 12:00 – 13:00.	59
Figura 14. Comparación de los resultados con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 en periodo de muestreo de 17:00 – 18:00.	61
Figura 15. Área de estudio	73
Figura 16. Formato de la encuesta realizada	75
Figura 17. Encuestas a la población de la parroquia La Peaña	76
Figura 18. Materiales utilizados en el monitoreo	76
Figura 19. Recolección de muestras de agua potable	77
Figura 20. Muestras recolectadas en la parroquia La Peaña	77
Figura 21. Placas petrifilm en incubación para la determinación de coliformes totales	78
Figura 22. Placas Petrifilm con resultados de coliformes totales.....	78
Figura 23. Placas Petrifilm con resultados de coliformes fecales.....	79
Figura 24. Muestra de placas Petrifilm con resultados de coliformes fecales y totales	79

Resumen

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo por la necesidad de conocer si el agua potable que llega a los hogares de la Parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro, es apta para el consumo humano. Se realizó la recolección de muestras directas en grifos de los hogares verificando que estén conectados a la red de distribución general con la finalidad de obtener los parámetros microbiológicos, utilizando placas petrifilm para recuento de coliformes totales y fecales debido a facilidad de traslado de los recursos. Los resultados que se obtuvieron en distintos horarios fueron: 8:00 – 9:00 con una media de 33,33 UFC/100ml coliformes fecales y 185,71 UFC/100ml de coliformes totales; de 12:00 – 13:00 con una media de 61,90 UFC/100ml coliformes fecales y 223,81UFC/100ml de coliformes totales; de 17:00 – 18:00 con una media de 119,05 UFC/100ml coliformes fecales y 1790,48 UFC/100ml de coliformes totales. Se demostró que todas las muestras tomadas en horarios de la mañana, medio día y tarde los coliformes fecales y totales sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Como conclusión se establece que se debe mejorar el tratamiento que se realiza en el agua potable con distintas técnicas para garantizar que el recurso sea apto para el consumo humano.

Palabras Clave: Coliformes, Petrifilm, Contaminación, Patógenos, agua potable

Abstract

The research work was carried out in order to know if the drinking water that people get from the faucets in La Peaña parish, Pasaje Canton in El Oro Province is suitable for human consumption. Some samples were taken from household faucets verifying that they are connected to the drinking water distribution network in order to obtain the microbiological parameters, with the use of petrifilm plates for coliform counting total and Fecal due to the easiest way to transport. the results obtained at different times were: 8:00 - 9:00 with an average of 33,33 CFU/100ml fecal coliforms and 185,71 CFU/100ml total coliforms; of 12:00 - 13:00 with an average of 61,90 CFU/100ml fecal coliforms and 223,81 CFU/100ml total coliforms; of 17:00 - 18:00 with an average of 119,05 CFU/100ml fecal coliforms and 1790,48 CFU/100ml total coliforms. It was shown that all samples taken during the morning, midday and afternoon hours exceeds the limits of fecal and total coliforms established in the Official Mexican Standard NOM-127-SSA1-1994. As a conclusion, the treatment carried out in drinking water should be improved with the implementation of different techniques to ensure that the resource is suitable for human consumption.

Keywords: Coliforms, Petrifilm, Contamination, Pathogens, Drinking Water



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL ABSTRACT

Yo, ING. EVANGELISTA TORRES WASHINGTON ALEJANDRO M,Sc, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de ENGLISH TEACHER, **CERTIFICO** que he procedido a la **REVISIÓN DEL ABSTRACT** del presente trabajo de titulación: **"EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA LA PEAÑA DEL CANTÓN PASAJE – EL ORO"**, realizado por el estudiante **LEÓN NARVÁEZ LUIS FERNANDO**; con cédula de identidad N° **070477152-6** de la carrera de Ingeniería Ambiental, Unidad Académica Guayaquil, el mismo que cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador, por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. WASHINGTON EVANGELISTA M.Sc
DOCENTE DE INGLES
wevangelista@uagraria.edu.ec

Guayaquil, 13 de marzo del 2020

1. Introducción

Del total del agua dulce disponible en la tierra el 0.007% del agua dulce en el mundo está realmente disponible para el uso directo de los seres humano (Yajahuanca, Yori, & Brañas, 2011). El agua es el recurso más importante para el desarrollo de la vida en nuestro planeta. En Latinoamérica y el Caribe se estima que actualmente el 85% de la población cuenta con servicios de agua potable, lo cual el 15% de la población no tienen acceso a los servicios de agua potable, lo que llega a significar un riesgo inherente para la salud (Jouravlev, 2004).

A nivel mundial, el 80% de enfermedades, como la diarrea, cólera, fiebre tifoidea, disenterías, poliomielitis, hepatitis y salmonelosis, entre otras enfermedades se deben a la falta de abastecimiento de agua potable (OMS, 2011). La ingesta de agua contaminada por desechos humanos o animales y a las malas condiciones sanitarias tiene efectos para la salud y el ambiente (Córdoba, Del Coco, & Basualdo, 2010).

Los microorganismos patógenos implicados en la transmisión de estas enfermedades son de origen fecal representados como coliformes fecales y el grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen representados como coliformes totales, los cuales constituyen aproximadamente el 10% de los microorganismos intestinales de los seres humanos y otros animales, lo que la ingesta de esta agua contaminada ocasionaría una descompensación (Arcos, Ávila, Estupiñan, & Gómez, 2005).

En el presente proyecto se propone un monitoreo en distintos puntos elegidos aleatoriamente en la red de distribución de agua potable del cantón Pasaje, para lograr un conteo eficiente de coliformes fecales y coliformes totales presentes, o en el mejor de los casos no presentes en el agua potable.

1.1 Antecedentes del problema

El agua, debido a sus múltiples propiedades, es ampliamente utilizada en distintas actividades diarias tales como la agricultura (75%), la industria (20%), el uso doméstico (6%), convirtiéndose en uno de los recursos naturales más solicitados en el planeta (Arcos, Ávila, Estupiñan, & Gómez, 2005). Esto ha repercutido en la calidad del agua, la cual puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores antropogénicos (Aguilar, 2010).

En México, la población del Valle de Juárez, Chihuahua, presentó una alta prevalencia de parasitosis gastrointestinales, debido a que el 92.8 % de las localidades mostraron la presencia de coliformes totales en muestras de agua, aunque fueron negativas a *E. coli*, se demostró la presencia de *Cryptosporidium* y *Giardia* en el agua del 92.3 % de las localidades (Olivas, Flores, Di Giovanni, Corral, & Osuna, 2013).

En un estudio hecho en la ciudad de Armenia en Colombia, se determinó, que 60.4% de niños con edades de los 3 a los 13 años presentaban quistes de *Giardia* y 4.6% tenían *trofozoitos*. Entre los factores de riesgo evaluados se determinó una relación directa con la calidad del agua del acueducto en comparación con el agua obtenida a partir de tanques individuales (Solarte, Peña, & Madera, 2006).

En Ecuador el 28.01% de la población no disponen de agua potable usando como fuentes de agua pozos, ríos, vertientes y otros (Moposita, 2015) . Alrededor del 20,7% del líquido vital que se consume en Ecuador está contaminado con heces fecales, así lo refleja el primer estudio de agua, saneamiento e higiene del Ecuador realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2017).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Según Cruz (2019), en el cantón Pasaje en la provincia de El Oro, se registran problemas con respecto a la calidad y distribución del agua, alrededor del 40% del agua potable se pierde por conexiones clandestinas. También se registra presencia de microorganismos patógenos coliformes misma que causan un problema en la calidad de vida de los habitantes.

Por estas razones las autoridades de tres cantones de la provincia de El Oro, ejecutan una obra para el servicio de agua potable, misma que beneficiara a los habitantes de cantón El Pasaje y sectores aledaños debido a los problemas relacionado con la mala calidad de agua para consumo humano (Diario Machala móvil, 2019).

En Ecuador el abastecimiento de agua potable no cubre en un 100% a todos sus habitantes tanto en zonas rurales como en zonas urbanas. En efecto, alrededor del 80.43% de todos los hogares del Ecuador cuentan con este servicio, de los cuales 89.24% son hogares urbanos y 64.91% hogares rurales. Las diferencias en la cobertura de este servicio no se presentan solamente respecto a lo urbano-rural, sino también en lo referente a las distintas regiones del país (SENAGUA, 2015).

La mala calidad del agua genera un problema en la salud de las personas, por ejemplo en el año 2015 en Latinoamérica se presentaron casi 1000000 casos de personas con síntomas de enfermedades gastrointestinales, donde la tasa de mortalidad aproximada fue del 60%, la mayoría de estos casos se presentaron en zonas marginales con recursos hídricos limitados y de mala calidad (Herrera, Comas, & Mascareñas, 2018).

La OMS (2017) menciona que alrededor de 2,1 billones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura. Cada año alrededor de 340000 niños menores de cinco años mueren por causa de enfermedades gastrointestinales y diarreicas mismas que están asociadas a la escasez y saneamientos inadecuados del agua para consumo humano.

El agua potable contaminada con estos microorganismos patógenos (coliformes totales y fecales), al ingerirla genera infecciones, enfermedades diarreicas y otras enfermedades severas para el ser humano. Por lo que estos microorganismos deben estar ausentes en un 95% en aguas potables tratadas, Arcos (2005).

En la actualidad el cantón Pasaje presenta una alta vulnerabilidad en la recepción del agua potable debido a problemas que presenta en la red de distribución, ya sean estos por contaminación o por rupturas, impidiendo un buen servicio. Por tal motivo se están realizando estudios de evaluación para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (Tamayo, 2018).

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los niveles de contaminación por coliformes totales y fecales en la red de distribución de agua potable en la parroquia La Peaña de la ciudad de Pasaje?

1.3 Justificación de la investigación

Para la Secretaría Nacional del Agua (2012) el agua es un elemento fundamental e indispensable para la subsistencia de la vida, sin embargo se ve afectada por la presencia de ciertos microorganismos los cuales tienen una incidencia en la salud humana, del 100 % del agua dulce solo el 13 % es destinada para consumo humano. Para preservar la salud de la población es indispensable proteger las fuentes de

suministro de agua potable con el fin de eliminar o reducir al mínimo el riesgo que significa su contaminación (Córdoba, 2010).

A pesar que el servicio de agua potable del canton El Pasaje, es abastecido de manera frecuente, presentan varios problemas con respecto a la calidad, como la presencia de microorganismos patógenos como coliformes fecales y totales, por estas razones el agua destinada para consumo humano debe cumplir con parámetros de calidad (Ávila, Hach, & Moller, 2018).

Ante esta situación se justifica el presente trabajo mediante la evaluación de la contaminación por coliformes fecales y totales en la red de distribución del agua potable en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje, ya que es muy importante que el análisis de la calidad del agua potable, cuente con los estándares mínimos requeridos que garanticen el bienestar de los pobladores y la sostenibilidad en la demanda actual y futura (OMS, 2017).

1.4 Delimitación de la investigación

Espacio: El presente trabajo de investigación se llevará a cabo en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje.

Tiempo: La investigación se realizará durante 3 meses.

Población: Habitantes de la parroquia La Peaña de la ciudad de Pasaje. Se realizó una encuesta a una muestra de 62 hogares.

1.5 Objetivo general

- Evaluar los niveles de contaminación por coliformes totales y fecales en la red de distribución de agua potable en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje verificando si es óptima para el consumo humano.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar la afectación a la salud humana por el consumo de agua potable en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje – El Oro mediante encuestas realizadas.
- Realizar un monitoreo microbiológico de coliformes totales y fecales en distintos puntos en la red de distribución de agua potable de la parroquia La Peaña mediante el uso de placas 3M Petrifilm.
- Comprobar si los puntos muestreados superan los límites permisibles mediante la comparación de los parámetros microbiológicos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994

1.7 Hipótesis

- Los niveles de contaminación por coliformes totales y fecales en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje sobrepasan los niveles máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

La población de los países en desarrollo sufre problemas de condiciones sanitarias adecuadas, además de no poseer agua potable que cumpla con las condiciones básicas para su uso. La falta de potabilización del agua tiene como resultado enfermedades y muerte en la población infantil por la ingesta de este recurso hídrico. La falta de estudios sobre el agua potable plantea la necesidad de interesarse más en este recurso, proponiendo proyectos para el seguimiento del tratamiento de este recurso hídrico (Arango, 2004) .

Investigaciones realizadas en Chitré, Provincia de Herrera, Panamá para el monitoreo de coliformes fecales y coliformes totales con el uso de placas 3M Petrifilm, demostraron que la técnica empleada posee una mayor eficiencia en la detección de microorganismo en agua. El análisis fue realizado en cinco sitios dando como resultado que en cuatro hubo presencia de coliformes totales, y ausencia de coliformes fecales (De la Cruz, 2018).

En Nicaragua, se realizó un monitoreo al agua por el Sistema Local de Atención Integral de Salud, los que determinaron que el agua de la localidad los Almendros contiene heces fecales, ya que en este sector no existen sistemas para aguas residuales y los pozos de agua para consumo humano, están a pocos metros de los pozos ciegos (Sandino, 2013).

Otro estudio donde se obtuvieron 45 muestras de agua potable (de la toma directa) de la zona oriente de ciudad Nezahualcóyotl, estado de México, se determinó el número más probable (NMP) mediante las pruebas: presuntiva, confirmativa y completa, de microorganismos coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*.

Las muestras analizadas alcanzaron ≥ 100 NMP/100mL de organismos coliformes totales, esto indica que el agua que llega a los domicilios de Ciudad Nezahualcóyotl no reúne la calidad microbiológica requerida para considerarse como potable, ya que la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, indica que el agua es potable y se considera para consumo humano si contiene >2 NMP/100mL de organismos coliformes totales (Cázares & Alcantara, 2014).

En la Bahía de Santa Marta se realizó un análisis del nivel de contaminación microbiológica y de las principales fuentes de contaminación por lo que se colectaron muestras de agua para obtener las concentraciones de coliformes totales y fecales en 11 estaciones, a 1m y a 20m de profundidad. En los dos niveles de profundidad para la época de mayores precipitaciones se encontraron altos valores de coliformes totales y fecales; presentándose una condición similar para la época seca. Llegando a la conclusión que La bahía de Santa Marta presenta una condición crítica de contaminación por agentes microbiológicos (Ramos, Vidal, Vildady, & Saavedra, 2008).

Otro estudio realizado en el cantón Chambo, de la provincia de Chimborazo, sobre la calidad del agua para consumo humano, muestra el análisis microbiológico que se realizó mediante el método de uso de placas petrifilm. Los valores encontrados en los parámetros coliformes totales (4-1 UFC/ml) y coliformes fecales (1-0 UFC/ml) los que estuvieron fuera de los límites máximos permisibles establecidos según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE 1108 2014 (Ramos I. A., 2016) .

Bueno (2006) realizó una investigación en el cantón Eloy Alfaro, en la provincia de Esmeraldas, se colectaron y analizaron muestras de doce casas de la parroquia Borbón, para determinar la presencia de material fecal en el agua para consumo

humano, se utilizó 3M Petrifilm, lo cual dio como resultado presencia de coliformes fecal (*E. coli*) en 11 muestras de un total de 12 muestras analizadas siendo la máxima de 1330 (UFC/100ml) en una de las muestras tomada.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El Agua

El agua es un recurso indispensable para la existencia de la vida en la tierra, cubre el 70 % de la superficie del planeta; distribuida en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. El agua posee distintas propiedades notables, además es solvente, posee una gran capacidad calorífica, tiende a expandirse cuando se encuentra en su punto de congelación (Fernández, 2012).

La mayor cantidad de agua se encuentra en los océanos con el 97,5 %. El restante 2,5% es el total de agua dulce. De los cuales el 80 % total del agua dulce se encuentra contenido en glaciares, nieve y el hielo de los cascos polares, el 19 % se la encuentra en pozos subterráneos y solo el 1 % en aguas superficiales (Auge, 2017).

2.2.2 Agua potable

Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).

El agua para consumo humano, debe cumplir con distintos parámetros de calidad, estos parámetros dan las pautas que ayudan a comprobar si el agua es apta para el consumo, la presencia de bacterias y parásitos, en el agua puede ocasionar enfermedades he incluso la muerte (Mite, 2016).

2.2.3 Red de distribución de agua potable

Los sistemas de abastecimiento de agua potable consisten en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema (EPA, 2017). Por ello se debe realizar un correcto diseño del Sistema de abastecimiento de agua potable y de esta manera dar un mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población. Por esta razón un sistema de abastecimiento de agua potable debe cumplir con normas y regulaciones vigentes para garantizar su correcto funcionamiento (Cardenas & Patiño, 2019).

2.2.4 Parámetros de calidad de agua

El agua para consumo humano tiene que cumplir estrictamente con los parámetros de calidad ya sean estos físicos, químicos y biológicos, por tal motivo la presencia de sustancias químicas o patógenas pueden alterar sus características; por estas razones se han desarrollado normas de calidad de aguas basadas en la determinación de concentraciones máximas permisibles (Baque, y otros, 2017).

2.2.5 Parámetros microbiológicos

2.2.5.1 Coliformes

Las bacterias coliformes habitan el tracto intestinal de mamíferos y aves, y se caracterizan por su capacidad de fermentar lactosa a 35°C. Los géneros que componen este grupo son *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella* Ríos (2013). Estas bacterias pueden existir como saprofitas independientemente, o como microorganismos intestinales, excepto el género *Escherichia* cuyo origen es sólo fecal. Esto ha llevado a distinguir entre coliformes

totales (grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen) (Apella & Araujo, 2005).

Las bacterias Coliformes, están formadas por Coliformes totales, fecales, termotolerantes, mismas que esta relacionadas con material fecal en cuerpo de agua (Sonami, 2011) Las bacterias *Escherichia coli* (*E. coli*), son un tipo de bacterias patógenas, presentes en los intestinos y heces fecales de los animales y seres humanos, son el mejor indicador de enfermedades gastrointestinales y parasitarias (Rivera, 2014).

2.2.6 Calidad microbiología del agua

La verificación conlleva el análisis del agua de origen, del agua inmediatamente después de ser tratada, del agua en los sistemas de distribución o del agua almacenada en los hogares. La verificación de agua de consumo contiene el análisis de la presencia de *E. coli*, un indicador de contaminación fecal. No se debería encontrar rastros en el agua de consumo de *E. coli*, ya que significa la presencia de contaminación fecal reciente. En la práctica, el análisis de la presencia de bacterias coliformes termotolerantes puede ser aceptable en muchos casos. *E. coli* es un indicador útil, pero tiene limitaciones (Mora, y otros, 2012).

La ausencia de *E. coli* no afirma que no haya presencia de estos organismos. En ciertos casos, se deben incluir los análisis microorganismos más resistentes, como bacteriófagos o esporas bacterianas, por ejemplo, cuando se sabe que el agua de origen que se usa está contaminada con virus y parásitos entéricos, o si hay una incidencia alta de enfermedades virales y parasitarias en la comunidad World Health Organization (WHO, 2006).

2.2.7 Indicadores en el control sanitario del agua

Los parámetros microbiológicos deben estar regularizados bajo normas para considerarse como agua potable, en el que se pueden aplicar distintos análisis microbiológicos, en donde los indicadores más conocidos son la presencia de ciertos microorganismos conocidos, su presencia indica que existan microorganismos patógenos y riesgo sanitarios. La contaminación fecal es el principal riesgo sanitario en el agua, entre los microorganismos utilizados como indicadores están los coliformes totales y fecales (Pérez, 2016).

2.2.8 Efectos a la salud

La contaminación microbiana de los grandes sistemas de abastecimiento urbanos puede causar grandes brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Bracho (2017) por ello garantizar la calidad del agua en sistemas de tratamientos es prioritario. No obstante, alrededor del 80% de la población mundial no tiene acceso a sistemas mejorados de abastecimiento de agua de consumo vive en zonas rurales. De forma similar, en la mayoría de los países, la contribución de los sistemas de abastecimiento pequeños y comunitarios a los problemas generales de calidad del agua de consumo es proporcionalmente alta. Este tipo de factores deben tenerse en cuenta al determinar las prioridades locales y nacionales (WHO, 2006)

2.2.9 Petrifilm para recuento de Coliformes totales y fecales

Las placas Petrifilm CC reúnen los nutrientes del Violeta Rojo Bilis (VRB) modificado, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de tetrazolio que facilita el recuento de colonias. El film superior contiene el gas producido por la fermentación de la lactosa por los coliformes (3M. Petrifilm, 2003).

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

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

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Sección Séptima: Salud

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir

Capítulo séptimo: Derechos de la naturaleza

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema (Constitución, 2008).

TÍTULO VII: RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Capítulo Primero: Inclusión y Equidad

Sección segunda: Salud

Art. 361.- El Estado ejercerá la rectoría del sistema a través de la autoridad sanitaria nacional, será responsable de formular la política nacional de salud, y normará, regulará y controlará todas las actividades relacionadas con la salud, así como el funcionamiento de las entidades del sector.

Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales

Sección sexta: Agua

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

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la

que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

2.3.2 Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021

Art. 280.- El Plan Nacional de Desarrollo es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; y la inversión y la asignación de los recursos públicos; y coordinar las competencias exclusivas entre el Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados. Su observancia será de carácter obligatorio para el sector público e indicativo para los demás sectores (Plan Nacional de Desarrollo, 2017).

2.3.3 Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua **TÍTULO I: DISPOSICIONES PRELIMINARES**

Capítulo I: De los Principios

Art. 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria.

Art. 2.- Ámbito de aplicación. La presente Ley Orgánica regirá en todo el territorio nacional, quedando sujetos a sus normas las personas, nacionales o extranjeras que se encuentren en él.

Art. 3.- Objeto de la Ley. El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

TÍTULO II: RECURSOS HÍDRICOS

Capítulo II: Institucionalidad y Gestión de los Recursos Hídricos

Sección primera: Sistema Nacional Estratégico y Autoridad Única del Agua

Art 21.- Agencia de Regulación y Control del Agua

La Agencia de Regulación y Control del Agua, ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes y zonas de recarga, calidad de los servicios públicos relacionados al sector agua y en todos los usos, aprovechamientos y destinos del agua.

Sección Segunda: Planificación Hídrica

Art. 35.- Principios de la gestión de los recursos hídricos. La gestión de los recursos hídricos en todo el territorio nacional se realizará de conformidad con los siguientes principios:

a) La cuenca hidrográfica constituirá la unidad de planificación y gestión integrada de los recursos hídricos;

- b) La planificación para la gestión de los recursos hídricos deberá ser considerada en los planes de ordenamiento territorial de los territorios comprendidos dentro de la cuenca hidrográfica, la gestión ambiental y los conocimientos colectivos y saberes ancestrales;
- c) La gestión del agua y la prestación del servicio público de saneamiento, agua potable, riego y drenaje son exclusivamente públicas o comunitarias;
- d) La prestación de los servicios de agua potable, riego y drenaje deberá regirse por los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad; y,
- e) La participación social se realizará en los espacios establecidos en la presente Ley y los demás cuerpos legales expedidos para el efecto.

Art. 36.- Deberes estatales en la gestión integrada. El Estado y sus instituciones en el ámbito de sus competencias son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica. En consecuencia, son los obligados a:

- a) Promover y garantizar el derecho humano al agua;
- b) Regular los usos, el aprovechamiento del agua y las acciones para preservarla en cantidad y calidad mediante un manejo sustentable a partir de normas técnicas y parámetros de calidad;
- c) Conservar y manejar sustentablemente los ecosistemas marino costeros, alto andinos y amazónicos, en especial páramos, humedales y todos los ecosistemas que almacenan agua;
- d) Promover y fortalecer la participación en la gestión del agua de las organizaciones de usuarios, consumidores de los sistemas públicos y comunitarios del agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica y del Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua; y,
- e) Recuperar y promover los saberes ancestrales, la investigación y el conocimiento científico del ciclo hidrológico.

Sección Cuarta: Servicios Públicos

Art 37.- Servicios Públicos Básicos

La provisión de agua potable comprende los procesos de captación y tratamiento de agua cruda, almacenaje y transporte, conducción, impulsión, distribución, consumo, recaudación de costos, operación y mantenimiento. La certificación de calidad del agua potable para consumo humano deberá ser emitida por la autoridad nacional de salud.

Sección Sexta: Gestión Comunitaria del Agua

Art 44.- Deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable

4. Participar con la Autoridad Única del Agua en la protección de las fuentes de abastecimiento del sistema de agua potable, evitando su contaminación.

TÍTULO III: DERECHOS, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES

Capítulo I: Derecho Humano al Agua

Art 57.- El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

Capítulo II: Derecho a la Igualdad y No Discriminación

Art 61.- Derecho a la igualdad y no discriminación en el acceso al derecho humano al agua. Todas las personas ejercerán el derecho humano al agua en condiciones de igualdad.

Capítulo VI: Garantías Preventivas

Sección Segunda: Objetivos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua

Art. 79.- Objetivos de prevención y conservación del agua. - La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos:

- a) Garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o sumak kawsay, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación;
- b) Preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad;
- c) Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales o subterráneas;
- d) Controlar las actividades que puedan causar la degradación del agua y de los ecosistemas acuáticos y terrestres con ella relacionados y cuando estén degradados disponer su restauración;
- e) Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósito de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida;
- f) Garantizar la conservación integral y cuidado de las fuentes de agua delimitadas y el equilibrio del ciclo hidrológico; y,
- g) Evitar la degradación de los ecosistemas relacionados al ciclo hidrológico (Ley del agua, 2004).

