



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

## **TESIS**

**“ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA  
SUBTERRANEA NO TRATADA Y SUS EFECTOS EN  
LA SALUD DEL CONSUMO DOMESTICO EN EL  
DISTRITO CORIRE, PROVINCIA CASTILLA Y  
DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**LUIGUERT ABDON DEL CARPIO DEL CARPIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA - PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis la dedico con todo cariño a mis padres y hermano por su sacrificio y esfuerzo, por brindarme la oportunidad de estudiar y creer en mi capacidad.

A mi mama Gladis mi abuela por ser gran fuente de motivación a continuar con mi carrera profesional e inspiración para poder superarme cada día.

A mi pareja Stephany por su cariño y comprensión, por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradezco a la Universidad Alas Peruanas por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, asimismo agradezco a mis docentes el cual me inculcaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante.

También agradezco a mis amigos durante todos los años de Universidad ya que gracias a ellos se formó un lazo de amistad.

## RESUMEN

En el presente trabajo se determinó la **calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas subterráneas no tratada y sus efectos en la salud del consumo doméstico en el distrito de Corire, Provincia de Castilla y Departamento de Arequipa**, calidad del agua que es destinada al consumo humano, para ello se evaluó sus características físicas, químicas y bacteriológicas, y establecidos dentro de las ECA correspondiente. Para el análisis bacteriológico se usó el método de tubos múltiples de fermentación, para los casos químicos y físicos los métodos de acuerdo a la naturaleza de los análisis, concluyendo que el agua subterránea no tratada no es adecuada para consumo humano, pues tiene elevada presencia de coliformes y turbiedad, lo que indica exceso de sedimentos, además de la falta de cloro residual para eliminar las bacterias detectadas.

Es necesario considerar que estas aguas no proceden de ningún río, sino del subsuelo, es decir son napas freáticas que seguramente provienen de algún río o sumidero, que en todo caso requiere un tratamiento especial antes de ser dispuesto para continuar con el consumo humano.

El estudio ha demostrado entonces que las aguas que proceden de pozos, generalmente no son las apropiadas, y revisten un serio riesgo para la salud de estas poblaciones, demás está, establecer que requieren de un tratamiento para ser utilizadas.

**El autor**

## **ABSTRACT**

In the present work the physical and chemical quality and microbiological quality of the untreated groundwater and its effects on the health of the domestic consumption in the district of Corire, Castile and Arequipa were determined, water quality that is destined for human consumption, For this purpose, the physical, chemical and bacteriological characteristics were evaluated and established within the corresponding RCTs. For the bacteriological analysis, the method of multiple fermentation tubes was used, for chemical and physical cases the methods according to the nature of the analyzes, concluding that untreated groundwater is not suitable for human consumption, since it has a high presence of Coliforms and turbidity, indicating excess sediment, in addition to the lack of residual chlorine to eliminate the bacteria detected.

It is necessary to consider that these waters do not come from any river, but from the subsoil, that is to say, they are water tables that surely come from some river or sumidero, that in any case requires a special treatment before being arranged to continue with the human consumption.

The study has shown that water from wells is generally not appropriate, and is a serious risk to the health of these populations, but is establishing that they require treatment to be used.

**The author**

# INTRODUCCIÓN

En el presente estudio tiene el propósito de dar a conocer el Análisis de la calidad del agua subterránea no tratada y sus efectos en la salud del consumo doméstico en el distrito Corire, provincia Castilla y departamento de Arequipa.

Dicho estudio se desprendió a causa de una exploración de una información, que si el agua subterránea consumida en forma diaria de parte de los pobladores de la zona de Corire se está contaminando en forma gradual y sistemática.

La contaminación del agua es uno de los factores que restringe el acceso y la disponibilidad de fuentes de agua potable a las poblaciones. El estudio se realizó con el objetivo de analizar desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico del agua subterránea que es fuente de agua para consumo humano tomando en cuenta condiciones óptimas. Los indicadores de calidad analizados fueron, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, alcalinidad, dureza, color, nitratos ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), orto fosfatos ( $\text{PO}_4$ ), bacterias coliformes termo tolerantes y no coliformes. Se realizaron muestras en el lugar donde se extraía el agua

Se efectuó los análisis desde el punto de vista microbiológico y fisicoquímico y la encuesta de salubridad, en el cual se determinó que, dichas aguas no son aptas para el consumo humano.

# ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	v

## CAPÍTULO I

### PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.	Descripción de la realidad problemática	01
1.1.1.	Caracterización del problema	01
1.1.2.	Definición del Problema	03
1.2.	Formulación del problema	04
1.2.1.	Problema general	04
1.2.2.	Problemas específicos	04
1.3.	Objetivo de la investigación	04
1.3.1.	Objetivo general	04
1.3.2.	Objetivos específicos	04
1.4.	Justificación de la investigación	05
1.4.1.	Justificación Teórica	05
1.4.2.	Justificación Metodológica	05
1.4.3.	Justificación Práctica	06
1.5.	Importancia de la investigación	06
1.6.	Limitaciones de la Investigación	06

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	Marco Referencial	07
2.1.1.	Antecedentes de la Investigación	07
2.1.2.	Referencias históricas	08
2.2.	Marco Legal	10

2.3.	Marco Conceptual	12
2.4.	Marco Teórico	14
2.4.1.	El agua subterránea	14
2.4.2.	Disponibilidad del agua subterránea	16
2.4.3.	Calidad del agua potable subterránea	16
2.4.4.	Factores de contaminación	16
2.4.5.	Monitoreo de la calidad del agua	17
2.4.6.	Importancia del agua	20
2.4.7.	Composición química de las aguas subterráneas	20
2.4.8.	Principales constituyentes químicos	22
2.4.9.	Características fisicoquímicas de las aguas subterráneas	26
2.4.10.	Importancia del agua subterránea	29
2.4.11.	Fuentes de captación	29
2.4.12.	Contaminación del agua subterránea	31
2.4.13.	Indicadores de Contaminación microbiana	31
2.4.14.	Indicadores de contaminación química	35
2.4.15.	Control de calidad microbiológica de las aguas Subterráneas	36
2.4.16.	Efectos en el consumo doméstico	37

### **CAPÍTULO III**

#### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

3.1.	Tipo y Nivel de la Investigación.	40
3.1.1.	Tipo de Investigación	40
3.1.2.	Nivel de la Investigación	40
3.2.	Método de la Investigación	40
3.3.	Diseño de la Investigación	43
3.4.	Hipótesis de la Investigación	44
3.4.1.	Hipótesis General	44
3.4.2.	Hipótesis Específicas	44
3.5.	Variables	44
3.5.1.	Variable Independiente	44



3.5.2. Variable Dependiente	45
3.6. Cobertura del estudio de la Investigación	47
3.6.1. Universo	47
3.6.2. Población	47
3.6.3. Muestra	48
3.6.4. Muestreo	49
3.7. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos	49
3.7.1. Técnicas de la Investigación	49
3.7.2. Instrumentos de la Investigación	49
3.7.3. Fuentes de Recolección de Datos	49
3.8. Procesamiento Estadísticos de la Información	50
3.8.1. Estadísticos	50
3.8.2. Representación	50

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

4.1. Presentación de Resultados	51
4.1.1. Resultados Parciales	51
4.1.2. Resultados Generales	54
4.2. Discusión de Resultados	70

CONCLUSIONES	72
--------------	----

RECOMENDACIONES	74
-----------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
----------------------------	----

ANEXOS	79
--------	----

ANEXO N° 1: Técnica de flotación por centrifugación con sulfato de zinc modificada	80
--	----

ANEXO N° 2: Técnica de análisis fisicoquímicos realizados	82
---	----

ANEXO N° 3: Resultados de la determinación e identificación de Protozoos	95
--	----

