



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

Tema:

Estrategia para potabilizar el agua del lago Xolotlán para consumo humano de la comunidad “Colonia Roque” ubicada en km 33.5 carretera norte municipio de Tipitapa, departamento de Managua, durante el periodo de abril a julio 2019.

Tutor:

MSc. Gerardo Mendoza Jiménez

Integrantes:

- ✓ *Br. Edgard Sandoval Carrillo.*
- ✓ *Br. Francisco Humberto Jarquín.*
- ✓ *Br. Mario Urbina Bendaña*

Managua, Nicaragua

Febrero, 2020

INDICE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	4
3. JUSTIFICACION.	5
4. OBJETIVOS	6
5. MARCO DE REFERENCIA	7
5.1 ANTECEDENTES	8
5.2 MARCO TEÓRICO	9
5.3 MARCO LEGAL	12
6. HIPÓTESIS.	17
7. METODOLÓGIA.....	22
8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.	24
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	47
10. PRESUPUESTO.....	48
11. CONCLUSIONES.....	49
12. RECOMENDACIÓN.....	51
13. BIBLIOGRAFIA	53
14. ANEXO.....	54

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El agua es el líquido más abundante en la Tierra, constituyendo la base de toda forma de vida. Su distribución es 97,4 % agua de mar o agua salada, 2,6 % hielo y sólo el 0,001 % de toda el agua del planeta es dulce.

El agua para consumo humano requiere tratarse para garantizar su calidad, es decir, se deben eliminar partículas y organismos que pueden ser dañinos para la salud. La mayoría de las aguas son desinfectadas con cloro, siendo el método convencional más apropiado en términos de costo-efectividad.

En el último siglo, el desarrollo de sistemas de potabilización del agua permitió controlar las enfermedades transmitidas por el agua. Sin embargo, a mediados de los años 70, se descubrió que los desinfectantes reaccionan con compuestos orgánicos que se encuentran de manera natural en el agua, y que estos forman subproductos de desinfección (SPD) que pueden causar riesgos a la salud (Bull and Kopfler, 1991; Bellar et al., 1974; Rook, 1974).

Nicaragua es un país rico en recursos hídricos, sin embargo, gran parte del agua superficial está contaminada debido a la inadecuada disposición de aguas residuales, así como el mal manejo de los desechos domésticos e industriales. El deterioro de los recursos hídricos conlleva a la escasez de fuentes de Nicaragua es un país privilegiado en cuanto a recursos hídricos

A inicios de la década del 2000 AGUASAN contribuyó a la incorporación de la tecnología de filtración en Múltiples Etapas (FIME) en la atención de zonas rurales de Nicaragua. Esta tecnología desarrollada por el instituto CINARA (Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, saneamiento ambiental y conservación del Recurso hídrico) de la universidad del Valle en Colombia; se convirtió desde entonces en una alternativa para mejorar la calidad del agua para consumo humano. (AGUSAN, 2015).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El presente estudio tiene como fin precisar la causa principal que incide en la problemática de tendencia baja de disponibilidad del agua en cantidad y calidad suficiente para satisfacer las necesidades humanas, la cual se ha intensificado en los últimos años y se proyecta aumentará aún más durante los primeros años por lo cual se implementa estrategia efectiva que permitan disminuir esta tendencia en la población de la “Colonia Roque”.

La presente investigación tiene una exposición de la importancia de realizar de manera eficiente la gestión del agua para el desarrollo, así como los riesgos que la baja disponibilidad de la misma acarrea para los seres humanos, la situación actual del recurso hídrico en la “Colonia Roque”, su disponibilidad es la principal causa junto a la contaminación de agentes tóxicos.

La comunidad de la “Colonia Roque” ubicada en el km 33.5 de la carretera norte en el municipio de Tipitapa, cuenta con un pozo perforado desde 1953. El suministro de agua que abastece las viviendas llega sin ningún tratamiento y el temor que esté contaminado por plaguicidas por encontrarse en una zona altamente agrícola con el cultivo de algodón en los años 60 y luego por actividades agrícolas en los años 80 por el cultivo de caña de Ingenio Timal. A esta se suma el crecimiento poblacional agudizando el problema de suministro lo que obliga a la programación del agua a los consumidores.

La comunidad “Colonia Roque” perteneciente al municipio de Tipitapa está sufriendo los efectos negativos por la falta de agua a consecuencia de toma de un plan piloto de un sistema de abastecimiento y potabilización que bien podrá ser suministrado desde el lago Xolotlan que se localiza a 5 km al oeste de la población para ello se hace necesario determinar a profundidad esta problemática social de esta comunidad que está exenta del suministro de agua y el interés por la calidad que es una absoluta necesidad que debemos desarrollar.

3. JUSTIFICACION.

La mejor calidad de vida del ser humano está en constante evolución, dentro del cual, el consumo de agua de calidad se encuentra entre las principales necesidades básicas.

Como en la naturaleza el agua entra en contacto con el suelo y en la atmosfera va adquiriendo elementos y compuestos que alteran su composición original, reflejada en sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

El desarrollo de esta investigación permitirá mejorar la calidad de vida a los pobladores de la comunidad Colonia Roque del municipio de Tipitapa del departamento de Managua, el diseño de este sistema, les permitirá tener acceso las 24 horas del día a un flujo de agua constante y con la calidad requerida. Lo antes mencionado se traducirá en un decrecimiento significativo en la aparición de enfermedades de origen hídrico.

El sistema será diseñado de acuerdo a las condiciones socioeconómicas de cada comunidad, teniendo en cuenta que para asegurar la sostenibilidad será mediante el pago de una tarifa acorde para ejecutar la operación y mantenimiento

La planta potabilizadora de agua en la comunidad Colonia Roque sirve para que el agua cruda captada del lago Xolotlán sea tratada para así remover las partículas patógenas que presente y poder así brindarle a la población beneficiada agua en condiciones aceptables para el consumo humano; regida por las normas de calidad del agua (CAPRE).

Esta planta de tratamiento de agua ayuda para que la población consumidora tenga agua segura exenta de organismos causantes de enfermedades, esto se determina por medio de pruebas de laboratorio tomando en cuenta los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua tratada.

4. OBJETIVOS

4.1 General

- ✓ Analizar algunas estrategias para potabilizar el agua del lago Xolotlán para consumo humano en la Comunidad “Colonia Roque” km 33.5 carretera norte en el municipio de Tipitapa, departamento de Managua durante el periodo de abril a julio del año 2019.

4.2 Específicos

- ✓ Analizar la situación socioeconómica de la comunidad “Colonia Roque” del municipio de Tipitapa en el departamento de Managua, durante el periodo de abril a Julio del año 2019.
- ✓ Caracterizar la calidad del agua de la parte este del lago Xolotlán a través de muestreos puntuales realizados en estudios anteriores, donde se proyecta extraer agua para el suministro de la población “Colonia Roque”.
- ✓ Valorar el sistema de tratamiento mediante la comparación de las normas CAPRE, si la calidad del agua es apta para el consumo humano.
- ✓ Diseñar los mecanismos que permitan la potabilización del agua y el suministro a la comunidad “Colonia Roque”.

CAPITULO II

5. MARCO DE REFERENCIA

Fuentes de agua para potabilización

El agua es un recurso natural que se encuentra disponible en numerosas fuentes: ríos, lagos, océanos, acuíferos, manantiales, entre otras. Sin embargo, cada fuente proporciona agua de distinta calidad, y en distinta calidad. En la Tabla 4.1 se detallan algunos tipos de agua según su origen, y características de cada uno.

Tabla 4.1. Tipos de agua según su fuente

Tipo	Características
Agua Superficial	Se encuentra en abundante cantidad, con altos valores de Turbiedad, Sólidos Suspendidos (SS) y agentes patógenos. En algunos zonas geográficas, los ríos y arroyos se secan duran la época seca.
Agua subterránea	No tan abundante como las aguas superficiales, pero al atravesar un lecho filtrante natural (suelo) los niveles de Turbiedad y (SS) son menores. Por lo general poseen alto contenido de Hierro, Calcio, Manganeso, entre otros. Es muy difícil tratarla una vez se ha contaminado.
Agua Oceánica	Los requerimientos energéticos para potabilizar este tipo de agua son muy costosos. La desalinización se puede lograr mediante ósmosis inversa, destilación e intercambio catiónico. Es poco factible para poblaciones con escasos recursos económicos.

Fuente: Indiana García, 2014

En Nicaragua, el agua para consumo humano proviene principalmente de dos fuentes: Subterránea y superficial. En la zona Pacífico del país, donde las características geomorfológicas permiten la explotación del agua subterránea. Por su parte, en áreas como la Región Central el agua proviene de fuentes superficiales, especialmente ríos. La Región Atlántica se abastece de ambos tipos de fuentes.

5.1 ANTECEDENTES

Se ha realizado estudio de la microcuenca y diseño de Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua

Este estudio realizado en el año 2004, sirve de base fundamental para el diseño y construcción de un sistema de agua potable para la comunidad de Colonia Roque, estos análisis fueron determinados por el Centro para la Investigación Recursos Acuáticos de Nicaragua CIRA, Debido a la cercanía de las muestras tomadas en el lugar se estima un promedio cercano a la del Lago Xolotlán

En las tres últimas décadas la comunidad Colonia Roque se ha abastecido de agua de un pozo excavado de 39.64 m. de profundidad, el que fue propiedad de la Hacienda La Esperanza y lleva funcionando más de 50 años, los comunitarios manifestaron el temor de que esté contaminado por plaguicidas, por ser una zona donde se dio de manera intensiva el cultivo del algodón, y después en los años 80 el cultivo de la caña de azúcar en el Ingenio azucarero, Victoria de Julio o Timal.

La Calidad del agua en la región pacífica tanto superficial como subterránea, es un aspecto que tradicionalmente ha sido relegado a segundo orden de importancia, tanto por las instituciones de Gobierno como por los usuarios y la sociedad en general.

En el aspecto socioeconómico, la comunidad de Colonia Roque, desde su fundación, ha tenido como limitantes en su desarrollo, la falta de abastecimiento de agua potable.

El objetivo de este estudio de caso es diseñar una planta potabilizadora de agua en la comunidad de Colonia Roque del Municipio de Tipitapa Departamento de Managua. Para ello, se calculó el caudal de diseño en base a la población prevista para el último año del periodo de diseño. Luego, se realizó una revisión bibliográfica para determinar el sistema de tratamiento más eficaz y económico para mejorar la calidad del agua para su consumo. Actualmente esta comunidad está siendo abastecida mediante un pozo perforado y distribuida directamente sin tratamiento.

5.2 MARCO TEÓRICO

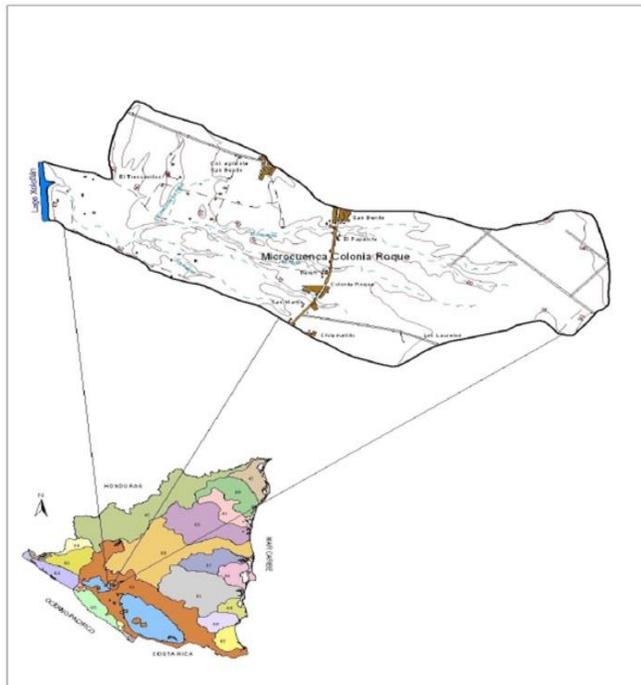
Ubicación del área de estudio

Datos generales.

La comunidad de Colonia Roque pertenece a la comarca El Empalme de San Benito, municipio de Tipitapa, departamento de Managua, y está ubicada en las planicies de Tipitapa, al este del lago Xolotlán. La extensión de la comunidad es de 1km de largo por 0.7km de ancho cuenta con una población de 1970 habitantes (2017) con una tasa de crecimiento de 3.2%.



Para efecto alrededor del territorio de la comunidad cuenta con una superficie total de aproximadamente 32km². Esta microcuenca, forma parte de la cuenca Norte del lago Xolotlán y pertenece a las subcuencas numero 5, lo que a su vez es parte de la gran cuenca del Rio San Juan, Cuenca 69. Suposición georeferencial está dada por las coordenadas UTM: 597000-608000 Este y 1357000 1363000 Norte.



En la microcuenca se encuentra ubicadas 4 comunidades. El poblado más próximo a colonia roque es Chilamatillo, a 1 km de distancia hacia el sur, Tipitapa está ubicada a 10 km al sur de la comunidad y a 32km de Managua, la ciudad capital. Sus límites son los siguientes:

Límites	Distancia aproximada
Norte: Comarca El Empalme San Benito	2.5km
Sur: Comunidad Chilamatillo	1km
Este: Antiguo Ingenio Victoria de Julio Y comunidad de los laureles.	8km
Oeste: Lago Xolotlán.	7.5km.

La red de drenaje de la microcuenca esta cruzada de este a oeste por varios cauces secos en verano y en ocasiones con corrientes intermitentes producto de aguas de riego o de lluvia que llegan de la parte alta de la cuenca estos son: El Charco de los Patos, El Papalote, La Mula y La Fuente, siendo esta ultima la más cercana a la comunidad.

Al este la microcuenca limita con el subsistema hidrológico lago Xolotlán donde descargan la mayor parte las aguas superficiales.

Colonia Roque, ubicada en el km 33.5 de la carretera norte perteneciente al municipio de Tipitapa, departamento de Managua. Inicialmente fue una hacienda algodonera desde los años 50 de donde se toma el nombre de colonia Roque, ya que cierta área de la hacienda fue entregada a los trabajadores para la construcción de sus viviendas llamando el nuevo lugar “Colonia Roque” en honor a los dueños de la hacienda.

Nicaragua es un país rico en recursos hídricos, sin embargo, gran parte del agua superficial está contaminada debido a la inadecuada disposición de aguas residuales, así como manejo de los desechos domésticos, agrícolas e industriales.

Por encontrarse este poblado fuera del casco urbano de la ciudad de Tipitapa se ha dificultado el acceso a la población a los diferentes servicios básicos.

La constitución política de Nicaragua en su artículo N°7, La ley de Municipios en su artículo N°36 y la ley de Participación Ciudadana garantiza un marco legal para la participación comunitaria en la gestión de los proyectos de desarrollo local, con la finalidad de incidir y participar en la toma de decisiones para lograr el desarrollo humano sostenible.

En Nicaragua la distribución de agua en volúmenes anuales manifiesta una distribución desigual del recurso, siendo menor en el pacífico donde está concentrada la mayor parte de la población y se encuentran mayores volúmenes de agua subterráneas. La mayor amenaza a la calidad de agua en esta región proviene de la Alta densidad poblacional, alto número de industria y fuerte actividad agropecuaria registrada en la zona.

5.3 MARCO LEGAL

Desde el punto de vista jurídico institucional existen muchas organizaciones que se encargan de la administración, desarrollo, uso, aprovechamiento sostenible, equitativo y de la preservación de la cantidad y calidad de los recursos hídricos.

Dentro de dichas instituciones se encuentra el Instituto Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillados (INAA) encargado de regular y controlar a los entes reguladores públicos como es el caso de la Empresa Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillados (ENACAL) y a sus delegaciones municipales y departamentales

Asimismo, el nuevo Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) en conjunto con la Oficina de Agua, Saneamiento e Higiene (OASH) ejecutan los programas de inversión de agua potable y saneamiento rural, existen actualmente 37 gobiernos municipales que administran sus recursos de agua. Así mismo los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) y Proyectos Guiados por la Comunidad (PGC) se encargan de administrar las obras construidas en las comunidades rurales.

Por otra parte, existen organismos como la Red de Agua y Saneamiento de Nicaragua (RASNIC), una institución que comparte experiencias y transfiere conocimiento en busca de la modernización y fortalecimiento del sector de agua y saneamiento en los sectores rurales.

En la actualidad existe una nueva institución que engloba a las instituciones ya existentes además de que está en la facultad de crear nuevas instituciones de ser necesario, dicha institución es el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

Según la Ley 620: CNRH es la instancia de más alto nivel y foro de concertación y participación, con facultades asesoras y de coordinación, como de aprobación de las políticas generales, de planificación y seguimiento a la gestión que realiza La Autoridad Nacional del Agua (ANA) en el sector hídrico.

A continuación, se mencionan las principales normas, decretos y manuales emitidos por estas instituciones.

Ley 217: Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Ley Nacional puesta en vigencia en 1996, en resumen, es la ley introductoria dirigida a proteger los recursos hídricos de una manera más integral, también establece que el agua es un patrimonio nacional y de dominio público para satisfacer las necesidades básicas de la población.

Ley 620: Ley General de Aguas y su Reglamento

Esta ley se encarga de ordenar y regular la gestión integrada de los recursos hídricos a partir de cuencas, subcuencas y microcuencas hidrográficas e hidrogeológicas del país. Asimismo, crea y define las funciones y facultades de las instituciones responsables de la administración del sector hídrico, los deberes y derechos de los usuarios, y garantiza la participación ciudadana en la gestión del recurso.

Manual de Ejecución de Proyectos de Agua y Saneamiento (MEPAS, 2009)

Es un manual elaborado por el Nuevo FISE, tiene como objetivo brindar a los diferentes actores que trabajan en el sub sector, una guía general de los procesos y procedimientos en todo el ciclo del proyecto, así como las principales normas y criterios que todos los actores deberán cumplir en la aplicación de los procedimientos.