2.3.4 Código Orgánico del Ambiente

Libro tercero: DE LA CALIDAD AMBIENTAL

Título II: SISTEMA UNICO DE MANEJO AMBIENTAL

Capítulo V: Calidad de los Componentes Abióticos y Estado de los Componentes Bióticos

Art. 191.- Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto. Las instituciones competentes en la materia promoverán y fomentarán la generación de la información, así como la investigación sobre la contaminación atmosférica, a los cuerpos hídricos y al suelo, con el fin de determinar sus causas, efectos y alternativas para su reducción (COA, 2019).

2.3.5 Acuerdo Ministerial 097-A

Anexo 1

Norma de calidad ambiental y descarga de afluente de recurso agua

Art. 72.- Muestreo En la toma de muestras se observarán además de las disposiciones establecidas en el plan de manejo ambiental del regulado (programa de monitoreo) las disposiciones sobre:

- Tipo y frecuencia de muestreo
- Procedimientos o Métodos de muestreo

Tipos de envases y procedimientos de preservación para la muestra de acuerdo a los parámetros a analizar *ex situ*, que deberán hacerse en base a las normas técnicas ecuatorianas o en su defecto a normas o estándares aceptados en el ámbito internacional, debiendo existir un protocolo de custodia de las muestras (Núñez, 2015).

Art. 73.- Control de Calidad Los procedimientos de control de calidad analítica y métodos de análisis empleados en la caracterización de las emisiones, descargas y vertidos, control de los procesos de tratamiento, monitoreo y vigilancia de la calidad del recurso, serán los indicados en las respectivas normas técnicas ecuatorianas o en su defecto estándares aceptados en el ámbito internacional. Los análisis se realizarán en laboratorios acreditados.

Art. 74.- Muestras y Parámetros IN-SITU Para la toma de muestras y la determinación de parámetros en el lugar de las descargas y vertidos, el regulado deberá disponer de sitios adecuados para muestreo y aforo de estos y proporcionará todas las facilidades y datos de utilización de materia prima, productos químicos y producción, para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo conforme a lo establecido en las normas técnicas ambientales. En toda caracterización de descargas, emisiones o vertidos deberá constar las respectivas condiciones de operación bajo las cuales fueron tomadas las muestras (Núñez, 2015).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Investigación bibliográfica

El trabajo contiene diversas fuentes de las cuales fue recopilada información indispensable para generarlo, entre dichas fuentes se tiene: libros, artículos científicos, trabajos académicos, tesis de maestría, sitios web, archivos históricos, entre otros, acerca de la contaminación por coliformes fecales y coliformes totales en agua potable.

Investigación de campo

Es una investigación de campo debido a que se le realiza la toma de muestra en distintos sitios de la red de distribución de agua potable, además que estas muestras son analizadas en el momento de ser obtenidas para reducir la probabilidad que la muestra se vea afectada y que los datos varíen.

Investigación descriptiva

Este proyecto es descriptivo dado que se generan tablas y gráficos donde se detallan los datos obtenidos en todo el monitoreo y conteo de coliformes fecales y coliformes totales presentes en el agua potable.

3.1.2 Diseño de investigación

Investigación no experimental

Para el desarrollo de esta investigación se realiza la recolección de muestras en la red de distribución de agua potable de las parroquias rurales, los mismos que serán analizados mediante el uso de placas 3M Petrifilm, se procederá a un conteo cuidadoso de los microorganismos presentes en estos, en el que los coliformes totales

y coliformes fecales serán el principal objetivo de investigación, todo esto sin manipular y alterar variables.

3.2 Metodología

3.2.2 Variables

3.2.2.1 Variable independiente

- Frecuencia de monitoreo: horario
- Lugar: puntos de monitoreo

3.2.2.2 Variable dependiente

- Coliformes totales en agua potable
- Coliformes fecales en agua potable

3.2.3 Tratamientos

Debido a que la investigación no será experimental, no habrá tratamientos propuestos, sin embargo, se realizará un monitoreo para la verificación del cumplimiento de los parámetros microbiológicos en el agua potable.

3.2.4 Recolección de datos

El monitoreo será realizado directamente en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje debido a la vulnerabilidad que existe, las cuales la primera muestra será seleccionada aleatoriamente y posterior a eso con muestras sistemáticas, ya que se pretende demostrar si hay algún punto de influencia en la red de distribución, donde se presente una mayor fuente de contaminación del agua potable. Las variables dependientes serán analizadas mediante el uso de placas petrifilm las cuales se verán influenciadas por las variables independientes que son el lugar y la hora la misma que será aproximadamente en un mismo intervalo de tiempo.

Para la obtención de datos se utilizará la guía de interpretación sobre placa 3M Petrifilm, la misma que utiliza el método ISO 4832, que enumera los coliformes por la técnica del recuento de colonias (UFC/ml) (3M. Petrifilm, 2003).

3.2.4.1 Recursos

Para la siguiente investigación se utilizarán equipos de campo al igual que equipos de laboratorio, debido a que se realizará un monitoreo en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje, lo cual hace indispensable tener todos estos equipos para garantizar resultados reales.

Equipos de campo

- Frascos estériles de 100 ml
- Rótulos adhesivos para los frascos plásticos
- Refrigerador transportador
- Bandejas refrigerantes
- Termómetro
- GPS
- Libreta

Equipos de laboratorio

- Placas 3M Petrifilm
- Cámara de conteo
- Computadora
- Guantes
- Mandil
- Gafas protectoras

3.2.4.2 Métodos y técnicas

Debido a que el trabajo hace referencia a una investigación de campo, se ha optado por realizar encuestas a los habitantes de los hogares seleccionados de la parroquia La Peaña del cantón Pasaje, para averiguar acerca de las condiciones del agua que reciben. Se utilizará el mapa del cantón, por medio del cual se señaló la zona a ser estudiada, distribuyendo las casas donde se tomará la primera muestra de forma aleatoria seguida de eso un muestreo sistemático. Se visitará los hogares seleccionados en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje, para la toma de muestras de agua.

Se estima la proporción de las muestras que serán tomadas en las distintas zonas con la siguiente formula:

- El nivel de confianza o seguridad (1-a). El nivel de confianza prefijado da lugar a un coeficiente (Z). Para una seguridad del 90% = 1.65,
- La precisión que deseamos para nuestro estudio.
- Una idea del valor aproximado del parámetro que queremos medir (en este caso una proporción), $p = 0.5$ (50%).
- Población es finita

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q} = 63$$

Donde:

- N = Total de la población (721 viviendas)
- $Z_a^2 = 1.65^2$ (si la seguridad es del 90%)
- $p = (50\% = 0.5)$
- $q = 1 - p$ ($1 - 0.5 = 0.5$)

- e = error (10%)

El monitoreo se lo realizará bajo la NTE INEN 2169, NTE INEN 2176 la cuales indican las pautas necesarias a seguir para obtener la muestra deseada, por lo que necesita una serie de cuidados y precauciones para obtener los resultados finales lo más exactos posible. La norma establece criterios en los procesos de recolección, almacenamiento, transporte, preparación de la muestra y el análisis del mismo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).

Para el conteo de las poblaciones bacterianas en el agua se utilizará el método directo, en el que se coloca la muestra obtenida en los distintos puntos directamente en la placa 3M Petrifilm dejándola durante 24 - 48 horas en incubación a una temperatura de 35°C (coliformes totales) y 44,5°C (coliformes fecales). Al finalizar, las colonias que se formaron, se identifican y recuentan utilizando una cámara de conteo (HACH, 2000)

3.2.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico utilizado en esta investigación, fue un análisis estadístico descriptivo, una prueba hipótesis con T- Student para la comparación de los resultados con los parámetros establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.

3.2.6 Prueba de Hipótesis

Para la presente investigación que presentara una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1), expresados de la siguiente manera.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

H_0 : La media de la medida (μ_1) igual o son iguales a los límites permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (μ_2).

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

H_1 : La media de la medida (μ_1) sobrepasa los límites permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (μ_2).

Se espera rechazar la hipótesis nula y demostrar que los parámetros microbiológicos en la red de distribución de agua potable en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje superan los límites permisibles establecidos en la normativa.

4. Resultados

4.1 Afectación a la salud humana por el consumo de agua potable en la parroquia La Peaña del cantón Pasaje – El Oro, mediante encuestas realizadas.

Se realizó una encuesta a los habitantes de la parroquia La Peaña del cantón Pasaje, provincia El Oro, para conocer si conocen el tratamiento que aplican en la planta de agua potable y si en la población se han presentado los problemas de salud por el consumo de agua potable. El agua destinada para consumo humano debe cumplir con los requisitos estipulados con la norma de la calidad higiénica.

4.1.1 Tratamiento utilizado para el agua de consumo humano en la parroquia La Peaña.

A continuación, en la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en la encuesta realizada en la parroquia La Peaña, donde se conoció que el 58,06 % de los encuestados mencionaron no conocer cuál es tratamiento de agua para el consumo humano, mientras que el 41,94 % mencionaron conocer el tratamiento.

Tabla 1. Resultados de la encuesta realizada sobre el tratamiento aplicado al agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Respuesta	Frecuencia (encuestados)	Porcentaje (%)
Sí	26	41,94
No	36	58,06
Total	62	100

León, 2020.

En cambio, en la Figura 1, se observan los resultados, obtenidos en la encuesta en donde la mayoría de los encuestados mencionaron que no conocen sobre el tratamiento que se emplea sobre el agua potable, en la zona del estudio gráficamente.

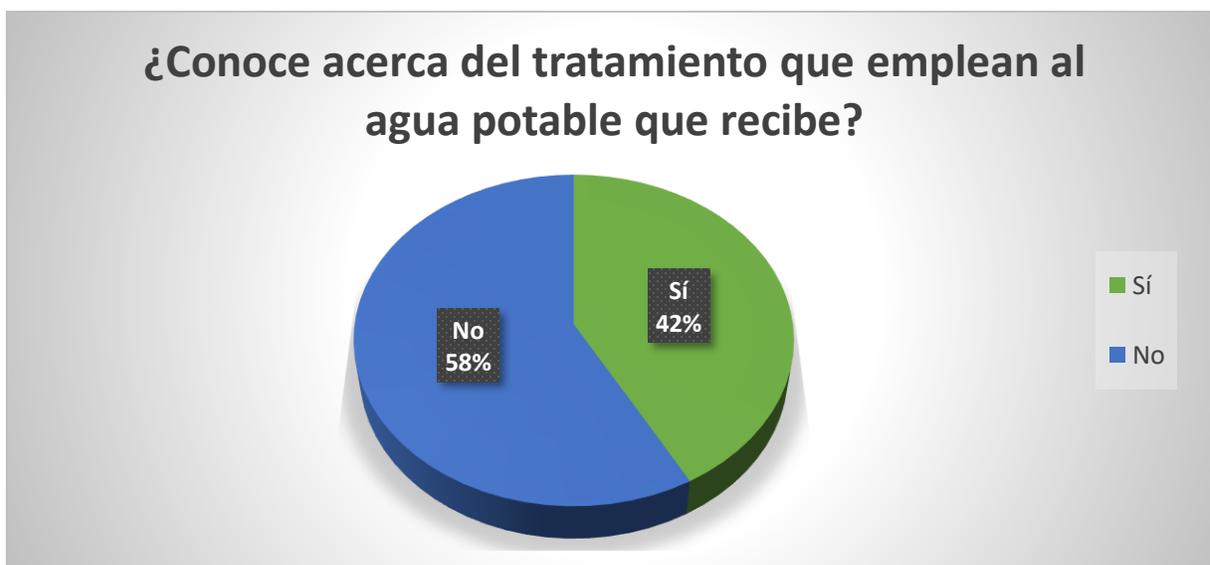


Figura 1. Resultados de la encuesta sobre tratamiento utilizado para el agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro. León, 2020.

4.1.2 Aspectos desagradables en el agua de consumo humano.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la encuesta, en donde el 51,61 % de los encuestados mencionaron que, si han observado aspectos inusuales en el agua, sin embargo, el 48,39 % mencionaron que no han observado aspectos inusuales en el agua.

Tabla 2. Resultados de la encuesta realizada sobre aspectos desagradables en el agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Respuesta	Frecuencia (encuestados)	Porcentaje (%)
Sí	32	51,61
No	30	48,39
Total	62	100

León, 2020.

Al igual que, en la Figura 2, se puede observar los resultados obtenidos de la encuesta, de manera gráfica.

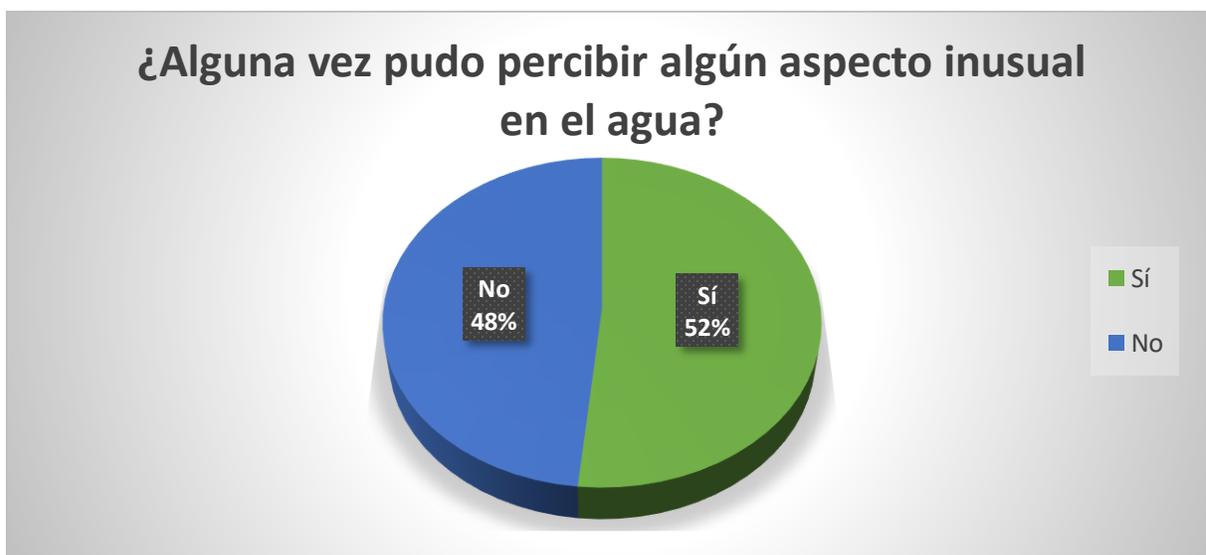


Figura 2. Resultados de la encuesta realizada sobre aspectos desagradables en el agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro. León, 2020.

4.1.3 Problema relacionados por la ingesta del agua potable.

A continuación, en la Tabla 3 se muestran los resultados de la encuesta donde el 64,52 % mencionaron que, si han tenido problemas por ingesta con respecto al agua potable, mientras que 35,48 % mencionaron no han manifestado ningún problema con respecto al agua.

Tabla 3. Resultados en la encuesta realizada problema relacionado por la ingesta del agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Respuesta	Frecuencia (encuestados)	Porcentaje (%)
Sí	40	64,52
No	22	35,48
Total	62	100

León, 2020.

En cambio, en la Figura 3, se observan los resultados de la encuesta, donde la mayor cantidad de encuestados mencionaron que si han tenido problemas por el consumo del agua potable.

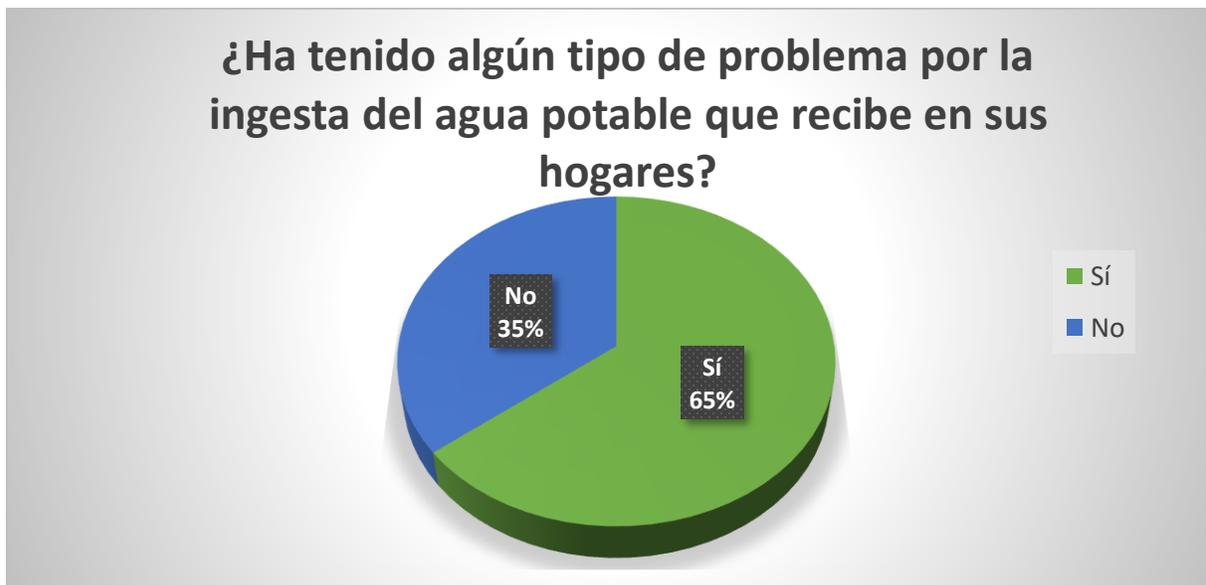


Figura 3. Resultados de la encuesta sobre problema relacionado por la ingesta del agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro. León, 2020.

4.1.4 La ingesta de agua contaminada provoca enfermedades intestinales.

Así mismo, en la Tabla 4 se muestran los resultados de la encuesta en donde el 100 % de los encuestados mencionaron que si tienen conocimiento sobre los problemas de salud que puede causar el consumo de agua potable contaminada o con presencia de microorganismos.

Tabla 4. Resultados de la encuesta realizada sobre el consumo de agua potable contaminada y su relación con problemas de salud de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Respuesta	Frecuencia (encuestados)	Porcentaje (%)
Sí	62	100
No	0	0,00
Total	62	100

León, 2020.

En cambio, En la Figura 4, se observan los resultados de la encuesta realizada donde el total de los encuestados comentaron que si tiene conocimiento sobre problemas en la salud por consumir agua potable contaminada.

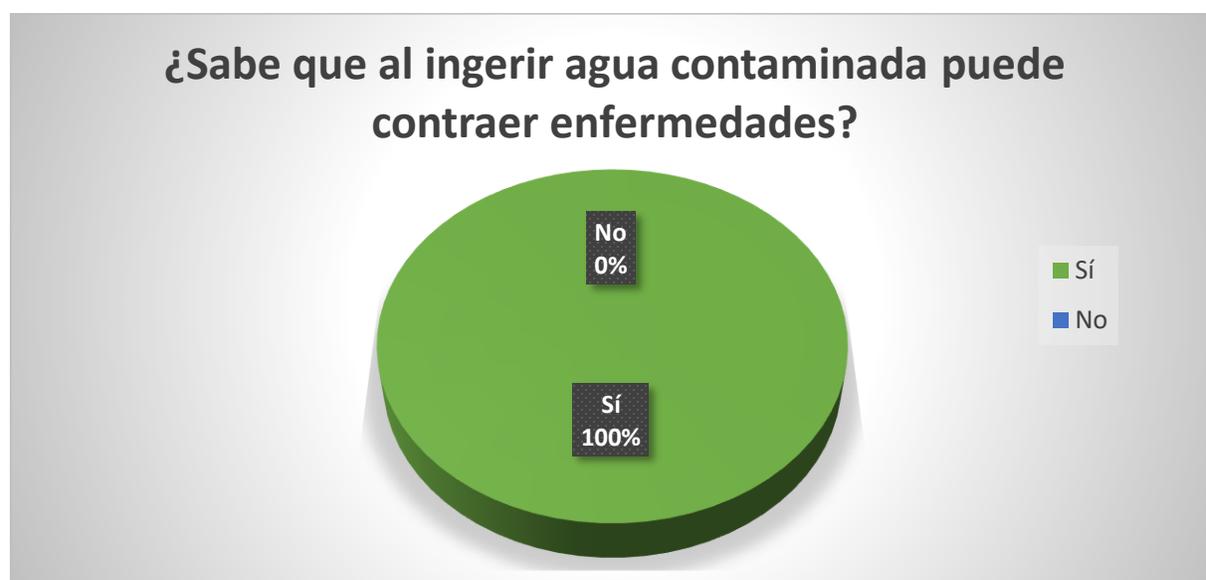


Figura 4. Resultados de la encuesta sobre el consumo de agua potable contaminada y su relación con problemas de salud de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.

León, 2020.

4.1.5 El agua potable que recibe en su hogar se encuentra en buen estado.

En la Tabla 5 se observa los resultados de la encuesta el 29,03 % de los encuestados mencionaron que, si están de acuerdo con el servicio de agua que

reciben en sus hogares, mientras que 70,97 % no están de acuerdo con el servicio de agua que reciben.

Tabla 5. Resultados de la encuesta sobre el agua potable que recibe en su hogar es de buena calidad de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Respuesta	Frecuencia (encuestados)	Porcentaje (%)
Sí	18	29,03
No	44	70,97
Total	62	100

León, 2020.

Sin embargo, en la Figura 5, se muestran los resultados de la encuesta donde la mayoría de los encuestados mencionaron que no están de acuerdo con el servicio de agua potable que reciben en sus hogares.

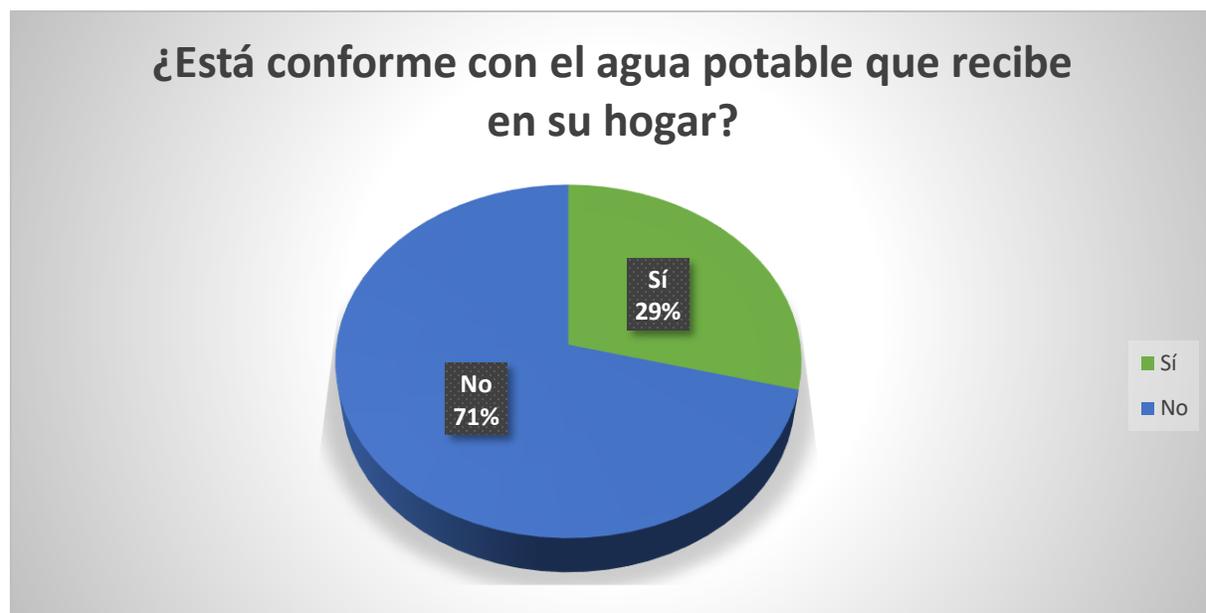


Figura 5. Resultado de la encuesta sobre el agua potable que recibe en su hogar es de buena calidad de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro. León, 2020.

4.1.6 Presentación de un cambio en la calidad físico-química de agua potable para consumo humano (olores inusuales).

En la Tabla 6, se observa los resultados de la encuesta, el 61,29 % de los encuestados mencionaron que, si han percibido olores inusuales en el agua potable, mientras que 38,71 % señalaron que no.

Tabla 6. Resultados de la encuesta realizada sobre olores inusuales que presenta el agua para consumo humano de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Respuesta	Frecuencia (encuestados)	Porcentaje (%)
Sí	38	61,29
No	24	38,71
Total	62	100

León, 2020.

En la Figura 6, se observa la distribución de los resultados de la encuesta donde el 61,29 % mencionaron que, si han percibido olores inusuales en el agua potable, mientras que 38,71 % mencionaron no están percibido ningún olor inusual en el agua potable.