ANEXO N° 4: Interpretación de los tipos de agua según el RAS	99
--	----

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1:	Normas Legales	10
TABLA N° 2:	NOM-179-SSA1-2008. Vigilancia y evaluación del control de la calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público	19
TABLA N° 3:	Enfermedades atribuibles al consumo de agua y de alimentos en un brote epidemiológico	39
TABLA N° 4:	Técnicas usadas para los análisis fisicoquímicos	41
TABLA N° 5:	Operacionalización de Variables	46
TABLA N° 6:	Datos de la Población del distrito de Corire	47
TABLA N° 7:	Demografía	51
TABLA N° 8:	Ubicación Geográfica	53
TABLA N° 9:	Presupuesto de ejecución de obra	54
TABLA N° 10:	Población con acceso a seguro médico	54
TABLA N° 11:	Valores máximos y mínimos hallados	61
TABLA N° 12:	Procesamiento de la pregunta N° 1	63
TABLA N° 13:	Procesamiento de la pregunta N° 2	64
TABLA N° 14:	Procesamiento de la pregunta N° 3	66
TABLA N° 15:	Procesamiento de la pregunta N° 4	67
TABLA N° 16:	Procesamiento de la pregunta N° 5	68
TABLA N° 17:	Resultado de los análisis fisicoquímicos	84
TABLA N° 18:	Resultados de la determinación e identificación de Protozoos.	96
TABLA N° 19:	Interpretación de los tipos de agua según el RAS	99

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 1:	Presencia de P. Aeruginosa	56
GRAFICO N° 2:	Revelación con luz UV	56
GRÁFICO N° 3:	Tiempo que vive en el distrito de Corire	63
GRÁFICO N° 4:	¿Cree usted que el consume del agua que bebe sea la causante de los problemas de la salud?	65
GRÁFICO N° 5:	Considera que uno de sus familiares de su entorno o propiamente usted sufre algún malestar a causa de haber bebido esta agua	66
GRÁFICO N° 6:	El Distrito de Corire se encuentra contaminado	67
GRÁFICO N° 7:	Alguna vez la Municipalidad de Urca Corire ha propiciado campañas de salubridad a los pobladores del distrito, para contra restar los riesgos ambientales.	69
GRÁFICO N° 8:	Medidas debería desarrollar la Municipalidad para contra restar los riesgos contaminantes en el agua del consumo doméstico	70

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **1.1.1. Caracterización del problema.**

Las ciudades del mundo donde se desarrolla una serie de actividades productivas y de servicios se genera una serie de complicaciones que no están ajenas en relación al comportamiento social y del medio natural. Hoy se vienen dando alerta, a través de los medios de comunicación, sobre el desequilibrio ecológico, con el pronunciamiento del calentamiento global, los deshielos de los casquetes de los polos, la desaparición de especies de la flora y la fauna, pero lo más preocupante es el destino del agua dulce en especial que ha empezado a descender y que en el futuro, este elemento químico costara más que un galón de petróleo y/o del gas licuado.

Existen en diferentes partes del mundo, el problema de la escases del agua para el consumo humano, a causa de la sequía, en otras situaciones, que un sector de la población, no toma la debida conciencia sobre la racionalización del agua, a esto se agrega, que existen lugares que las aguas que son consumidas por las población, no son aptas debido a que presenta una serie de anomalías, como la presencia de las bacterias, microorganismos desde el punto de vista microbiológico, como también la presencia de metales pesados.

Por este motivo, quienes son responsables de monitorear y evaluar el consumo del agua en el destino agrícola, industrial y humano, este último debe llevarse a cabo bajo estudios bioquímicos, con la finalidad de evitar efectos negativos en la salud, pese a ellos, existen algunos descuidos referente al tratamiento del agua que se encuentra destinado al consumo humano, debido a las fallas de los análisis fisicoquímico y microbiológico

Evidente las medidas de control de la calidad se basan en el cumplimiento de los criterios sanitarios de las aguas de consumo humano y de las instalaciones que permiten el suministro desde la captación hasta el grifo del consumidor, para garantizar la salubridad, la calidad y la limpieza, con el objetivo de proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas.

Pues, la calidad del agua destinada a un abastecimiento se centraba principalmente en que el agua estuviera exenta de sabores, olores, no fuera muy dura y no contuviera bacterias patógenas, confiándose en gran medida en que el poder auto depurador de los embalses o ríos, y la protección de las zonas de captación eran suficientes para lograr una aceptable calidad que se completaría con un tratamiento simple de decantación, filtración y desinfección, así como hacer determinadas comprobaciones generalmente bacteriológicas del agua en la red, ausencias de sabores y olores y presencia de ligeras concentraciones del desinfectante empleado.