Metodología de Pre inversión para Proyectos de Agua y Saneamiento (MPPAS, 2012)

Es una serie de metodologías de pre inversión para proyectos de agua y saneamiento, emitidas por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), dentro de las cuales se describen los tipos de fuentes de abastecimiento, los tipos de tratamiento de agua potable sugeridos para las comunidades rurales. También aborda temas como los tipos de tratamiento para aguas residuales, la línea de conducción, conexiones domiciliarias, los sistemas de bombeo, entre otros.

Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable

Estas normas fueron elaboradas por INAA que tomó como base las normas elaboradas por el Ministerio de Construcción y Transporte (MCT) en 1989. Este documento es un compendio de 10 capítulos que aborda los principales parámetros a tomar en cuenta para la elaboración de un tren de tratamiento de agua en los sectores rurales del país.

Marco Ambiental

Es un instrumento que permite definir sobre la base de un diagnóstico, los procedimientos de gestión ambiental tanto en la relación interna como externa; contiene las herramientas necesarias para asegurar la incorporación de las variables ambientales en los proyectos; y dar cumplimiento a la legislación Nicaragüense en materia ambiental.

Marco de Gestión Ambiental Social (MAGAS, 2012)

Proporciona lineamientos para asegurar la sostenibilidad ambiental y social de las actividades financiadas con recursos del Proyecto de Adaptación al Cambio Climático del Sector de Agua y Saneamiento (PACCAS), en el marco de la legislación Nicaragüense y de las políticas de salvaguardas ambientales y sociales del Banco Mundial.

Establece los lineamientos, procedimientos y metodologías para la gestión ambiental y social, a través de instrumentos que permitan prevenir, controlar y mitigar los potenciales impactos adversos y mejorar el desempeño del proyecto desde el punto de vista ambiental y social.

NTON 05 007-98 (Anexo A)

Establece los parámetros para determinar los niveles de calidad exigibles de los cuerpos de agua, de acuerdo con los usos que se destinen. Con el objetivo de determinar la capacidad y condiciones del aprovechamiento de los recursos hídricos y los niveles de calidad de vertimiento tolerables para cada cuerpo de agua se establecen seis tipos de cuerpos de agua:

Tipo 1: aguas destinadas al uso doméstico e industrial (potable)

Categoría 1-A: aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.

Categoría 1-B: aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o cloración.

Tipo 2: usos agropecuarios

Categoría 2-A: aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano.

Categoría 2-B: aguas destinadas para riego de cualquier otro tipo de cultivo y uso pecuario.

Tipo 3: aguas marinas o medios costeros destinados a la cría y explotación de moluscos para su consumo humano.

Tipo 4: aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia.

Categoría 4-A: aguas para el contacto humano total.

Categoría 4-B: aguas para el contacto humano parcial.

Tipo 5: aguas destinadas para usos industriales que no requieren agua potable.

Tipo 6: aguas destinadas a la navegación y generación de energía.

Normas CAPRE (Anexo B)

Es una norma adoptada por el gobierno de Nicaragua que fue elaborada por el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana. Cuyo objetivo es proteger la salud

pública ajustando, eliminando o reduciendo al mínimo los componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad.

Los países adscritos a estas normas son los miembros de CAPRE, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República dominicana.

Artículo 2

Para efectos de aplicación de esta normativa se establecen como niveles de administración, control y ejecución las instituciones miembros de CAPRE.

Artículo 3

El objetivo de esta Norma de Calidad de Agua de Consumo Humano es proteger la salud pública y, por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que puedan representar un riesgo para la Salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

Normas Internacionales de Calidad del Agua.

Las normas o valores guía sobre la calidad del agua han sido establecidos de manera específica con el fin de proteger la salud teniendo en cuenta su consumo durante toda la vida, el principal objetivo es ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes del agua que puedan representar un riesgo para la salud y el bienestar de la comunidad, (OMS,1993).

En Nicaragua el MIFIC ha conformado la Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad (02/07/96) destacándose el MINSA, MARENA, y ENACAL los que han adoptado las normas: “Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano” y, editadas por CAPRE en septiembre de 1993 y revisada en marzo de 1994 y Nacional Primary Drinking Water Standards; editadas por U.S Environmental Protection Agency (US.EPA). (INAA,2001).

6. HIPÓTESIS.

6.1 HIPOTESIS

Si se determina mediante un análisis de control de calidad de agua, que el agua del lago puede tratarse haciéndola apta para consumo humano; entonces se podrán diseñar un sistema de tratamiento idóneo para abastecer la comunidad de Colonia Roque solventando la problemática del recurso e incrementando una mejor calidad de vida de la población.

Definición y Operacionalización de Variables, (MOVI)							
Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables, o Dimensiones	Variable Operativa Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e información y Actores Participantes			
				Revisión Bibliográfica	Observación	Cuestionario	Pruebas de Trabajabilidad
Analizar situación socio demográfica de la comunidad colonia roque de Tipitapa municipio de Managua, durante el periodo de abril a julio del año 2019	Acceso al servicio de agua potable	Acceso al lugar. Facilidad económica. Acceso a la educación	Potabilización de agua a la población	X	Entrevista		x

DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLE (MOVI)

Definición y Operacionalización de Variables, (MOVI)							
Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables, o Dimensiones	Variable Operativa Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e información y Actores Participantes			
				Revisión Bibliográfica	Observación	Cuestionario	Pruebas de Trabajabilidad
Caracterizar a través de muestreo puntuales la calidad del agua de la parte este del lago Xolotlán donde se piensa extraer el agua para el suministro de la población colonia roque.	Caracterización de la comunidad	Delimitación de la zona de estudio	Aspectos principales	Diferentes estudios realizados que caractericen la comunidad y/o zona.	Se hace presencia en el lugar en que se observa la problemática y se enfatiza los factores que influyen en el mismo		x

DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLE (MOVI)

Definición y Operacionalización de Variables, (MOVI)							
Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables, o Dimensiones	Variable Operativa Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e información y Actores Participantes			
				Revisión Bibliográfica	Observación	Cuestionario	Pruebas de Trabajabilidad
Valorar a través del sistema de tratamiento de las normas CAPRE, si la calidad del agua es apta para el consumo humano.	acceso al servicio de agua potable	<p>accesibilidad geográfica al lugar.</p> <p>acceso de financiamiento.</p> <p>acceso a distinto niveles de educación.</p>	<p>1 tiempo de elaboración de construcción de sistema de agua potable.</p> <p>1.2 cantidad de dinero a invertir.</p> <p>1.3 disposición económica al proyecto.</p> <p>1.4 percepción de la población al proyecto</p>	X	Comparar la Normativa para permisibilidad de los parametros		x

DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLE (MOVI)

Definición y Operacionalización de Variables, (MOVI)							
Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables, o Dimensiones	Variable Operativa Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e información y Actores Participantes			
				Revisión Bibliográfica	Observación	Cuestionario	Pruebas de Trabajabilidad
Diseñar los mecanismos que permitan la potabilización del agua y el suministro, a la comunidad de colonia roque.	El diseño de potabilización permite el acceso del agua a la población.	Dimensiones del proyecto permiten la accesibilidad a la población.	Percepción positiva de la población. Seguridad de la población para recibir el agua potable.	Normativas de diseño y operatividad	Selección, dimensionamiento y cálculo de diseño		

DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLE (MOVI)

CAPITULO III

7. METODOLÓGIA

7.1 Diseño Metodológico.

Tipo de estudio

El estudio es de tipo mixto porque nos presenta las características cualitativas necesarias para evaluar los factores que están influyendo directamente en la problemática de la falta de agua potable de la comunidad “Colonia Roque”, Además, por el periodo y las consecuencias de este estudio es de corte transversal porque el estudio se ha realizado en un periodo corto de aproximadamente tres meses abril a julio del año 2019.

Tipos de enfoque

Es mixto porque las características que presenta a través de las evaluaciones de los factores que influyen en la problemática de la falta de agua en la “Colonia Roque” nos permiten proponer estrategia de mitigación y adaptarla a la situación que vive la población del lugar.

Área de estudio

La contaminación ambiental por el manejo inadecuado de agroquímicos en la colonia data desde los años 60 y 80 donde los habitantes comentan que el único pozo de abastecimiento de la comunidad se encuentra contaminado generando temor de enfermedades.

Universo y muestra

El universo es la comunidad de la “Colonia Roque” perteneciente al municipio de Tipitapa donde se tomó como muestra la población ubicada en la comunidad mencionada situada en el kilómetro 33.5 de la carretera panamericana norte.

Instrumentos para la recopilación de la información

Observación participante.

Laboratorio utilizando normas CAPRE.

7.1.1 METODOS, TECNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Revisión Bibliográfica

La revisión bibliográfica es la que da carácter de validez y rigor a la información que se busca, ya que nos da datos e información referentes a la investigación elaborada y permite descartar referencias inapropiadas y no pertinentes.

Observación Participante

Es la presencia que se hace en el campo donde se presenta la problemática o fenómeno a observar. A partir de este se puede obtener tanto datos cualitativos como cuantitativos y permite alcanzar una idea más específica de las posibles soluciones a efectuar.

Cuestionario

Es una herramienta que permite recolectar datos a partir de una serie de preguntas utilizadas para conseguir apreciaciones generales para un tema determinado.

Pruebas de Trabajabilidad

Son pruebas realizadas para conocer los factores de influencia que disminuyen el manto freático de la comunidad.

7.1.2 PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS E INFORMACION

Los de diferentes procedimientos para recolectar información precisa del tema en estudio son para poder aplicarlos en la muestra de investigación. Son utilizadas para desarrollar un análisis de acuerdo a cada etapa, los cuales en este caso pueden ser revisión bibliográfica, observación participante y cuestionarnos.

Estos instrumentos se aplicarán con la finalidad de llegar a ser útil para futuros investigadores, es por eso que se trata con detalle cada uno de los pasos a acatar en la investigación.

7.1.3 PLAN DE TABULACION Y ANALISIS

Respecto a las variables cuantitativas rígidas por los objetivos específicos ya establecidos; se determinan por medio de los factores que influyen en la disminución del manto freático a través del tiempo. La vivencia de las personas de la comunidad es de gran importancia para la formulación de las preguntas de interés.

CAPITULO IV

8. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

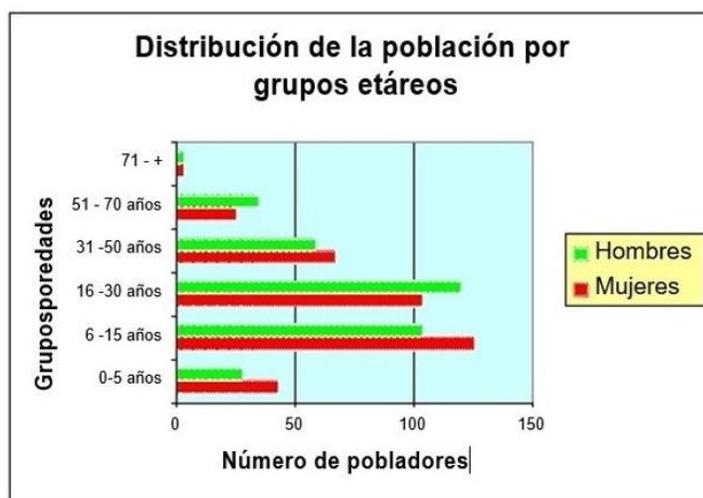
8.1 *Situación Sociodemográfica de la comunidad Colonia Roque.*

En el aspecto socioeconómico, la comunidad de Colonia Roque, desde su fundación en el año de 1953, ha experimentado muy poco desarrollo socioeconómico, la falta de abastecimiento de agua potable. La Escuela fue construida en el año 1970, la energía eléctrica llegó a la comunidad en el año 1979, la iglesia católica es construida en el 2001 y la Alcaldía municipal de Tipitapa benefició a la comunidad con luminarias en las calles en el año 2000.

A continuación, se presentan una serie de datos que muestran el nivel de vida que ha alcanzado la población desde su fundación hasta la fecha:

Aspectos Demográficos

Según datos del censo realizado por el comité auxiliar (2002) que representa a la Alcaldía Municipal de Tipitapa en la comunidad, se cuenta con una población aproximada de 717 personas, un total de 143 familias, un promedio de 6 personas por familia y un total de 121 viviendas.¹



Clasificación por grupo etáreo y sexo

Fuente: Censo poblacional, Comité auxiliar Colonia Roque, 2002

De acuerdo a los resultados del censo poblacional de Colonia Roque, se puede apreciar que el 49% de la población, corresponde al sexo masculino y el 51% al sexo femenino, estando estos porcentajes en situación similar al promedio nacional de acuerdo a datos del INEC, 1995.

La población en un nivel significativo está conformada por niños y adolescentes, entre las edades de 6 a 15 años y de 16 a 30 años. El segundo rango mayoritario está entre los 31 - 50 años, que agrupa a la parte más importante de la Población Económicamente Activa (PEA).

El grupo de edad de 0 – 5 años ocupa el tercer lugar y el grupo de mayor edad son los que están en menor número. Los nacimientos registrados en el último año ascienden a 5, la mortalidad es de 1 persona por año. Esto muestra una tasa de crecimiento de aproximadamente del 1 % anual en la comunidad.

Las personas en edad de trabajar se calculan en 385 y de estos el 20% tienen trabajo permanente, la mayoría son mujeres. El 25 % de la población total tienen algún tipo de trabajo lo que evidencia que la mayoría de los pobladores no tienen muchas oportunidades de empleo, que es uno de los problemas más graves de la comunidad.

Problema identificado: Alto nivel de desempleo.

Situación Educativa

Colonia Roque posee una escuela primaria multigrado, con el nombre de Escuela Mixta Alfredo Roque, se imparten clases de primero a sexto grado. Puede apreciarse que más del 50% de la población estudiantil está en los primeros grados, dándose la mayor deserción en los grados superiores.

La Escuela fue construida por CARE en el año de 1970, rehabilitada por el Fondo de Inversiones para Servicios de Emergencias (FISE) y algunas reparaciones por el proyecto APRENDE en el año de 1998 el edificio escolar se encuentra en regulares condiciones, con tendencia a deteriorarse por la falta de mantenimiento de sus aulas, posee un pabellón de cuatro aulas y un anexo de palmas para impartir clase a preescolar. Es atendida por cuatro maestros, sólo uno de ellos en la comunidad.

Si sumamos el número total de estudiantes en la escuela primaria y los que estudian secundaria tenemos un total de 163 niños, si comparamos con el cuadro de grupos de edades encontramos que un 23% está estudiando y deberían estar al menos en primaria el 32% de la población.

El problema más sentido en el ámbito educativo es la deserción estudiantil. La educación secundaria es cursada por 18 jóvenes, correspondiente al 2.5% de la población, los que tienen que viajar fuera de la comunidad para poder estudiar.

Según datos de los pobladores de la comunidad, se estima que un 57% de habitantes no saben leer ni escribir, correspondiendo a más de 400 personas analfabetas, Siendo más elevado en los grupos de edades de 15 años y más que de manera efectiva pertenece a la Población Económicamente Activa (PEA).

En la Escuela no se tiene un sitio seguro para tomar agua, no hay un grifo, realizan una seria manipulación para obtener el vital líquido significando una gran amenaza para la salud de los escolares. Las letrinas se encuentran en malas condiciones.

Problema identificado: Alto nivel de analfabetismo y deserción escolar.

Situación de Salud

La ocurrencia de enfermedades en la comunidad es muy grande. se puede observar que lo más común en la población infantil son las enfermedades diarreicas, parasitosis, enfermedades respiratorias, anemias y desnutrición en infantes y adultos. En los adultos se conoció que son afectados por graves enfermedades como: infecciones renales, infecciones en la piel, problemas en los pulmones, diabetes, artritis y cáncer.

En la comunidad de Colonia Roque no hay Médicos, ni enfermeras, ni farmacias, tampoco persona que se dedique a la Medicina natural. No existe programa de salud materna, en la comunidad hay dos parteras que viven en la comunidad, algunas mujeres van a tener sus niños al Centro de Salud o a los Hospitales de Managua.

Problemas identificados: Las enfermedades más comunes son: malaria, dengue, enfermedades de la piel, enfermedades respiratorias, diarreas y problemas renales. No poseen puesto de salud, no hay personal de salud, ni farmacias.

Agua y saneamiento

El pozo presenta un brocal bastante deteriorado, el agua de consumo humano no recibe ningún tipo de tratamiento y posee un tanque de 5000 galones, así como una bomba de 3 HP, con lo que se abastece a una población de 717 personas, de uso exclusivo para consumo humano.

Se explota a razón de 4 horas diarias: 2 horas sector de arriba y 2 horas sector de abajo, la conducción del sistema se presume esta averiada y por ahí escapa parte del agua bombeada, otro problema es la falta de presión necesaria para funcionar a través de los grifos por lo que se abren fosas o excavaciones para poder captar por gravedad la poca agua que puede salir.

La captación es realizada por mujeres y niños quienes son los que se encargan de garantizar el abastecimiento necesario para su casa, realizándolo en precarias condiciones higiénico-sanitarias, lo que viene a someter a los pobladores a un riesgo permanente, con el mal manejo y manipulación en la captación y en el almacenamiento, Otro problema es que no existe un personal capacitado en operación y mantenimiento de sistemas de agua.

Se constataron malos hábitos de limpieza en las casas y falta de aseo personal en adultos y niños. El manejo de la basura es variado unos la queman otros la tiran en los patios y otras las llevan a un predio al noreste de la comunidad, donde no recibe ningún tipo de tratamiento y otros la meten en pozos en desuso, peligrando la contaminación al acuífero. Las calles están llenas de aguas residuales por la falta de drenaje lo que representa un potencial criadero de vectores de enfermedades transmisibles.

La quebrada la Fuente, seca en verano, durante el invierno se sale de su cauce produciendo inundaciones en la comunidad de Colonia Roque, provocando que las letrinas se inunden contaminando de heces fecales entre otros efectos ambientales que ocasiona.