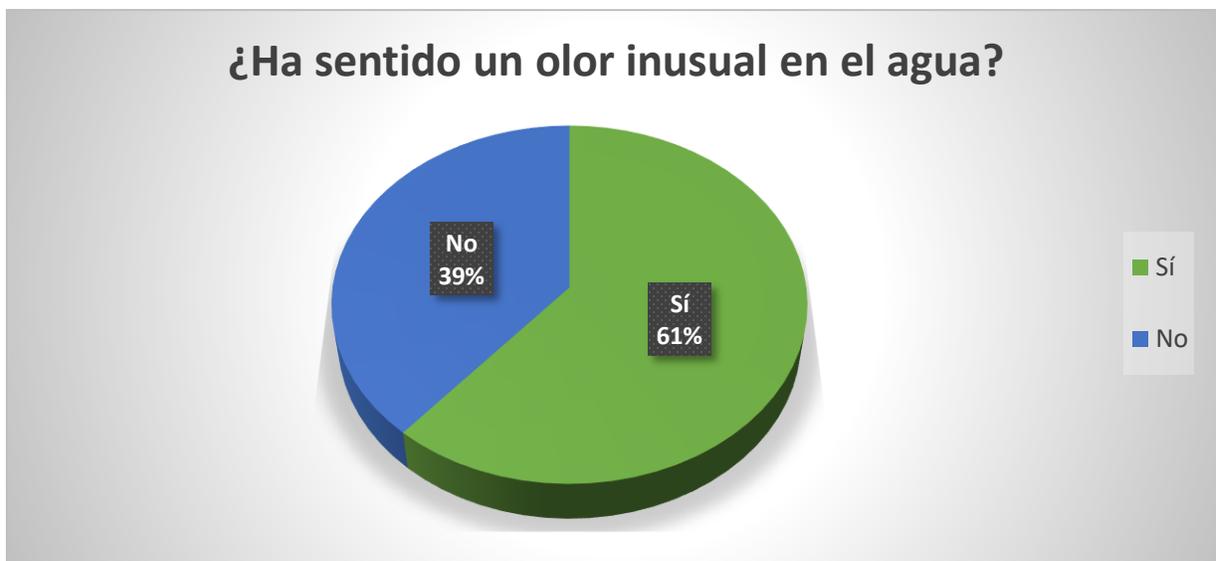


Figura 6. Resultados de la encuesta sobre los olores inusuales que presenta el agua para consumo humano de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro. León, 2020.

4.1.7 Tipos de mejoras para la calidad del agua potable.

En la Tabla 7 se observa los resultados de la encuesta donde el 100 % de los encuestados mencionaron que, si les gustaría que mejoren el servicio de agua, debido a los problemas actuales del servicio de agua potable.

Tabla 7. Mejoras para la calidad del agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Respuesta	Frecuencia (encuestados)	Porcentaje (%)
Sí	62	100,00
No	0	0,00
Total	62	100

León, 2020.

En la Figura 7, se muestra los resultados de la encuesta donde el total de los encuestados mencionaron que, si les gustaría que mejoren el servicio de agua, debido a que el agua presenta algunas características inusuales con respecto al olor y el sabor.

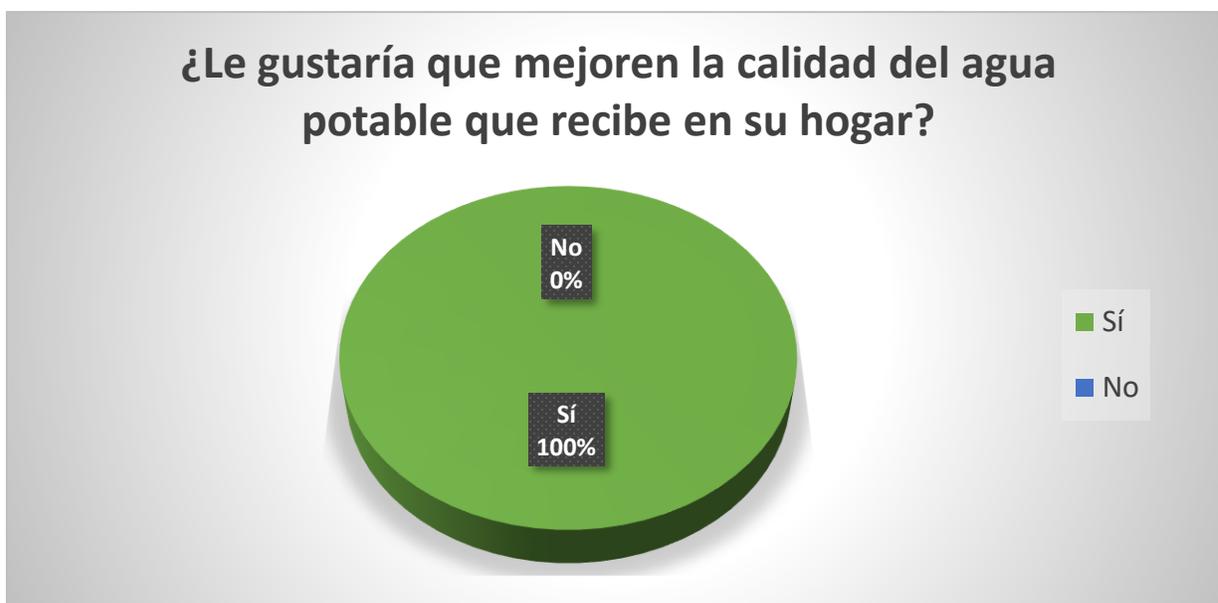


Figura 7. Resultados de la encuesta sobre las mejoras para la calidad del agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro. León, 2020.

4.1.8 Consumo de agua potable para consumo humano.

En la Tabla 8, se observa los resultados de la encuesta donde el 100 % de las personas encuestadas mencionaron que el agua potable que llega a sus hogares es para consumo humano y actividades domésticas.

Tabla 8. Resultados de la encuesta sobre el consumo de agua potable para consumo humano de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Respuesta	Frecuencia (encuestado)	Porcentaje (%)
Sí	62	100
No	0	0,00
Total	62	100

León, 2020.

En cambio, en la Figura 8, se observa los resultados de la encuesta donde el total de los encuestados mencionaron que, el agua potable que llega a sus hogares es para uso doméstico y consumo humano.

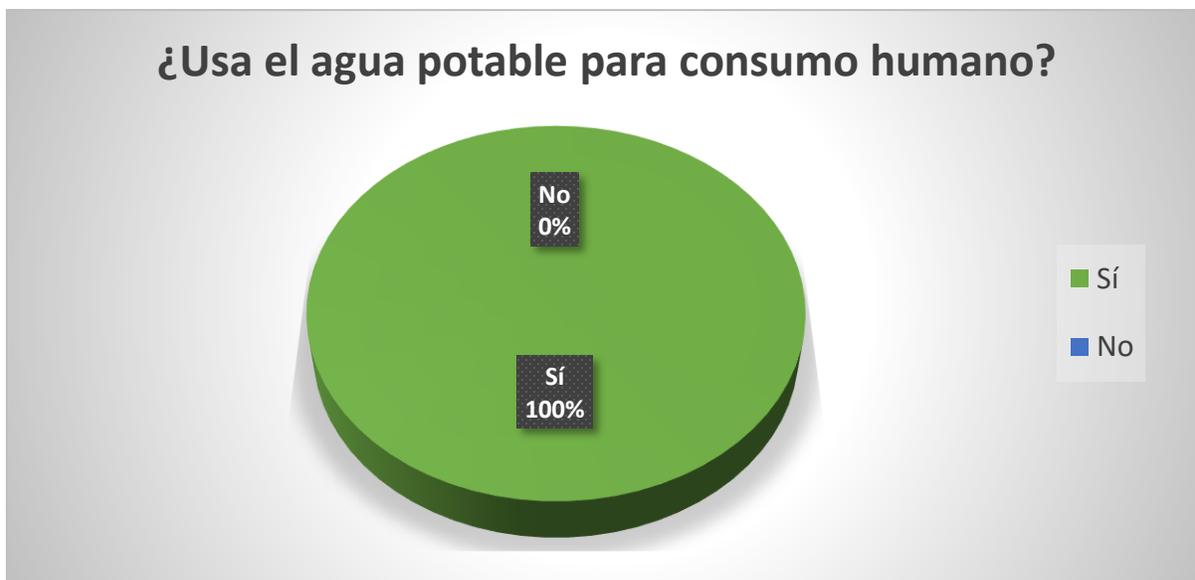


Figura 8. Resultados de la encuesta sobre el agua potable para consumo humano de parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro. León, 2020.

4.2 Monitoreo microbiológico de coliformes totales y fecales en distintos puntos en la red de distribución de agua potable de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro.

Para la recolección de las muestras del agua potable de la parroquia La Peaña del cantón Pasaje provincia El Oro, se aplicó un modelo de muestras puntuales basado en las directrices de la Norma Técnica INEN 2176 (ver Anexo B) y la Norma Técnica INEN 2169 (ver Anexo B), para conservación de muestras.

Una vez definido los puntos de monitoreó se realizó en horarios de mayor uso de agua en la zona de estudio en horarios de 8:00 – 9:00 am, 12:00-13:00 pm y 17:00-18:00 pm en las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos de las muestras analizadas.

4.2.1 Resultados de las muestras tomadas en intervalo de tiempo entre 8:00 – 9:00 am de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro

A continuación, en la Tabla 9 se puede observar los resultados obtenidos en el estudio de coliformes totales y fecales de las 21 muestras, tomadas en un intervalo de 8:00 – 9:00, utilizando el procedimiento de 3M Petrifilm, de las cuales 10 muestras analizadas presentan coliformes totales, mientras que 4 muestras analizadas están con coliformes fecales: ambos resultados están presentadas como UFC/100ml.

Tabla 9. Resultados del monitoreo de las muestras de agua tomadas en un intervalo de tiempo entre 8:00 – 9:00 am de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Nº Muestra	Coliformes Totales UFC/ml	Coliformes Totales UFC/100ml	Coliformes Fecales UFC/ml	Coliformes Fecales UFC/100ml
1	2	200	0	0
2	3	300	0	0
3	5	500	1	100
4	2	200	0	0
5	6	600	2	200
6	11	1100	2	200
7	3	300	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	1	100	0	0
20	4	400	2	200
21	2	200	0	0

León, 2020.

En cambio, en la Figura 9 podemos observar los resultados obtenidos en las 21 muestras de agua, tomadas en un intervalo de tiempo entre 8:00 – 9:00 am de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro y analizadas, en forma gráfica.

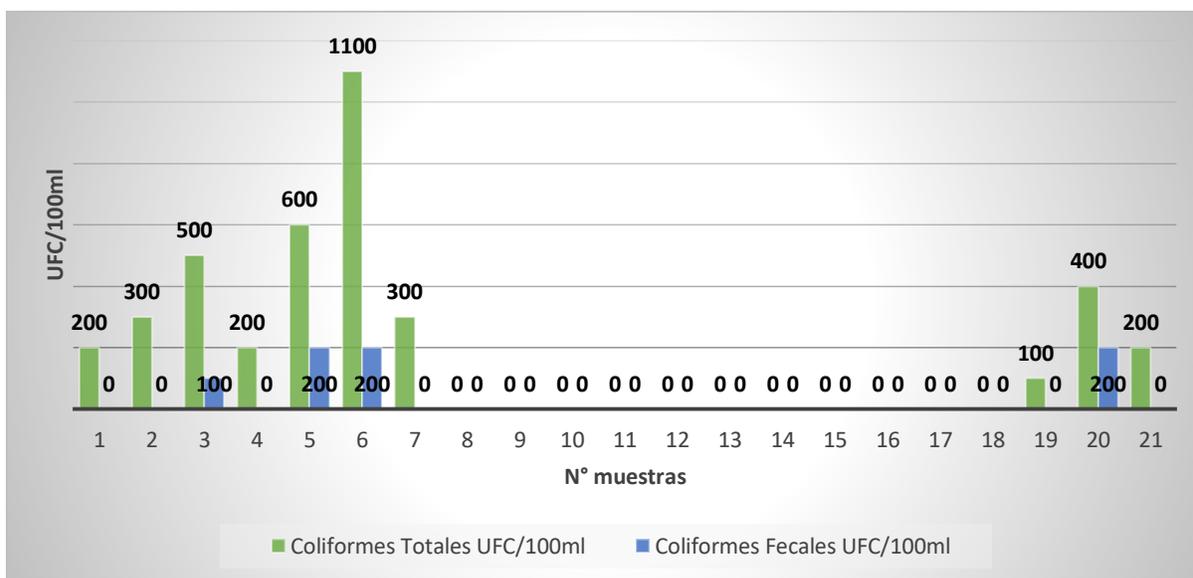


Figura 9. Resultados del monitoreo de las muestras de agua en intervalo de tiempo de las muestras tomadas entre 8:00 – 9:00 am en la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, Provincia El Oro. León, 2020.

4.2.2 Resultados de las muestras tomadas en un intervalo de tiempo entre 12:00 – 13:00 pm de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro.

Así mismo, en la Tabla 10 se puede observar los resultados obtenidos en el estudio de coliformes totales y fecales de las 21 muestras, tomadas en un intervalo de 12:00 – 13:00 pm, utilizando el procedimiento de 3M Petrifilm, donde en 10 de las muestras analizadas mostraron coliformes totales, mientras que 6 muestras analizadas presentan coliformes fecales, las cuales están representadas UFC/100ml.

Tabla 10. Resultados del monitoreo de las muestras de agua tomadas en intervalo de tiempo de 12:00 – 13:00 pm de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Nº Muestra	Coliformes Totales UFC/ml	Coliformes Totales UFC/100ml	Coliformes Fecales UFC/ml	Coliformes Fecales UFC/100ml
1	5	500	2	200
2	9	900	3	300
3	2	200	0	0
4	8	800	1	100
5	0	0	0	0
6	1	100	0	0
7	0	0	0	0
8	1	100	0	0
9	4	400	1	100
10	4	400	2	200
11	1	100	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	12	1200	4	400
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0

León, 2020.

En cambio, en la Figura 10 podemos observar los resultados obtenidos en las 21 muestras de agua, tomadas en un intervalo de tiempo entre 12:00 – 13:00 pm de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro y analizadas, en forma gráfica

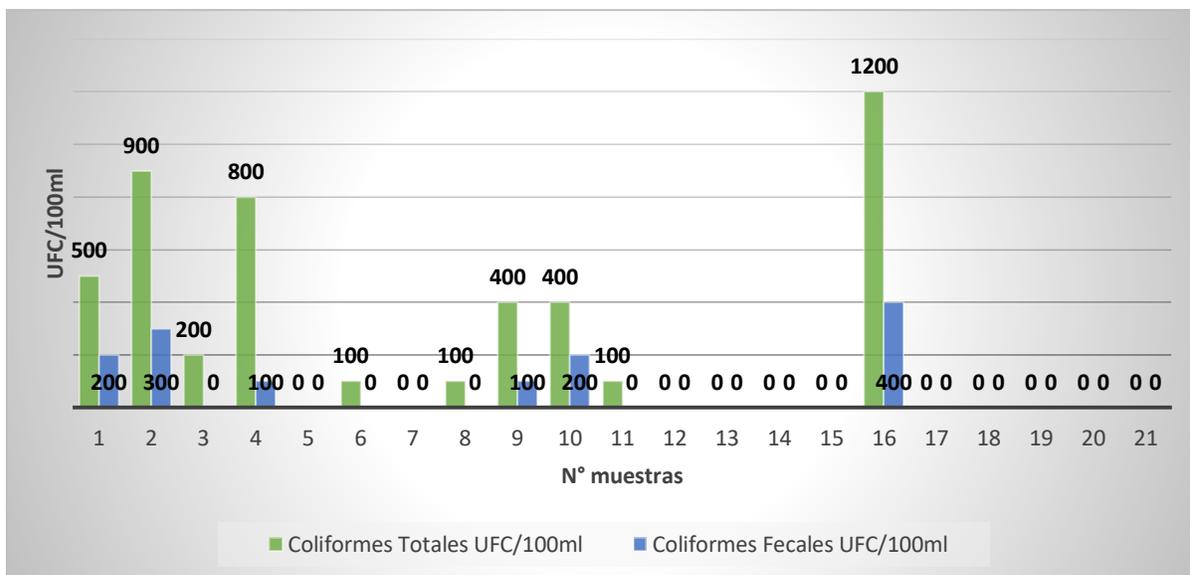


Figura 10. Resultados del monitoreo de las muestras de agua en intervalo de tiempo de las muestras tomadas entre 12:00 – 13:00 pm de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro. León, 2020.

4.2.3 Resultados de las muestras tomadas en intervalo de tiempo de 17:00 – 18:00 pm de la provincia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro.

En cambio, en la Tabla 11 se puede observar los resultados obtenidos en el estudio de coliformes totales y fecales de las 21 muestras, tomadas en un intervalo de 16:00 – 17:00 pm, utilizando el procedimiento de 3M Petrifilm, donde en 7 de las muestras analizadas mostraron coliformes totales, al igual que 7 muestras analizadas mostraron presencia de coliformes fecales las cuales están representadas UFC/100ml.

Tabla 11. Resultados del monitoreo de las muestras de agua tomadas en un intervalo de tiempo entre 17:00 – 18:00 de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro:

Nº Muestra	Coliformes Totales UFC/ml	Coliformes Totales UFC/100ml	Coliformes Fecales UFC/ml	Coliformes Fecales UFC/100ml
1	39	3900	3	300
2	80	8000	2	200
3	32	3200	5	500
4	77	7700	4	400
5	61	6100	3	300
6	77	7700	6	600
7	10	1000	2	200
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0

León, 2020.

En la Figura 11 podemos observar los resultados obtenidos en las 21 muestras de agua, tomadas en un intervalo de tiempo entre 17:00 – 18:00 pm de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro y analizadas, en forma gráfica.

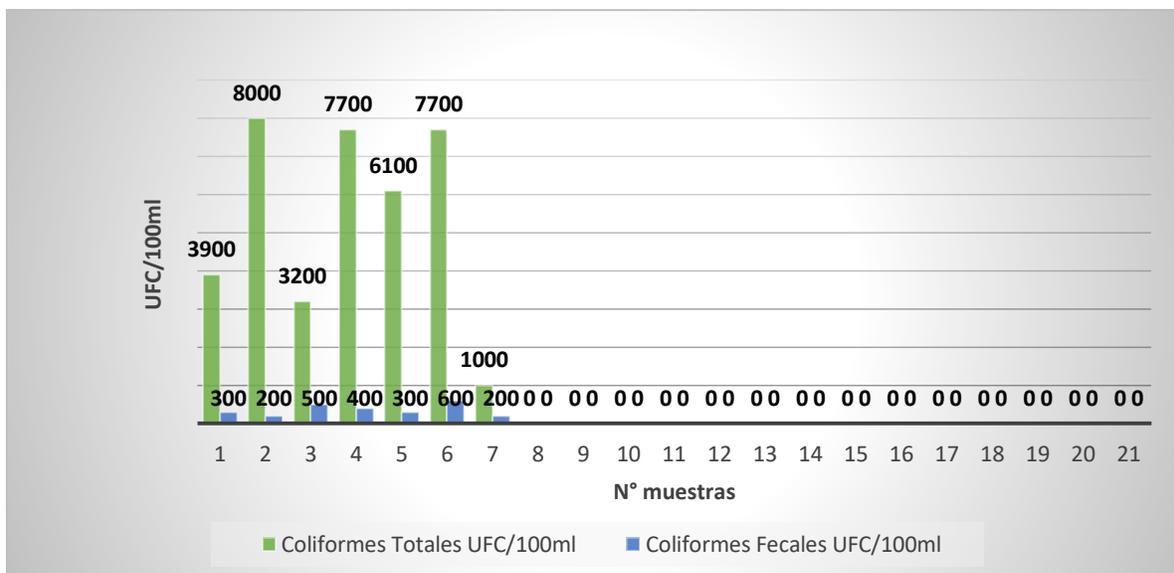


Figura 11. Resultados del monitoreo de las muestras de agua en intervalo de tiempo de las muestras tomadas entre 17:00 – 18:00 pm de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro. León, 2020.

4.3 Comparación de los resultados obtenidos de coliformes totales y fecales con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.

Con los resultados obtenidos del muestreo del agua potable de la parroquia La Peaña del cantón Pasaje provincia El Oro, se procedió al análisis estadístico, para comparar las medias con respecto a los coliformes totales y fecales, para lo cual se realizó una prueba de T-Student, a continuación, se muestran los resultados.

4.3.1 Comparar los resultados de muestras tomadas de 8:00 – 9:00

De acuerdo a los resultados de la prueba T-Student en la Tabla 12 se observan los resultados con respecto a la diferencia de medias de las coliformes totales y fecales en un periodo de muestreo de 8:00 a 9:00 am, dando como resultados una diferencia de medias (D.M) de 152,38 y un p-valor de 0,0245 por lo tanto se rechazó la hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$ y se aceptó la alternativa $H_i: \mu_1 < \mu_2$.

Tabla 12. Prueba T para diferencia de media de muestras tomadas 8:00 – 9:00

Parámetro	Media	n	T	D. M	p-valor
Coliformes totales	185,71	21	2,41	152,38	0, 0245
Coliformes fecales	33,33	21			

León, 2020.

En la Figura 12 se observa la comparación de resultados obtenidos de la prueba T-Student, y la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, con respecto los coliformes totales y fecales en las muestras de agua analizadas en periodos de muestreos de 8:00 a 9:00, lo cual demostró diferencias significativas con respecto a las medias, desviación estándar, mínimo y máximo, como se muestra en la Tabla 13, lo cual demostró que los coliformes fecales y totales en el agua para consumo humano de la zona de estudio se encuentra fuera los límites permisibles, el cual indica que no debe sobrepasar 2 UFC /100 ml para los coliformes totales y para los coliformes fecales no deben superar cero UFC /100 ml (ausencia).

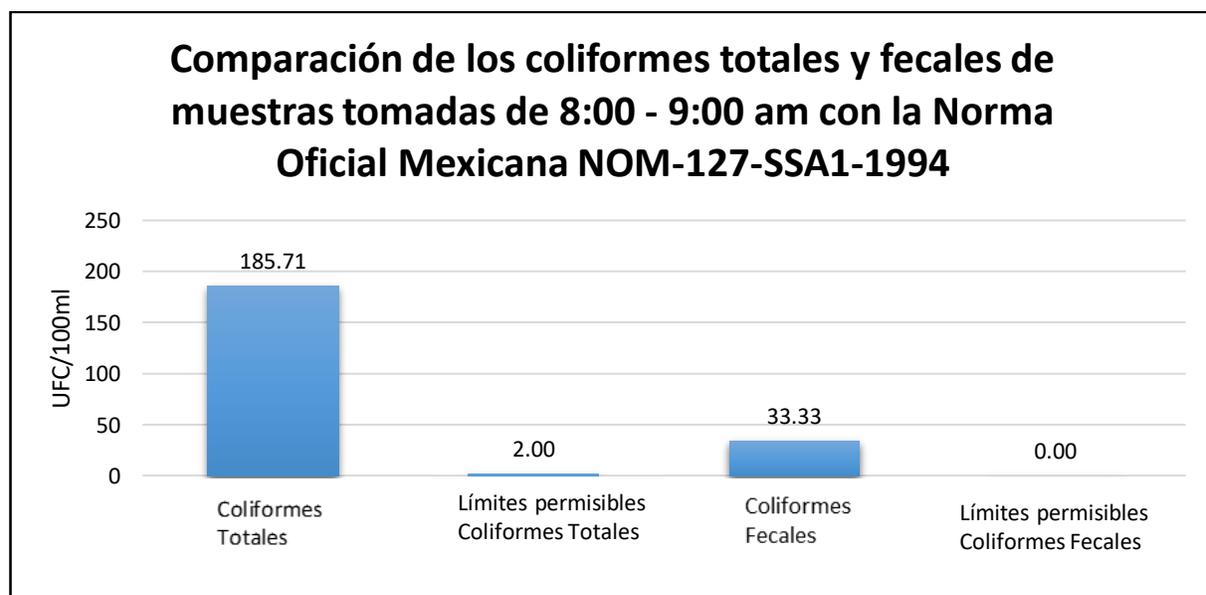


Figura 12. Comparación de los resultados con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, en un periodo de muestreo de 8:00 – 9:00 am.

León, 2020.

Tabla 13. Estadístico descriptivo de coliformes totales y fecales (8:00 a 9:00)

	Parámetro	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
T1	Coliformes totales UFC/ml	185,71	279,80	61,06	150,66	0,00	1100,00
T2	Coliformes fecales UFC/ml	33,33	73,03	15,94	219,09	0,00	200,00

León, 2020.

4.3.2 Comparar de resultados de muestras tomadas de 12:00 – 13:00 pm

De acuerdo a los resultados de la prueba T-Student en la Tabla 14 se observan los resultados con respecto a la diferencia de medias de las coliformes totales y fecales en un periodo de muestreo de 12:00 a 13:00 pm, dando como resultados una diferencia de medias (D.M) de 161,90 y un p-valor de 0,9716 por lo tanto se acepta la hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$ y se rechaza la alternativa $H_1: \mu_1 < \mu_2$.

Tabla 14. Prueba T- Student para diferencia de media de muestras tomadas 12:00 – 13:00

	Parámetro	Media	N	T	D. M	p-valor
	Coliformes totales	223,81	21	2,00	161,90	0, 9716
	Coliformes fecales	61,90	21			

León, 2020.

En la Figura 13 se observa la comparación de resultados obtenidos de la prueba T-Student, y la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, con respecto los coliformes totales y fecales en las muestras de agua analizadas en periodos de muestreos de 12:00 a 13:00 pm, lo cual demostró diferencias significativas con respecto a las medias, desviación estándar, mínimo y máximo, como se muestra en la Tabla 15, además, expresando que los coliformes fecales y totales en el agua para consumo humano de la zona de estudio se encuentran fuera los límites permisibles, la

cual indica que no debe sobrepasar 2 UFC /100 ml para los coliformes totales y para los coliformes fecales no deben superar 0 UFC /100 ml (ausencia).