Si bien es cierto que para potabilizar el agua, tiene un costo económico y cuyos insumos químicos, como la utilización del cloro en especial, tiene el propósito de eliminar la presencia de agentes extraños, no solo basta, debido a que existen estudios más especializados.

En el caso de la región de Arequipa, sus pobladores de la capital tuvieron que soportar el sabor desagradable del agua potable y la presencia de bacterias, que tuvieron que ser sometidas a una serie de pruebas fisicoquímicas y microbiológicas. Pero esta situación se agudiza más en zonas más alejadas de la metrópoli, como el caso del distrito de Corire, donde los pobladores en forma diaria consumen el agua que debidamente no se encuentra tratada, ya que su fuente de un ojo subterráneo

### **1.1.2. Definición del Problema**

Frente a la problemática de la situación de la gestión del tratamiento de las aguas subterráneas que etaria destinadas al consumo doméstico, se ha definido nuestro Problema en llevar a cabo en llevar a cabo un análisis fisicoquímico y microbiológico en estas aguas que provienen del subterráneo y que actualmente en la población del distrito de Corire, lo consume en forma diaria, sin ningún tipo de restricciones.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuáles son los efectos en la salud de la población de Corire por el consumo del agua subterránea no tratada?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Qué tipos de microorganismos se pudiera detectar en las aguas subterráneas del distrito de Corire después de la realización del análisis microbiológico?
- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de las aguas subterráneas en el área de estudio?
- ¿Debe ser apta para el consumo doméstico esta agua subterránea proveniente del pozo en el distrito de Corire?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar los efectos en la salud de la población de Corire por el consumo del agua subterránea no tratada.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar tipos de microorganismos se pudiera detectar en las aguas subterráneas del distrito de Corire después de la realización del análisis microbiológico.

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos de las aguas subterráneas en el área de estudio.
- Comprobar la aptitud para el consumo doméstico esta agua subterránea proveniente del pozo en el distrito de Corire.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Justificación Teórica**

El presente estudio permitirá mediante la aplicación de la teoría y los conceptos básicos del tratamiento del agua y en relación con la salubridad, la contratación de llegar a conclusiones fundamentales, que si una población consume aguas no bien tratadas con un análisis bioquímico, microbiológico, entonces estarán propensa a vulnerar sus defensas a través de una serie de enfermedades.

### **1.4.2. Justificación metodológica**

Los resultados de la presente investigación permitirán encontrar soluciones concretas frente a las implicancias del consumo de esas aguas subterráneas de parte de una población dada que esta propensa a deteriorar su salubridad. De confirmarse que gran parte de las enfermedades que se presentan en estas población a consecuencia del consumo de esta agua no tratada y que proviene del subterráneo, entonces deberá tomarse las medidas preventivas del caso. Lo que hace necesario en esta investigación, de quienes son responsables deben desarrollar una concientización a la población y cambiar los métodos del tratamiento del agua destinada al consumo humano.



### **1.4.3. Justificación Práctica.**

Mediante esta investigación se espera que los resultados sirvan de alerta a las instituciones que son responsables en cuanto al tratamiento del agua y su servicio de calidad, en cuanto al consumo del humano. Es decir, tratar de corregir las anomalías en cuanto al servicio del agua, que la fuente que es extraída el agua, pudiera cambiarse en forma parcial o total, ya que la finalidad es brindar la seguridad e higiene del agua.

### **1.5. IMPORTANCIA DE LA INVESTOGACIÓN.**

Es importante llevara cabo, ya que la ingeniería ambientalista no solo se limita ejecutar estudios de desarrollo sostenible de los recursos naturales, sino que al mismo tiempo efectuar una investigación de exploración y correlaciona, en descubrir, si verdaderamente el agua que es consumida de parte de la población del distrito de Corire reúne las condiciones adecuadas y hasta qué grado ataca a su vulnerabilidad de su salud.