Otro problema higiénico sanitario es la presencia de abundante estiércol de ganado, en casas, calles y corrales como también de porquerizas, es uno de los problemas de contaminación ambiental local que más se quejan los habitantes de la comunidad de Colonia Roque.

Aproximadamente el 9% de las viviendas tienen letrinas construidas en los patios, en buenas condiciones, 19% en malas condiciones y el 72% no poseen por lo que acuden algunos donde vecinos y la mayoría al aire libre. La falta de letrinas es una necesidad imperante de cubrir por la población de la comunidad.

Una forma de participación puesta en práctica por la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), son los Comité de agua potable y saneamiento (CAPs), De acuerdo a información de ENACAL – Tipitapa se han logrado formar en el municipio 8 CAPs, entre estos se cuenta a Colonia Roque, aunque en el momento del estudio no funcionaba como tal, ni cumplía con los requisitos.

Situación de Viviendas

Se contabilizan un total de 121 viviendas, todas las familias que habitan son dueños. No existen casas de alquiler, ni de cuido, se pudo constatar la presencia de 20 familias sin viviendas, las que habitan en casas de familiares.

Respecto a la legalidad de sus propiedades, se afirma que todas las familias son propietarias porque se les entregó una carta con derecho de posesión, pero no cuentan con escrituras o documentos legales.

Los materiales de construcción de las viviendas son variados. Muchas de las casas fueron construidas hace muchos años (desde la fundación de la colonia), y se encuentran muy deterioradas por la falta de mantenimiento y la ocurrencia de fenómenos naturales como terremotos y huracanes, que han debilitado su estructura.

Existen viviendas recién construidas que no ofrecen mucha seguridad a sus moradores, son construcciones rústicas que no guardan los parámetros de una construcción segura.

La mayor parte de las casas (61%) están construidas con techos de zinc, paredes de bloques. En menor porcentaje las casas en estado deplorable de construcción más recientes que son edificadas con materiales de baja calidad: madera, zinc y plástico (10%), presenta que la mayor parte de las casas tienen piso de tierra 67%, y el 33% de las viviendas tienen algún tipo de protección. El mobiliario más frecuente que puede encontrarse en las viviendas son: mesas de madera, sillas plásticas, asientos de madera, bancas, tijeras, hamacas entre otros.

Problemas identificados: Falta de abastecimiento de agua, mal manejo en el almacenamiento del agua y no recibe tratamiento, mal manejo de la basura, alto nivel de contaminación ambiental en la comunidad.

Actividades económicas

La principal actividad económica de la comunidad de Colonia Roque estaba basada en la producción agrícola, primero trabajando en los cultivos de algodón, y después en el Ingenio azucarero, Victoria de Julio o Timal, ante el fenómeno de quiebre cierre del Ingenio la fuente principal de trabajo, deja en el desempleo al 85% de los habitantes de Colonia Roque, actualmente se maneja que el 70% de la población masculina no tiene trabajo.

La principal actividad económica de la comunidad es el corte de leña de las plantaciones de eucalipto del antiguo Ingenio azucarero, unos pocos se dedican al comercio informal, a la siembra de hortalizas, dos familias poseen ganado y seis a la crianza de cerdos y gallinas. Recientemente un buen porcentaje de mujeres han conseguido trabajo en la zona franca ubicada en carretera norte de la capital, donde tienen que viajar diariamente.

Problemas identificados: Alto índice de desempleo, por lo que la mayoría de la población se dedica a sacar leña.

Aspecto productivo y Tenencia de la tierra

En el aspecto productivo un 7% de familias de la comunidad poseen tierras para cultivo, 6 familias tienen de 1 a 2 manzanas, 3 familias de 5 a 10 y 1 familia más de 50 manzanas, de las cuales 3 son sembradas de maíz, 10 de hortalizas Y 9 de sorgo. La familia que posee más tierras siembran en su mayoría sorgo y pasto para su hato de ganado vacuno, caballar y caprino (extranjero). También, realiza prácticas de conservación de suelos, haciendo terrazas, diques y rondas.

Según narran los comunitarios las tierras de este sector hace 40 años eran muy fértiles, pero el cultivo del algodón las desmejoró. En Colonia Roque no hay presencia de organismos que apoyen la producción, cuando funcionaba el Ingenio azucarero, le prestaban terreno a algunos de sus trabajadores, para sembrar y el agua de la escorrentía del riego era aprovechada por ellos para regar sus cultivos de hortalizas.

El 0.7 % de la población productora de Colonia Roque es del sexo femenino, dedicada a las labores agrícolas de hortalizas. Algunos de los productores utilizan las aguas del lago Xolotlán para regar cuatro manzanas de cultivos de melón, sandía y pipián.

El área total de la comunidad se estima en 70 manzanas, no existen tierras disponibles para el desplazamiento de la comunidad, en su mayoría son propiedad privada. Al norte la Hacienda Belén, al sur Don Alfredo Roque, al Este tierras del Ingenio, donde se cultivó caña de azúcar y abundantes plantaciones de eucalipto que utilizaban para alimentar las calderas del Ingenio, tierras actualmente en conflicto y Oeste: Plantel de pollo y Hacienda Belén, por lo tanto, no se tiene una alternativa viable de desarrollo agrícola para la comunidad de Colonia Roque, por falta de tierras.

Actualmente la situación de tenencia de la tierra se agudiza por la toma de tierras que se realizan en los alrededores de la comunidad especialmente en la parte alta de la microcuenca por parte de miembros de la resistencia y ex miembros del ejército, reduciendo así más las alternativas de expansión de la comunidad.

Problemas identificados:

Falta de terrenos para la siembra, falta de financiamiento, tomas de tierras en la parte alta de la microcuenca, no se realizan prácticas de conservación de suelos, falta de agua para regar sus cultivos de hortalizas.

El Costo del Agua

Aplicando el método econométrico de Evaluación contingente, se realizó encuesta a jefes de familia de 52 viviendas (41.3%). El ejercicio inició haciendo un análisis cualitativo de la situación actual del sistema de agua y la necesidad de un nuevo sistema.

Los resultados de la aplicación del método brindan insumos para obtener un valor del recurso agua, de manera consultada, por lo que es una metodología participativa, la persona tiene la oportunidad de opinar de acuerdo a su capacidad de pago. A partir de esta consulta se obtuvieron los resultados que presenta el gráfico: Los efectos del ejercicio nos arrojan que el 75% están dispuestos a pagar C\$ 20.00, el 15% C\$30.00 y un 10% C\$40.00.

8.2 Características de los muestreos puntuales.

La recolección de las muestras depende de los procedimientos analíticos empleados y los objetivos del estudio.

El objetivo del muestreo es obtener una parte representativa del material bajo estudio (cuerpo de agua, efluente industrial, agua residual, etc.) para la cual se analizarán las variables fisicoquímicas de interés. El volumen del material captado se transporta hasta el lugar de almacenamiento (cuarto frío, refrigerador, nevera, etc.), para luego ser transferido al laboratorio para el respectivo análisis, momento en el cual la muestra debe conservar las características del material original. Para lograr el objetivo se requiere que la muestra conserve las concentraciones relativas de todos los componentes presentes en el material original y que no hayan ocurrido cambios significativos en su composición antes del análisis.

En algunos casos, el objetivo del muestreo es demostrar que se cumplen las normas especificadas por la legislación (resoluciones de las autoridades ambientales). Las muestras ingresan al laboratorio para determinaciones específicas, sin embargo, la responsabilidad de las condiciones y validez de las mismas debe ser asumida por las personas responsables del muestreo, de la conservación y el transporte de las muestras. Las técnicas de recolección y preservación de las muestras tienen una gran importancia, debido a la necesidad de verificar la precisión, exactitud y representatividad de los datos que resulten de los análisis.

Tipos de muestras

Muestra simple o puntual: Una muestra representa la composición del cuerpo de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su captación. Cuando la composición de una fuente es relativamente constante a través de un tiempo prolongado o a lo largo de distancias sustanciales en todas las direcciones, puede decirse que la muestra representa un intervalo de tiempo o un volumen más extensos. En tales circunstancias, un cuerpo de agua puede estar

adecuadamente representado por muestras simples, como en el caso de algunas aguas de suministro, aguas superficiales, pocas veces, efluentes residuales.

Muestras compuestas: En la mayoría de los casos, el término "muestra compuesta" se refiere a una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos. Algunas veces el término "compuesta en tiempo (time-composite)" se usa para distinguir este tipo de muestras de otras. La mayor parte de las muestras compuestas en el tiempo se emplean para observar concentraciones promedio, usadas para calcular las respectivas cargas o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. El uso de muestras compuestas representa un ahorro sustancial en costo y esfuerzo del laboratorio comparativamente con el análisis por separado de un gran número de muestras y su consecuente cálculo de promedios.

Muestras integradas: Para ciertos propósitos, es mejor analizar mezclas de muestras puntuales tomadas simultáneamente en diferentes puntos, o lo más cercanas posible. Un ejemplo de la necesidad de muestreo integrado ocurre en ríos o corrientes que varían en composición a lo ancho y profundo de su cauce. Para evaluar la composición promedio o la carga total, se usa una mezcla de muestras que representan varios puntos de la sección transversal, en proporción a sus flujos relativos. La necesidad de muestras integradas también se puede presentar si se propone un tratamiento combinado para varios efluentes residuales separados, cuya interacción puede tener un efecto significativo en la tratabilidad o en la composición. La predicción matemática puede ser inexacta o imposible, mientras que la evaluación de una muestra integrada puede dar información más útil.

Los lagos naturales y artificiales muestran variaciones de composición según la localización horizontal y la profundidad; sin embargo, estas son condiciones bajo las cuales las variaciones locales son más importantes mientras que los resultados promedio y totales no son especialmente útiles. En tales casos se deben examinar las muestras separadamente antes que integrarlas.

Debido a las variaciones aleatorias tanto del procedimiento analítico como la presencia de un constituyente en el punto de muestreo, una muestra simple puede ser insuficiente para obtener el nivel deseado de incertidumbre. Si la desviación estándar de todo el proceso es conocida, el número de muestras requeridas puede ser calculado a través de la siguiente relación:

$$N \geq (ts/U)^2$$

donde:

N = número de muestras,

t = prueba t de Student para un nivel de confiabilidad dado,

s = desviación estándar global, y

U = nivel aceptable de incertidumbre.

8.3 Parámetros de calidad de agua según las normas CAPRE.

A - Modelos de los Análisis

Parámetro a incluir	Control Básico (E1)	Control Normal (E2)	Control Avanzado (E3)	Control ocasional Por una situación Especial o de Emergencia (E4)
A. PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS	- Olor ¹ - Sabor ¹ - Turbiedad - Color	Análisis (E1) más	Análisis (E2) más otros parámetros según nota 4.	La autoridad nacional competente de los países miembros determina los parámetros ⁵ según las Circunstancias, tomando en cuenta todos los factores negativos que podrían incidir sobre la calidad del agua potable suministrada al usuario
B. PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	- Conductividad - pH - Temperatura ² - Cloro residual ³	- Cloruros - Dureza - Sulfatos - Calcio - Magnesio - Sodio - Potasio - Zinc - Aluminio - Cobre	- Sólidos Disueltos Totales	
C. PARÁMETROS NO DESEADOS		- Nitratos - Nitritos - Amonio - Hierro - Manganeso - Fluoruro - Sulfuro de Hidrógeno		
D. PARÁMETROS TOXICOS (Orgánicos e Inorgánicos)		- Arsénico - Cadmio - Cianuro - Cromo - Mercurio - Níquel - Plomo - Antimonio - Selenio	- Orgánicos de significado para la salud - Subproductos de la desinfección	
E. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	- Coliforme Total - Coliforme fecal	- Coliforme total - Coliforme fecal - E. Coli		

Recomendación: Se recomienda añadir un análisis (así llamado primer análisis), que sobre todo ha de llevarse a cabo antes de la puesta en marcha del sitio de muestreo. Los parámetros a tomar en cuenta serían los del análisis de control normal, a los cuales podrían agregarse, entre otros, con base en suposiciones, diferentes sustancias tóxicas no deseadas. La lista sería definida por las autoridades nacionales competentes.

NOTAS:

- 1 Valoración cualitativa
- 2 Excepto para agua de depósitos cerrados.
- 3 U otras sustancias solo en caso del tratamiento
- 4 Estos parámetros son determinados por la autoridad nacional competente tomando en cuenta todos los factores que inciden negativamente sobre la calidad del agua potable suministrada al usuario y que podrían posibilitar la valoración del equilibrio iónico de los elementos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 8 de esta norma.
- 5 La autoridad nacional competente puede utilizar también parámetros diferentes a los mencionados en el anexo # 01.

B - Frecuencia Mínima de Análisis

POBLACIÓN AFECTADA (base del cálculo 200 /día/habitante)	ANÁLISIS E1 Cantidad de muestras/año	ANÁLISIS E2 Cantidad de muestras/año	ANÁLISIS E3 Cantidad de muestras/año	ANÁLISIS E4
500	(1)	(1)	(1)	La frecuencia deberá ser fijada por las autoridades nacionales competentes según cada caso.
5,000	(1)	(1)	(1)	
10,000	12	3	(1)	
50,000	60	6	1	
100,000	120	12	2	
150,000	180	18	3	
300,000	360 ⁽²⁾	36	6	
500,000	360 ⁽²⁾	60	10	
1,000,000	360 ⁽²⁾	120 ⁽²⁾	20 ⁽²⁾	
5,000,000	360 ⁽²⁾	120 ⁽²⁾	20 ⁽²⁾	

- 1 La frecuencia deberá ser determinada por las autoridades nacionales competentes.
- 2 Las autoridades nacionales competentes deberán esforzarse, de ser posible, por aumentar esta frecuencia.
- 3 a) En el caso de agua que es desinfectada la frecuencia de los análisis microbiológicos deberá duplicarse.
- b) En caso de una alta frecuencia se recomienda observar en lo posible intervalos

regulares entre dos tomas de muestras.

c) Si los valores de los muestreos de los años anteriores fueran constantes y mucho mejores que los límites previstos en el Anexo # 01, y no se determinará un factor que pudiera tener efectos negativos sobre la calidad del agua se puede reducir la frecuencia mínima de los análisis como se indica:

c.1 En aguas superficiales en el factor 2, con excepción de la frecuencia de los análisis microbiológicos;

c.2 En aguas subterráneas, independientemente

Cuadro # 01. Parámetros bacteriológico

Origen	Parámetro (b)	Valor Recomendado	Valor máximo Admisible	Observaciones
A. Todo tipo de agua de bebida	Coliforme fecal	Neg	Neg	
B. Agua que entra al sistema de distribución	Coliforme fecal	Neg	Neg	
	Coliforme total	Neg	≤4	En muestras no consecutivas
C. Agua en el sistema de distribución	Coliforme total	Neg	≤4	En muestras puntuales No debe ser detectado en el 95 % de las muestras anuales (c)
	Coliforme fecal	Neg	Neg	

(a) NMP/100 ml, en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli, definida en el artículo 4. La bacteria Coliforme Total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.

(b) En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al remuestreo y se investiga la presencia de coliforme fecal. Si el remuestreo da resultados negativos, no se toma en consideración la muestra positiva, para la valoración de calidad anual. Si el remuestreo da positivo se intensifica las actividades del programa de vigilancia

sanitaria que se establezca en cada país. Las muestras adicionales, recolectadas cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.

(c) En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras, al año, el porcentaje de negatividad debe ser $\geq 90\%$.

Cuadro # 02. Parámetros Organolépticos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor máximo Admisible
Color Verdadero	mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25°C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25°C

Cuadro # 03. Parámetros Físico - Químicos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor máximo Admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración de Iones Hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro Residual	mg/L	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/L	25	250
Conductividad	µS/cm	400	
Dureza	mg/L CaCO ₃	400	
Sulfatos	mg/L	25	250
Aluminio	mg/L		0.2
Calcio	mg/L CaCO ₃	100	
Cobre	mg/L	1.0	2.0
Magnesio	mg/L CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/L	25	200
Potasio	mg/L		10
Sólidos Disueltos Totales	mg/L		1000
Zinc	mg/L		3.0

- (a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en los acueductos.
- (b) Cloro residual libre
- (c) 5 mg/l en base a evidencias científicas las cuales han demostrado que este valor “residual” no afecta la salud. Por otro lado cada país deberá tomar en cuenta los aspectos económicos y organolépticos en la interpretación de este valor

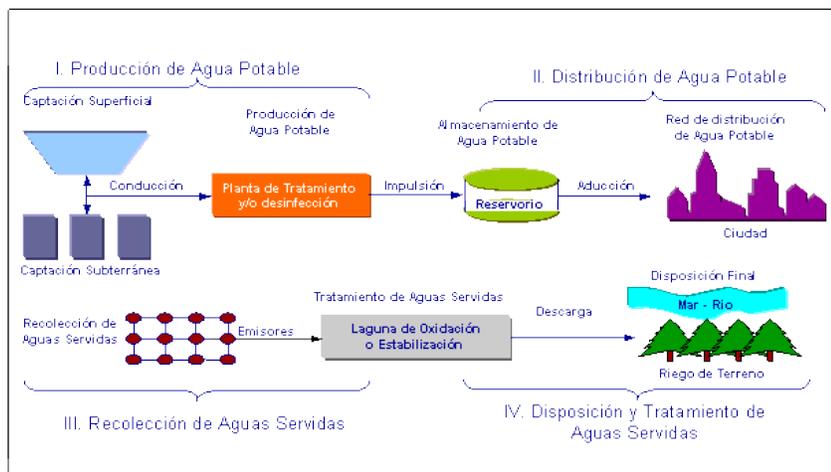
Mecanismos de potabilización del agua potable proveniente del lago Xolotlán y sistema de abastecimiento.

Mecanismos para potabilización del agua potable.