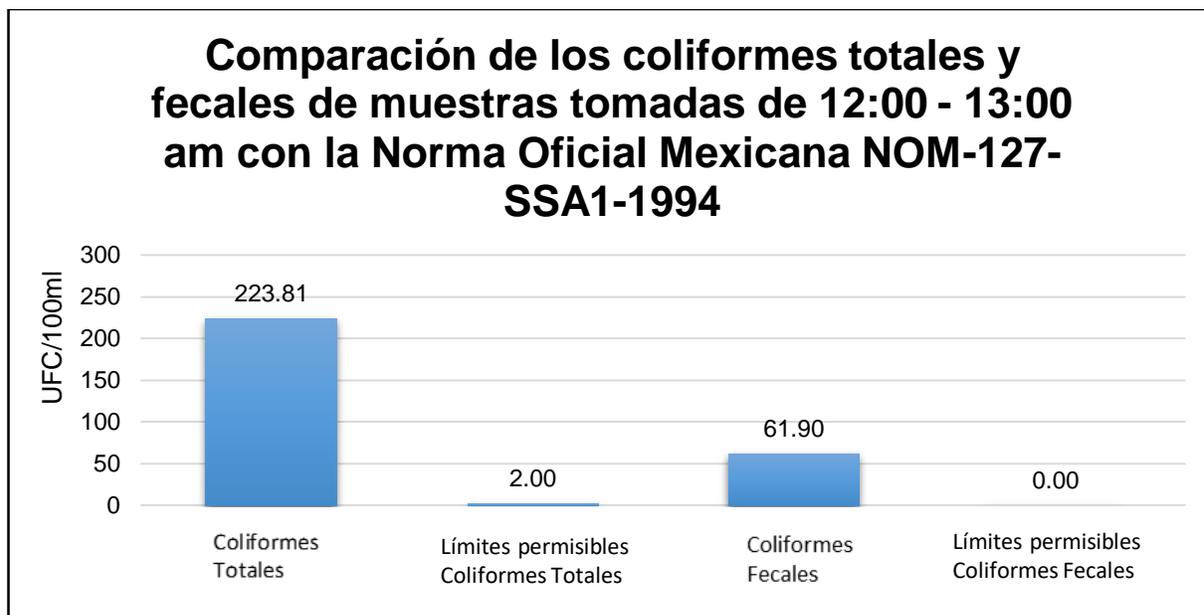


Figura 13. Comparación de los resultados con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 en periodo de muestreo de 12:00 – 13:00. León, 2020.

Tabla 15. Estadístico descriptivo de coliformes totales y fecales (12:00 a 13:00)

	Parámetro	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
T1	Coliformes totales UFC/ml	223,81	352,00	76,81	157,28	0,00	1200,00
T2	Coliformes fecales UFC/ml	61,29	116,09	25,33	187,53	0,00	400,00

León, 2020.

4.3.2 Comparar los resultados de muestras tomadas de 17:00 – 18:00 pm

De acuerdo a los resultados de la prueba T-Student en la Tabla 16 se observan los resultados con respecto a la diferencia de medias de las coliformes totales y fecales en un periodo de muestreo de 17:00 a 18:00 pm, dando como resultado una diferencia de medias (D.M) de 1671,43 y un p-valor de 0,09906, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2$ y se rechaza la alternativa $H_i: \mu_1 < \mu_2$.

Tabla 16. Prueba T- Student para diferencia de media de muestras tomadas 17:00 – 18:00 pm

Parámetro	Media	n	T	D. M	p-valor
Coliformes totales	1790,48	21	2,56	1671,43	0, 09906
Coliformes fecales	119,05	21			

León, 2020.

En la Figura 14 se observa la comparación de resultados obtenidos de la prueba T-Student, y la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, con respecto los coliformes totales y fecales en las muestras de agua analizadas en periodos de muestreos de 17:00 a 18:00 pm, lo cual demostró diferencias significativas con respecto a las medias, desviación estándar, mínimo y máximo como se muestra en la Tabla 17, además, demostrando que los coliformes fecales y totales en el agua para consumo humano de la zona de estudio se encuentran fuera los límites permisibles, el cual indica que no debe sobrepasar 2 UFC /100 ml para los coliformes totales y para los coliformes fecales no deben superar 0 UFC /100 ml (ausencia).

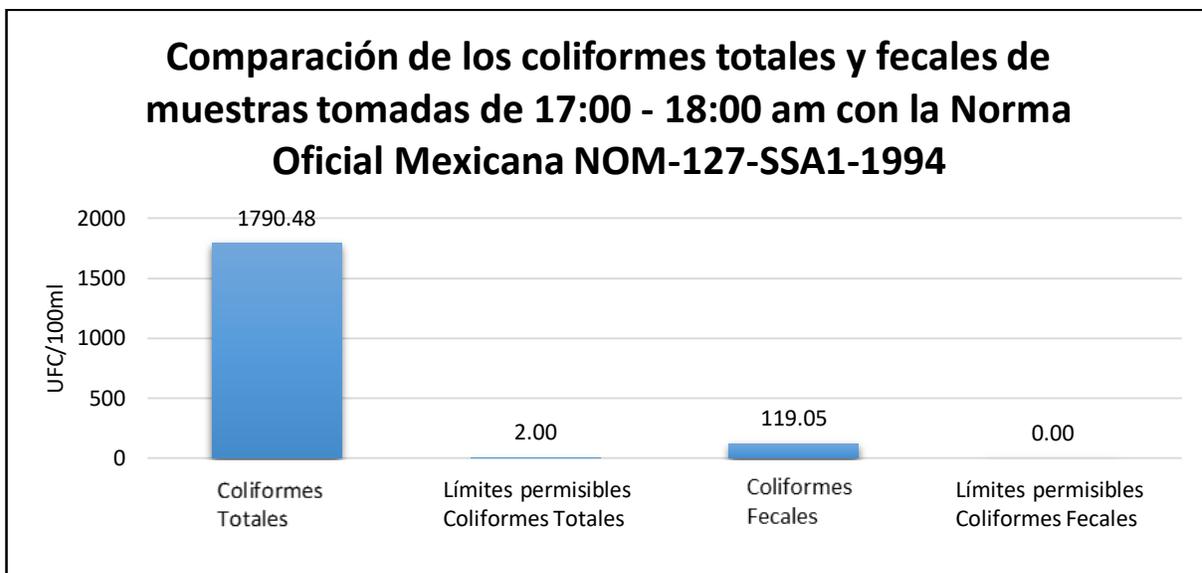


Figura 14. Comparación de los resultados con la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 en periodo de muestreo de 17:00 – 18:00. León, 2020.

Tabla 17. Estadístico descriptivo de coliformes totales y fecales (17:00 a 18:00)

	Parámetro	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
T1	Coliformes totales UFC/ml	1790,48	2990,97	652,68	167,05	0,00	8000,00
T2	Coliformes fecales UFC/ml	119,05	191,36	41,76	160,74	0,00	600,00

León, 2020.

5. Discusión

El agua potable es un servicio básico y, por lo tanto, debe cumplir con parámetros establecidos por la norma y que sea apta para el consumo humano. Con esta finalidad se determinó los parámetros microbiológicos, como coliformes totales y fecales por lo que son indicadores de calidad sanitaria de las aguas de consumo.

En la presente investigación se determinó que los coliformes totales y fecales sobrepasan los límites permisibles en todos los horarios establecidos en los monitoreos realizados, lo que concuerda con Ramos (2016), que menciona que en su estudio realizado en el cantón Chambo, de la provincia de Chimborazo sobre la calidad del agua de consumo humano, comprueba la presencia de coliformes totales en las 11 muestras analizadas y la presencia de coliformes fecales en 4 muestras de las 11 muestras analizadas concluyendo que existe una contaminación microbiológica.

En cambio, De la Cruz (2018) en su investigación en Chitré, Provincia de Herrera, Panamá, en la cual utilizó tres técnicas microbiológicas diferentes para detectar coliformes totales y fecales en muestras de agua, resultando el método de 3M Petrifilm lo mejor, la misma utilizada en la presente investigación, obteniendo los siguientes resultados: presencia de coliformes totales en 4 muestras de los 5 lugares monitoreados y ausencia de coliformes fecales en los 5 lugares monitoreados.

Así mismo, Bueno (2006) realizó una investigación en el cantón Eloy Alfaro, en la provincia de Esmeraldas, donde se analizaron muestras de doce casas de la parroquia Borbón, al igual que en la investigación realizada utilizó el método de 3M Petrifilm, lo cual dio como resultado la presencia de coliformes fecales (*E. coli*) en 11 muestras de un total de 12 muestras analizadas.

Además, Félix, Campas, Aguilar, y Meza, (2007), realizaron un estudio en tres comunidades rurales del Sur de Sonora, México, en el cual se determinó que un 99% de las muestras analizadas presentaron contaminación fecal.

6. Conclusiones

En la investigación realizada se demostró mediante encuesta aplicada, que el 58% las personas encuestadas no tienen conocimiento sobre el tratamiento que se aplican al agua destinada para consumo humano, también que puede observar existencia de inconformidad con la calidad del agua que llega a sus hogares, ya que esta ha presentado olores y colores inusuales, y como consecuencia se han presentado enfermedades gastrointestinales por su ingesta.

El monitoreo se realizó bajo normas técnicas establecidas NTE INEN 2176, NTE INEN 2169 y, en cambio, los análisis microbiológicos se realizaron aplicando el método de 3M Petrifilm, y consecuentemente se pudo observar que existen puntos de influencia en la red de distribución de agua potable lo que conlleva a evidenciar una contaminación microbiológica.

Los resultados obtenidos de coliformes totales y fecales se ha comparado con los requisitos microbiológicos de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, y de esta forma se pudo comprobar lo siguiente: 21 muestras tomadas en un intervalo de 8:00 – 9:00 am, 10 muestras presentan coliformes totales con un máximo de 1100 UFC/100ml y 4 muestras presentan coliformes fecales con un máximo de 200 UFC/ml; 21 muestras tomadas en un intervalo de 12:00 – 13:00pm, 10 muestras contienen coliformes totales con un máximo 1200 UFC/100ml y 6 muestra presentan coliformes fecales con un máximo de 400UFC/100ml; y 21 muestras tomadas en un intervalo de 17:00 – 18:00pm, 7 muestras presentan coliformes totales con un máximo de 8000 UFC/100ml y 7 muestras presentan coliformes fecales con un máximo de 600 UFC/100ml, los cuales sobrepasan los límites permisibles, lo que demuestra que no cumple con la normativa establecida.

7. Recomendaciones

Tomando en cuenta las conclusiones de este estudio, se recomienda realizar capacitaciones a los habitantes de la parroquia La Peaña, enseñando sobre métodos de desinfección del agua desde sus hogares, debido que el agua está contaminada por coliformes totales y fecales en algunos de los puntos monitoreados, y de esta manera poder evitar problemas de aparición de enfermedades gastrointestinales principalmente con la salud de las personas.

Se debería realizar campañas de monitoreo y seguimiento mensualmente del agua para consumo humano de la parroquia La Peaña, cantón Pasaje, provincia El Oro

Se debería utilizar una alternativa más eficiente y de bajo costo para el tratamiento del agua, con la finalidad de asegurar la calidad de vida de los habitantes de esta zona rural.

Además, se recomienda se debería realizar los controles técnicos más exhaustivos sobre los tratamientos del agua que aplican en la planta de potabilización.

8. Bibliografía

- 3M. Petrifilm. (2003). *Placas 3M Petrifilm*. México. Obtenido de https://www.3m.com.mx/3M/es_MX/inicio/todos-los-productos-3m/~/Todos-los-productos-3M/Seguridad-alimentaria-y-microbiolog%C3%ADa/Pruebas-de-indicador-de-calidad-Placas-3M-Petrefilm/?N=5002385+8711017+8711414+8716589+3294800618&rt=r3
- Aguilar, I. A. (2010). Calidad del agua: Un enfoque multidisciplinario. *Revista Instituto de investigaciones económicas*, 308. doi:ISBN 978-607-02-1455-4
- Apella, M. C., & Araujo, P. Z. (2005). *Microbiología de agua. Conceptos básicos*. Argentina: Solar Safe Water. Obtenido de https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf
- Arango, R. Á. (2004). La Biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua. *Revista Lasallista de Investigación*, 1(2), 61-66. doi:ISSN: 1794-4449
- Araujo, R., & Benito, H. (2017). *Universidad Nacional de Huancavelica*. Obtenido de Universidad Nacional de Huancavelica: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TP%20-%20UNH.%20ENF.%200105%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TP%20-%20UNH.%20ENF.%200105%20(1).pdf)
- Arcos, P. M., Ávila, d. N., Estupiñan, M., & Gómez, P. A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *Revista NOVA*, 3(4), 69-79. doi:10.22490/24629448.338
- Auge, M. (2017). *Agua fuente de vida*. La Plata: Universidad de Buenos Aire.

- Ávila, G. P., Hach, J. L., & Moller, C. M. (2018). *Estudio sobre la protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos*. México: Comisión Nacional de los derechos humanos .
- Baque, M. R., Simba, O. L., Gonzáles, O. B., Suatunce, P., Díaz, O. E., & Cadme, A. L. (2017). Calidad del agua destinada para consumo humano en un cantón del Ecuador . *Revista de Ciencias UNEMI*, 9(20), 109-117. doi:ISSN: 2528 - 7737
- Bracho, F. I. (2017). Evaluacion de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad Venezolana de San Martin Maracaibo. *Mineria y Geología*, 33(3), 341-352. doi:ISSN: 1993-8012
- Bueno, L. P. (2006). *Análisis microbiológico del agua de la parroquia Borbón, Cantón Eloy Alfaro y su Asociación con la enfermedad diarreica*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Cardenas, J. D., & Patiño, G. F. (2019). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua, potable de la comunidad de Tutucán, Canton Paute, Provincia del Azuay*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- Cázares, M. I., & Alcantara, A. J. (2014). Analisis microgiología de la calidad del agua de ciudad Nezahualcóytl, acorde a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. doi:ISBN: 978-84-7666-210-6
- COA. (2019). *Código Organico del Ambiente*. Quito: Registro oficial Suplemento 983.
- Constitución. (2008). *Constitución Política del Ecuador*. Ecuador: Publicación Oficial de la Asamblea Cosntituyente.

- Córdoba, M. A., Del Coco, V. F., & Basualdo, J. A. (2010). Agua y salud humana. *Revista Química Viva*, 3(9), 105-119. doi:ISSN: 1666-7948
- Cruz, F. (2019). *Tres cantones Orenses pierden hasta el 50 % del agua potable* . Guayaquil : Diario el telégrafo.
- De la Cruz, A. (2018). Evaluación de tres técnicas microbiológicas utilizadas para detectar coliformes totales y fecals en muestras de agua. *Revista Visión Antataura*, 1(1), 101-110. doi:ISSN: 2309-6373
- Diario Machala móvil. (2019). *En diciembre empezaría la sustitución de la red de agua potable para Machala, Pasaje Y El Guabo*. Machala: Machala diario digital.
- EPA. (2017). *Caja de herramientas para la comunicación de riesgos por cianotoxinas en el agua potable* . Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos .
- Félix, A., Campas, O., Aguilar, G., & Meza, M. (2007). Calidad Microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora (México). *RESPYN*, 13.
- Fernández, C. A. (2012). El agua: Un recurso esencial . *Revista Química Viva*, 11(3), 147-170. doi:ISSN: 1666-7948
- Guzmán, B. L., Nava, G., & Bevilacqua, P. D. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad y mortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35(2), 90 - 117. doi:<http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
- HACH. (2000). *Manual de analisis de agua* . Colorado- EE.UU: HACH COMPANY.
- Herrera, B. I., Comas, G. A., & Mascareñas, D. I. (2018). Impacto de las enfermedades diarreicas agudas en América Latina. Justificación del establecimiento de un Comité de Enfermedades Diarreicas en SLIPE. *Revista Latinoamerica de*

- Infectología Pediátrica*, 31(1), 8-16. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/contenido.cgi?IDPUBLICACION=7832>
- INEC. (2017). *Medición de los indicadores ODS de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH) en el Ecuador*. Ecuador: Instituto nacional de estadística y censos. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2017/Indicadores%20ODS%20Agua,%20Saneamiento%20e%20Higiene/Presentacion_Agua_2017_05.pdf
- INEN. (2013). *Calidad de agua: Muestreo. Manejo y conservación de muestras*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Quito: INEN.
- Jouravlev, A. (2004). *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. doi:ISBN: 92-1-322563-6
- Ley del agua. (2004). *Codificación 16, Registro Oficial 336 de 20 de mayo*. Quito: Comisión de Legislación y Codificación.
- López, R. P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona-España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Mite, R. B., Ochoa, L. S., Ozorio, B. G., Suatunce, P., Ocampo, E. D., & Arevelo, L. C. (22 de 08 de 2016). Calidad de agua destinada al consumo humano en un cantón del Ecuador. *Ciencia Unemi*, 9(20), 109-117. doi:ISSN: 2528-7737
- Moposita, C. A. (2015). *Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la parroquia de Pasa del Cantón Ambato en el período diciembre 2014- mayo*

2015. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10727/1/TESIS%20ALEXIS%20MOPOSITA.pdf>
- Mora, B. D., Sánchez, P. L., Del Razo, L. M., Gonzáles, A. C., Medina, D. I., Robledo, M. M., & Rojas, G. A. (2012). Presencia de Arsénico y coliformes en agua potable del municipio de Tecuala, Nayarit, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(2), 127-135.
- Núñez, T. L. (2015). *Norma de Calidad Ambiental y de descarga de afluentes: Recurso agua*. Quito: Ministerio del Ambiente .
- Olivas, E. E., Flores, M. J., Di Giovanni, G. D., Corral, D. B., & Osuna, A. P. (2013). Contaminación fecal en agua potable del Valle de Juárez. *Revista Terra Latinoamerica*, 31(2), 135-142. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v31n2/2395-8030-tl-31-02-00135.pdf>
- OMS. (2011). *Guía para calidad del agua de consumo humano*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud . doi:ISBN 978-92-4- 354995-8
- OMS. (2017). Suiza: UNICEF. doi:ISBN: 978-92-4-351289-1
- Pérez, L. E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región de Costa Rica. *Revista Tecnológica en Marcha*, 29(3), 3-14. doi:<http://dx.doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>
- Plan Nacional de Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. Ecuador: Consejo Nacional de Planificación (CNP).
- Ramos, I. A. (2016). *Evaluación microbiológica y Físico-Química de la calidad del agua para consumo humano de la Junta Administradora de agua potable GALTEN-GUILBUT en el Cantón Chambo*. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior

Politécnica de Chimborazo. Obtenido de
[http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4913/1/56T00622%20UDC
TFC.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4913/1/56T00622%20UDC%20TFC.pdf)

Ramos, O. L., Vidal, L. A., Vilardy, Q. S., & Saavedra, D. L. (2008). Analisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en la Bahía de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Revista Acta Biológica Colombiana*, 13(3), 87-98. doi:ISSN: 0120-548X

Ríos, T. S., Agudelo, C. R., & Gutiérrez, B. L. (2013). Patógenos indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Terra Latinoamericana*, 31(2), 135-143. doi:ISSN: 2395-8030

Rivera, B., & Rock, C. (2014). *Calidad de agua, E. coli y su salud*. Arizona: The University of Arizona.

Sandino, J. E. (21 de 08 de 2013). El nuevo diario . *Toman agua contaminada con heces fecales* , págs. 2-3.

SENAGUA. (2012). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador*. Obtenido de <https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf>

SENAGUA. (2015). *Estrategia nacional de agua y saneamiento del Ecuador*. Guayaquil.

Seoane, T., R, M. J., Martin, S. E., & Lureña, S. S. (2007). Capítulo 7: Estadística: Estadística descriptiva y estadística inferencial. *Revista SEMERGEN*, 33(9), 466-471. doi:10.1016/S1138-3593(07)73954-X

- Solarte, B. Y., Peña, M., & Madera, C. (2006). Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Revista Colombia Médica*, 37(1), 74-82. doi:<https://doi.org/10.25100/cm.v37i1.415>
- Sonami, S., Ingole, N., & Kulkarni, N. (2011). Disinfection of water by using sodium chloride (NaCl) and sodium hypochlorite (NaOCl). *Technical Journals*, 2(5), 40-43. doi:ISSN: 0976-7916
- Tamayo, G. (Abril de 2018). *Banco de Desarrollo del Ecuador*. Obtenido de Banco de Desarrollo del Ecuador: <https://bde.fin.ec/el-canton-pasaje-alista-estudios-para-mejoramiento-de-distribucion-de-agua-potable/>
- WHO. (2006). Guidelines for drinking-water quality. *Water sanitation hygiene*, 3(1). doi:ISBN: 92-4-154638-7
- Yajahuanca, A. R., Yori, P. P., & Brañas, M. M. (11 de 2011). *Cuidado y gestión sostenible de las fuentes tradicionales de agua en comunidades rurales Amazónicas*. Iquitos: Servicios graficos JMD. doi:ISBN: 978-612-46096-2

9. Anexos

9.1 Anexo A: tablas y figuras

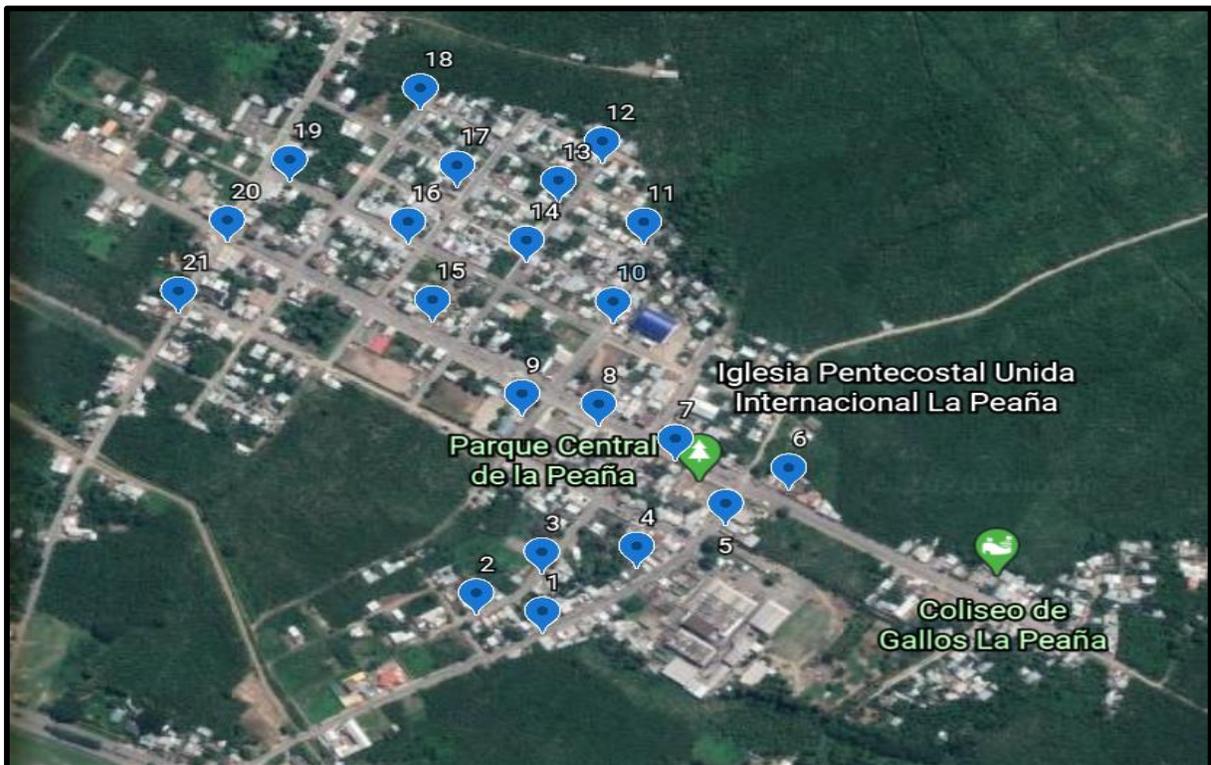


Figura 15. Área de estudio
León, 2020.

Tabla 18. Coordenadas de los puntos muestreados en la parroquia La Peaña, cantón Pasaje - El Oro

N° Muestra	Norte/Sur	Este/Oeste
1	3°18'54"S	79°51'04"O
2	3°18'53"S	79°51'06"O
3	3°18'52"S	79°51'04"O
4	3°18'51"S	79°51'01"O
5	3°18'50"S	79°50'58"O
6	3°18'48"S	79°50'56"O
7	3°18'48"S	79°51'00"O
8	3°18'45"S	79°51'03"O
9	3°18'45"S	79°51'05"O
10	3°18'41"S	79°51'02"O
11	3°18'38"S	79°51'01"O
12	3°18'35"S	79°51'02"O
13	3°18'36"S	79°51'04"O
14	3°18'38"S	79°51'05"O
15	3°18'41"S	79°51'08"O
16	3°18'37"S	79°51'07"O
17	3°18'35"S	79°51'07"O
18	3°18'32"S	79°51'08"O
19	3°18'35"S	79°51'12"O
20	3°18'38"S	79°51'15"O
21	3°18'40"S	79°51'16"O

Fuente: Google Earth, 2020

Tabla 19. Requisitos microbiológicos de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-ssa1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"

Características	Límites permisibles
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml
	2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml
	0 UFC/100 ml

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR CIENCIAS AGRARIAS INGENIERÍA AMBIENTAL		
		
Nº PREGUNTA	SI	NO
1. ¿Conoce acerca del tratamiento que emplean al agua potable que recibe?		
2. ¿Alguna vez pudo percibir algún aspecto inusual en el agua?		
3. ¿Ha tenido algún tipo de problema por la ingesta del agua potable que recibe en sus hogares?		
4. ¿Sabe que al ingerir agua contaminada puede contraer enfermedades?		
5. ¿Está conforme con el agua potable que recibe en su hogar?		
6. ¿Ha sentido un olor inusual en el agua?		
7. ¿Le gustaría que mejoren la calidad del agua potable que recibe en su hogar?		
8. ¿Usa el agua potable para consumo humano?		