### **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.**

En el desarrollo de la investigación se encontró en calidad de limitaciones, el recelo de proporcionar la información de parte de la post medica del distrito de Corire, el recelo de la población en manifestar su condición de salud. Y la poca información acerca de la problemática.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. MARCO REFERENCIAL**

##### **2.1.1. Antecedentes de la investigación**

Llego a las conclusiones que La salud humana se ve seriamente amenazada por la contaminación atmosférica, contaminación del agua, por la presencia de sustancias químicas y tóxicas así como por el deterioro de los recursos naturales y medio ambiente, cobrando vital importancia la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales. A ello debe añadirse la utilización poco racional del recurso hídrico, pues los diversos sectores económicos no son eficientes en su uso.

El efecto de las crecientes inversiones y gastos se generan por mayores exigencias de tratamiento de aguas residuales, por el aumento de concentraciones de contaminantes que aumentan junto con el desarrollo de los centros poblados, por lo que se está tratando de evitar el deterioro de los ecosistemas, lo que a menudo la sociedad desestima por restricciones de recursos y una pobre cultura ambiental y ecológica.

Caminati Briceño, Alessandra María; Caqui Febres Rocío Catherine Tesis Análisis y diseño de sistemas de tratamiento de agua para consumo humano y su distribución en la Universidad de Piura.

El objetivo del presente trabajo es diseñar dos alternativas de abastecimiento de agua para consumo humano en la Universidad de Piura y realizar una evaluación comparativa para la selección de la más conveniente para la universidad. La primera, consiste en la construcción de una planta de tratamiento para purificar el agua del pozo y distribuirla mediante bidones. Los beneficiarios de este servicio serían todo el personal de la universidad.

El análisis de los indicadores económicos básicos de esta propuesta, dan como resultado un VAN para un periodo de 10 años de S/. 364,627. La segunda también contempla la construcción de una planta de tratamiento, pero la distribución del agua sería mediante bebederos, siendo los beneficiarios toda la población universitaria. A diferencia de la otra propuesta la inversión es mayor, pero los gastos operativos son notablemente menores resultando un VAN de 0 años de S/. 213,440, el cual es menor a la propuesta anterior. Por otro lado, se evalúan también criterios cualitativos como abastecimiento continuo. Beneficio comunitario, salud del personal, entre otros. Siendo la propuesta más conveniente la de bebederos.

### **2.1.2. Referencias históricas.**

Los seres humanos han almacenado y distribuido el agua durante siglos. En la época en que el hombre era cazador y recolector el agua utilizada para beber era agua del río. Cuando se producían asentamientos humanos de manera continuada estos siempre se producen cerca de lagos y ríos. Cuando no existen lagos y ríos las personas aprovechan los recursos de agua subterráneos que se extrae mediante la construcción de pozos. Cuando la población

humana comienza a crecer de manera extensiva, y no existen suficientes recursos disponibles de agua, se necesita buscar otras fuentes diferentes de agua.

Hace aproximadamente 7000 años en Jericó el agua almacenada en los pozos se utilizaba como fuente de recursos de agua, además se empezó a desarrollar los sistemas de transporte y distribución del agua. Este transporte se realizaba mediante canales sencillos, excavados en la arena o las rocas y más tarde se comenzarían a utilizar tubos huecos. Por ejemplo en Egipto se utilizan árboles huecos de palmera mientras en China y Japón utilizan troncos de bambú y más tarde, se comenzó a utilizar cerámico, madera y metal. En Persia la gente buscaba recursos subterráneos. El agua pasaba por los agujeros de las rocas a los pozos.

Alrededor del año 3000 a.C., la ciudad de Mohenjo-Daro (Pakistán) utilizaba instalaciones y necesitaba un suministro de agua muy grande. En esta ciudad existían servicios de baño público, instalaciones de agua caliente y baños.

En la antigua Grecia el agua de esorrentía, agua de pozos y agua de lluvia eran utilizadas en épocas muy tempranas. Debido al crecimiento de la población se vieron obligados al almacenamiento y distribución (mediante la construcción de una red de distribución) del agua.

El agua utilizada se retiraba mediante sistemas de aguas residuales, a la vez que el agua de lluvia. Los griegos fueron de los primeros en tener interés en la calidad del agua. Ellos utilizaban embalses de aireación para la purificación del agua.