El diseño de la Planta Potabilizadora de Agua se llevó a cabo en dos etapas. La primera consistió en dimensionar los componentes de la planta de acuerdo al tratamiento seleccionado; y la segunda, en calcular los valores finales de los parámetros dados al final de tratamiento, y comprobar que cumplieran con las Normas CAPRE. Los procedimientos se reflejan en las Imágenes siguientes.



Comprobación de la calidad del agua tratada



Fuentes de agua para potabilización

El agua es un recurso natural que se encuentra disponible en numerosas fuentes: ríos, lagos, océanos, acuíferos, manantiales, entre otras. Sin embargo, cada fuente proporciona agua de distinta calidad, y en distinta calidad. En la Tabla 4.1 se detallan algunos tipos de agua según su origen, y características de cada uno.

Tabla 4.1. Tipos de agua según su fuente

Tipo	Características
Agua Superficial	Se encuentra en abundante cantidad, con altos valores de Turbiedad, Sólidos Suspendidos (SS) y agentes patógenos. En algunos zonas geográficas, los ríos y arroyos se secan duran la época seca.
Agua subterránea	No tan abundante como las aguas superficiales, pero al atravesar un lecho filtrante natural (suelo) los niveles de Turbiedad y (SS) son menores. Por lo general poseen alto contenido de Hierro, Calcio, Manganeso, entre otros. Es muy difícil tratarla una vez se ha contaminado.
Agua Oceánica	Los requerimientos energéticos para potabilizar este tipo de agua son muy costosos. La desalinización se puede lograr mediante ósmosis inversa, destilación e intercambio catiónico. Es poco factible para poblaciones con escasos recursos económicos.

Calidad Del Agua

La calidad de un agua queda definida por su composición y el conocimiento de los efectos que puede causar cada uno de los elementos que contiene. Permite establecer la posibilidad de su utilización clasificándola, de acuerdo a ciertos límites (Custodio & Llamas 2001).

Los factores que condicionan la calidad del agua están determinados por su constitución, la disposición espacial de los materiales con los que el agua entra en contacto, la temperatura, la presión, la existencia de gases, la presencia y la cantidad de contaminantes, factores físico-químicos, presencia de agroquímicos, metales pesados y bacterias entre otros.

Características físico-químicas

El agua superficial o subterránea como consecuencia de sus propiedades o composición física química y de acciones naturales externas, presenta una serie de características: color, turbidez, sabor, temperatura, conductividad eléctrica, dureza, nitritos y sulfatos se consideran importantes los datos iónicos del agua, como nitrógeno, calcio, sodio, fósforo y potasio, entre otros.

Características Biológicas Del Agua

Los parámetros biológicos en las aguas potables son de mucho interés. Muchos seres vivos se emplean como indicadores de calidad de agua. Así, según predominen unos organismos u otros, podremos saber el estado de un agua.

Bacterias en el agua

Las bacterias tienen en el agua una vía perfecta de transmisión y por lo tanto se han utilizado como indicadores ideales de contaminación. Es conocida la posible propagación de enfermedades por bacterias, producidas por contaminación fecal de origen humano o animal. La normativa recoge una serie de análisis microbiológicos: coliformes totales y fecales; estreptococos fecales, microorganismos parásitos y/o patógenos, para conocer el NMP y determinar el estado del agua.

Contaminación por Plaguicidas

Los contaminantes potenciales más significativos del agua son los fertilizantes y los plaguicidas al ser lixiviados desde la zona edáfica, especialmente los compuestos nitrogenados.

Los Organoclorados son los más peligrosos por su elevada toxicidad, por ser acumulativos, persistentes y difícilmente degradables han motivado las restricciones de su utilización, o su prohibición como en el caso del DDT; su baja solubilidad ha hecho sean adsorbidos por el suelo, especialmente los arcillosos, limitando notablemente la amenaza que podrían constituir para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas, (caso de la microcuenca de Colonia Roque).

Los compuestos organofosforados, carbamatos y triazinas presentan en general menos peligro debido a su facilidad de degradación en el ambiente y al hecho de poseer una limitada acción residual junto con una alta capacidad para ser absorbidos, parecen representar un riesgo menor.

Metales pesados

Se incluyen bajo esta denominación los iones metálicos que, aunque suelen aparecer como trazas en las aguas subterráneas naturales, pueden ser indicio de contaminación cuando sus concentraciones son anormalmente altas: Al, Cu, Zn, Pb, Se, As, Cr, Fe y Mn.

Tipos de tratamiento

Se entiende por potabilización al conjunto de operaciones y procesos químicos y físicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano.

Se emplea el término depuración para el control de la contaminación, y se usa el término de acondicionamiento para preparar el agua para uso industrial. Por lo que el término tratamiento de agua, es un proceso amplio que implica la combinación de procesos y operaciones unitarias para modifica la calidad.

El grado de tratamiento de agua, así como los parámetros que se seleccionen para medirlo, dependen de la calidad inicial del agua, (Jiménez, 2001).

Tratamiento convencional

En las plantas de potabilización donde se emplea este tipo de tratamiento, se lleva a cabo una serie de etapas que permiten de manera satisfactoria, la remoción de distintos parámetros como color, turbiedad y microorganismos, las cuales son:

- Mezcla rápida
- Clarificación
- Filtración rápida
- Desinfección

Planta para un suministro pequeño con agua cruda de buena calidad

En esta planta se comprenden los siguientes tratamientos:

- Sedimentación
- Filtración lenta
- Desinfección

Planta de ablandamiento

En esta planta se comprenden los siguientes tratamientos:

- Mezcla rápida
- Clarificación
- Filtración
- Intercambio iónico
- Desinfección

Planta de remoción de hierro y manganeso

En esta planta se comprenden los siguientes tratamientos:

- Oxidación química
- Aireación
- sedimentación
- Filtración
- Almacenamiento

Selección de tratamiento

La calidad del agua cruda oscila grandemente de una fuente a otra, es por esto que el tipo de tratamiento requerido para producir agua potable también varía. De igual manera dependiendo de la calidad del agua cruda, el grado de complejidad del tratamiento es diferente. El diseño de una planta de tratamiento eficiente y económica, requiere un estudio de ingeniería, basado en la calidad de la fuente y la selección apropiada de los procesos y operaciones de tratamiento más adecuados y económicos para producir agua de la calidad requerida, (Romero, 1999).

Por lo que, debido a los variados tipos de tratamiento se tienen a la vez distintos tipos de plantas potabilizadoras, en función del parámetro de interés a remover.

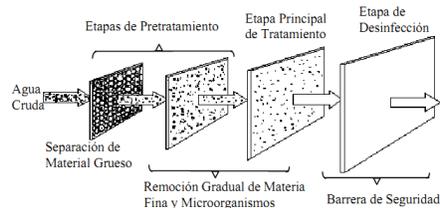
4.5 Tipos de tratamiento

Con el objetivo de potabilizar y emplear determinado tipo de agua para consumo humano, se llevan a cabo una serie de operaciones y procesos unitarios que permiten remover sustancias contaminantes del agua. Según el origen puede ser superficial, subterránea y oceánica.

En nuestro proyecto el tipo de tratamiento que se implementara es Filtro en Múltiples Etapa FiME una tecnología sin adiciones químicas para poblaciones menores a los 5000 habitantes sobre todo la común es comunidades rurales por su bajo costo y eficiencia.

En nuestro proyecto consta de un diseño formado por Rejillas, seguido de FiME (Filtro Dinámico, Filtro Grueso y Filtro Lento) y por ultimo Desinfección.

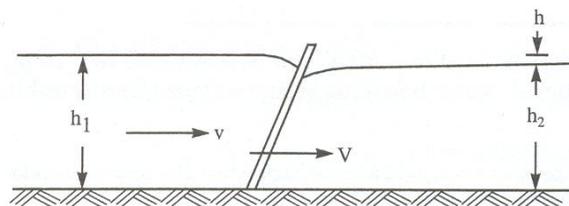
La filtración en múltiples etapas (FiME) es la combinación unidades de pretratamiento con filtración en grava (FGDi y FG) y unidades de tratamiento con filtración lenta en arena (FLA) con la finalidad de obtener un efluente de calidad sin necesidad de la utilización reactivos químicos durante el proceso.



4.6 Descripción

Rejillas

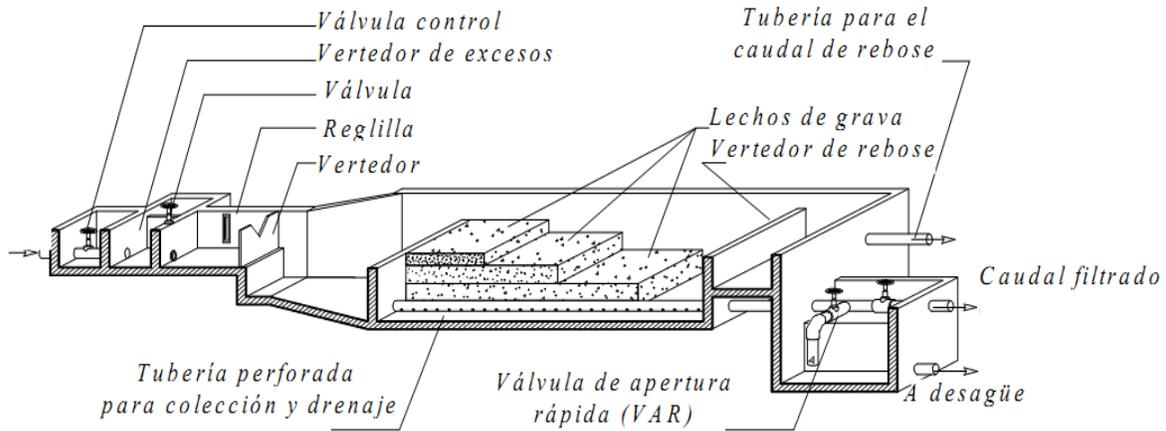
El Sistema de captación se compone de rejillas que impide el paso de material grueso hacia los Filtros.



Filtración Gruesa Dinámica (FGDi)

Los filtros dinámicos son tanques que contienen una capa delgada de grava fina (6 a 13mm) en la superficie, sobre un lecho de grava más grueso (13-25mm) y un sistema de drenaje en el fondo.

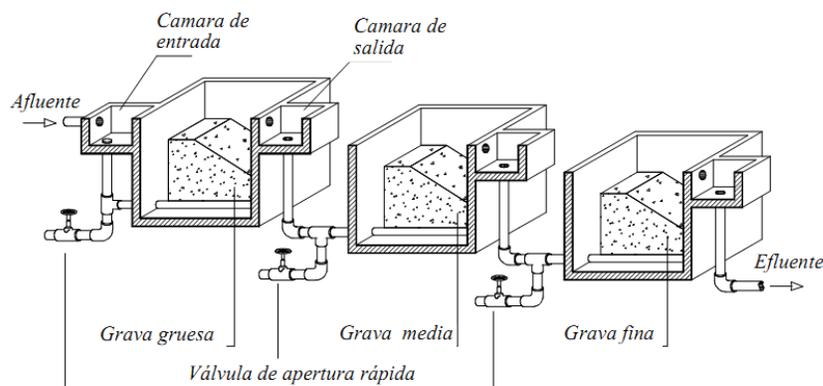
Esta unidad es utilizada para reducir los extremos de los picos de turbiedad y proteger de esta manera la planta de tratamiento ante altas cargas de sólidos transportadas por la fuente durante unas pocas horas



Filtración Gruesa

Los filtros gruesos de grava pueden ser de flujo horizontal o vertical. Consiste en un compartimiento principal donde se ubica un lecho filtrante de grava. El tamaño de los granos de grava disminuye con la dirección del flujo.

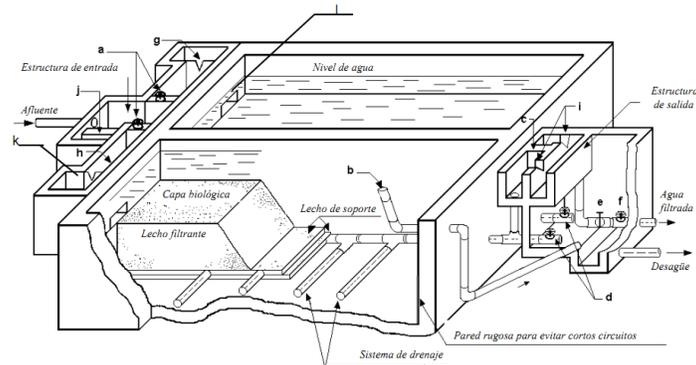
Para el caso de un filtro de flujo ascendente se tiene un sistema de tuberías, ubicado en el fondo de la estructura, permite distribuir el flujo de agua en forma uniforme dentro del filtro.



Filtración Lento en Arena

El tratamiento del agua en una unidad de FLA es el producto de un conjunto de mecanismos de naturaleza biológica y física, los cuales interactúan de manera compleja para mejorar la calidad microbiológica del agua.

Consiste en un tanque con un lecho de arena fina, colocado sobre una capa de grava que constituye el soporte de la arena la cual, a su vez, se encuentra sobre un sistema de tuberías perforadas que recolectan el agua filtrada. El flujo es descendente, con una velocidad de filtración muy baja que puede ser controlada preferiblemente al ingreso del tanque.



Desinfección

Es el proceso por el cual se inactivan los microorganismos patógenos, el que utilizaremos será por cloración este método de desinfección más usado en el tratamiento de agua por su bajo costo, fácil de operar, sus dosis bajas no son peligrosas para el ser humano ni animales. Se aplica de dos formas, cloro gaseoso y sales del ácido hipocloroso

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cronograma de Actividades												
Tarea	Mes: Mayo				Mes: Junio				Mes: Julio			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Elaboración de Plan de Trabajo												
Recolección y selección de las fuentes de información												
Análisis e interpretación de la información												
Redacción del informe Final												
Entrega de Trabajo Final												

10. PRESUPUESTO

TABLA DE PRESUPUESTO DEL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTRATEGIA PARA POTABILIZAR EL AGUA DEL LAGO XOLOTLÁN PARA CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD “COLONIA ROQUE”, DURANTE EL PERIODO DE ABRIL A JULIO 2019			
Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
impresiones	30	C\$2.00	C\$60.00
Fotocopias	10	C\$0.50	C\$5.00
lápices	3	C\$15.00	C\$45.00
transporte	4	C\$100.00	C\$400.00
acceso a internet	25	C\$20.00	C\$500.00
minutos a celular y SMS	5	C\$50.00	C\$250.00
papel	10	C\$0.33	C\$3.30
comida y merienda	4	C\$150.00	C\$600.00
costo del trabajo final	1	C\$250.00	C\$250.00
Gran Total			C\$2,113.30

CAPITULO V

11. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio conducen a las siguientes:

El diagnóstico participativo reveló que los principales problemas en orden de importancia en Colonia Roque son: el suministro insuficiente de agua potable, problemas de salud agudizados por la situación de insalubridad en la comunidad, relacionados con la escasez de agua, desempleo masivo, alto índice de analfabetismo, necesidad de programas sociales y necesidad de capacitación de sus líderes en gestión de proyectos de desarrollo.

La aplicación de una alternativa para la selección de un sistema de potabilización de agua potable propone un tratamiento con tecnología FiME filtro de múltiple etapa y desinfección; con el fin de depurar al agua cruda y disminuir los valores de turbiedad, color, iones en alta concentración (hierro, manganeso, sulfatos y nitratos) y coliformes fecales. Los costos del sistema de tratamiento se encuentran dentro de la capacidad de pago de los usuarios de la comunidad.

Se recomienda el diseño de esta planta de tratamiento de aguas potable PTAP con tecnología FiME de acuerdo al análisis de calidad del agua cruda del lago es óptimo para la población estimada durante este periodo cumpliendo así las normas establecidas según CAPRE

Los parámetros del agua tratada cumplen con los valores máximos admisibles establecidos en las normas CAPRE. Tanto la turbiedad, como el color, concentración de hierro, manganeso y nitratos muestran una reducción significativa de los valores. No hay presencia de coliformes fecales y el pH ajustado se encuentra dentro de los valores recomendados. Los iones sulfatos se encuentran ligeramente por debajo de los valores máximos admisibles, sin embargo, no hay peligros significativos a la salud asociados a la ingesta de agua con esa concentración de sulfatos.

El nuestro sistema de tratamiento se recomienda utilizar la tecnología de filtración en múltiples etapas (FiME), desde una bocatoma del lago Xolotlán iniciando con la colocación de rejillas, para luego aplicar FiME Integrada por tres procesos: Filtros Gruesos Dinámicos (FGDi), Filtros Gruesos Ascendentes en Capas (FGAC) y Filtros Lentos de Arena (FLA). Los dos primeros procesos constituyen la etapa de pre tratamiento, por último, se aplica la Desinfección con cloro. Se logró dimensionar cada unidad de tratamiento, según el muestreo de agua cruda a tratar se verificó y ajusto que la calidad del agua cumpliera con los valores máximos admisibles establecidos en las Normas CAPRE.