Figura 16. Formato de la encuesta realizada
León, 2020.



Figura 17. Encuestas a la población de la parroquia La Peaña León, 2020.



Figura 18. Materiales utilizados en el monitoreo León, 2020.



Figura 19. Recolección de muestras de agua potable León, 2020.



Figura 20. Muestras recolectadas en la parroquia La Peaña León, 2020.



Figura 21. Placas petrifilm en incubación para la determinación de coliformes totales León, 2020.



Figura 22. Placas Petrifilm con resultados de coliformes totales León, 2020.

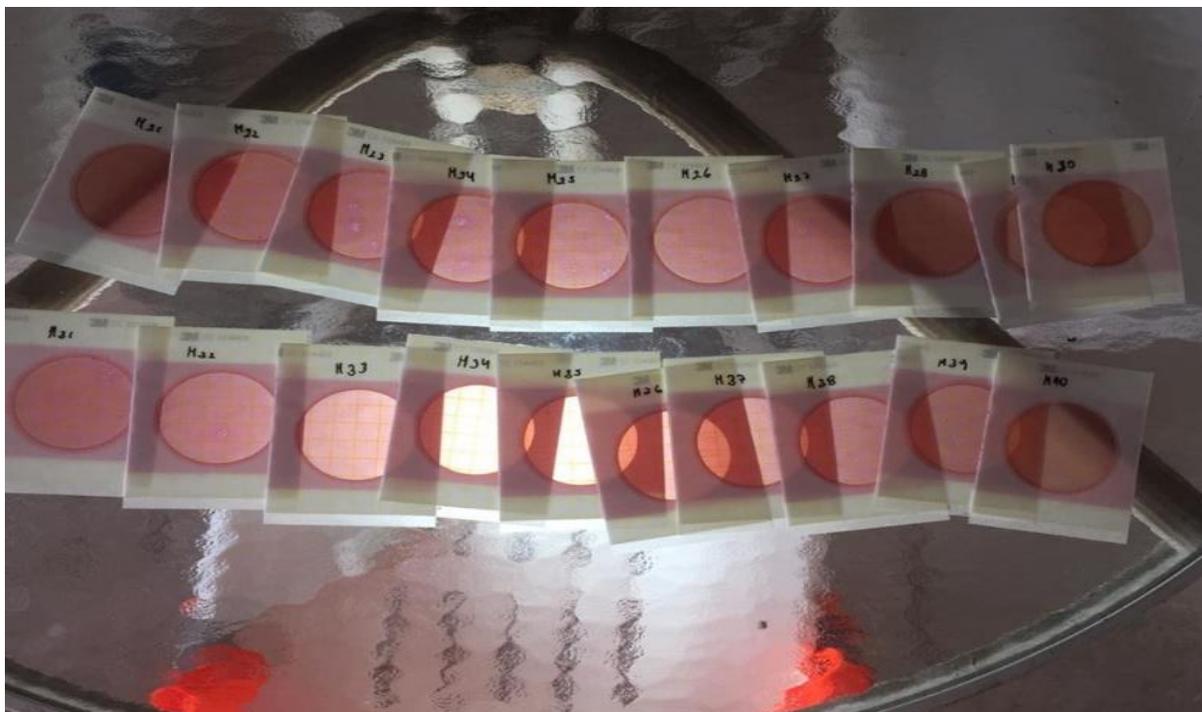


Figura 23. Placas Petrifilm con resultados de coliformes fecales.
León, 2020.

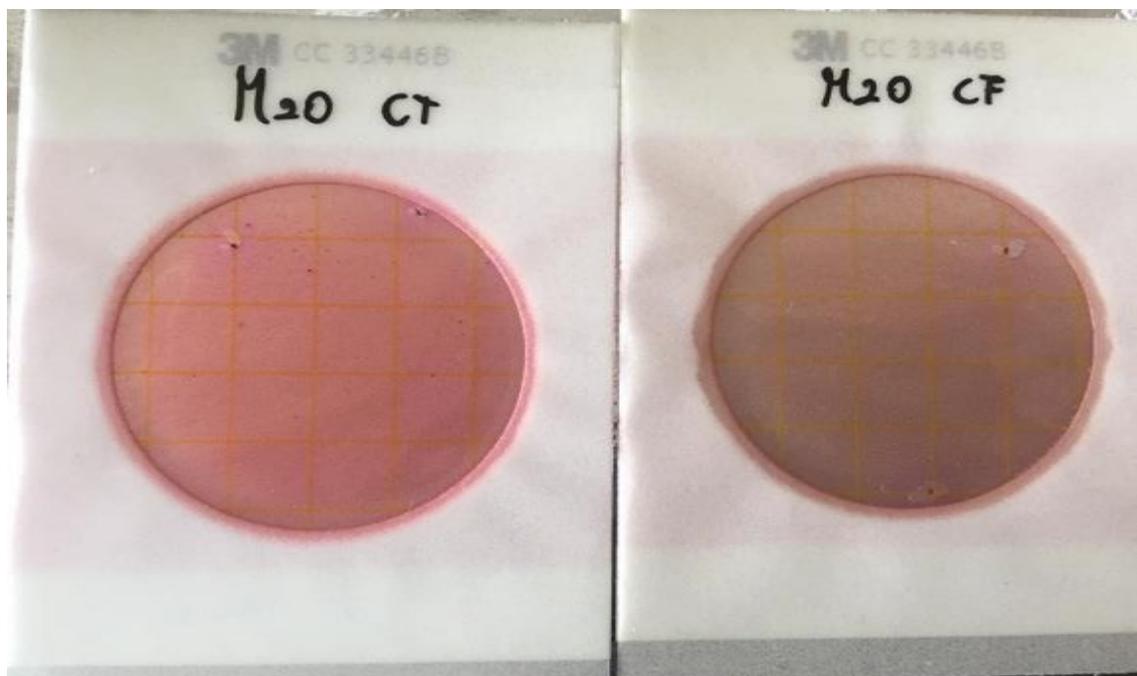


Figura 24. Muestra de placas Petrifilm con resultados de coliformes fecales y totales
León, 2020.

9.2 Anexo B: Normas Técnicas y guía de interpretación

3M

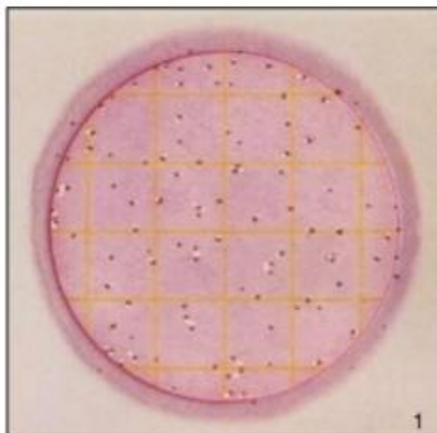
Guía de interpretación

Placas Petrifilm™ para el Recuento de Coliformes

Esta guía lo familiarizará con los resultados de las Placas Petrifilm™ para Recuento de Coliformes. Para mayor información, contacte al representante autorizado de productos de 3M Microbiología más cercano.

Las Placas Petrifilm para el Recuento de Coliformes (*Coliform Count, CC*) contienen nutrientes de Bilis Rojo-Violeta, (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría, y un indicador tetrazolium, que facilita el recuento de las colonias. La película superior atrapa el gas producido por los coliformes fermentadores de lactosa.

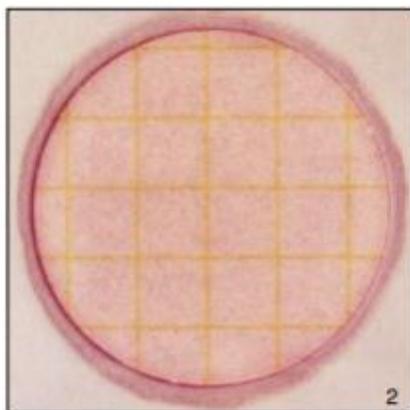
La AOAC Internacional y el Manual de Análisis Bacteriológico (BAM) de la FDA de los Estados Unidos definen los coliformes como colonias de bastoncillos gram-negativos que producen ácido y gas durante la fermentación metabólica de la lactosa. Las colonias de coliformes crecen en la Placa Petrifilm CC y producen un ácido que causa el oscurecimiento del gel por el indicador de pH. El gas atrapado alrededor de las colonias rojas de coliformes confirma su presencia.



La identificación de los coliformes puede variar de país a país (ver la sección de incubación y temperaturas en las "Recomendaciones de uso").

Método validado por la AOAC Internacional
Total de coliformes = 69 (colonias con gas)

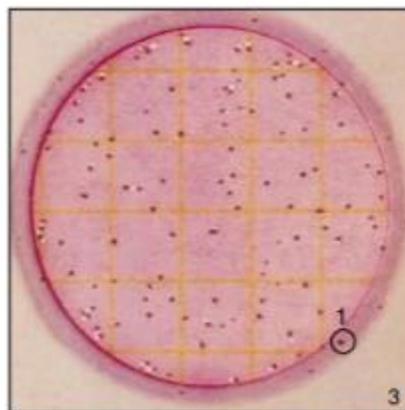
3M™ Placas Petrifilm™ para el Recuento de Coliformes



No crecimiento = 0

Observe el cambio de color del gel en las figuras 2 a 5. Mientras el recuento de los coliformes aumenta, el color del gel se oscurece.

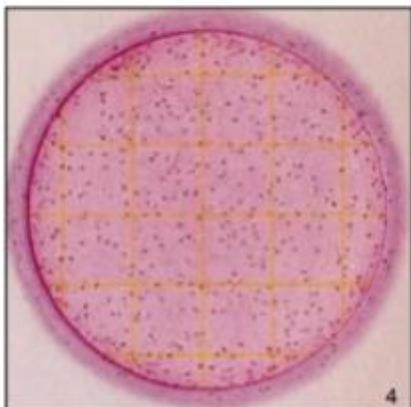
Las burbujas del fondo son características del gel y no son un resultado del crecimiento de los coliformes.



Recuento total de coliformes = 79

El rango de recuento para la población total en las Placas Petrifilm CC es entre 15 y 150.

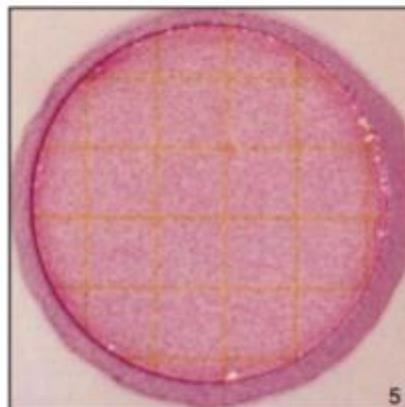
No cuente las colonias que aparecen sobre la barrera de espuma, ya que han sido removidas de la influencia del medio selectivo. Vea el círculo 1.



Recuento estimado total de coliformes = 220

El área de crecimiento circular es cerca de 20 cm². Los estimados pueden hacerse en placas que tienen más de 150 colonias, como resultado de contar las colonias en uno o más cuadrados representativos y de determinar el promedio por cuadrado. Multiplique el número promedio por 20 para determinar el recuento estimado por placa.

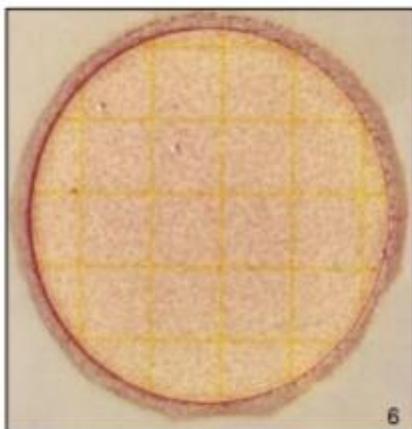
Para un recuento más preciso, se recomienda una dilución adicional de la muestra.



MNPC

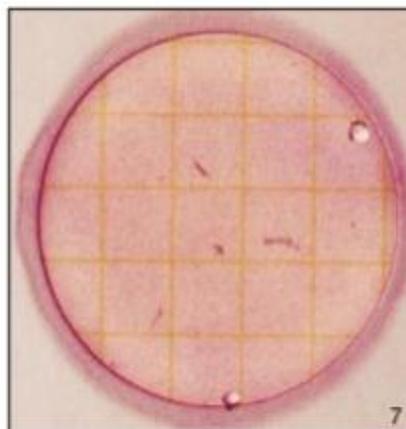
Las Placas Petrifilm CC con colonias MNPC tienen una o más de las siguientes características: muchas colonias pequeñas, muchas burbujas de gas y un oscurecimiento del color del gel.

Burbujas



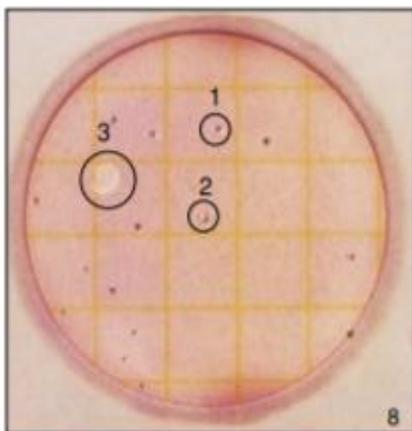
Recuento actual = 4

Cuando un número alto de organismos no-coliformes, como las *Pseudomonas*, estén presentes en las Placas Petrifilm CC, el gel puede volverse amarillo.



Recuento total de coliformes = 2

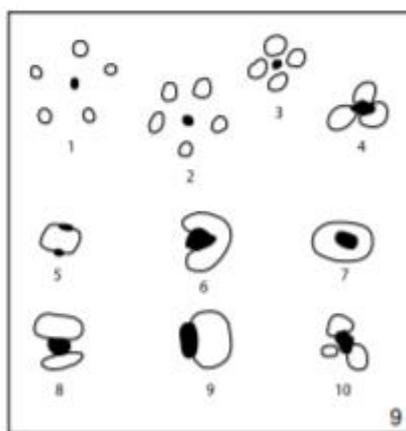
Las partículas de alimento tienen forma irregular y no tienen burbujas de gas.



Recuento total de coliformes = 8

Los patrones de burbujas pueden variar. El gas puede romper la colonia y así, esta última 'delinea' a la burbuja. Vea los círculos 1 y 2.

Las burbujas pueden aparecer como resultado de una inoculación impropia o de aire atrapado dentro de la muestra. Tienen una forma irregular y no se asocian con una colonia. Vea el círculo 3.



Los ejemplos 1 a 10 muestran varios patrones de burbujas con colonias que producen gas. Todas deben ser enumeradas.

3M Petrifilm™ Placas para el Recuento de Coliformes Recomendaciones de uso

Para información detallada sobre ADVERTENCIAS, PRECAUCIONES, COMPENSACIONES POR GARANTÍA / GARANTÍA LIMITADA, LIMITACIONES POR RESPONSABILIDAD DE 3M, ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN, e INSTRUCCIONES DE USO, remítase al inserto de producto en el paquete.

Almacenamiento



- 1** Almacene los paquetes cerrados a una temperatura de 4°C (40°F). Las placas deben usarse antes de su fecha de caducidad. En áreas de alta humedad, donde la condensación puede ser un inconveniente, es recomendable que los paquetes se atemperen al ambiente del lugar de trabajo antes de abrirlos. Las Placas Petrifilm tienen un tiempo de vida útil de 18 meses desde su fecha de elaboración. Observe la fecha de caducidad en la parte superior de la placa.



- 2** Para cerrar un paquete abierto, doble el extremo y sellelo con cinta adhesiva para evitar el ingreso de humedad y, por lo tanto, la alteración de las placas.



- 3** Mantenga los paquetes cerrados (según se indica en el punto 2) a temperatura de 4°C (40°F) y una humedad relativa de 50%. **No refrigere los paquetes que ya hayan sido abiertos.** Utilice las Placas Petrifilm máximo un mes después de abierto el paquete.

Preparación de la muestra



- 4** Prepare una dilución de una muestra de alimento.* Pese o pipeteo la muestra en un recipiente adecuado, como una bolsa Stomacher, una botella de dilución o cualquier otro contenedor estéril apropiado. *Vea las indicaciones para Productos Lácteos y Jugos.



- 5** Adicione la cantidad apropiada de uno de los siguientes diluyentes estériles: tampón Butterfield (tampón IDF fosfato, 0.0425 g/L de KH₂PO₄ y con pH ajustado a 7.2); agua de peptona al 0.1%; diluyente de sal peptonada (método ISO 6887); buffer de agua peptonada (método ISO 6579); solución salina (0.85 a 0.90%); caldo letheen libre de bisulfito o agua destilada.

No utilice buffers que contengan citrato, borato o fosfato de sodio, porque pueden inhibir el crecimiento.



- 6** Mezcle u homogenice la muestra mediante los métodos usuales.

Ajuste el pH de la muestra diluida entre 6.6 y 7.2:

- Para productos ácidos: use solución 1N de NaOH.
- Para productos básicos: use solución 1N de HCl.

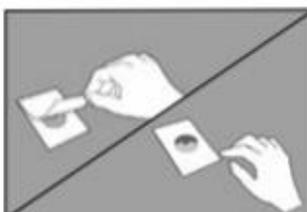
Inoculación



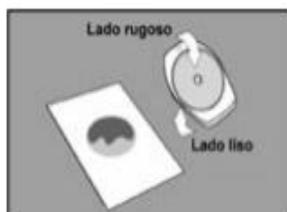
- 7** Coloque la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levante la película superior.



- 8** Con la Pipeta Electrónica 3M™, o una pipeta equivalente **perpendicular** a la Placa Petrifilm, coloque 1 mL de la muestra en el centro de la película inferior.



- 9** Baje con cuidado la película superior para evitar que atrape burbujas de aire. **No la deje caer.**



10 Con el lado **liso** hacia abajo, coloque el dispensador en la película superior sobre el inóculo.

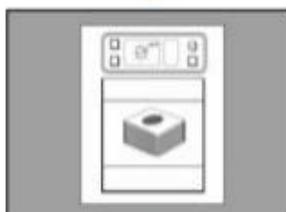


11 Presione **suavemente** el dispensador para distribuir el inóculo sobre el área circular, antes de que solidifique el gel. No gire ni deslice el dispensador.



12 Levante el dispensador. Espere, por lo menos un minuto, a que solidifique el gel.

Incubación



13 Incube las placas cara arriba en grupos de no más de 20 piezas. Puede ser necesario humectar el ambiente de la incubadora con un pequeño recipiente con agua estéril, para minimizar la pérdida de humedad.

Interpretación



14 Las Placas Petrifilm pueden ser contadas en un contador de colonias estándar u otro tipo de lupa con luz. Consulte la Guía de Interpretación para leer los resultados.



15 Las colonias pueden ser aisladas para su posterior identificación. Levante la película superior y tome la colonia del gel.

El tiempo de incubación y la temperatura varía según el método. Los métodos aprobados más conocidos son:

COLIFORMES TOTALES

• AOAC método oficial 986.33 y 989.10

(Leche y productos lácteos)

Incubar 24 h ± 2 h a 32 °C ± 1 °C.

• AOAC método oficial 991.14

Incubar 24 h ± 2 h a 35 °C ± 1 °C.

• NMK método 147.1993

Incubar 24 h ± 2 h a 37 °C ± 1 °C.

• AFNOR métodos validados 3M 01/2-09 89A y B

(todos los alimentos, excepto marinos)

Incubar 24 h ± 2 h a 30 °C ± 1 °C.

COLIFORMES TERMOTOLERANTES (FECALES)

• AFNOR método validado 3M 01/2-09 89C

Incubar 24 h ± 2 h a 44 °C ± 1 °C.

La incubadora debe ser humidificada a estas altas temperaturas.

Comentarios adicionales

- Nota: Recuerde inocular y poner el aplicador antes de pasar a la siguiente placa.
- Para contactar localmente a 3M Microbiología en Latinoamérica, visítenos en nuestra página de internet: www.3M.com/microbiology
- Para servicio técnico en Latinoamérica, contacte la dirección serviciotecnomicro@mmm.com o llame al 5255-5270-2223.



3M Microbiology
3M Center Bldg. 275-5W-05
St. Paul, MN 55144-1000
USA
1-800-228-3957
microbiology@mmm.com

3M México
Av. Santa Fe 190
Col. Santa Fe, CP 01210
México, DF
Tel. (55-52) 5270-0454
01 800-712-2527
microbiologiamx@mmm.com

3M Argentina
Olga Cossetini 1031
Buenos Aires,
CP C1107CEA
Argentina
Tel. (54-11) 4339-2400
microbiologia-ar@mmm.com

Petrifilm es una marca
registrada de 3M.
Impreso en México
Revisión: 2008-01.
Referencia: 70-2008-8100-4



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2169:2013
Primera revisión

**AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y
CONSERVACIÓN DE MUESTRAS**

Primera Edición

WATER. WATER QUALITY. SAMPLING. HANDLING AND CONSERVATION OF SAMPLES.

First Edition

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.
AL 01.06-202
ODU: 614.777.620.113
CIU: 4100
ICS: 13.060.01

CDU: 014.777.020.113
ICS: 13.000.01



CIIU: 4100
AL 01.06-202

**Norma Técnica
Ecuatoriana
Voluntaria**

**AGUA.
CALIDAD DEL AGUA.
MUESTREO MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS**

**NTE INEN
2169:2013
Primera revisión
2013-06**

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece las técnicas y precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar todo tipo de muestras de agua incluyendo aquellas para análisis biológicos pero no análisis microbiológicos.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica particularmente cuando una muestra (simple o compuesta) no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis.

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 Las aguas, particularmente las aguas superficiales y sobre todo las aguas residuales, son susceptibles a cambios en diferente grado como resultado de las reacciones físicas, químicas o biológicas, las cuales tienen lugar desde el momento del muestreo al comienzo del análisis. La naturaleza y la velocidad de estas reacciones son tales que, si no se toman precauciones antes y durante el transporte, así como durante el tiempo en el cual las muestras son conservadas en el laboratorio antes del análisis, las concentraciones determinadas en el laboratorio serán diferentes a las existentes en el momento del muestreo.

3.2 Principalmente en casos de duda, se debe consultar al analista y/o al especialista que interpretará los resultados, antes de decidir sobre el método preciso de conservación y manipulación.

3.3 Las causas de variación son numerosas, algunas de ellas son las siguientes:

- a) Las bacterias, algas y otros microorganismos pueden consumir ciertos elementos presentes en la muestra; pueden modificar la naturaleza de los constituyentes para producir nuevos. Esta actividad biológica afecta, por ejemplo: al contenido de oxígeno disuelto, al dióxido de carbono, a los compuestos de nitrógeno, fósforo y algunas veces al silicio.
- b) Ciertos compuestos pueden ser oxidados por el oxígeno disuelto contenido en las muestras o por el oxígeno atmosférico, por ejemplo: compuestos orgánicos, hierro (II), sulfuros, etc.
- c) Ciertas sustancias pueden precipitar, por ejemplo: calcio, carbonatos, metales y compuestos metálicos como: hidróxido de aluminio, $Al(OH)_3$, fosfato de magnesio $Mg_3(PO_4)_2$; o perderse en la fase gaseosa (por ejemplo: oxígeno, cianuro, mercurio).
- d) El pH, la conductividad, el contenido de dióxido de carbono, etc., pueden modificarse por la absorción del dióxido de carbono del aire.
- e) Los metales disueltos o en estado coloidal así como ciertos compuestos orgánicos pueden ser absorbidos o adsorbidos irreversiblemente sobre la superficie de los recipientes o por los materiales sólidos contenidos en la muestra.
- f) Los productos polimerizados pueden despolimerizarse; lo contrario, los compuestos simples pueden polimerizarse.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.

3.4 La extensión de estas reacciones está dada en función de la naturaleza química y biológica de la muestra, de su temperatura, su exposición a la luz, la naturaleza del recipiente en el cual se coloca, el tiempo entre el muestreo y el análisis, las condiciones a la que ha sido sometida, por ejemplo: reposo o agitación durante el transporte.

3.5 Los cambios relativos a un constituyente en particular varían en grado y velocidad no solamente en función del tipo de agua, sino también en función de las condiciones ambientales.

3.6 Debe enfatizarse que estas variaciones son, muchas veces, lo suficientemente rápidas como para modificar considerablemente la muestra en varias horas. En todo caso, se deben tomar las precauciones necesarias para minimizar estas reacciones, y en el caso de la determinación de muchos parámetros realizar el análisis sin demora.

3.7 Como las variaciones en la muestra de agua se deben en gran medida a procesos biológicos, se debe escoger de entre varios métodos de conservación el que no introduzca contaminación inaceptable.

3.8 Como una guía puede decirse que los métodos de conservación son menos efectivos en las aguas residuales crudas que en las aguas residuales purificadas (efluentes de las plantas de tratamiento biológico). También se ha observado que el comportamiento de varias muestras de aguas residuales durante el almacenamiento es diferente, dependiendo de si las muestras han sido tomadas de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales o industriales.

3.9 Por otro lado, las aguas superficiales y las aguas subterráneas, pueden almacenarse con mayor efectividad. En el caso de aguas potables, el problema del almacenamiento se resuelve más fácilmente debido a que son menos susceptibles a reacciones biológicas o químicas.

3.10 Dependiendo de estas variaciones que afectan las muestras de agua, puede ser necesario, para ciertas determinaciones, tomar muestras individuales en vez de colectivas y analizarlas inmediatamente en el lugar del muestreo. Debe recordarse que el almacenamiento de muestras por períodos largos sólo es posible para la determinación de un número limitado de parámetros.

3.11 Pese a las numerosas investigaciones que han sido realizadas con el objeto de recomendar métodos los cuales hagan posible guardar las muestras de agua sin modificaciones en su composición, es imposible dar reglas absolutas, que cubran todos los casos y situaciones y que no presenten excepciones.

3.12 En todos los casos, el método de almacenaje, debe ser compatible con las técnicas analíticas que serán usadas.

3.13 Como se ha establecido en los párrafos anteriores es imposible dar reglas absolutas para la conservación, por lo que se deben considerar las siguientes recomendaciones:

3.13.1 La duración de la conservación, la naturaleza del recipiente y la eficacia de los procesos de conservación, no dependen, solamente de los elementos y de los niveles a ser analizados, sino también de la naturaleza de la muestra. Las tablas 1, 2, 3 y 4 de esta norma, por lo tanto se deben considerar como una guía.

3.13.2 No debe existir una diferencia significativa entre los resultados de una determinación realizada inmediatamente y los resultados obtenidos luego de la conservación; cada analista debe por lo tanto verificar el método particular de análisis que intenta usar, y si las sugerencias de las tablas 1, 2, 3 y 4 de esta norma, son adecuadas para la muestra que él está procesando.

3.13.2.1 La tabla 1 es una guía general para la conservación de muestras. Debido a la heterogeneidad de las aguas naturales y de las aguas residuales, estas necesitan, antes del análisis, un tratamiento de acuerdo a lo establecido en esta tabla.

3.13.2.2 La tabla 2 da una guía de los parámetros que se pueden analizar utilizando un mismo método de conservación. Los parámetros no enlistados en ésta tabla, normalmente no se conservan utilizando estos métodos.

(Continúa)

3.13.2.3 La tabla 3 proporciona métodos adecuados para la preservación de los grupos de vegetales y animales más estudiados. Los parámetros biológicos a ser determinados son numerosos y varias veces varían de una especie biológica a otra. Por ésta razón es imposible detallar una lista completa de todas las precauciones que se deben tomar para preservar la muestra.

3.13.2.4 La tabla 4 indica los métodos adecuados para la conservación de las muestras destinadas al análisis de muestras radiactivas.

3.13.3 Esta norma indica los métodos de análisis a ser ejecutados, y cuando es posible los métodos de conservación recomendados para ese análisis.

3.13.4 Además, dado que puede existir incompatibilidad entre el análisis a ser realizado y los varios tipos de conservantes y recipientes posibles, es necesario tomar varias muestras de la misma agua y tratar, a cada una de ellas, en relación al análisis para el cual fueron tomadas. La elección del procedimiento de conservación debe estar sujeta a la consulta con el analista.

3.14 Manejo y conservación

3.14.1 Tipos de recipientes

3.14.1.1 Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

3.14.1.2 El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- a) ser causa de contaminación por lixiviación de componentes inorgánicos de recipientes de vidrio (por ejemplo: los de borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio), metales y compuestos orgánicos de los plásticos. Algunas tapas coloreadas pueden contener niveles significativos de metales pesados;
- b) absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras);
- c) reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).
- d) tener una superficie a la cual no se puedan aplicar métodos de limpieza y tratamiento con la finalidad de reducir la contaminación de la muestra por trazas de constituyentes como metales pesados o radionucleidos.

3.14.1.3 El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades fotosensitivas considerablemente.

3.14.1.4 Es preferible reservar un juego de recipientes para las determinaciones especiales de forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de contaminación cruzada.

3.14.1.5 Las precauciones son necesarias en cualquier caso, para prevenir que los recipientes que anteriormente hayan estado en contacto con muestras de alta concentración de algún elemento, contaminen posteriormente muestras de baja concentración. Los recipientes desechables son adecuados, si son económicos para prevenir este tipo de contaminación pero no se recomiendan para determinaciones de parámetros especiales como los de pesticidas organoclorados.

3.14.1.6 Las muestras en blanco de agua destilada deben tomarse, conservarse y analizarse como un control de la elección del recipiente y del proceso de lavado.

3.14.1.7 Cuando las muestras son sólidas o semisólidas, se deben usar jarras o botellas de boca ancha.

3.14.1.8 Otros factores a ser considerados son la resistencia a temperaturas extremas, resistencia a la rotura, facilidad de sellado y apertura, tamaño, forma, peso, disponibilidad, costo, potencia para reúso y limpieza.

(Continúa)

3.14.2 *Manejo y conservación de muestras para análisis biológico*

3.14.2.1 El manejo de muestras para examinación biológica es diferente al usado con muestras para análisis químico.

3.14.2.2 La adición de sustancias químicas a la muestra puede ser realizada para protección y conservación de la misma: protección de estructuras morfológicas y conservación de la materia orgánica susceptible a degradación química o bioquímica.

3.14.2.3 Los conservantes, por definición, son tóxicos y su adición puede conducir a la muerte de los organismos vivos presentes en la muestra. Previa a la muerte, la irritación puede causar que los microorganismos más sensibles (con paredes celulares débiles) colapsen antes de la protección de sus estructuras morfológicas.

3.14.2.4 Se deben considerar los siguientes criterios para la conservación de las muestras para análisis biológicos:

- a) El efecto de los conservantes en cuanto a la pérdida de microorganismos debe ser conocido de antemano;
- b) Los conservantes deben prevenir la degradación biológica de materia orgánica, al menos durante el periodo de almacenamiento;
- c) Los conservantes debe permitir que los grupos taxonómicos puedan ser estudiados durante el periodo de almacenamiento de las muestras.

3.14.3 *Preparación de recipientes*

3.14.3.1 *Recipientes de muestras para análisis químicos*

- a) Para el análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra; el tipo de limpiador usado y el material del recipiente varían de acuerdo a los constituyentes a ser analizados, por ejemplo detergentes que contengan fosfatos causan contaminación residual cuando se va a analizar nutrientes.
- b) El recipiente nuevo de vidrio, se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos del material de empaque, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada.
- c) Para el análisis de trazas, los recipientes se deben llenar con una solución 1 M de ácido clorhídrico o de ácido nítrico y dejarlos en contacto por un día, luego enjuagar completamente con agua destilada o desionizada.
- d) Para la determinación de fosfatos, sílice, boro y agentes surfactantes no se deben usar detergentes en la limpieza de los recipientes.
- e) Para el análisis de trazas de materia orgánica puede ser necesario un pretratamiento especial de las botellas (ver 3.14.3.2).

3.14.3.2 *Recipientes de muestras para determinación de pesticidas, herbicidas y sus residuos*

- a) Se deben usar recipientes de vidrio (preferiblemente ámbar), debido a que los plásticos, excepto el politetrafluoroetileno (PTFE), pueden introducir interferencias que son significativas en el análisis de trazas.
- b) Todos los recipientes, se deben lavar con agua y detergente, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada, secado en estufa a 105 °C por 2 h y enfriado antes de enjuagarlos con el disolvente de extracción que se usará en el análisis. Finalmente se deben secar con una corriente de aire purificado o de nitrógeno.
- c) A los recipientes que han sido usados anteriormente, se debe realizar una extracción con acetona por 12 h seguido de un enjuague con hexano y de un secado como el descrito en el párrafo anterior.

3.15 Recomendaciones generales

3.15.1 Se debe evitar la contaminación de la muestra, especialmente si la actividad de la muestra es baja. Algunas muestras presentan lecturas de actividad si permanecen en el sol o el aire. Los laboratorios ordinarios y los radioquímicos, así como algunos artefactos domésticos, pueden contener material radiactivo.

3.15.2 Algunas botellas de plástico concentran las muestras paulatinamente debido a que se vuelven permeables al agua. Ver las recomendaciones para radón.

3.15.3 Cuando se muestrea agua lluvia, (ver ISO 5667-8). Como la recolección de una cantidad suficiente de muestra requiere un período de varios días, anotar la fecha de inicio y finalización de la recolección. Se puede adicionar un acarreador o estabilizador para determinadas mediciones.

3.15.4 La anotación de la fecha y la hora de muestreo es importante cuando se requiera hacer correcciones por deterioro.

4. INSPECCIÓN

4.1 Muestreo

4.1.1 Llenado del recipiente

4.1.1.1 En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taponarlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, los bicarbonatos no se convierten a la forma de carbonatos precipitables; el hierro tiende a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

4.1.1.2 Los recipientes cuyas muestras se van a congelar como método de conservación, no se deben llenar completamente.

4.1.2 Refrigeración y congelación de las muestras

4.1.2.1 Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó. Los recipientes se deben llenar casi pero no completamente.

4.1.2.2 La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

4.1.2.3 El simple enfriamiento (en baño de hielo o en refrigerador a temperaturas entre 2°C y 5°C) y el almacenamiento en un lugar oscuro, en muchos casos, es suficiente para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto período de tiempo antes del análisis. El enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo, especialmente en el caso de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales (ver tabla 1).

4.1.2.4 El congelamiento a temperaturas de -20 °C permite un incremento en el período de almacenamiento, sin embargo, es necesario un control del proceso de congelación y descongelación a fin de retornar a la muestra a su estado de equilibrio inicial luego del descongelamiento. En este caso, se recomienda el uso de recipientes de plástico (policloruro de vinilo o polietileno). Los recipientes de vidrio no son adecuados para el congelamiento.

4.1.3 Filtración y centrifugación de muestras

4.1.3.1 La materia en suspensión, los sedimentos, las algas y otros microorganismos deben ser removidos en el momento de tomar la muestra o inmediatamente después por filtración a través de papel filtro, membrana filtrante o por centrifugación. La filtración no es aplicable si el filtro es capaz de retener unos o más de los componentes a ser analizados. También es necesario que el filtro no sea causa de contaminación y que sea cuidadosamente lavado antes del uso, pero de manera compatible con el método final de análisis.

(Continúa)

4.1.3.2 Otro motivo para filtrar la muestra puede ser la determinación de la relación entre formas solubles e insolubles de una sustancia a analizar (por ejemplo: un metal).

4.1.3.3 Las membranas se deben usar con cuidado ya que varios metales pesados y materia orgánica pueden ser adsorbidos en la superficie de la membrana, y los compuestos solubles de la membrana pueden ser extraídos por la muestra.

4.1.3.4 La decantación de la muestra no es recomendada como una alternativa de la filtración.

4.1.4 Adición de conservantes

4.1.4.1 Ciertos constituyentes físicos o químicos se estabilizan por la adición de compuestos químicos, directamente a la muestra luego de recolectada o adicionando al recipiente cuando aún está vacío. Los compuestos químicos así como sus concentraciones son muy variados. Los compuestos químicos de más uso son:

- a) ácidos,
- b) soluciones básicas,
- c) biácidos y
- d) reactivos especiales, necesarios para la conservación específica de ciertos elementos (por ejemplo: para la determinación de oxígeno, cianuros totales y sulfitos se requiere de la fijación para los mismos en la muestra inmediatamente en el sitio de la recolección, ver tabla 1).
- e) *Precaución* - Se debe evitar el uso de cloruro de mercurio (HgCl_2) y de acetato-fenil mercurio ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{HgC}_6\text{H}_5$).

4.1.4.2 Se debe recordar que ciertos conservantes (por ejemplo: los ácidos, el cloroforno) se deben usar con precaución, por el peligro que involucra su manejo. Los operadores deben ser advertidos de esos peligros y de las formas de protección.

4.1.4.3 Los conservantes usados no deben interferir en la determinación; en casos de duda se aconseja realizar una prueba para comprobar su compatibilidad. Cualquier dilución de la muestra por la adición de conservantes se debe tomar en cuenta durante el análisis y el cálculo de resultados.

4.1.4.4 Es preferible realizar la adición de conservantes usando soluciones concentradas de tal forma que sean necesarios volúmenes pequeños; esto permite que la dilución de las muestras por estas adiciones no sean tomadas en cuenta en la mayoría de los casos.

4.1.4.5 La adición de estos agentes, puede modificar también la naturaleza física o química de los elementos, por lo tanto es importante que esas modificaciones no sean incompatibles con los objetivos de la determinación, (por ejemplo: la acidificación puede solubilizar a los compuestos coloidales o a los sólidos, por esto, se debe usar con cuidado si la finalidad de las mediciones es la determinación de los elementos disueltos. Si el objeto del análisis es la determinación de la toxicidad para los animales acuáticos, se debe evitar la solubilización de ciertos elementos, particularmente de metales pesados que son tóxicos en su forma iónica. Las muestras deben ser analizadas lo más pronto posible).

4.1.4.6 Realizar un ensayo del blanco, cuando se determinan trazas de elementos, para evaluar la posible introducción de estos elementos en la adición de los conservantes; (por ejemplo: los ácidos pueden introducir cantidades significativas de mercurio, arsénico y plomo). En este caso se deben usar los mismos conservantes empleados en la muestra para preparar el ensayo del blanco.

4.1.5 Transporte de las muestras

4.1.5.1 Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

4.1.5.2 El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

(Continúa)

4.1.5.3 Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable.

4.1.5.4 Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico debe ser interpretado por un especialista.

4.1.6 *Recepción de las muestras en el laboratorio*

4.1.6.1 Al arribo al laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido.

4.1.6.2 Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradoras o de lugares fríos y oscuros.

4.1.6.3 En todos los casos y especialmente cuando se requiera establecer la cadena de custodia es necesario verificar el número recibido, contra el registro del número de recipientes enviados por cada muestra.

5. ROTULADO

5.1 Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

5.2 Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los conservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.).

5.3 Las muestras especiales con material anómalo, deben ser marcadas claramente y acompañadas de la descripción de la anomalía observada. Las muestras que contienen material peligroso o potencialmente peligroso, por ejemplo ácidos, deben identificarse claramente como tales.

TABLA 1. Técnicas generales para la conservación de muestras - análisis físico-químico.

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Aceites y grasa	V lavado con solvente	1 000	Acidificar a pH 1 a 2 con HCl o H ₂ SO ₄	1 mes		
Acidez y alcalinidad	P o V	500 Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C.	24 h	14 días Las muestras preferiblemente deben ser analizadas en el lugar (en particular para las muestras con alto contenido de gases disueltos). Reducción y oxidación durante el almacenamiento puede cambiar la muestra	
Aluminio	P lavado con ácido V o VB lavados con ácido	100	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		
Amoníaco, libre e ionizado	P o V	500	Acidificar a entre pH 1 a 2 con H ₂ SO ₄ , enfriar a 1 °C y 5 °C.	21 días	Filtrar en el lugar antes de conservación	
	P	500	Congelar a -20 °C	1 mes		
Aniones (Br, F, Cl, NO ₃ , NO ₂ , PO ₄ y SO ₄)	P o V	500	Se enfría entre 1 °C y 5 °C.	24 h	Filtrar en el lugar antes de conservación.	
	P	500	Congelar a -20 °C	1 mes		
Antimonio	P lavado con ácido V lavado con ácido	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes	HCl debe ser utilizado si la técnica de hidruro se utiliza para el análisis.	
Arsénico	P lavado con ácido V lavado con ácido	500	Se acidifica entre pH 1 a 2 con HCl o HNO ₃ .	1 mes	HCl debe ser utilizado si la técnica de hidruro se utiliza para el análisis.	980
Bario	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃ .	1 mes	No utilice H ₂ SO ₄	
Berilio	P lavado con ácido o V lavado con ácido	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃ .	1 mes		
Bicarbonatos	Ver "Acidez y alcalinidad"					
Bifenilos policlorados (PCB)	V, Lavado con disolvente, tapa con revestimiento de PTFE	1 000 No enjuagar previamente recipiente con la muestra; analitos se adhieren a la pared de la botella. No llene completamente contenedor de muestras.	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	7 días	Extraer in situ cuando sea viable. Si la muestra se encuentra clorada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₅ ·5H ₂ O al contenedor antes de la recolección.	

(Continuación tabla 1)

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Boro	P	100 Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	No se requiere ninguna	1 mes	6 meses	
Bromato	P o V	100	Se enfría a 1 °C y 5 °C	1 mes		
Bromo y compuestos de bromo	P o V	100	Se enfría a 1 °C y 5 °C	1 mes		
Bromo residual	P o V	500	Se enfría a 1 °C y 5 °C	24 h	Mantener muestras almacenadas en la oscuridad. El análisis e debe llevarse a cabo en el lugar, dentro de 5 min de recogida de muestras.	
Cadmio	P lavado con ácido o VB lavado con ácido.	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes	6 meses	962
Calcio	P o V	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		1107
Carbamatos	V lavado con solvente	1 000	Se enfría entre 1 °C y 5 °C.	14 días	Si la muestra se encuentra clorurada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₅ · 5H ₂ O al contenedor antes de la recolección.	
	P	1 000	Congelar a -20 °C	1 mes		
Carbono, orgánico total (TOC)	P o V	100	Acidificar a pH 1 a 2 con H ₂ SO ₄ , enfriar hasta 1 °C y 5 °C.	7 días	Acidificación a pH 1 a 2 con H ₂ PO ₄ es adecuado. Si se sospecha la existencia de compuestos orgánicos volátiles, la acidificación no es adecuada. Analizar dentro de 8 h.	
	P	100	Congelar a -20 °C	1 mes		
Cloramina	P o V	500		5 min	Mantener muestras almacenadas en la oscuridad. El análisis debe llevarse a cabo en el lugar, dentro de 5 min de recogida de muestras.	
Cloratos	P o V	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	7 días		
Cloruros	P o V	100		1 mes		976
Cianuro por difusión a pH 6	P	500	Añadir NaOH hasta pH >12. Se enfría a 1 °C y 5 °C.	24 h		
Cianuro fácilmente liberado	P	500	Añadir NaOH hasta pH >12. Se enfría a 1 °C y 5 °C.	7 días 24 h si sulfuros están presentes.	Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad.	
Cianuro total	P	500	Añadir NaOH hasta pH >12. Se enfría a 1 °C y 5 °C.	7 días 24 h si sulfuros están presentes.	14 días Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad.	
Cianocloruro	P	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	24 h		

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Cloro, dióxido	P o V	500		5 min	Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad. El análisis debe llevarse a cabo en el campo, dentro de 5 min de recogida de muestras.	
Cloro orgánico	Ver "haluros orgánicos absorbibles (AOX)"					
Cloro residual	P o V	500		5 min	Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad. El análisis debe llevarse a cabo en el campo, dentro de 5 min de recogida de muestras.	977
Clorito	P o V	500	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C	5 min	Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad. El análisis debe llevarse a cabo en el campo, dentro de 5 min de recogida de muestras.	
Clorofila	P o V	1 000	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C	24 h	Transporte en botellas de color ámbar.	
	P	1 000	Después de la filtración y la extracción con etanol caliente, congelar a - 20 °C.	1 mes		
	P	1 000	Después de la filtración, de frío - 80 °C	1 mes		
Cobalto	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes	6 meses	
Cobre	P lavado con ácido o V lavado con ácido	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes	6 meses	984
Color	P o V	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C	5 días	Mantener muestras almacenadas en la oscuridad. En caso de las aguas subterráneas, ricas en hierro (II), el análisis debe llevarse a cabo in situ, dentro de 5 min de recogida de muestras	970
Compuestos de metales pesados (excepto mercurio)	P o VB	500	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes	6 meses	
Cromo	P lavado con ácido o V lavado con ácido	100	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes	6 meses	

(Continúa)

NTE INEN 2169

2013-00

(Continuación tabla 1)

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Cromo (VI)	P lavado con ácido o V lavado con ácido	100	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C	24 h	Reducción y oxidación durante el almacenamiento puede cambiar la concentración de la muestra.	983
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	P o V	1 000 Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	Se enfría a 1 °C y 5 °C	24 h	Mantener muestras almacenadas en la oscuridad.	1202
	P	1 000	Congelar a -20 °C	1 mes	En caso de congelación para -20 °C: 6 meses (1 mes si -50 mg/L)	
Demanda química de oxígeno (DQO)	P o V	100	Acidificar a pH 1 a 2 con H_2SO_4	1 mes	6 meses	1203
	P	100	Congelar a -20 °C	1 mes	6 meses	
Detergentes	Consultar "Surfactantes"					
Dióxido de carbono	P o V	500 Llenar el contenedor completamente para excluir el aire.	Se enfría entre 1 °C y 5 °C.	24 h	Determinación lleva a cabo preferiblemente in situ.	
Disolventes clorados	V, usa tapones de PTFE.	250 Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	Acidificar entre pH 1 a 2 con HCl.	24 h	Si la muestra se encuentra clorada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al contenedor antes de la recolección.	
			Se enfría hasta 1 °C y 5 °C	24 h		
Dureza total	Consulte "calco"					
Estaño	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar a pH 1 a 2 con HCl	1 mes		
Fenoles	VB, Ambar, solventes lavados con revestimiento PTFE tapa	1 000 No enjuagar previamente el recipiente con la muestra; analitos se adhieren a la pared de la botella. No llene completamente contenedor de muestras.	Acidificar a pH=4 con H_3PO_4 o H_2SO_4	3 semanas	Si la muestra se encuentra clorada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al contenedor antes de la recolección. Para clorofenoles el período de extracción es de 2 días	
Fenol, índice	V	1 000	Inhibir oxidación bioquímica mediante la adición de CuSO_4 y acidificar a pH<4 con H_3PO_4	21 días		
Fluoruros	P, pero no PTFE	200		1 mes		985
Fósforo, disuelto	V o VB o P	250	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	1 mes	La muestra debe ser filtrada en el lugar en el momento del muestreo.	
	P	250	Congelar a -20 °C.	1 mes	Antes del análisis, agentes oxidantes se pueden eliminar mediante la adición de hierro (II) sulfato o arsenito de sodio.	

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Fósforo, total	V o VB o P	250	Acidificar a pH 1 a 2 con H_2SO_4 d	1 mes	Ver "Fósforo, disuelto" 6 meses	
	P	250	Congelar a - 20 °C.	1 mes		
Fósforo, disuelto	V o VB o P	250	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	1 mes	La muestra debe ser filtrada en el lugar en el momento del muestreo. Antes del análisis, agentes oxidantes se pueden eliminar mediante la adición de hierro (II) sulfato o arsenito de sodio.	
	P	250	Congelar a - 20 °C.	1 mes		
Fósforo, total	V o VB o P	250	Acidificar a pH 1 a 2 con H_2SO_4 d	1 mes	Ver "Fósforo, disuelto" 6 meses	
	P	250	Congelar a - 20 °C.	1 mes		
Haluros orgánicos absorbibles (AOX)	P o V	1 000 Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO_3 , se enfría hasta 1°C y 5 °C, mantener las muestras almacenadas en la oscuridad.	5 días		
	P	1 000	Congelar hasta -20 °C.	1 mes		
Herbicidas ácidos	V con tapa revestida con PTFE	1 000 No enjuagar previamente el recipiente vacío con la muestra; analitos se adhieren a la pared de la botella. No llene completamente contenedor de muestras.	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HCl y se enfría a entre 1 °C y 5 °C.	2 semanas	Si la muestra se encuentra clorinada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de $Na_2S_2O_5 \cdot 5H_2O$ al contenedor antes de la recolección.	
Hidracina	V	500	Acidificar con HCl a 1 mol / L	24 h	Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad.	
Hidrocarburos	V disolvente (por ejemplo pentano) utilizado para la extracción	1 000 No enjuagar previamente recipiente con la muestra; analitos se adhieren a la pared de la botella. No llene completamente contenedor de muestras.	Acidificar a pH 1 a 2 con H_2SO_4 o con HCl	1 mes	Extraer in situ cuando sea viable.	
Hidrocarburos aromáticos monocíclicos	V, tapas con septum de PTFE	500 Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	Acidificar a pH 1 a 2 con H_2SO_4	7 días	Si la muestra se encuentra clorinada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de $Na_2S_2O_5 \cdot 5H_2O$ al contenedor antes de la recolección.	

(Continúa)

NTE INEN 2169

2013-00

(Continuación tabla 1)

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	V, Lavado con disolvente con revestimiento de PTFE tapa	500	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C.	7 días	Si la muestra se encuentra clorinada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O al contenedor antes de la recolección.	
Hierro (II)	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HCl y la exclusión de oxígeno atmosférico.	7 días		
Hierro, total	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HNO ₃ .	1 mes		1204
Litio	P	100	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HNO ₃ .	1 mes		
Nitrogeno Kjeldahl	P o VB	250	Acidificar a entre pH 1 a 2 con H ₂ SO ₄ .	1 mes	Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad. 6 meses	1102
	P	250	Congelar a - 20 °C.	1 mes		
Magnesio	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HNO ₃ .	1 mes		1103
Manganeso	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HNO ₃ .	1 mes		1104
Mercurio	VB lavado con ácido	500	Acidificar a pH 1 a 2 con HNO ₃ . Además de K ₂ Cr ₂ O ₇ [0,05% en masa, concentración final].	1 mes	Se necesita particular cuidado para garantizar que la muestra está libre de contaminación.	
Niquel	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar a pH 1 a 2 con HNO ₃ .	1 mes	6 meses	
Nitrato	P o V	250	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	24 h		975 995
	P o V	250	Acidificar entre pH 1 a 2 con HCl	7 días		
	P	250	Congelar a - 20 °C.	1 mes		
Nitrito	P o V	200	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	24 h	El análisis preferiblemente debe llevarse a cabo en el sitio. 2 días	
Nitrogeno total	P o V	500	Acidificar a pH 1 a 2 con H ₂ SO ₄ .	1 mes		
	P	500	Congelar a - 20 °C.	1 mes		
Olor	V	500	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C.	6 h	La prueba puede llevarse a cabo en el sitio (análisis cualitativo).	