12. RECOMENDACIÓN

Los resultados del estudio y conclusiones permiten proponer las siguientes recomendaciones:

1. El ente responsable para la construcción del sistema de agua potable para la comunidad de la Colonia Roque, deberá actualizar el análisis de la calidad de agua y asimismo rediseñar dicho sistema si es necesario,
2. Se demanda del involucramiento activo de los diversos actores sociales con presencia en el Municipio de Tipitapa para la ejecución del Plan de Acción Participativo, como un equipo interdisciplinario responsable de la parte técnica - especializada que le corresponda: Alcaldía, ENACAL, MINSA, MEDC, MAGFOR, INAFOR, INETER, MARENA, Movimiento de mujeres, ONG`s, Empresa Privada y Universidades, entre otros.
3. Se hace necesario gerenciar racionalmente los recursos Agua, Suelo, Bosque y Fauna Silvestre realizando un aprovechamiento sustentable y sostenido, con la perspectiva de alcanzar un mayor desarrollo ambiental y humano.
4. Es preciso que actores sociales, líderes y comunitarios en general, estén todos plenamente convencidos que el involucramiento de la ciudadanía es indispensable y conveniente, que deben estar presente en todo el "ciclo de vida del proyecto", para poderlos sacar de la incertidumbre, para esto es preciso haber construido un clima de confianza, en que los actores se puedan relacionar en un ambiente de respeto y credibilidad, lo que requiere todo un proceso educativo previo, de mutua comprensión, que conducirá a una estabilidad local y municipal.
5. Con carácter de obligatoriedad se deben de realizar reuniones periódicas con todos los involucrados que permitan realizar un seguimiento al Plan de acción con el fin de ir controlando y evaluando en la marcha las responsabilidades de actores o líderes, reforzando las alianzas estratégicas claves, para esto se deben instaurar espacios formalmente establecidos en lugar y tiempo.
6. Se recomienda la utilización del Manual en Proyectos rurales de agua y otros tipos de proyectos, como herramienta esencial que contribuya a lograr un

cambio en la participación acción de los comunitarios, impactando en su manera de pensar, motivando a las personas a una transformación de sus sistemas de valores y condiciones de vida.

7. Se debe realizar una planificación adecuada del recurso agua en la zona para garantizar un manejo eficiente y un uso sustentable y sostenible, se recomienda no exceder de la cantidad de la Recarga Total calculada para el área de estudio, a fin de no afectar el almacenamiento subterráneo. Esto se puede ir logrando haciendo trabajo sistemático de sensibilización en la población para que valoren el agua como fuente de vida y que es deber de todos velar por su mejoramiento y protección.
8. Las alteraciones detectadas en los análisis de agua, unos por desechos humanos y/o animales, tales como: coliformes fecales y bacterias patógenas, es un problema que debe atenderse en conjunto con el MINSA y ENACAL ya que estos vectores de tensión resultaron elevados, en algunos pozos y pueden remediarse.
9. Se recomienda desarrollar campañas públicas de educación ambiental-sanitaria, en conjunto con el Ministerio de Salud, Educación, MARENA, UNAN Managua y Alcaldía de Tipitapa, para la protección del recurso agua, paralelo ejecutar estudio del agua almacenada domiciliarmente por el manejo y manipulación que realizan sus usuarios.
10. En busca de potenciar el recurso hídrico de la zona, fuente de empleo y alimento local se sugiere utilizar las aguas del Efluente para riego de cultivos de consumo humano y/o animal, dado a las riquezas de nutrientes naturales de las aguas tratadas, atendiendo las recomendaciones de la OMS de 1000 coliformes NMP/100ml, por lo que deben realizarse monitoreos periódicos para el control y remoción de organismos patógenos y de esta forma no se incrementaran los factores de riesgo en la salud de la población.

13. BIBLIOGRAFIA

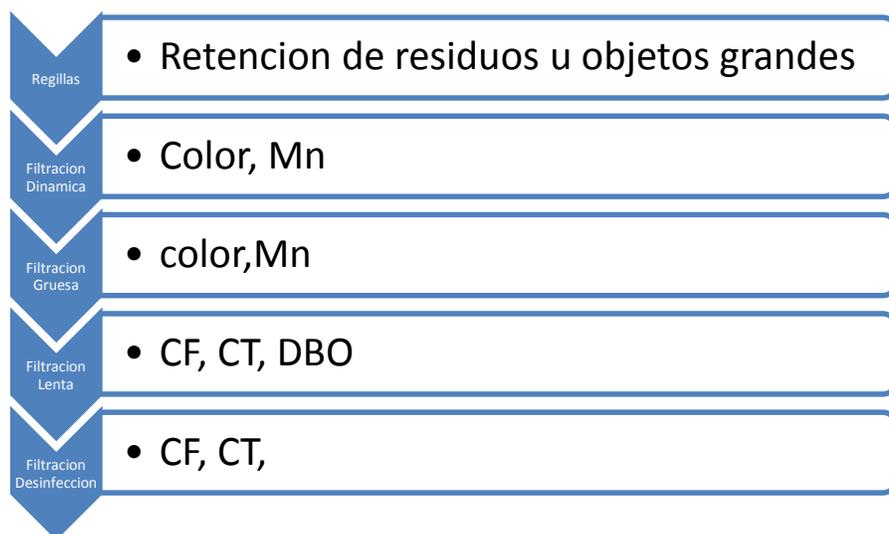
- Altamirano M (2007) *Estudio de la microcuenca y diseño de Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua en la comunidad de Colonia Roque, municipio de Tipitapa. Departamento de Managua. 2002.*
- García, I. (2018). *Fundamentos de Ingeniería Ambiental I.*
- OPS/CEPIS, (2005) *guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas. Lima, cosude*
- Sánchez,L. (2007) *Filtración en Múltiples Etapas, Colombia. CINARA*
- CAPRE. (2002). *Guías para el agua potable en Nicaragua, comité regional para el agua potable y saneamiento para América Central, Panamá y República Dominicana. ENACAL.*
- ENACAL. (1994). *Estudio de priorización de inversiones en el sector agua potable y saneamiento. Managua.*
- ENACAL. (2000). *Manual de operación y mantenimiento de la planta potabilizadora de Puerto Cabezas (RAAN). Puerto Cabezas.*
- ENACAL. (2004). *Análisis sensorial de saneamiento y agua potable en Nicaragua. Managua.*
- EPA, E. p. (1993). *parameters of wather quality: interpretation and standards .*
- OMS. (1988). *Guías para la calidad del agua. Washintong D.C: Organización Mundial de la Salud.*
- Baird, C. (2001). *Química ambiental. Barcelona: Reverté S.A.*
- Glynn, H. (1999). *Ingeniería ambiental . México : Pearson educación .*
- Jiménez, B. (2001). *la contaminación ambiental en México. México D.F: Limusa.*
- Romero, J. (1999). *Potabilización de agua. México D.F: AlfaOmega grupo editor S.A de C.V.*
- Stanley, E. (2007). *Introducción a la química ambiental . México D.F: Reverté S.A.*

14. ANEXO

A.1 Calidad del agua cruda y selección de tecnología

Parametro	Valor Medido	Normas CAPRE			Análisis		
		Valores normados	Cumple		Tratamiento	% Remoción	FINAL
			si	no			
Color Verdadero (mg/L Pt-Co)	187	1.00 - 15.00		*	Clarificación	94.65	10
Turbiedad NTU	95.4	1.00 - 5.00				96.86	3
Temperatura (°C)	29.4	18 - 30	*				
PH	7.7	6.5 - 8.5	*				
OD mg/L	7.32	8		*	Aeración		
Cloro Residual (mg/L)	-	0.5 - 1.0			Clarificación		
Cl- (mg/L)	-	25 - 250	*				
Conductividad (µS/cm)	198	400	*				
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	171.91	400	*				
Alcalinidad Total (mg/L CaCO ₃)	216.15						
Sulfato (mg/L)	32	25				21.88	25
Aluminio mg/L	0.21					4.76	0.2
STD (mg/L)	197	1000					
Nitratos (mg/L)	14	25 - 45	*		Intercambio Iónico		
Nitritos (mg/L)	0.3	0.1 - 1.0	*				
Amonio (mg/L)	0.35	0.05 - 0.5	*				
Hierro (mg/L)	0.54	0.3	*			94.44	0.03
Manganeso (mg/L)	0.14	0.05		*	A) Clarificación B) Tratamiento catiónico C) Osmosis inversa, electro diálisis	64.29	0.05
Fluoruro mg/L	0.3	0.7 - 1.5					
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)mes	48	0		*	A) Coagulación, Sedimentación, Filtración, Clarificación. B) Osmosis inversa, ultra filtración	100.00	0
Coliformes Totales (UFC/100 mL)	76	0 - 4		*	A) Coagulación, Sedimentación, Filtración, Clarificación. B) Osmosis inversa, ultra filtración	100.00	0

B.1 Tecnología FIME: Tren de tratamiento



C.1 Balance Iónico

Especie Ionica	Concentracion (mg/l)	PM (mg/mmol)	Carga	Peq (mg/meq)	Concentracion (meq/l)	Concentracion x 50 (mg/l CaCO3)
Ca ⁺²	155.224	40.080	2	20.040	7.746	387.285
Al ⁺³	0.210	26.980	3	8.993	0.023	1.168
NH ₄ ⁺	0.350	18.034	1	18.034	0.019	0.970
Fe ⁺³	0.540	55.847	3	18.616	0.029	1.450
Mn ⁺⁴	0.140	54.936	4	13.734	0.010	0.510
As ⁺³	-	-	-	-	-	-
Suma de Cationes					7.828	391.383
Ion	Concentracion (mg/l)	PM (mg/mmol)	Carga	Peq (mg/meq)	Concentracion (meq/l)	
CO ₃ ⁻²	232.836	60.009	2	30.005	7.760	388.002
SO ₄ ⁻²	32.000	96.061	2	48.031	0.666	33.312
NO ₃ ⁻	14.000	62.004	1	62.004	0.226	11.290
NO ₂ ⁻	0.300	46.005	1	46.005	0.007	0.326
Suma de Aniones					16.486	824.313
Error (%)					12.16	607.85

El oxígeno disuelto es 7.32 mg/L (> 4 mg/L), por tanto, corresponde a una muestra de agua superficial, debido a esto los compuestos químicos se presentarán en su forma oxidada.

Para determinar las concentraciones de los iones Ca^{+2} y CO_3^{-2} se deben sumar los valores medidos de alcalinidad y dureza, expresados en mg CaCO_3/L y luego se multiplican por su correspondiente factor gravimétrico:

Dureza [mg CaCO_3/L]	171.91
Alcalinidad [mg CaCO_3/L]	216.15
mg $\text{CaCO}_3/\text{L} =$	388.06

1. Cálculo de la concentración de iones Ca^{+2}

$$388.06 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \left(\frac{40 \text{ g/mol Ca}^{+2}}{100 \text{ g/mol CaCO}_3} \right) = 155.224 \frac{\text{mg Ca}^{+2}}{\text{L}}$$

155.224 mgCa+2/l

2. Cálculo de la concentración de iones CO_3^{-2} :

$$388.06 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \left(\frac{60 \text{ g/mol CO}_3^{-2}}{100 \text{ g/mol CaCO}_3} \right) = 231.836 \frac{\text{mg CO}_3^{-2}}{\text{L}}$$

232.836

Los iones Ca^{+2} y CO_3^{-2} son los que proporcionan la mayor parte de la concentración y estos son la suma de dos parámetros, alcalinidad y dureza total.

El error calculado para el balance de contaminantes es 12.16%, el cual es muy alto, ya que el error máximo aceptable es un 5%, por lo tanto, se puede concluir que se pudo haber inducido un error en la etapa de muestreo del agua o en los análisis realizados en el laboratorio.

D.1 Índice de Calidad de Agua (ICA)

Utilizando la fórmula del Índice de Calidad del Agua (ICA):

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

W_i = es el peso asignado a cada parámetro

I = el subíndice calculado mediante ecuaciones determinadas para cada parámetro.

Parametro	Valor Medido	I	W	I * W
Temperatura (°C)	29.4	68.53	0.043	2.94679
PH	7.7	128.65	0.063	8.10495
OD mg/L	7.32	16.56	0.103	1.70568
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	171.91	54.79	0.058	3.17782
Alcalinidad Total (mg/L CaCO ₃)	216.15	53.46	0.055	2.9403
Nitratos (mg/L)	14	61	0.053	3.233
Coliformes Fecales (NMP/100 mL)mes	48	64	0.143	9.152
Coliformes Totales (UFC/100 mL)	76	77.08	0.083	6.39764
Sumatoria			0.601	37.65818
ICA			62.66	

El resultado encontrado del ICA es de 62.66 según el criterio se encuentra en el rango de 50 a 70; indicando que es un agua contaminada y que requiere un tratamiento de potabilización indispensable

Rango ICA	CRITERIOS GENERALES	
	Edo. USO: AGUA POTABLE	Edo. USO: RIEGO AGRICOLA
90	NO REQUIERE PURIFICACION PARA SU CONSUMO	NO REQUIERE DE TRATAMIENTO PARA RIEGO
80	REQUIERE PURIFICACION MENOR	TRATAMIENTO MENOR PARA CULTIVOS QUE REQUIEREN DE ALTA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO
70	DUDOSO SU CONSUMO SIN PURIFICACION	UTILIZABLE EN LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
50	TRATAMIENTO DE POTABILIZACION INDISPENSABLE	TRATAMIENTO REQUERIDO PARA LA MAYORIA DE LOS CULTIVOS
40	DUDOSO PARA CONSUMO	SOLO PARA CULTIVOS MUY RESISTENTES (FORRAJES)
30	INACEPTABLE PARA CONSUMO	INACEPTABLE PARA RIEGO
20		

ESCALA DE CALIDAD DEL AGUA

EXCELENTE ACEPTABLE LEVEMENTE CONTAMINADA FUERTE CONTAMINADA EXCESIVA CONTAMINADA

Parámetro	Función del subíndice (I)
Coliformes Fecales	$I_{Colif} = 106 (CF)^{-0.1286}$
OD % Sat	$I_{OD} = 0.82(OD) + 10.56$
DBO ₅	$I_{DBO5} = 108 (DBO_5)^{-0.3494}$
Coliformes Totales	$I_{ColifT} = 136 (CT)^{-0.1311}$
Nitratos	$I_{NO3} = 125 (NO_3)^{-0.2718}$
Conductividad	$I_{Cond} = 506 (Cond)^{-0.3315}$
Temperatura	$I_T = 10^{2.004 - 0.0382 \Delta T}$
pH	Si pH < 6.9 ⊗ $I_{pH} = 10^{0.6803 - 0.1856 (pH)}$ Si 6.9 ≤ pH ≤ 7.1 ⊗ $I_{pH} = 100$ Si pH > 7.1 ⊗ $I_{pH} = 10^{3.65 - 0.2216 (pH)}$
Cloruros	$I_{Cl^-} = 391 (Cl)^{-0.3480}$
Dureza	$I_{Dur} = 552 (Dur)^{-0.4488}$
Alcalinidad	$I_{Alc} = 110 (Alc)^{-0.1342}$
Color	$I_{Color} = 127 (Color)^{-0.2394}$

Parámetro	(SIMB-Unidad)	Valor de W
Oxígeno Disuelto	(OD-% Sat.)	0.103
Demanda Bioquímica Oxígeno	(DBO-mg/l)	0.096
Demanda Química de Oxígeno	(DQO-mg/l)	0.053
Grado Acidez/Alcalinidad	(pH -)	0.063
Solidos Suspendedos	(SST-mg/l)	0.033
Coliformes Totales	(ColiT-#/100 ml)	0.083
Coliformes Fecales	(ColiF-#/100 ml)	0.143
Nitratos	(NO3-mg/l)	0.053
Amonios	(NH3-mg/l)	0.043
Fosfatos	(PO4-mg/l)	0.073
Fenoles	(Fenol-µg/l)	0.033
Diferencia Temperatura	(DT-°C)	0.043
Alcalinidad como CaCO ₃	(AlcT-mg/l)	0.055
Dureza como CaCO ₃	(DurT-mg/l)	0.058
Cloruros	(Clor-mg/l)	0.068

E.1 Cálculo de Caudal de Diseño

Para proyectar el cálculo de la población futura se hace uso de la ecuación estadística

$$Pf = Pa * (1 + i)^n$$

Pf: población futura

Pa: población actual (1970)

i: tasa de crecimiento poblacional (0.32)

n: año proyectado (20 años)

Tabla E.1. Proyección de la población y demanda de agua

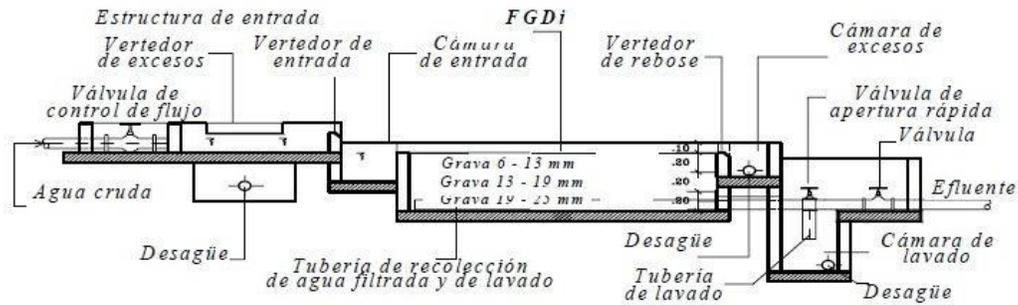
Año	Población (hab)	Dotación (gal/hab)	CD (gal/día)	CD (l/s)	CC	CI	CP	OU	Fugas	CPD	CMD	CMH
2019	1,970	20	39,400.00	1.72	0.12	0.12	0.07	0.03	0.26	2.33	3.49	5.82
2024	2,306	20	46,120.57	2.02	0.14	0.14	0.08	0.04	0.30	2.72	4.09	6.81
2029	2,699	20	53,987.50	2.36	0.17	0.17	0.09	0.05	0.35	3.19	4.78	7.97
2034	3,160	20	63,196.30	2.76	0.19	0.19	0.11	0.06	0.41	3.73	5.60	9.33
2039	3,699	20	73,975.88	3.24	0.23	0.23	0.13	0.06	0.49	4.37	6.55	10.92

Para diseñar la planta potabilizadora se utiliza el caudal máximo diario del último año del período de diseño. Siendo este $Q_d=9.18$ l/s o $Q_d=.0092$ m³/s

Según el criterio de diseño estipula 3 veces el caudal, quedando ajustado

$Q_d = 0.028$ m³/s

F.1 Calculo de Filtro Grueso Dinámico (FGD)



Corte longitudinal del Filtro Grueso Dinámico.

Datos para diseño de FGD			
QD =	0.028	m ³ /s	
QT =	0.039	m ³ /s	
At =	55.513	m ²	
N =	5.844	filtros	6
Ai =	9.500	10	
Qi =	0.007	m ³ /s	
a =	1.378	m	
l =	6.892	m	

lecho de arena		
capa	espesor	diam grava
superior	0.2	5mm
intermedio	0.15	11mm
inferior	0.15	20mm

lecho de soporte		
capa	espesor	diam grava
superior	0.05	2
segundo	0.05	4
intermedio	0.05	8
inferior	0.15	12

Cuadro de remoción de los contaminantes				
Entrada al FGD		Parámetro	Removido	Salida
Color (mg/L Pt-Co)	187	0.3	56.1	130.9
Turbiedad NTU	95.4	0.5	47.7	47.7
Hierro (mg/L)	0.54	0.4	0.216	0.324
Manganeso (mg/L)	0.14	0.4	0.056	0.084
Coliformes Fecales (UFC/100 mL)	48	0.7	33.6	14.4
Coliformes Totales (UFC/100 mL)	76	0.7	53.2	22.8

b) Lecho filtrante y de soporte:

Para el lecho filtrante se recomienda la siguiente granulometría y espesor de capas.

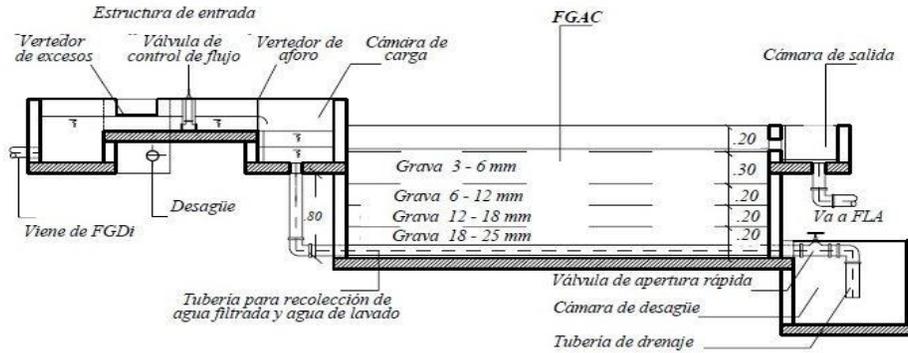
Posición en la Unidad	Espesor de la Capa (m)	Tamaño de Grava (mm)
Superior	0.20	3.0 - 6.0
Intermedio	0.20	6.0 - 13.0
Inferior, Fondo	0.20	13.0 - 25.0

Para el lecho de soporte se recomienda las siguientes características.

Capa	Tipo	Diámetro de la partícula (mm)	Espesor de la capa (mm)
Superior	Arena gruesa	1 - 2	50
Segunda	Grava fina	2 - 5	50
Tercera	Grava	5 - 10	50
Inferior	Grava gruesa	10 - 25	150

La velocidad de filtración varía entre los 2.0 a 3.0 m/h dependiendo de la calidad del agua cruda. A mayor contaminación del agua afluyente menor velocidad de filtración.

G.1 Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGA)



Corte longitudinal de un Filtro Grueso Ascendente en Capas.

Datos para diseño de FGA			
Q diseño = 0,028 m ³ /s			
QD =	0.027536403	m ³ /s	
At=	220.29	m/s	
N=	8.81	filtros	9
Ai=	25.00	m	25.00
Qi=	0.00313	m ³ /s	0.003
a=	5.00	m	5
l=	25.00	m	5

Lecho Filtrante	BL	hagua	hlf	hls	hFGA
hFGAs1	0.2	0.2	0.9	0.3	1.6
hFGAs2	0.2	0.2	0.7	0.5	1.6
hFGAs3	0.2	0.2	0.75	0.45	1.6

Cuadro de remoción de los contaminantes				
Entrada al FGA		Parámetro	Removido	Salida
Color (mg/L Pt-Co)	130.9	0.5	65.45	65.45
Turbiedad NTU	47.7	0.8	38.16	9.54
Hierro (mg/L)	0.324	0.5	0.162	0.162
Manganeso (mg/L)	0.084	0.5	0.042	0.042
Coliformes Fecales (UFC/100 mL)	14.4	0.7	10.08	4.32
Coliformes Totales (UFC/100 mL)	22.8	0.7	15.96	6.84

H.1 Filtro Lento en Arena (FLA)



Corte longitudinal de un filtro lento en arena.

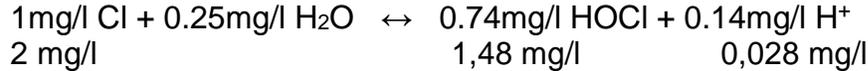
Datos para diseño de FLA			
Q diseño = 0,026 m ³ /s			
QD =	0.027536403	m ³ /s	
At=	660.87	m/s	
N=	6.61	filtros	7
Ai=	100.00	m ²	100
Qi=	0.00417	m ³ /s	
a=	1.00	m	
l=	5.00	m	

hFLA	BL	hagua	hlf	hls
2.8	0.2	1.3	1	0.3

Cuadro de remoción de los contaminantes				
Entrada al FLA		Parámetro	Removido	Salida
Color (mg/L Pt-Co)	65.45	0.8	52.36	13.09
Turbiedad NTU	9.54	0.7	6.678	2.862
Hierro (mg/L)	0.162	0.5	0.081	0.081
Manganeso (mg/L)	0.042	0.5	0.021	0.021
Coliformes Fecales (UFC/100 mL)	4.32	0.95	4.18	0.14
Coliformes Totales (UFC/100 mL)	6.84	0.95	6.498	0.342

Tecnología para tratamiento sin coagulación química: Filtración lenta de arena (La concentración de Hierro y Manganeso es menor a 1mg/l y 0.2mg/

I.1 Desinfección

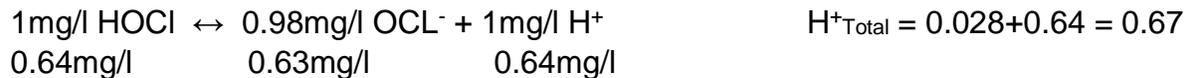


Es importante señalar, que el compuesto HOCl se disocia en OCl^- y H^+ . El porcentaje de disociación varía según el pH del agua. En la siguiente Tabla C.4. se muestran los porcentajes de disociación.

Tabla C.4 Porcentajes de disociación

pH	HOCl	OCl^-
6	98%	2%
7	80%	20%
8	27%	73%
9	4%	96%

Interpolando pH = 7.7 la disociación es HOCl= 43% por lo tanto, la concentración de HOCl a disociarse es de 0.64 mg/l. Para determinar la producción de hidrógeno se utiliza la siguiente reacción:



En total, se han producido 0.67 mg/l de H^+ . Para calcular el consumo de HCO_3^- y la producción de CO_2 se utiliza la siguiente Reacción



$$\begin{aligned} [\text{HCO}_3^-]_s &= [\text{HCO}_3^-]_0 - [\text{HCO}_3^-]_c = 0 - 40.87 = 40.87 \\ [\text{CO}_2]_s &= [\text{CO}_2]_0 - [\text{CO}_2]_p = 0 + 29.48 = 29.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [\text{HCO}_3^-]_s &= 40.87 / (61 * 1000) = 6.8 \times 10^{-4} \text{M} \\ [\text{CO}_2]_s &= 29.48 / (44 * 1000) = 6.7 \times 10^{-4} \text{M} \end{aligned}$$

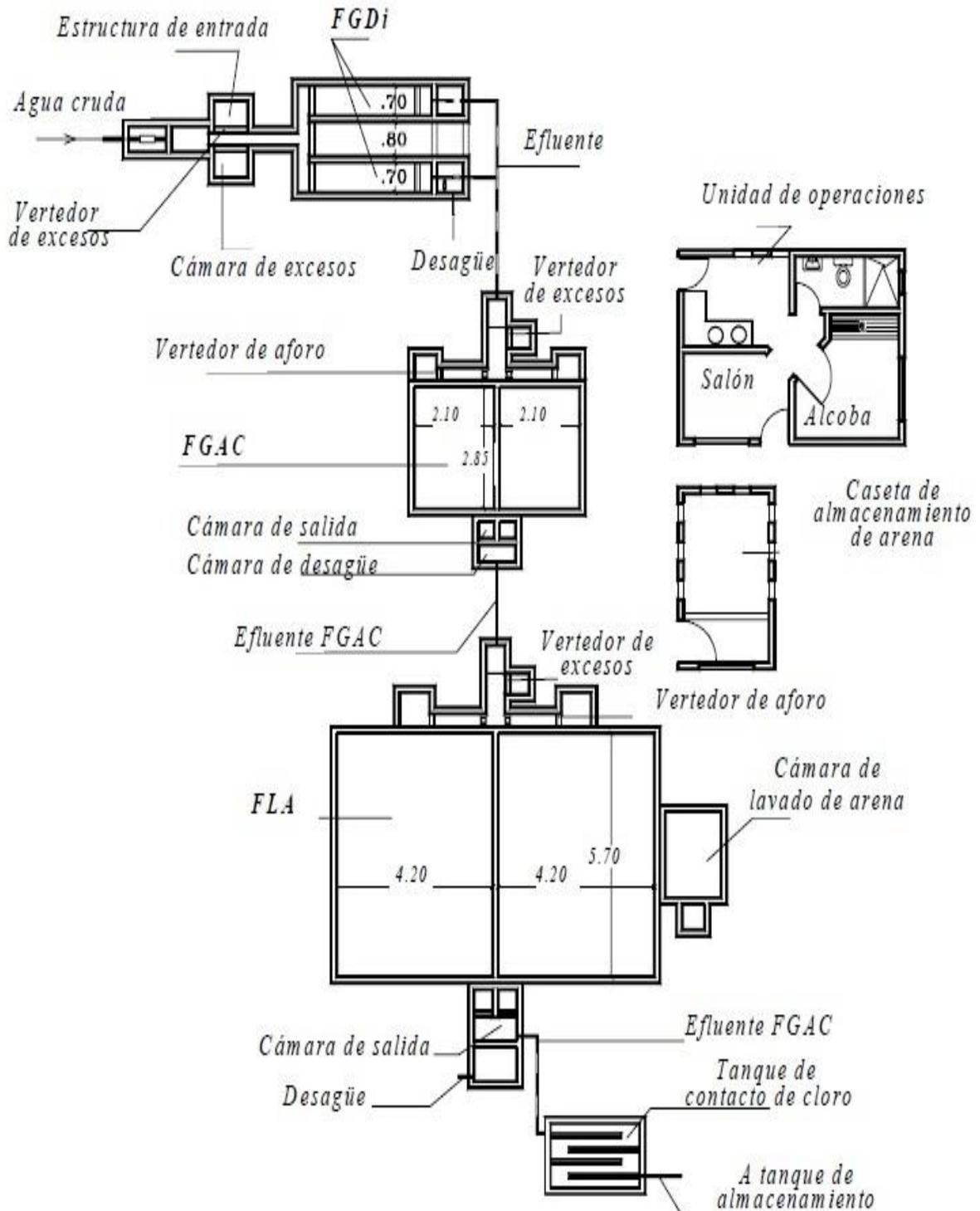
pH = 7.7 + log (6.8x10⁻⁴/6.7x10⁻⁴) = 7.7 **No varía el pH con la adición de cloro**

$$[\text{Al}^{+3}]_0 = 0.21 - (0.9 * 0.21) = 0.011\text{mg/l}$$

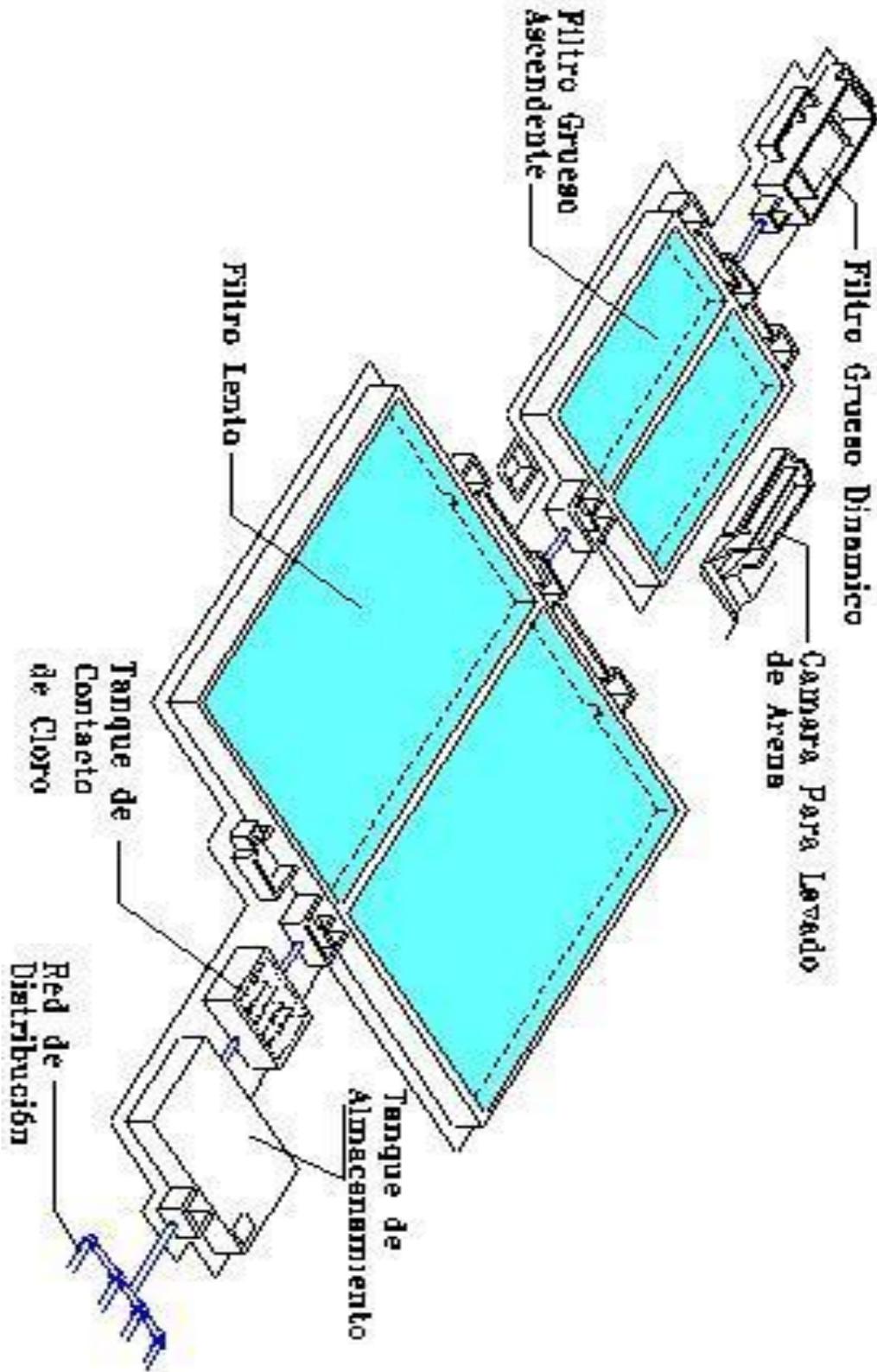
J.1 Calidad de agua en el proceso de FiME

Tabla comparativa en la calidad de agua apta para el consumo humano						
Calidad a medir	Agua Cruda	FGD	FGA	FLA	Agua Potable	CAPRE
Color (mg/L Pt-Co)	187	130.9	65.45	13.09	13.9	1.00 - 15.00
Turbiedad NTU	95.4	47.7	9.54	2.862	2.9	1.00 - 5.00
Sulfato (mg/L)	32	30	28	25	22	25
Aluminio mg/L	0.21	0.2	0.18	0.15	0.15	0.2
Hierro (mg/L)	0.54	0.324	0.162	0.081	0.08	0.3
Manganeso (mg/L)	0.14	0.084	0.042	0.021	0.02	0.05
Coliformes Fecales (UFC/100 mL)	48	14.4	4.32	0.14	0	0
Coliformes Totales (UFC/100 mL)	76	22.8	6.84	0.342	0	0.4

L.1 Plano de la Planta de Tratamiento FiME



M.1 Isométrico la de Planta de Tratamiento FiME



N.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS EN LABORATORIO

Color Verdadero

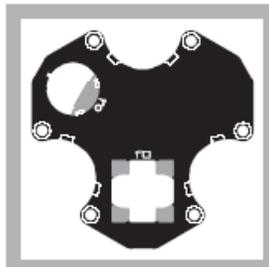
Platinum-Cobalt

Method 8025

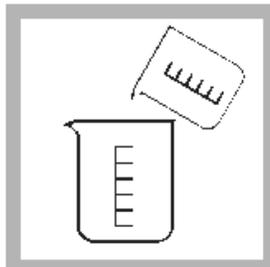


1. Select the test.

NCASI: Use Program 125 for the NCASI test.



2. Insert the Multi-cell Adapter with the 1-inch square cell holder facing the user.



3. Collect 200 mL of sample in a 400-mL beaker.

NCASI: Adjust the pH as described in [Test Preparation](#).



4. Assemble the filtering apparatus (0.45 micron membrane filter, filter holder, filter flask, and aspirator).

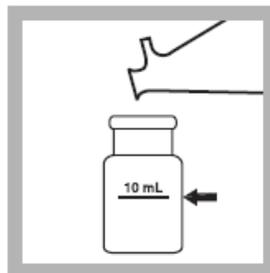
NCASI: Test prescribes a 0.8-micron filter.



5. Rinse the filter by pouring about 50 mL of deionized water through the filter. Discard the rinse water.



6. Pour another 50 mL of deionized water through the filter.

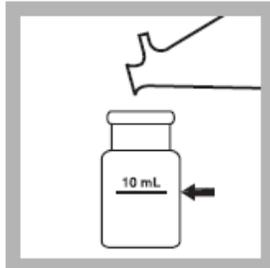


7. **Blank Preparation:** Fill a square sample cell with 10 mL of filtered deionized water from step 6.