(Continúa)

NTE INEN 2169

2013-06

(Continuación tabla 1)

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Ortofosfatos, disueltos	Ver "Fósforo, disuelto"					
Ortofosfatos, total	Consulte "Fósforo, total"					
Oxígeno	P o V	300 Recipiente deberá llenarse completamente		4 días	Fijar el oxígeno en el lugar y mantener las muestras almacenadas en la oscuridad. El método electroquímico puede ser utilizado también y se puede llevar a cabo en el sitio.	1105
Permanganato, índice	V o P	500	Adicionar a pH 1 a 2 con H ₂ SO ₄ , 8 ml / L	2 días	Analizar tan pronto como sea posible.	
	V o P	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C y mantener las muestras almacenadas en la oscuridad.	2 días		
	P	500	Congelar a - 20 °C.	1 mes		
Pesticidas, organoclorados, organofosforados y organoclorados que contienen nitrógeno	V disolvente se lavó con revestimiento de PTFE tapa Para P uso glifosato	1 000 a 3 000 No enjuagar previamente el recipiente con la muestra; análisis se adhieren a la pared de la botella. No tiene completamente el contenedor	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C.	El tiempo de conservación del extracto es 5 días	Si la muestra se encuentra clorinada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₅ 5H ₂ O al contenedor antes de la recolección. La extracción debe llevarse a cabo dentro de 24 h después del muestreo.	
Petróleo y derivados	Ver "Hidrocarburos"					
Plata	P lavado con ácido o V lavado con ácido	100	Adicionar a pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		
Plomo	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Adicionar a entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes	6 meses	
pH	P o V Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	100	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C.	6 h	La prueba debe llevarse a cabo tan pronto como sea posible y, preferentemente, inmediatamente en el lugar después del muestreo.	973
Potasio	P	100	Adicionar a pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		
Purgables de purga y trampa	V, Con tapa revestida de PTFE	100	Adicionar a pH 1 a 2 con H ₂ SO ₄	7 días	14 días Si la muestra se encuentra clorinada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₅ 5H ₂ O al contenedor antes de la recolección.	

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Selenio	P lavado con ácido o V/lavado con ácido	500	Adicionar a pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		
Silicatos, disueltos	P	200	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	1 mes	La muestra debe ser filtrada en el lugar en el momento del muestreo.	
Silicatos, totales	P	100	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	1 mes		
Sodio	P o V	100	Adicionar a pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		
Sólidos disueltos (Residuo seco)	Ver "Sólidos Totales (residuos totales)"					
Sólidos, suspendidos	P o V	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	2 días		
Sólidos totales (residuos totales, extracto seco)	P o V	100	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	24 h		
Sulfato	P o V	200	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	1 mes		
Sulfuros (fácilmente liberados)	P	500 Llenar el contenedor completamente para excluir el aire.	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	1 semana	Fijar muestras inmediatamente in situ mediante la adición de 2 ml de 10% (en masa) de la solución de acetato de zinc. Si la muestra se encuentra clorurada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de ácido ascórbico al contenedor antes de la recolección.	
Sulfitos	P o V	500 Llenar contenedor completamente para excluir el aire.		2 días	Fijar en el sitio mediante la adición de 1 ml de una solución de EDTA 2,5% (en masa) por 100 ml de la muestra.	
Tensioactivos, aniónicos	V, Lavar con metanol.	500	Adicionar a entre pH 1 a 2 con H ₂ SO ₄ Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	2 días	El vidrio no debe ser lavado con detergente. Se puede combinar con no iónico.	
Tensioactivos, catiónicos	V, Lavar con metanol.	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	2 días	El vidrio no debe ser lavado con detergente.	
Tensioactivos no iónicos	V	500 Asegurarse que el contenedor se llena completamente.	Añadir formaldehído 37% (en volumen), solución para dar 1% (en volumen), enfriar hasta 1 °C y 5 °C	1 mes	El vidrio no debe ser lavado con detergente.	
Trihalometanos	V, tapas recubiertas con PTFE	100 Llenar el contenedor completamente para excluir el aire.	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C	14 días	Extraer in situ cuando sea posible. Si la muestra se encuentra clorurada, para cada 1 000 ml de muestra, agregar 80 mg de Na ₂ S ₂ O ₅ ·5H ₂ O al contenedor antes de la recolección.	

(Continúa)

NTE INEN 2169

2013-00

(Continuación tabla 1)

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Turbiedad	P o V	100	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C. Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad.	24 h	Preferiblemente llevar a cabo en el campo.	
Uranio	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	200	Acidificar a entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		
Vanadio	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Se acidifica a pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		
Yoduro	V	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	1 mes		
Yodo	V	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C.	24 h	Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad.	
Zinc	P lavado con ácido o VB lavado con ácido	100	Acidificar a pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes	6 meses	

TABLA 2. Distribución de los parámetros de análisis según el tipo de conservación usado (Anexo a la tabla 1)

Conservación por	Recomendado para	No recomendado para
Alcalinización a pH > 11	Ioduros	La mayoría de los compuestos orgánicos, metales pesados en estados de oxidación menor. Algunos metales que forman aniones solubles a estados de oxidación altos (dependiendo del anión presente consultar las tablas de solubilidad) Amoníaco/amonio Aminas y amidas Fósforo total Hidrazina Hidroxilamina
Acidificación a pH < 2	Metales alcalinos Aluminio Amonio (pero no si se requiere por separado el amonio libre y el total) Arsénico Metales alcalinotérreos Nitrato Dureza total Fósforo total Metales pesados	Cianuros Sulfuros Carbonatos, bicarbonatos, dióxido de carbono Sulfitos, dióxido de azufre Tiosulfatos Nitritos Fosfonatos (si la técnica indica) Surfactantes y ésteres Hexametilenotetramina No usar ácido sulfúrico para Calcio, Estroncio, Bario, Radio y Plomo No usar ácido clorhídrico para Plata, Talio, Plomo, Bismuto, Mercurio(II) y Antimonio No usar ácido nítrico para estaño

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Conservación por	Recomendado para	No recomendado para
Refrigeración de 2°C a 5°C	Acidez, alcalinidad Amonio Bromo y sus compuestos Clorofila Ioduros Nitrógeno (kjeldahl) Conductividad Nitrato Nitrilo Olor Ortofosfatos Fósforo Sulfatos Surfactantes catiónicos Residuo seco Sólidos totales Bioensayos	
Congelamiento a -20°C	Clorofila DQO Bioensayos análisis de toxicidad Carbón orgánico Índice de permanganato	No recomendable para biota si se hace una distinción entre la biota del líquido y las células contenidas en la biota. Gases disueltos. Para identificación de microorganismos. Puede ocurrir cambios en varios solutos, lo que requiere de homogenización luego del descongelamiento. Puede ocurrir precipitación (y polimerización) dificultando el análisis. Recíprocamente algunos polímeros depolimerizan. Las recomendaciones se deben evaluar antes del uso rutinario.

(Continúa)

TABLA 3. Técnicas generales recomendadas para la conservación de muestras para análisis Biológico

Parámetro a ser analizado	Tipo de recipiente P = plástico V = vidrio VB = vidrio Borosilicatado	Técnica de conservación	Lugar del análisis	Tiempo máximo de conservación antes del análisis	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Cantidad e identificación						
Sedimento béntico, macro Invertebrado	P o V	Adicionar etanol al 70 % (v/v)	Laboratorio	1 año	El agua de las muestras se debe decantar para aumentar la concentración del preservante	
-sedimento abundante		Adicionar 40 cm ³ de formaldehído al 40 % (v/v) neutralizado con borato de sodio.	Laboratorio	1 año		
-sedimento escaso	V	Transferir a una solución preservante de etanol al 70 %, formaldehído al 40% y glicerol (en proporciones 100+2+1 respectivamente)	Laboratorio	Indefinidamente	Se requieren de métodos especiales para los grupos de Invertebrados que se deforman por el tratamiento normal de preservación (p.e. platelmintos) Precaución: Cuidarse de los vapores de formaldehído. No almacenar muchas muestras en el área de trabajo)	
Perifiton	V	Adicionar una parte por volumen de Lugol para 100 partes de volumen de muestra.	Laboratorio	1 año	Guardar las muestras en la oscuridad	
Fitoplancton	V	Ver perifiton	Laboratorio	1 año	Guardar las muestras en la oscuridad	
Zooplancton	V	Adicionar formaldehído al 40 % para tener formalina al 4% o adicionar solución de Lugol como para el Perifiton	Laboratorio	1 año	La adición de una mayor cantidad de Lugol puede ser necesaria si ocurre decoloración	

(Continúa)

(Continuación Tabla 3)

Sedimento húmedo y sedimento seco	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	En el sitio o en el laboratorio	24 h	No congelar a -20°C Realizar el análisis antes de las 24 h
Sedimento Béntico o macro invertebrados					
Macrofitos					
Perifiton					
Fitoplancton					
Zooplancton					
Peces		-	En el sitio		
Cenizas del sedimento	P o V	Filtrar y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	2 semanas	
Sedimento béntico o macro invertebrados					
Macrofitos					
Perifiton					
Fitoplancton					
Análisis de toxicidad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El período de conservación varía de acuerdo al método de análisis usado.
		Congelar a -20°C	Laboratorio	2 semanas	

(Continúa)

TABLA 4. Técnicas generales recomendadas para la conservación de muestras para el análisis parámetros radiológicos

Parámetro a ser analizado	Tipo de recipiente	Técnica de conservación	Lugar del análisis	Tiempo máximo de conservación antes del análisis	Recomendaciones	Método de ensayo NTE INEN
Actividad Alfa Actividad Beta (excepto radio-lodo)	P	<p>1. Si se va a determinar la actividad en la materia soluble y en suspensión separadamente, filtrar de inmediato</p> <p>2. Adicionar 20 cm³ de ácido nítrico al 50% por cada litro de muestra. El valor del pH debe ser menor que 1</p> <p>3. Guardar en lugar obscuro a una temperatura entre 2°C y 5°C.</p>	Laboratorio	Lo más pronto posible	<p>Las precauciones de seguridad dependen de la actividad de la muestra</p> <p>Precaución. El polvo radiactivo no debe caer en la piel o en la ropa o ser inhalado.</p>	
Actividad Gamma (para isótopos de radón y de yodo radiactivo ver las recomendaciones separadamente)	P	<p>1. Si esta presente materia en suspensión y se necesita las mediciones de la actividad por separado, o los sólidos no están totalmente disueltos, filtrar la muestra y tratar como dos muestras separadas.</p> <p>2. Adicionar cuantitativamente a la muestra una cantidad conocida de una solución que contenga el isótopo no radiactivo de interés. Para muestras que contengan metales, la solución se acidifica a pH < 2; el ácido que se emplee no debe precipitar o volatilizar los elementos. Se necesita especial cuidado para los isótopos del radón.</p> <p>3. Guardar en botellas herméticas y en la oscuridad entre 2°C y 5°C.</p>	Laboratorio	Depende de la vida media de los elementos radiactivos de interés. Determinar la vida media tan pronto la muestra necesite ser analizada	<p>Las precauciones de seguridad y defensa dependen de la actividad de la muestra.</p> <p>Precaución- El polvo radiactivo no debe caer en la piel o en la ropa o ser inhalado.</p>	

(Continúa)

(Continuación tabla 4)

Radio-iodo	P Pretratar cada botella con yodo no radiactivo mínimo a 60°C cubriendo completamente, enjuagar con etanol seguido de un lavado con agua hasta que todo el yodo desaparezca, o adicionar yoduro de sodio como agente liberador.	1. Ajustar el valor de pH a $8,0 \pm 0,1$ con la solución de hidróxido de sodio. 2. Adicionar 0,1 g \pm 0,01 g de yoduro de sodio no radiactivo por litro de muestra. 3. Adicionar de 2 a 4 cm ³ de hipoclorito de sodio [10%(m/m)] por litro de muestra, asegurando un exceso de cloro libre.	Laboratorio	Lo más pronto posible	Las muestras no deben ser ácidas cuando se adiciona el Iodo; (es importante si en la misma muestra se determina actividad alfa y beta). No se debe usar amonio para alcalinizar la muestra.	
Radio por otros métodos (ver también actividad alfa y beta)	P	1. Como para la actividad alfa y beta. 2. Acidificar a valores de pH menores que 1 con ácido nítrico y anotar el volumen del ácido adicionado.	Laboratorio	Antes de 2 meses.	Las precauciones y cuidados dependen de la actividad de la muestra. Precaución- El polvo radiactivo no debe caer en la piel o en la ropa o ser inhalado.	
Isótopos de Radón Radio por Incremento Interno de radón.	VB Ajustar con un tapón que no que de muy encima del nivel del líquido.	1. Llenar las botellas sin burbujas y sin espuma, taparlas sin que el tapón tope la superficie del líquido. 2. Si no hay materia sólida, acidificar con ácido nítrico hasta un valor de pH menor a 2. 3. Transportar y guardar a temperatura ligeramente inferior que la temperatura a la que fueron tomadas las muestras. No congelar.	Laboratorio o en el sitio	Tan pronto sea posible, y dentro de las 48 h tomando en cuenta la vida media.	Los recipientes plásticos pueden ser porosos al radón. Si el radón es gaseoso puede formar aerosoles de polonio, etc. El manejo cuidadoso es esencial.	
Radio estroncio	P	Como para actividad alfa y beta, pero adicionar una pequeña cantidad de solución no radiactiva de nitrato de estroncio, como acarreador.	Laboratorio	Lo más pronto posible, pero antes de 2 semanas.		
Trifluo gaseoso o agua tritlada	VB	Se debe evitar el intercambio atmosférico y la inactivación del agua.	Laboratorio	Tan pronto sea posible, pero antes de 1 mes.		
Radio cesio	P	Ver radio estroncio (usar nitrato de cesio como acarreador)	Laboratorio	Antes de 2 semanas.		

(Continúa)

(Continuación tabla 4)

Uranio	P	Volumen de muestra entre 1 y 5 litros. Acidificar con ácido nítrico a pH < 1	Laboratorio	Antes de 2 semanas		
Plutonio	VB	Volumen de muestra entre 5 y 50 litros. Acidificar con ácido nítrico a pH < 1	Laboratorio	Antes de 2 semanas		

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 970	<i>Agua potable. Determinación del color</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 971	<i>Agua potable. Determinación de la turbiedad método nefelométrico</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 972	<i>Agua potable. Determinación del residuo seco total</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 973	<i>Agua potable. Determinación del pH</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 974	<i>Agua potable. Determinación de la dureza total por titulación con EDTA</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 975	<i>Agua potable. Determinación de nitrógeno de nitratos. Método de la brucina.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 976	<i>Agua potable. Determinación de cloruros</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 978	<i>Agua potable. Determinación de sulfatos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 979	<i>Agua potable. Determinación del hierro</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 980	<i>Agua potable. Determinación del arsénico método del dietilditiocarbamato de plata</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 981	<i>Agua potable. Determinación del zinc</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 982	<i>Agua potable. Determinación de cadmio método de la ditzona</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 983	<i>Agua potable. Determinación del cromo hexavalente</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 984	<i>Agua potable. Determinación del cobre.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 985	<i>Agua potable. Determinación del fluoruro. Método de Spadns</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1102	<i>Agua potable. Determinación del plomo. Método de la ditzona</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1103	<i>Agua potable. Determinación del magnesio por cálculo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1104	<i>Agua potable. Determinación del manganeso total</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1106	<i>Aguas. Determinación del oxígeno disuelto</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1107	<i>Aguas. Determinación del calcio. Método EDTA</i>
ISO 5667-8	<i>Water quality - Sampling - Part 8 Guidance on the sampling of wet deposition.</i>
ISO 7875-1	<i>Water quality - Determination of surfactants. Part 1: Determination of anionic surfactants by the methylene blue spectrometric method.</i>
ISO 7875-2	<i>Water quality - Determination of surfactants - Part 2: Determination of non-ionic surfactants using Dragendorff reagent.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma ISO 5667-3 *Water quality - Sampling - Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples. Second edition.* Ginebra, 2003.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2169	TITULO: AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS	Código: AL 01.06-202
-----------------------------	--	-------------------------

Primera revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1997-06-09	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 1998-10-08 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Acuerdo Ministerial No. 980137 de 1998-11-11 publicado en el Registro Oficial No. 70 de 1998-11-19 Fecha de iniciación del estudio (consultoría): 2012-08-06
---	--

Fechas de consulta pública: de 2012-12-03 a 2013-01-02

Subcomité Técnico:

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación:

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:**INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Mediante compromiso presidencial N° 16364, el Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN, en vista de la necesidad urgente, resuelve actualizar el acervo normativo en base al estado del arte y con el objetivo de atender a los sectores priorizados así como a todos los sectores productivos del país.

Para la revisión de esta Norma Técnica se ha considerado el nivel jerárquico de la normalización, habiendo el INEN realizado un análisis que ha determinado su conveniente aplicación en el país.

La Norma en referencia ha sido sometida a consulta pública por un período de 30 días y por ser considerada EMERGENTE no ha ingresado a Subcomité Técnico.

Otros trámites: Esta NTE INEN 2169:2013 (Primera revisión), reemplaza a la NTE INEN 2169:1998

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria
Registro Oficial No. 19 de 2013-06-20

Por Resolución No. 13116 de 2013-05-16

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gob.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gob.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gob.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gob.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inenlaboratorios@inen.gob.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gob.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gob.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gob.ec
URL: www.inen.gob.ec



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2176:2013

Primera revisión

AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO

Primera Edición

WATER QUALITY. SAMPLING. GUIDANCE ON SAMPLING TECHNIQUES

First Edition

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, equipo de muestreo, condiciones generales.
AL 01.06-303
ODU: 614.777-820.113
CIRU: 4100
ICS: 13.060.01

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO	NTE INEN 2176:2013 Primera revisión 2013-06
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, aguas contaminadas y aguas residuales para su caracterización.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las técnicas de muestreo generales.</p> <p>2.2 No se aplica a los procedimientos para situaciones especiales de muestreo.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para el propósito de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 Muestra compuesta. Es la formada por dos o más muestras o submuestras, mezcladas en proporciones conocidas, de la cual se puede obtener un resultado promedio de una característica determinada. Las proporciones para la mezcla se basan en las mediciones del tiempo y el flujo.</p> <p>3.1.2 Muestra instantánea, puntual, individual. Es la muestra tomada al azar (con relación al tiempo y/o lugar de un volumen de agua).</p> <p>3.1.3 Equipo de muestreo: Es el equipo usado para obtener una muestra de agua, para el análisis de varias características predefinidas.</p> <p>3.1.4 Muestreo. Es el proceso de tomar una porción, lo más representativa, de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Tipos de muestra. Son necesarios para indicar la calidad del agua, todos los datos analíticos obtenidos mediante la determinación de parámetros como: las concentraciones de material inorgánico, minerales o químicos disueltos, gases disueltos, materia orgánica disuelta y materia en suspensión en el agua o en el sedimento en un tiempo y lugar específicos o a intervalos de tiempo y en un lugar en particular.</p> <p>4.1.1 Ciertos parámetros, como las concentraciones de gases disueltos deben medirse "in situ", para obtener resultados exactos. Se debe tener en cuenta que los procesos para conservar la muestra se realizará en los casos específicos (ver NTE INEN 2169).</p> <p>4.1.2 Se recomienda separar las muestras que van a ser usadas en los análisis químicos, microbiológicos y biológicos, debido a que el proceso y el equipo para la recolección y manejo de las muestras es diferente.</p> <p>4.1.3 Las técnicas de muestreo varían de acuerdo a situaciones específicas. Los diferentes tipos de muestreo son descritos en el capítulo 5.</p> <p>4.1.4 Es necesario diferenciar el muestreo para agua estancada y el muestreo para agua corriente.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, equipo de muestreo, condiciones generales</p>		

4.1.5 El muestreo puntual (4.2) y el muestreo compuesto (4.6) se aplican a aguas estancadas y corrientes, mientras que el muestreo en serie (4.5) es más adecuado para aguas estancadas.

4.2 Muestras puntuales

4.2.1 Las muestras puntuales son muestras individuales, recogidas de forma manual o automática, para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo.

4.2.2 Cada muestra, normalmente, representará la calidad del agua solamente en el tiempo y en el lugar en que fue tomada. El muestreo automático equivale a una serie de muestras tomadas en un tiempo preestablecido o en base a los intervalos de flujo.

4.2.3 Se recomienda tomar muestras puntuales si: el flujo del agua a muestrear no es uniforme, si los valores de los parámetros de interés no son constantes o si el uso de la muestra compuesta presenta diferencias con la muestra individual debido a la reacción entre las muestras.

4.2.4 La muestra puntual es adecuada para la investigación de una posible polución y en estudios para determinar su extensión o en el caso de recolección automática de muestra individual para determinar el momento del día cuando los contaminantes están presentes. También se puede tomar muestras puntuales para establecer un programa de muestreo más extensivo. Las muestras puntuales son esenciales cuando el objetivo del programa de muestreo es estimar si la calidad del agua cumple con los límites o se aparta del promedio de calidad.

4.2.5 La toma de muestras puntuales se recomienda para la determinación de parámetros inestables como: la concentración de gases disueltos, cloro residual y sulfitos solubles.

4.3 Muestras periódicas

4.3.1 Muestras periódicas tomadas a intervalos de tiempo fijos (dependientes del tiempo), estas muestras se toman usando un mecanismo cronometrado para iniciar y finalizar la recolección del agua durante un intervalo de tiempo específico. Un procedimiento común es bombear la muestra dentro de uno o más recipientes durante un periodo fijo, el volumen está determinado para cada recipiente (Ver nota 1).

4.3.2 Muestras periódicas tomadas a intervalos fijos de flujo (dependientes del volumen), estas muestras son tomadas cuando el criterio de la calidad del agua y el volumen del efluente no están relacionados. Para cada unidad de volumen de flujo, se toma una muestra controlada independientemente del tiempo.

4.3.3 Muestras periódicas tomadas a intervalos fijos de flujo (dependientes del flujo), estas muestras se toman cuando las variaciones en el criterio de calidad del agua y la variación del flujo del efluente no están relacionados. Se toman volúmenes diferentes de muestra a intervalos constantes de tiempo. El volumen depende del flujo.

4.4 Muestras continuas

4.4.1 Muestras continuas tomadas a flujos fijos, las muestras tomadas por esta técnica contienen todos los constituyentes presentes durante un periodo de muestreo, pero en muchos casos no proporciona información de la variación de la concentración de parámetros específicos durante el periodo de muestreo.

NOTA 1. El parámetro de estudio puede verse afectado durante el intervalo de tiempo.

(Continúa)

4.4.2 Muestras continuas tomadas a flujos variables, las muestras de flujo proporcional son representativas de la calidad del cuerpo de agua. Si el flujo y la composición varían, las muestras de flujo proporcional pueden variar, las muestras de flujo proporcional pueden revelar variaciones las cuales no pueden ser observadas con el uso de muestras puntuales, siempre que las muestras se mantengan individuales y que el número de muestras sea suficiente para diferenciar los cambios de composición. Por lo tanto, este es el método más preciso para el muestreo de agua corriente, aún cuando el rango de flujo y la concentración de contaminantes varíen significativamente.

4.5 Muestras en serie

4.5.1 Muestras para establecer perfiles en profundidad, es una serie de muestras de agua tomadas a varias profundidades en el cuerpo de agua y en un punto específico.

4.5.2 Muestras para establecer perfiles de áreas, es una serie de muestras de agua tomadas a una profundidad específica del cuerpo de agua en varios puntos.

4.6 Muestras compuestas

4.6.1 Las muestras compuestas se pueden obtener de forma manual o automática, sin importar el tipo de muestreo (dependiente del flujo, tiempo, volumen o localización). Se toman continuamente muestras que se reúnen para obtener muestras compuestas.

4.6.2 Las muestras compuestas suministran el dato de composición promedio. Por lo tanto, antes de mezclar las muestras se debe verificar que ese es el dato requerido o que los parámetros de interés no varían significativamente durante el periodo de muestreo.

4.6.3 Las muestras compuestas son recomendables cuando la conformidad con un límite está basado en la calidad promedio del agua.

4.7 Muestras de grandes volúmenes

4.7.1 Algunos métodos de análisis para ciertas determinaciones requieren del muestreo de grandes volúmenes, desde 50 litros a varios m³. Estas muestras son necesarias cuando se analizan pesticidas o microorganismos que no pueden ser cultivados. La muestra se recolecta de la manera convencional, tomando precauciones para asegurar la limpieza total del recipiente o del contenedor de la muestra, o pasando un volumen medido a través de un cartucho absorbente o filtro dependiendo de la determinación. Un cartucho intercambiador de iones o de carbón activado se usa en muestras que se someten al análisis de pesticidas; mientras que un filtro con cartucho de polipropileno de 1 µm de diámetro de poro se recomienda cuando se analiza *Cryptosporidium*. Cuando se va a muestras de aguas turbias que contengan sólidos suspendidos que pueden saturar rápidamente los cartuchos filtrantes, se necesita disponer de un arreglo de filtros en serie para que al final la muestra llegue con un contenido bajo de material sólido y se haya retenido efectivamente las sustancias deseadas.

4.8 Tipos de muestreo

4.8.1 Hay varias situaciones de muestreo, algunas de las cuales pueden ser satisfechas tomando una simple muestra puntual, en cambio otras pueden requerir de un equipo de muestreo sofisticado.

4.9 Prevención de la contaminación

4.9.1 Prevenir la contaminación de las muestras es esencial para realizar controles apropiados.

4.9.2 Fuentes de contaminación. Las potenciales fuentes de contaminación incluyen las siguientes:

4.9.2.1 Residuos de otras muestras en los contenedores, frascos, espátulas y otros equipos de muestreo.

4.9.2.2 Contaminación del sitio de muestreo durante el mismo.

4.9.2.3 Aguas residuales sobre y dentro de cuerdas, cadenas y manijas extensibles.

(Continúa)

4.9.2.4 Contaminación de matraces con muestras conservadas por periodos largos de tiempo.

4.9.2.5 Contaminación de tapas o coberturas con polvo o agua.

4.9.2.6 Contaminación de manos, dedos y guantes.

4.9.2.7 Uso de instrumentos, botellas y medios filtrantes inadecuados.

4.9.2.8 Uso de reactivos degradados.

4.9.3 Control de la contaminación. El control y la identificación de la contaminación pueden ser alcanzados tomando las siguientes acciones:

4.9.3.1 Adoptar una ideología de maximizar el grado de aislamiento de la botella de cualquier fuente de contaminación.

4.9.3.2 Tomar medidas para evitar perturbaciones durante el muestreo.

4.9.3.3 Enjuagar el equipo antes de conservar una muestra.

4.9.3.4 Guardar las tapas y coberturas protegidas de contaminación.

4.9.3.5 Escurrir y secar las cuerdas, cadenas y manijas extensibles entre muestras y antes de guardarlas.

4.9.3.6 Evitar tocar la muestra directamente con los dedos, manos o guantes. Es importante en la toma de muestras para análisis microbiológicos que no haya contacto con el interior de la botella o tapas.

5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo

5.1.1 Características del equipo de muestreo

5.1.1.1 Se debe consultar la NTE INEN 2169 Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras para el muestreo en situaciones específicas; los lineamientos dados aquí ayudan en la selección de materiales de aplicación general. Los constituyentes químicos (determinantes) en el agua, que son analizados para evaluar la calidad del agua, en un rango de concentración desde nanogramos o trazas hasta grandes cantidades. Los problemas que con mayor frecuencia se presentan son la adsorción en las paredes del equipo para toma de muestra o en los recipientes, la contaminación anterior al muestreo causada por un inadecuado lavado del equipo para toma de muestra o de los recipientes y la contaminación de la muestra por el material del que está hecho el equipo para toma de muestra o el recipiente.

- a) El recipiente tiene que proteger la composición de la muestra de pérdidas debidas a adsorción y volatilización, o de la contaminación por sustancias extrañas. El recipiente usado para recoger y guardar la muestra se debe elegir luego de considerar, por ejemplo: su resistencia a temperaturas extremas, resistencia a la rotura, facilidad para cerrar y reabrir, tamaño, forma, peso, disponibilidad, costo, facilidad para el lavado y la reutilización.
- b) Se deben tomar precauciones cuando las muestras se conservan por congelación, especialmente si se usan recipientes de vidrio. Se recomienda el uso de recipientes de polietileno de alta densidad para la determinación en el agua de: silicio, sodio, alcalinidad total, cloruro, conductancia específica, pH y dureza. Para los elementos sensibles a la luz, se debe usar vidrio absorbente de luz. El acero inoxidable se debe usar para muestras con temperaturas y/o presión altas, o cuando se muestree para concentraciones de trazas de material orgánico.
- c) Los recipientes de vidrio son recomendados para la determinación de compuestos químicos orgánicos y de especies biológicas, y los recipientes plásticos para la determinación de radionuclidos. Es importante anotar que el equipo de muestreo disponible tiene muchas veces relleno de neopreno y válvulas lubricadas con aceite. Este material no es adecuado para recolectar muestras que sean usadas para el análisis orgánico y microbiológico.

(Continúa)

d) Aparte de estas características físicas deseables, descritas anteriormente, los recipientes usados para recolectar y guardar las muestras, se deben seleccionar tomando en cuenta los siguientes criterios predominantes (especialmente cuando los constituyentes a ser analizados están presentes como trazas):

- d.1) Reducir la contaminación en la muestra de agua causada por el material del que está hecho el recipiente y la tapa, por ejemplo: la migración de los constituyentes inorgánicos del vidrio (especialmente del vidrio suave), de los compuestos orgánicos de los materiales plásticos y de los elastómeros (de las tapas de vinilo plastificado, y de las envolturas de neopreno).
- d.2) Facilidad para limpiar y tratar las paredes de los recipientes, a fin de reducir la superficie de contaminación por trazas de metales pesados o radionucleidos.
- d.3) El material del cual están hechos los recipientes debe ser inerte química y biológicamente, para prevenir o reducir la reacción entre los constituyentes de la muestra y el recipiente.
- d.4) Los recipientes pueden ser causa de errores debido a la adsorción de los constituyentes. Las trazas de metales son particularmente propensas a este efecto; pero otros constituyentes (detergentes, pesticidas, fosfatos) también pueden estar sujetos a error (Ver nota 2).

5.1.1.2 Líneas de muestreo

a) Las líneas de muestreo son generalmente usadas en muestreos automáticos para proporcionar muestras a los analizadores continuos o monitores. Durante el tiempo de permanencia, la muestra puede considerarse como almacenada en un recipiente acoplado a la línea de muestreo. Por eso, las guías para la selección del material de los recipientes se aplican también a las líneas de muestreo.

5.1.2 Tipos de recipiente para muestras

5.1.2.1 Recipientes normales

a) Son adecuadas las botellas de polietileno y las de vidrio de borosilicato para la toma de muestras en las que se realizará el análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas naturales. Otros materiales químicamente más inertes, por ejemplo: politetrafluoroetileno (PTFE), son preferidos pero su uso no está muy extendido en los análisis de rutina. La tapa de tornillo, en las botellas de boca angosta y ancha se debe acoplar con tapas y tapones de plástico inerte o tapones de vidrio esmerilado (propenso a trabarse con las soluciones alcalinas). Si las muestras son transportadas en caja al laboratorio para los análisis, la tapa de la caja debe ser construida para prevenir el aflojamiento de los tapones, lo que puede producir derramamientos y/o contaminación de la muestra.

5.1.2.2 Recipientes especiales

a) A las consideraciones ya mencionadas se suma el almacenamiento de muestras que contienen materiales foto sensibles, incluidas las algas, que requieren ser protegidas de la exposición a la luz. En estos casos, se recomiendan los recipientes de materiales opacos o de vidrio no actínico, y deben ser colocados en cajas a prueba de luz durante el almacenamiento por largos periodos. La recolección y el análisis de las muestras que contengan gases disueltos o constituyentes que puedan alterarse por aireación plantea un problema específico. Las botellas de boca angosta para análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) deben tener tapones de vidrio esmerilado para minimizar la inclusión de aire, y se requiere de un sellante especial durante el transporte.

NOTA 2: Se recomienda que las sugerencias sobre el material de los recipientes sean conocidas por el analista antes de seleccionar los recipientes y el equipo de muestreo.

(Continúa)

5.1.2.3 Recipientes para el análisis de contaminantes orgánicos, en trazas

- a) Las botellas para muestras en las que se analizarán contaminantes orgánicos en trazas, deben ser de vidrio, debido a que los recipientes plásticos interfieren con la alta sensibilidad del análisis. La tapa debe ser de vidrio o de politetrafluoroetileno (PTFE).

5.1.2.4 Recipientes para el análisis microbiológico

- a) Los recipientes para las muestras en las que se realizará el análisis microbiológico deben resistir las altas temperaturas de esterilización. Durante la esterilización o en el almacenamiento de muestras los materiales no deben producir o liberar químicos que puedan inhibir la viabilidad microbiológica, liberar químicos tóxicos o químicos que aceleren el crecimiento. Las muestras deben permanecer selladas hasta que sean abiertas en el laboratorio y deben estar tapadas para prevenir la contaminación.
- b) Los recipientes deben ser de vidrio o de plástico de la mejor calidad y estar libres de sustancias tóxicas. Para análisis de rutina es suficiente que tengan una capacidad de 300 cm³. Los recipientes se deben tapar con tapas de vidrio esmerilado o tapas de tomillo, y si es necesario con bandas elásticas de silicona, que resistan esterilizaciones repetidas a 160°C.

5.1.3 Equipo de muestreo para el análisis de características físicas o químicas

5.1.3.1 El volumen de muestra recogida debe ser suficiente para los análisis requeridos, y para cualquier repetición del análisis. El uso de volúmenes muy pequeños de muestra puede ser causa de que no sean representativos, y del incremento de los problemas de adsorción debido a la relación de volúmenes relativamente pequeños al área. El muestreo para la determinación de gases disueltos, se debe realizar según 5.1.7.

- a) Las personas que realizan el muestreo deben:
- a.1) Reducir el tiempo de contacto entre la muestra y la persona.
 - a.2) Usar materiales que no permitan la contaminación en la muestra;
 - a.3) Ser de diseño simple para facilitar la limpieza, ser de superficies lisas y que eviten la modificación del flujo como los recodos y con tan pocas tapas y válvulas como sea posible (todas las personas que realizan el muestreo deben ser chequeados para asegurar que no introduzcan errores);
 - a.4) Ser diseñados luego de considerar que el sistema es apropiado con relación al análisis de la muestra de agua (por ejemplo: físico, químico, biológico o microbiológico).

5.1.3.2 Equipo para el muestreo puntual, las muestras puntuales son usualmente tomadas manualmente de acuerdo a las condiciones descritas en 4.2.

- a) *Equipo para el muestreo puntual en superficie*, el equipo elemental para tomar muestras en superficie es una cubeta o botella de boca ancha que se sumerge dentro del cuerpo de agua y se retira luego de haberse llenado.
- b) *Equipo para muestreo puntual a profundidad escogida*, en la práctica se usa una botella con lastre tapada que se sumerge dentro del cuerpo de agua. A una profundidad preestablecida la tapa se retira, la botella se llena y se recupera. Los efectos que el aire u otros gases pudieran tener, deben considerarse ya que estos pueden cambiar el parámetro a ser analizado (por ejemplo: oxígeno disuelto). Se recomienda botellas especiales para evitar este problema (por ejemplo: botellas a las que se les ha evacuado el aire). Para cuerpos de agua estratificados, se sumerge una probeta graduada de vidrio, plástico o acero inoxidable, abierta en ambos extremos, para obtener un perfil vertical del cuerpo de agua. En el punto de muestreo, la probeta se cierra por ambos extremos mediante un mecanismo antes de sacarla a la superficie (botella operada por mensajero).

c) **Tenazas o dragas para muestrear sedimentos**, los sedimentos se muestrean por medio de tenazas o dragas diseñadas para penetrar el sustrato como resultado de su propio peso o por la acción de palancas. Hay varios diseños que incluyen: un resorte activado, un peso, o una cerradura en forma de mordaza. También varían en la forma de atrapar el sustrato, en la exactitud del ángulo, en el área y en el tamaño de la muestra tomada. Para seleccionar la draga es necesario considerar: la región, el movimiento del agua, el área de muestreo, y el equipamiento del bote. Por lo tanto, la muestra obtenida es afectada por factores como:

- a.1) La profundidad de penetración en el sustrato;
- a.2) El ángulo de la mordaza de la cerradura;
- a.3) La eficiencia de la cerradura (posibilidad de evitar la obstrucción por objetos);
- a.4) La creación de una onda de "choque" y la pérdida resultante o el lavado de los constituyentes u organismos de la interfase agua-lodo;
- a.5) La estabilidad de las muestras en corrientes de movimiento rápido.

d) **Cucharones de mordazas (excavadoras)**, los cucharones de mordaza (excavadoras) se asemejan al equipo usado en excavaciones de tierra. Usualmente se operan desde una grúa, y se introducen en el lugar de muestreo elegido para obtener una muestra de componentes sólidos. La muestra resultante está definida con más precisión respecto al lugar de muestreo que cuando se ha utilizado la draga.

e) **Equipo para toma de muestra de núcleo**, son usados cuando la información proveniente del perfil vertical de un sedimento es de interés. A menos que la muestra obtenida tenga fuerza mecánica, proceder cuidadosamente en la remoción del mecanismo saca núcleos para conservar su integridad longitudinal.

5.1.3.3 Equipo de muestreo automático

a) Los criterios para la selección del equipo adecuado están indicados en el Anexo A. El equipo necesario es para proteger, llenar, calentar, enfriar, etc.

b) Dos tipos de equipos para toma de muestra automáticos están disponibles: tiempo dependientes y volumen dependientes; los equipos para toma de muestra tiempo dependientes recolectan muestras individuales, compuestas o continuas pero ignoran las variaciones del flujo; en cambio los equipos de volumen dependientes también recogen ese tipo de muestra pero tomando en cuenta las variaciones del flujo. La selección del tipo de equipo para toma de muestra depende del propósito del estudio.

c) Los instrumentos usados para investigación, por ejemplo, para monitorear o controlar flujos de ríos, pueden usarse para guiar el muestreo automático.

d) Bajo ciertas circunstancias, particularmente cuando la sustancia está presente en trazas en la muestra, se puede necesitar una muestra de grandes volúmenes de agua. En este caso es más conveniente usar, en el sitio de muestreo, un sistema que concentre a los constituyentes. Sistemas con esa autonomía tienen ciertos tipos de centrifugas que permiten una recolección continua de microorganismos en resinas macro-reticulares, y aparatos con espacio libre para la recolección de organismos microcontaminantes.

e) En condiciones de congelamiento, es importante asegurar la eficiencia del trabajo del mecanismo de toma de muestra y del equipo asociado.

5.1.4 Equipo de muestreo para análisis biológico, como en el caso del muestreo para los análisis físicos y químicos, algunas determinaciones deben ser ejecutadas "in situ", sin embargo, la mayoría de muestras son trasladadas al laboratorio para su análisis. Varios instrumentos han sido desarrollados para permitir la recolección y observación manual (por medio de un sumergidor) o automática y la observación a distancia, de ciertas especies biológicas o grupos de organismos. Para muestras destinadas al análisis biológico, es indispensable utilizar una botella de boca ancha, el diámetro ideal de la boca debe ser similar al del recipiente mismo. Este recipiente puede ser de plástico o de vidrio.

(Continúa)

5.1.4.1 Plancton

- a) *Fitoplancton*, las técnicas y los equipos usados son similares a los descritos para tomar muestras puntuales para el análisis de sustancias químicas en el agua. Para la mayoría de las investigaciones limnológicas, se recomienda una botella de 0,5 litros a 2 litros de capacidad, sin embargo, se deben considerar los requerimientos analíticos. Se requiere de un mecanismo para abrir la botella a la profundidad de muestreo deseada y para poder cerrarla inmediatamente. No se recomienda, para los análisis cuantitativos, recolectar la muestra usando redes.
- b) *Zooplancton*, para este grupo de análisis se recomiendan muestras grandes, de hasta 10 litros. Para la botella operada con mensajero se recomienda una red de nylon medidora de plancton. Se usan diferentes tamaños de redes dependiendo de las especies a ser estudiadas.

5.1.4.2 Fauna y flora de profundidad

- a) *Perifiton*, en el muestreo para el análisis cuantitativo, se recomienda, una lámina de vidrio para microscopio (porta objetos de: 25 mm x 75 mm). Las láminas deben permanecer expuestas en el agua mínimo dos semanas. Si se requiere resultados inmediatos (por ejemplo del hábitat natural) se debe recoger el perifiton del fondo. Se requiere de dos tipos de soporte de láminas para dos situaciones acuésticas diferentes:
- a.1) en ríos pequeños y poco profundos o en áreas del borde de los lagos, donde la turbiedad no es problema, la lámina debe estar adherida a un rastrillo anclado al fondo.
 - a.2) en ríos largos o lagos, donde la turbiedad es un problema, las láminas deben estar suspendidas de un rastrillo de plástico transparente flotante sobre la superficie.
- b) *Macrofitos*
- b.1) en el muestreo para el análisis cualitativo, el equipo de muestreo varía de acuerdo a la situación específica, dependiendo de la profundidad del agua. En aguas poco profundas, un rastrillo de jardín será suficiente. Para aguas profundas se puede emplear una draga; se debe considerar el buceo de exploración, usando un equipo completo para respirar bajo el agua siempre que se cumpla las regulaciones de seguridad.
 - b.2) en el muestreo para el análisis cuantitativo, se puede aplicar técnicas similares, para determinar el crecimiento o masa por unidad de área; excepto cuando las áreas a ser muestreadas estén delimitadas y los macrofitos estén medidos o asignados de otro modo.
- c) *Macro invertebrados*, en el estudio de la forma comparativa de los macrobentos, se debe anotar el efecto de las diferencias en el hábitat físico entre las varias estaciones de muestreo seleccionadas. Sin embargo, por la gran variedad de técnicas de muestreo y de equipo disponible, el tipo de hábitat a estudiarse es relativamente limitado. El tipo específico de equipo de muestreo a usarse dependerá de muchos parámetros: profundidad del agua, velocidad de la corriente, propiedades físicas y químicas del sustrato, etc.

5.1.4.3 Peces

- a) Los peces se puede recoger de forma activa o pasiva, dependiendo del hábitat y del propósito del muestreo. En arroyos y ríos de hasta 2 m de profundidad, la pesca eléctrica usando corriente d.c.; pulsadores d.c. o a.c. son generalmente las técnicas activas más usadas. Algunos ríos extensos se pueden muestrear usando juegos de aperos múltiples. En los grandes ríos de movimiento suave y en aguas quietas, se usan de preferencia las técnicas de pesca con red. La pesca activa se recomienda cuando el agua está libre de obstrucciones. La pesca pasiva (agallas y redes para obstaculizar o redes de pescador y otras trampas) se recomienda cuando hay maleza u obstrucción. Las trampas especiales construidas dentro de una represa se usan particularmente para peces migratorios.
- b) Las técnicas de muestreo para peces están limitadas por la selectividad del mecanismo (tamaño de la malla, características del campo eléctrico), por el comportamiento de los peces y si el pez se requiere vivo o muerto. Tales factores deben, por lo tanto, tomarse en cuenta antes de decidir sobre las técnicas de muestreo.

5.1.5 Equipo de muestreo para análisis microbiológico

5.1.5.1 Para la mayoría de muestras, son adecuadas las botellas de vidrio o de plástico esterilizado (ver 5.1.2.4). Para recoger muestras bajo la superficie del agua, como en lagos y reservorios, están disponibles varios mecanismos para muestreo de profundidad y son convenientes los equipos de muestreo descritos en 5.1.3.2.b.

5.1.5.2 Todos los equipos que se usen, incluida la bomba y el equipo de bombeo, deben estar libres de contaminación y no deben introducir nuevos microorganismos.

5.1.6 Equipo y técnicas de muestreo para análisis de radioactividad

5.1.6.1 Dependiendo del objetivo y de las regulaciones legales nacionales, la mayoría de las técnicas de muestreo y el equipo disponible para el muestreo de aguas y aguas residuales para análisis químico se aplican generalmente para la medición de radioactividad.

5.1.6.2 Las muestras se deben recoger en botellas plásticas, previamente lavadas con detergente y enjuagadas con agua destilada y ácido nítrico diluido (1 + 1).

5.1.7 Equipo de muestreo para gases disueltos (y material volátil)

5.1.7.1 Las muestras adecuadas para la determinación exacta de gases disueltos, se deben obtener solamente con un equipo que recoja la muestra por desplazamiento de agua, antes que de aire, desde el equipo de muestreo.

5.1.7.2 Si se usan sistemas de bombeo para la recolección de muestras de gases disueltos, es indispensable que el agua sea bombeada en la misma dirección que la presión aplicada, para que no haya una caída significativa más abajo de la presión atmosférica. La muestra debe ser bombeada directamente dentro de la botella de almacenamiento o análisis, dejándola sifonar con una cantidad igual de por lo menos tres veces su volumen antes de tapar la botella o de iniciar el análisis.

5.1.7.3 Si se aceptan resultados aproximados, las muestras para la determinación de oxígeno disuelto se pueden recoger usando una botella o una cubeta. El error introducido a estas determinaciones debido al contacto entre la muestra y el aire varía con el grado de saturación del gas en el agua.

5.1.7.4 Cuando las muestras son recogidas en una botella desde un grifo o a la salida de la bomba, se recomienda el uso de un tubo flexible e inerte, el cual introduzca directamente el líquido al fondo de la botella, para asegurar que el líquido sea desplazado desde el fondo y que ocurra una mínima aireación.

6. ROTULADO

6.1 El origen de las muestras, las condiciones bajo las cuales han sido recogidas deben ser anotadas y esta información ser adherida a la botella inmediatamente luego de ser llenada. Un análisis de agua es de valor limitado si no está acompañado por la identificación detallada de la muestra.

6.2 Los resultados de cualquier análisis realizado en el sitio, también se deben incluir en un informe anexo a la muestra. Las etiquetas y los formatos deben llenarse al momento de la recolección de la muestra.

6.3 Debe incluirse al menos los siguientes datos en el informe de muestreo:

- a) localización (y nombre) del sitio del muestreo, con coordenadas (lagos y ríos) y cualquier información relevante de la localización;
- b) detalles del punto de muestreo;
- c) fecha de la recolección;
- d) método de recolección;
- e) hora de la recolección;

- f) nombre del recolector;
- g) condiciones atmosféricas;
- h) naturaleza del pretratamiento;
- i) conservante o estabilizador adicionado;
- j) datos recogidos en el campo.

(Continúa)

ANEXO A
(Normativo)

Características de un equipo de muestreo automático

A.1 Los siguientes datos son una guía para el diseño o selección del equipo de muestreo automático o para los componentes del sistema de muestreo. El usuario debe determinar la importancia relativa de cada característica estableciendo las necesidades para su aplicación en un muestreo específico.

- a) Construcción rígida y con los componentes funcionales necesarios para realizar el muestreo.
- b) Mínimo número de partes expuestas o sumergidas en el agua.
- c) Resistencia al agua y a la corrosión.
- d) Relativamente de diseño simple y de fácil mantenimiento y operación.
- e) Fácil de purgar los recipientes de muestra y las líneas de abastecimiento para recibir agua fresca.
- f) Libre de atascamiento por sólidos.
- g) Precisión en el volumen suministrado.
- h) Proveer de una buena correlación de los datos analíticos con los de las muestras recogidas manualmente.
- i) Recipientes para muestras fáciles de destapar, limpiar y volver a tapar.
- j) Cuando se recogen separadamente muestras representativas individuales, el volumen debe ser de 0,5 litros. Todas las muestras deben almacenarse en la oscuridad, las muestras sensibles al tiempo/temperatura deben almacenarse a 4°C por un periodo no menor a 24 h.
- k) En el caso de equipos de muestreo portátiles estos deben ser: herméticos, ligeros, fáciles de ser asegurados, resistentes a las inclemencias del ambiente y estar en condiciones de operar bajo un amplio rango de condiciones ambientales.
- l) Capaz de proveer muestras compuestas o integradas.
- m) Velocidad de entrada del líquido ajustable para prevenir la separación de fases, cuando sea necesario.
- n) Una entrada base con un diámetro interno mínimo de 12 mm y un tabique aerodinámico para prevenir atascamientos y acumulación de sólidos.
- o) Capacidad de dispensar repetidamente alícuotas dentro de las botellas.
- p) Para el muestreo en el campo debe ser capaz de: operar en corriente ac/dc, tener una fuente de energía para proveer de al menos una hora de trabajo de muestreo. Tener garantía en caso de explosión, descarga neumática y de los elementos de control que tienen que ser utilizados.

(Continúa)

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169	<i>Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras para análisis.</i>
ISO 5667-4:1987	<i>Water quality - Sampling - y partes siguientes.</i>
ISO 6107-2:2006	<i>Water quality - Vocabulary - Part 2.</i>
ISO 7828:1985	<i>Water quality - Methods of biological sampling - Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macroinvertebrates.</i>
ISO 8265:1988	<i>Water quality - Design and use of quantitative samplers for benthic macro-invertebrates on stony substrata in shallow freshwaters.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma ISO 5667-1 *Water Quality - Sampling - Part 1: Guidance on design of sampling programmes and sampling techniques. Second Edition. Ginebra, 2006.*

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2176	TÍTULO: AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TECNICAS DE MUESTREO	Código: AL 01.06-203
------------------------------------	---	---------------------------------------

Primera revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1998-06-18 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Acuerdo Ministerial No. 323 de 1998-07-23 publicado en el Registro Oficial No. 376 de 1998-08-05 Fecha de iniciación del estudio(consultoría): 2012-08-06
Fechas de consulta pública: de 2012-12-03 a 2013-01-02	

Subcomité Técnico:

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación:

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Mediante compromiso presidencial N° 16364, el Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN, en vista de la necesidad urgente, resuelve actualizar el acervo normativo en base al estado del arte y con el objetivo de atender a los sectores priorizados así como a todos los sectores productivos del país.

Para la revisión de esta Norma Técnica se ha considerado el nivel jerárquico de la normalización, habiendo el INEN realizado un análisis que ha determinado su conveniente aplicación en el país.

La Norma en referencia ha sido sometida a consulta pública por un periodo de 30 días y por ser considerada EMERGENTE no ha ingresado a Subcomité Técnico.

Otros trámites: Esta NTE INEN 2176:2013 (Primera revisión), reemplaza a la NTE INEN 2176:1998

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria
 Registro Oficial No. 19 de 2013-06-20

Por Resolución No. 13116 de 2013-05-16

Instituto Ecuatoriano de Normalización, IEN - Ecuador Morera 88-88 y Av. 8 de Octubre
Cajón 17-01-8888 - Telf: (005 2) 2 801888 al 2 801891 - Fax: (005 2) 2 807918
Dirección General: E-Mail: direccion@ien.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@ien.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@ien.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@ien.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: servicios@ien.gov.ec
Regional Guayaquil: E-Mail: guayaquil@ien.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: azuay@ien.gov.ec
Regional Cotacachi: E-Mail: cotacachi@ien.gov.ec
URL: www.ien.gov.ec