Discard the excess water in the flask.



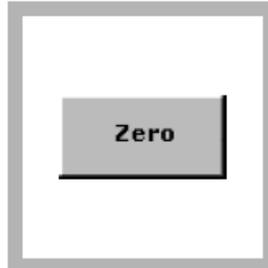
8. Pour about 50 mL of sample through the filter.



9. Prepared Sample:
Fill a second square sample cell with 10 mL of filtered sample.



10. Wipe the blank and insert it into the cell holder with the fill line facing the user.



11. Press ZERO.
The display will show:
0 units PtCo



12. Wipe the prepared sample and insert it into the cell holder with the fill line facing the user.

Results are in mg/L PtCo.

Turbiedad (0 a 999 NTU)

Este parámetro es determinado usando el Turbidímetro 2010P “HACH”. Este dispositivo fue previamente calibrado por la fábrica con formazina para la primera vez que debería ser usado. Se recoge la muestra y se coloca en una celda del 2100P hasta la línea (cerca de 15 mL) teniendo cuidado de manipular la celda por la parte superior tapando la celda. A continuación, se procede con los siguientes pasos:

- Limpiar la celda con una tela suave y sin hilachas, para quitar gotas de agua y huellas digitales.
- Aplicar una capa fina de aceite de silicona. Limpiar con una tela suave para obtener una capa más fina en toda la superficie.
- Presionar el botón 1/0. El instrumento se enciende, se coloca el instrumento en una superficie plana y firme.
- Se pone la celda de la muestra en el compartimiento del instrumento de tal manera que las marcas de la celda y el compartimiento coincidan.
- Escoger selección de rango manual o automática presionando RANGE, cuando el instrumento está en selección automática de rango la pantalla mostrará: AUTORNG.
- Se selecciona el modo de señal promedio presionando SIGNAL AVERAGE. La pantalla mostrará SIG AVG, cuando el instrumento esté usando promedio de señal. Usar el modo de señal promedio, si la muestra causa una señal ruidosa (la pantalla cambia constantemente).

- Presionar READ. La pantalla mostrará la turbidez en NTU. Apuntar la turbidez después de que se apaga la luz.

Temperatura

Este parámetro se mide en el momento de la toma de las muestras. Usando un termómetro o leyendo el valor en el pH metro "HACH".

pH

Este parámetro es medido en el momento que la muestra fue tomada usando la combinación del método pH electrodo y un medidor portátil EC 10 USEPA. El procedimiento es el siguiente:

- Presionar el botón dispensador una vez (hasta que haga click).
- Enjuague bien con agua desmineralizada y seque. Poner el electrodo en el contenedor de la muestra.
- Apuntar el valor del pH cuando la pantalla esté estable.
- Enjuagar el electrodo completamente con agua desmineralizada y secarlo bien.

Conductividad

Este parámetro es determinado usando el Conductivímetro 2010P "HACH", y es medido en el momento que la muestra fue tomada. El procedimiento es el siguiente:

- Presionar el botón on/off una vez.
- Enjuague con agua destilada el electrodo y seque bien.
- Introduzca el electrodo dentro del contenedor de muestra, asegurando que esté bien sumergido y presione READ.
- Anote el valor de conductividad cuando la pantalla es estable.
- Enjuague el electrodo completamente y seque.

Sólidos Totales Disueltos (STD)

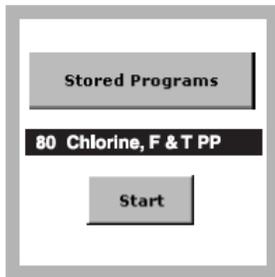
Este parámetro es determinado usando el Conductivímetro 2010P "HACH", y es medido en el momento de la toma de muestra. El procedimiento es el siguiente:

- Presionar el botón on/off una vez.
- Enjuague con agua destilada.
- Introduzca el electrodo dentro del contenedor de muestra, asegurando que esté bien sumergido y presione READ.
- Anote el valor de STD cuando la pantalla es estable. (La compensación automática de temperatura corrige los cambios de temperatura)
- Enjuague el electrodo y seque.

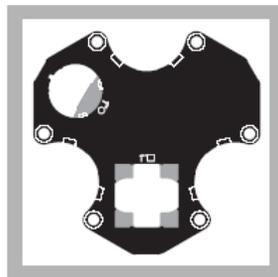
Cloro Libre

Powder Pillows

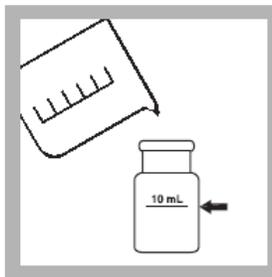
Method 8021



1. Select the test.



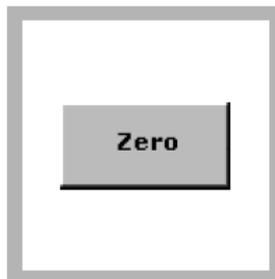
2. Install the Multi-cell Adapter with the 1-inch square cell holder facing the user.



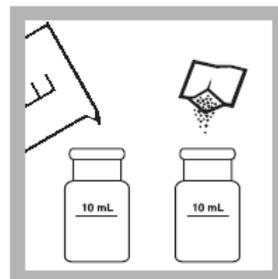
3. **Blank Preparation:**
Fill a square sample cell with 10 mL of sample.



4. Wipe the blank and insert it into the cell holder with the fill line facing the user.



5. Press ZERO.
The display will show:
0.00 mg/L Cl₂



6. **Prepared Sample:**
Fill a second square cell with 10 mL of sample.
Add the contents of one DPD Free Chlorine Powder Pillow to the sample cell.



7. Swirl the sample cell for 20 seconds to mix.
A pink color will develop if chlorine is present.
Proceed to step 8 immediately.



8. Within one minute of adding the reagent, insert the prepared sample into the cell holder with the fill line facing the user.
Results are in mg/L Cl₂.

Alcalinidad: Método de Titulación (SM 2320)

Discusión General

- a) *Principio:* Los iones hidróxilos presente en una muestra como resultado de la disociación o hidrólisis de los solutos reaccionan con las adiciones de ácidos estándar. Por tanto, la alcalinidad depende del pH de punto final utilizado. Para conocer los métodos de determinación de puntos de inflexión a partir de curvas de titulación a puntos finales de pH fijados. Para muestra de alcalinidad baja (menos de 20 mg de CaCO_3/L), utilícese una técnica de extrapolación basada en la proporcionalidad cercana de la concentración de hidrogeniones y el exceso de reactivo más allá del punto de equivalencia. Se mide con precisión la cantidad de ácido estándar requerida para reducir el pH exactamente en 0.30 unidades. Como este cambio del pH corresponde a una duplicación exacta de la concentración de hidrogeniones, puede hacerse una extrapolación simple para el punto de equivalencia.
- b) *Puntos Finales:* Cuando la alcalinidad se debe enteramente al contenido de carbonato o bicarbonato, el pH en el punto de equivalencia de la titulación se determina en función de la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en esta fase. Esta concentración depende, a su vez, del tipo de carbonato total nativo existente y de cualquier pérdida que pueda haberse producido durante la titulación. Como puntos de equivalencia de las concentraciones de alcalinidad correspondientes, en mg de CaCO_3/L , se sugieren los valores de pH que se expresan a continuación. Alcalinidad de fenolftaleína es un término empleado tradicionalmente para designar la cantidad medida mediante titulación a pH 8.3, independientemente del indicador de color utilizado en su caso para la determinación. Las llamativas variaciones de color producidas por el púrpura de metacresol (pH 8.3) y el verde de bromocresol (pH 4.5) conceden utilidad estos indicadores para la titulación de alcalinidad.
- c) *Interferencias:* Los jabones, las materias oleosas y los sólidos en suspensión o precipitados pueden recubrir el electrodo de vidrio y causar una respuesta retardada. Déjense un tiempo adicional entre las adiciones del reactivo para permitir que el electrodo recupere el equilibrio, o límpiese éste en su caso. No se debe filtrar, diluir, concentrar o alternar la muestra.
- d) *Selección del Método:* Determínese la alcalinidad de la muestra a partir del volumen de ácido estándar requerido para titular una porción a un pH determinado. Titúlese a temperatura ambiente con un medidor de pH adecuadamente calibrado o un titulador eléctrico, o utilizando indicadores de

color. Infórmese de una alcalinidad menor de 20 mg de CaCO_3 solamente si ha sido determinada por el método de alcalinidad baja. Confecciónese una curva de titulación para estandarización de los reactivos. Los indicadores de color pueden utilizarse para titulaciones habituales y de control en ausencia de color y turbidez que puedan interferir, y en titulaciones preliminares para seleccionar el tamaño de la muestra y la potencia del reactivo.

- e) *Tamaño de la Muestra:* Para seleccionar el tamaño de la muestra que va a titularse y la normalidad del reactivo, sustituyendo ácido sulfúrico (H_2SO_4) o clorhídrico (HCl) 0.02 ó 0.1 N por el álcali estándar de este método. Si se sigue el método de alcalinidad baja, titúlese una muestra de 20 mL con H_2SO_4 0.02 N, a partir de una bureta de 10 mL.
- f) *Toma de Muestras y Conservación:* Recójense las muestras en botellas de polietileno o vidrio borosilicato y consérvense a baja temperatura. Llénense las botellas por completo y tápanse herméticamente.

Aparatos

- a) *Titulador Electrométrico:* Utilícese cualquier medidor de pH disponible en el mercado o un titulador electrolítico provisto de un electrodo de cristal y que pueda ser leído hasta unidades de pH 0.05. Estandarícese y equilibrese con arreglo a las instrucciones del fabricante. Debe presentarse una especial atención a la compensación de la temperatura y al cuidado del electrodo. Si la temperatura no se compensa de forma automática, titúlese a 25 ± 5 °C.
- b) *Vaso de Titulación:* Su tamaño y forma dependerán de los electrodos y del tamaño de la muestra. El espacio queda libre sobre la muestra debe ser lo más reducido posible, dejando sitio para el reactivo y la inmersión completa de la porción indicadora de los electrodos. Para electrodos de tamaño convencional, llénese un vaso Berzelius sin ranuras, de tipo alto con una capacidad de 200 mL. Colóquese un tapón con tres orificios, para ajustar los dos electrodos y la bureta. Con un electrodo miniatura de combinación vidrio-referencia, empléese un erlenmeyer de 1250 ó 250 mL con un tapón de dos orificios.
- c) *Agitador Magnético*
- d) *Pipeta Volumétricas*
- e) *Matraces Volumétricos, 1000, 200, 100 mL*

f) *Buretas, 50, 25 y 10 mL*

g) *Botella de Poliolefina, 1L*

Reactivos

a) *Solución de Carbonato Sódico, aproximadamente 0.05 N:* Séquense entre 3 y 5 g de Na_2CO_3 estándar primario a 250°C durante 4 h y enfríense en desecador. Se pesan 2.5 ± 0.2 mg y se transfiere a un matraz volumétrico de 1 litro, llenando hasta la marca con agua destilada y mezclando el reactivo. No debe conservarse más de una semana.

b) *Ácido Sulfúrico o Clorhídrico Estándar, 0.1 N:* Prepárese la solución ácida de normalidad aproximada a la indicada en preparación de reactivos de mesa. Estandarícese frente a una solución de 40 mL de Na_2CO_3 0.05 N en probeta, con unos 60 mL de agua, titulando potenciométricamente a un pH aproximado de 5. Elévense los electrodos, enjuáguese en la misma probeta y háganse hervir suavemente durante 3-5 minutos cubriendo con un vidrio de reloj. Enfríese a temperatura ambiente, enjuáguese el cristal en la probeta y conclúyase la operación titulando en el punto de inflexión de pH. Calcúlese la normalidad.

$$\text{Normalidad} = \frac{A \times B}{53.00 \times C}$$

Dónde:

A = g de Na_2CO_3 , pesados em matraz de 1 L

B = mL de solución de Na_2CO_3 tomados para titulación

C = mL de ácido empleados

c) Utilícese la normalidad medida en los cálculos o ajústese a 0.1000 N; 1 mL de solución 0.1000 N = 5.0 mg de CaCO_3 .

d) *Ácido Sulfúrico o Clorhídrico Estándar, 0.02 N:* Dilúyanse 200 mL de ácido estándar 0.1000 N hasta 1000 mL de agua destilada o desionizada. Estandarícese mediante titulación potenciométrica de 15.0 mL de Na_2CO_3 0.05 N, donde 1 mL = 1.0 mg de CaCO_3 .

e) *Solución Indicadora de Verde de Bromocresol, Indicador de pH 4.5:* Disuélvanse 100 mg de púrpura de verde de bromocresol, sal sódica, en 100 mL de agua destilada.

- f) *Solución Indicadora de Púrpura de Metacresol, Indicador de pH 8.3*: Disuélvanse 10 mg de púrpura de metacresol en 100 mL de agua.
- g) *Solución Alcohólica de Fenolftaleína, Indicador a pH 8.3*: Ver procedimiento C.1.8.
- h) *Tiosulfato sódico, 0.1 N*: Dilúyanse 25 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y disuélvanse en 1000 mL en agua destilada.

Procedimiento

- a) *Cambio de Color*: Ajústese la muestra a la temperatura ambiente si es necesario, y vacíese con pipeta en un erlenmeyer, manteniendo la punta de la pipeta cerca del fondo del matraz. Si existe cloro residual libre, añádanse 0.05 ml (dos gotas) de solución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 M, o destrúyase mediante la aplicación de rayos ultravioleta. Añádanse 0.2 mL (cinco gotas) de solución indicadora y titúlese sobre la superficie blanca hasta conseguir un cambio de color persistente, característico del punto de equivalente. Puede emplearse las soluciones o los sólidos indicadores que se encuentran disponibles en el mercado diseñados para margen adecuado de pH (3.7 u 8.3). Investíguese el color de la misma cantidad a una solución tampón al pH designado.

Cálculo

Titulación Potenciométrica a pH de Punto Final:

$$\text{Alcalinidad, mg} \quad \frac{A \times N \times 50000}{\text{ml de muestra.}} \quad \text{CaCO}_3/\text{L} = \quad (1.2)$$

Dónde:

A = mL utilizados de ácidos estándar

B = Normalidad de ácido estándar

Dureza: Método de Titulométrico de EDTA(SM 2343)

Discusión General

- a) *Principio*: El ácido etilendiaminotetracético y sus sales de sodio (EDTA) forman un complejo de quelato soluble al añadirse a las soluciones de algunos cationes metálicos. Si a una solución acuosa que contenga iones calcio y magnesio a un pH de 10 ± 0.1 se añade una pequeña cantidad de colorante, como negro de eriocromo T o calmadita, la solución toma un color rojo vino. Si se añade EDTA como reactivo de titulación los iones de calcio y

magnesio formarán un complejo, y, cuando todos estos iones estén incluidos en dicho complejo, la solución cambiará de rojo vino al azul, señalando el punto final de la titulación. Para obtener un punto final satisfactorio han de estar presente los iones de magnesio. Para asegurar esta presencia, se añade al tampón una pequeña cantidad de sal magnésica de EDTA, neutra desde el punto de vista complexométrico; de este modo se introduce automáticamente una cantidad suficiente de magnesio y evita la necesidad de una corrección de blanco. La nitidez de punto final aumenta con los incrementos de pH. Sin embargo, el pH no puede aumentar indefinidamente debido al peligro de precipitación de carbonato cálcico (CaCO_3) o hidróxido magnésico, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ y porque la tentación cambia de color a pH alto. El valor de pH especificado de 10 ± 0.1 constituye una solución satisfactoria. Se fija un límite de cinco minutos de duración para la titulación, a fin de reproducir al mínimo la tendencia a la precipitación de CaCO_3 .

- b) *Interferencia:* Algunos iones metálicos interfieren produciendo puntos finales débiles o indiferenciados, o provocando un consumo estequiométrico de EDTA. Redúzcase esta interferencia añadiendo algunos inhibidores antes de la titulación. El Mg-EDTA secuestra selectivamente a los metales pesados, libera magnesio en la muestra y puede utilizarse como sustituto de inhibidores tóxicos o malolientes. Solamente es útil cuando el magnesio sustituido por los metales pesados no contribuye significativamente a la dureza total. Las materias orgánicas coloidales o en suspensión también pueden interferir en el punto final. Elimínese la interferencia mediante evaporación de la muestra por secado en baño de vapor y calentamiento en horno mufla a 550°C hasta que se produzca la oxidación completa de la materia orgánica. Dilúyase el residuo en 20 mL de ácido clorhídrico (HCl) 1 N, neutralícese pH 7 con hidróxido sódico (NaOH) 1N y complétese hasta 50 mL con agua destilada; enfríese a temperatura ambiente y continúese de acuerdo con el procedimiento general.
- c) *Precauciones en la Titulación:* Practíquese la titulación a la temperatura ambiente. El cambio de color se hace demasiado lento a medida que la muestra se acerca a la temperatura de congelación. La descomposición del indicador llega a constituir un problema cuando se emplea agua caliente. El pH especificado puede producir un ambiente propicio a la precipitación del CaCO_3 . Aunque el titulante disuelve lentamente estos precipitados, un punto final desviado suele proporcionar resultados pobres. La realización de la titulación en cinco minutos reduce al mínimo la tendencia a precipitar el CaCO_3 .

Reactivos

a) *Solución Tampón:*

- Disuélvase 16.9 g de cloruro amónico (NH_4Cl) en 143 mL de hidróxido de amonio (NH_4Cl) concentrado. Añádase 1.25 g de sal de magnesio de EDTA y dilúyase hasta 250 mL de agua destilada.
- Si no se dispone de sal de magnesio de EDTA, disuélvase 1.179 g de sal disódica de ácido etilendiaminotetraacéticodihidrato y 780 mg de sulfato de magnésico ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) o 644 mg de cloruro de magnésico ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) en 50 mL de agua destilada. Para alcanzar la máxima exactitud, ajústese a equivalente exacto por medio de la adición de una pequeña cantidad de EDTA, MgCl_2 o MgSO_4 . Consérvense las soluciones 1) y 2) en un recipiente plástico o de vidrio borosilicato, durante un período no superior a un mes. Tapónese herméticamente para evitar pérdidas de amoníaco (NH_3) o captura de dióxido de carbono (CO_2). Manipúlese la solución tampón mediante una pipeta de bulbo. Se prescindirá del tampón cuando, al añadirse 1 ó 2 mL a la muestra, éstos no puedan producir un pH de 10.0 ± 0.1 en el punto final de la titulación.
- También puede adquirirse en el mercado tampones inodoros, los cuales constituyen una alternativa satisfactoria. Contienen sal de magnesio de EDTA y tienen la ventaja de ser relativamente inodoros y más estables que los tampones de $\text{NH}_4\text{Cl-NH}_4\text{OH}$. Por lo general, los tampones inodoros no proporcionan un punto final tan favorable como los de $\text{NH}_4\text{Cl-NH}_4\text{OH}$. A causa de su reacción más lenta, y pueden resultar inútiles cuando el método está automatizado. Prepárese uno de esos tampones mezclando 55 mL de HCl conc. con .400 mL de agua destilada y a continuación añádase, lentamente y agitándolo, 300 mL de 2-aminoetanol (libre de aluminio y metales pesados). Agréguese 5.0 g de sal de magnesio de EDTA y dilúyase hasta 1 L de agua destilada.

b) *Indicadores:* Se han propuesto muchos tipos de soluciones indicadoras, que pueden utilizarse si el analista demuestra que proporcionan valores exactos. El principal problema que presentan estas soluciones es que se deterioran con el tiempo, produciendo puntos finales poco netos. Por ejemplo, las soluciones alcalinas de negro de eriocromoT son sensibles a los oxidantes, y sus soluciones acuosas o alcohólicas son inestables. En general, utilícese la menor cantidad de indicador capaz de obtener un punto final neto.

Negro de EriocromoT: Sal sódica de ácido 1-(1-hidroxi-2-naftilaza)-5-nitro-2-naftol-4-sulfónico. Disuélvase 0.5 g de colorante en 100 g de 2,2', 2''-nitrilotrietanol (también llamado trietanolamina) o 2-metoximetanol (también llamado etilenglicol-monometiléter). Añádanse 2 gotas por 50 mL de solución a titular. Si es necesario, ajústese el volumen.

- c) *Titulante EDTA Estándar, 0.01 M:* Se pesan 3.723 g de etilendiaminetetracetatodisódicotrihidrato, grado de reactivo analítico, también llamado (etilenodinitrilo) sal disódica del ácido tetraacético (EDTA), a continuación se disuelve en agua destilada hasta 1000 mL. Estandarícese frente a solución de calcio estándar (2d) como se describe más adelante (apartado 3a). El titulante extrae cationes productores de dureza de los recipientes de vidrio blando, por lo que debe conservarse en frasco de polietileno (preferible) o vidrio borosilicato. El deterioro gradual se compensa mediante la reestandarización periódica y la utilización de un factor de corrección adecuado.
- d) *Solución de Calcio Estándar:* Se pesan 1.000 g de polvo de CaCO_3 . Anhidro (estándar principal o reactivo especial, bajo metales pesados, álcalisis y magnesio) en un erlenmeyer de 500 mL. Colóquese un embudo en el cuello del matraz y añádase, poco a poco, 1 + 1 HCl hasta la disolución total de CaCO_3 . Mézclense 200 mL de agua destilada y hágase hervir durante unos minutos para expeler el CO_2 . Enfríese, añádanse unas gotas de indicador rojo de metilo y ajústese al color naranja intermedio por adición de NH_4OH 3N o 1 + 1 HCl, según se requiera. Transválese cuantitativamente y dilúyase hasta 1000 mL con agua destilada; 1 mL = 1.0 mg de CaCO_3 .

Procedimiento

- a) *Titulación de Muestras:* Selecciónese un volumen de muestra que requiera menos de 15 mL de reactivo EDTA y realícese la titulación en cinco minutos, medidos a partir del momento de la adición del tampón. Dilúyanse 25.0 mL de muestra hasta alrededor de 50 mL de agua destilada en una batea de porcelana u otro recipiente adecuado. Añádase entre 1 y 2 mL de solución tampón. Por lo general, 1 mL será suficiente para dar un pH de 10.0 a 10.1. La ausencia de un cambio de color de punto final neto en la titulación suele significar la necesidad de un inhibidor en este punto, o que el indicador se ha deteriorado.
- a) Añádanse una o dos gotas de solución indicadora o una cantidad adecuada del reactivo en polvo seco. Poco a poco, añádase titulante EDTA estándar, removiendo continuamente, hasta que desaparezcan las últimas gotas con intervalo de 3-5 segundos. En el punto final, la solución suele ser azul. Se

recomienda utilizar luz natural o una lámpara fluorescente de luz día, ya que las lámparas de incandescencia tienden a producir un matiz rojizo en el azul de punto final.

Cálculos

$$\text{Dureza (EDTA) como mg de CaCO}_3\text{/L} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml de muestra}} \quad (1.3)$$

Dónde:

A = mL de titulación para la muestra

B = mg CaCO₃ equivalente a 1.0 mL de titulante EDTA

Coliformes Termotolerantes: Método de Filtro Membrana

Preparación del Medio de Cultivo

Para preparar 1 litro de medio de cultivo, pesar los siguientes reactivos:

- 71.2 g de lauril sulfato (BBL)
- 14g de agar técnico No.3
- 0.2 g de rojo fenol

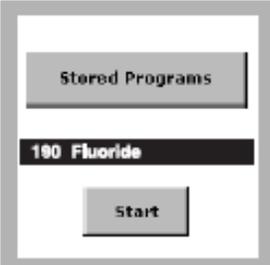
Mezclar en un balón aforando a 1 litro con agua destilada, esterilice en autoclave por 15 minutos a 121°C. Enfriar a 45°C y verter en las placas petri aproximadamente 3 ml del medio de cultivo.

Procedimiento

- a) Se esteriliza el sistema de filtración adicionando 1 ml de metanol y flameando, en el mechero.
- b) Si se usa el sistema Gelmande plástico, esterilice en Baño María a 100°C por 5 minutos, previo a cada análisis.
- c) Con la pinza se toma la membrana; se coloca sobre la placa petri con medio de cultivo y se incuba a 47°C por 18 horas. Se cuentan los puntos amarillos y se reportan como número de colonias coliformes termotolerantes en 100 mL.

- d) Este método, es únicamente para agua con baja contaminación, de fuentes superficiales o subterráneas, con turbiedad menor a 5 NTU. En caso de muestras con turbidez entre 5 y 30 NTU se filtran 50 mL y el número de colonias detectadas se multiplica, por dos.

Flúor

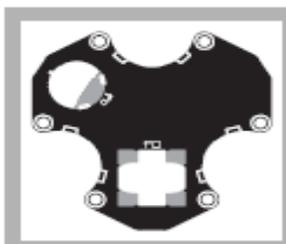
Using SPADNS Reagent		Method 8029	
			
1. Select the test.	2. Install the Multi-cell Adapter with the 1-inch square cell holder facing the user.	3. Prepared Sample: Pipet 10.0 mL of sample into a dry square sample cell.	4. Blank Preparation: Pipet 10.0 mL of deionized water into a second dry square sample cell.
			
5. Carefully pipet 2.0 mL of SPADNS Reagent into each cell. Swirl to mix.	6. Press TIMER>OK . A one-minute reaction period will begin.	7. When the timer expires, insert the blank into the cell holder with the fill line facing the user. Press ZERO . The display will show: 0.00 mg/L F ⁻	8. Insert the prepared sample into the cell holder with the fill line facing the user. Results are in mg/L F ⁻ .

Hierro Total

Powder Pillows Method 8008



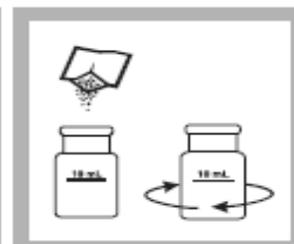
1. Select the test.



2. Insert the Multi-cell Adapter with the 1-inch square cell holder facing the user.



3. **Prepared Sample:** Fill a clean square sample cell with 10 mL of sample.



4. Add the contents of one FerroVer Iron Reagent Powder Pillow to the sample cell. Swirl to mix.

An orange color will form, if iron is present



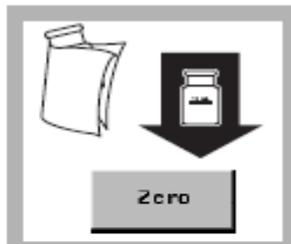
5. Press **TIMER>OK**.

A three-minute reaction period will begin.
(Allow samples that contain rust to react for at least 5 minutes.)



6. **Blank Preparation:**

Fill a second square sample cell with 10 mL of sample.



7. When the timer expires, insert the blank into the cell holder with the fill line facing the user.
Press **ZERO**.

The display will show:
0.00 mg/L Fe



8. Place the prepared sample into the cell holder with the fill line facing the user.

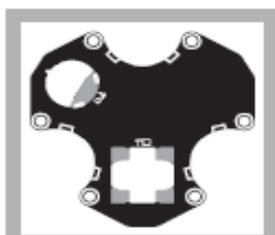
Results are in mg/L Fe.

Manganeso

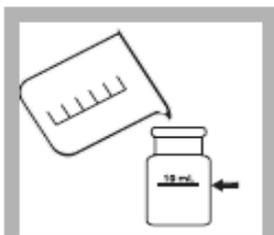
Powder Pillows Method 8034



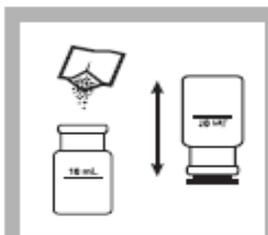
1. Select the test.



2. Insert the Multi-cell Adapter with the 1-inch square cell holder facing the user.



3. **Prepared Sample:** Fill a square sample cell with 10 mL of sample.

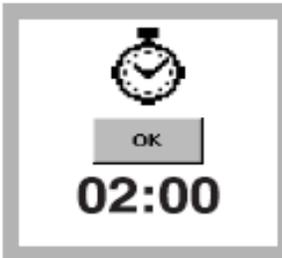


4. Add the contents of one Buffer Powder Pillow, Citrate Type for Manganese. Stopper and invert to mix.

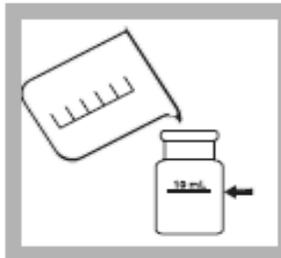


5. Add the contents of one Sodium Periodate Powder Pillow to the sample cell. Stopper and invert to mix.

A violet color will develop if manganese is present.



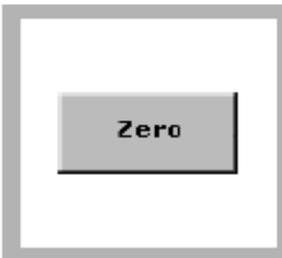
6. Press **TIMER>OK**. A two-minute reaction period will begin.



7. **Blank Preparation:** Fill a second square sample cell with 10 mL of sample.



8. When the timer expires, insert the blank into the cell holder with the fill line facing the user.



9. Press **ZERO**. The display will show:
0.0 mg/L Mn

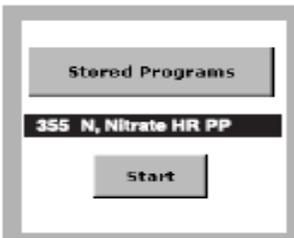


10. Within eight minutes after the timer expires, insert the sample into the cell holder with the fill line facing the user.

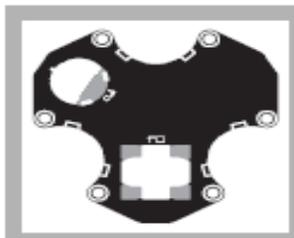
Results are in mg/L Mn

Powder Pillows

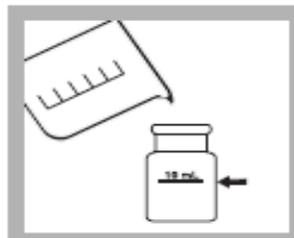
Method 8039



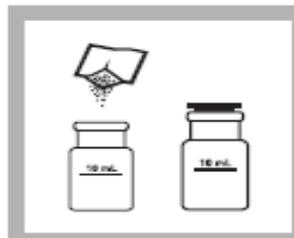
1. Select the test.



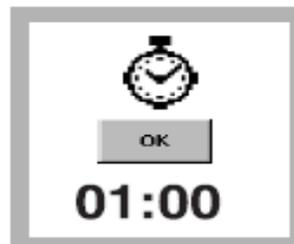
2. Insert the Multi-cell Adapter with the 1-inch square cell holder facing the user.



3. Fill a square sample cell with 10 mL of sample.



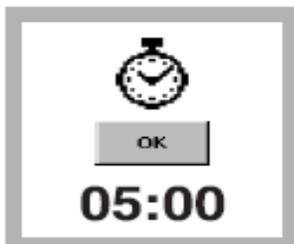
4. **Prepared Sample:** Add the contents of one NitraVer 5 Nitrate Reagent Powder Pillow. Stopper.



5. Press **TIMER>OK**. A one-minute reaction period will begin.

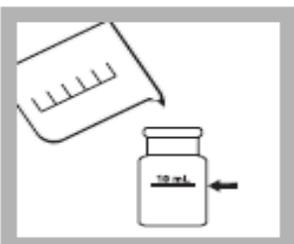


6. Shake the cell vigorously until the timer expires.



7. When the timer expires, press **TIMER>OK** again. A five-minute reaction period will begin.

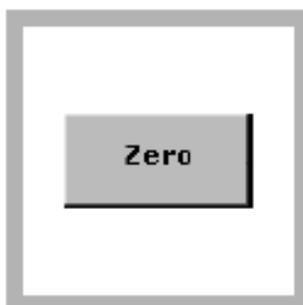
An amber color will develop if nitrate is present.



8. **Blank Preparation:** When the timer expires, fill a second square sample cell with 10 mL of sample.



9. Wipe the blank and insert it into the cell holder with the fill line facing the user.



10. Press ZERO.
The display will show:
0.0 mg/L NO₃⁻-N



11. Within one minute after the timer expires, wipe the prepared sample and insert it into the cell holder with the fill line facing the user.

Results are in mg/L NO₃⁻-N.

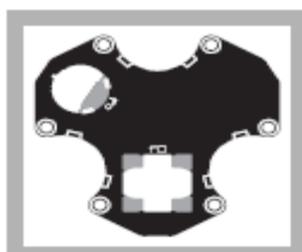
Amonio

Nessler

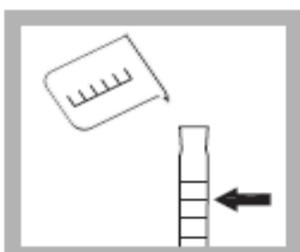
Method 8038



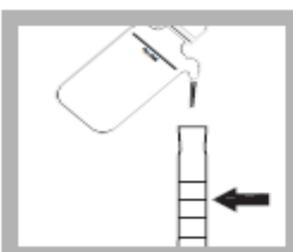
1. Select the test.



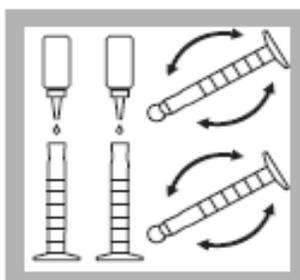
2. Insert the Multi-cell Adapter with the 1-inch square cell holder facing the user.



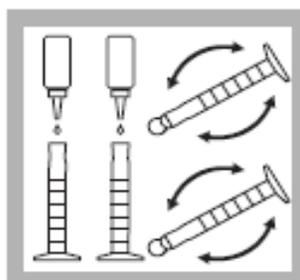
3. **Prepared Sample:**
Fill a 25-mL mixing graduated cylinder to the 25-mL mark with sample.



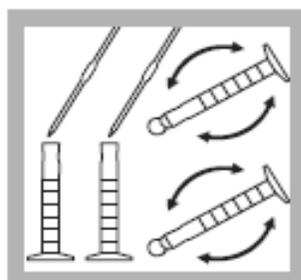
4. **Blank Preparation:**
Fill a 25-mL mixing graduated cylinder to the 25-mL mark with deionized water.



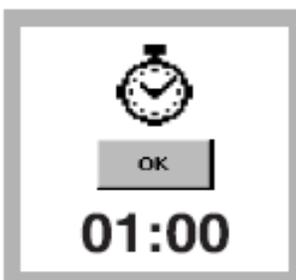
5. Add three drops of Mineral Stabilizer to each cylinder. Stopper and invert several times to mix.



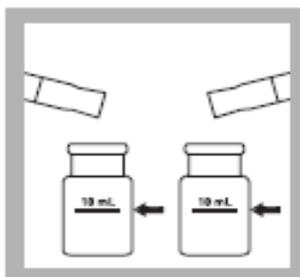
6. Add three drops of Polyvinyl Alcohol Dispersing Agent to each cylinder. Stopper and invert several times to mix.



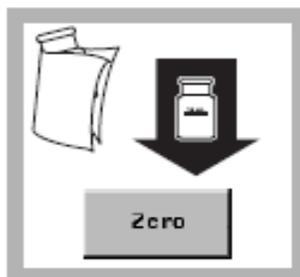
7. Pipet 1.0 mL of Nessler Reagent into each cylinder. Stopper and invert several times to mix.



8. Press **TIMER>OK**.
A one-minute reaction period will begin.



9. Pour 10 mL of each solution into a square



10. When the timer expires, insert the blank



11. Wipe the prepared sample and insert it into