Los romanos fueron los mayores arquitectos en construcciones de redes de distribución de agua que ha existido a lo largo de la historia. Ellos utilizaban recursos de agua subterránea, ríos y agua de escorrentía para su aprovisionamiento. Los romanos construyeron presas para el almacenamiento y retención artificial del agua. El sistema de tratamiento por aireación se utilizaba como método de purificación. El agua de mejor calidad y por lo tanto más popular era el agua proveniente de las montañas.

Los acueductos son los sistemas utilizados para el transporte del agua. A través de los acueductos el agua fluye por miles de millas. Los sistemas de tuberías en las ciudades utilizan cemento, roca, bronce, plata, madera y plomo. Las fuentes de agua se protegían de contaminantes externos.

## 2.2. MARCO LEGAL

**TABLA N° 1: Normas Legales**

Nivel jerárquico	Tipo de norma	Principios de supra ordenación	Artículos
Primario	.Constitución Leyes Constitucionales	Constitucionalidad	Constitución de 1993, artículo 2, Inciso 1: Derecho a la Vida e integridad física. Artículos 7, 9 Derecho y Políticas de Salud. Artículos 66 y 67 El uso de los Recursos Naturales Hídricos.

Nivel jerárquico	Tipo de norma	Principios de supra ordenación	Artículos
Secundario	Tratados Ley Orgánica Leyes Decreto Ley Decretos Legislativos	Legalidad	En este rango normativo solo existen leyes que señalan que el Ministerio de Salud es competente para emitir normas de Calidad de Agua para Consumo Humano (Ver Anexo del Informe Final1)
Terciario	1.Decreto Supremo 2.Resolución Suprema 3.Resolución Ministerial 4.Resolución Directoral 5.Resolución de Organismo Regulador	Competencia Jerarquía del órgano que dicta la norma	Decreto Supremo N° 007-98-SA Resolución Suprema s/n de 1946 Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM Diversas Resoluciones y Directivas de SUNASS

Fuente: Rodríguez Fierro, Ernesto (2008) Derecho Ambientalista. Editorial Minerva. Lima

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL.

- **Calidad de agua:** Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua.

Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito.

Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra las cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable.

- **Agua:** Líquido inodoro, incoloro e insípido, ampliamente distribuido en la naturaleza. Representa alrededor del 70% de la superficie de la Tierra. Componente esencial de los seres vivos. Está presente en el planeta en cada ser humano, bajo la forma de una multitud de flujos microscópicos.
- **Agua potable:** Agua que puede beberse sin riesgos para la salud.
- **Aguas residuales:** También llamadas “aguas negras”. Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas.

- **Calentamiento global:** Es la alteración (aumento) de la temperatura del planeta, producto de la intensa actividad humana en los últimos 100 años. El incremento de la temperatura puede modificar la composición de los pisos térmicos, alterar las estaciones de lluvia y aumentar el nivel del mar.
- **Contaminación biológica:** Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las más conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomielitis, meningo encefalitis, colitis y otras infecciones.
- **Contaminación del suelo:** Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.
- **Contaminación hídrica:** Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo
- **Impacto ambiental:** Es la repercusión de las modificaciones en los factores del Medio Ambiente, sobre la salud y bienestar humanos. Y es respecto al bienestar donde se evalúa la calidad de vida, bienes y patrimonio cultural, y concepciones estéticas, como elementos de valoración del impacto.



- **Medio ambiente:** Es el conjunto de factores físico-naturales, sociales, culturales, económicos y estéticos que interactúan entre sí, con el individuo y con la sociedad en que vive, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia.
- **Agua de consumo humano:** Todas aquellas aguas ya sean en su estado original, ya sea después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cual sea su origen independientemente de que se suministre al consumidor, a través de las redes de distribución pública o privada, de cisternas o depósitos públicos o privados.

Todas aquellas aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación, comercialización de productos o sustancias desinadas al consumo humano, así como, a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos. - Todas aquellas aguas suministradas como parte de una actividad comercial o pública, con independencia del volumen diario suministrado. - Agua destinado a la producción de agua de consumo humano: aquellas aguas que independientemente de su origen, sufran o no u tratamiento, vayan a ser utilizadas para el consumo humano.

## **2.4. MARCO TEÓRICO.**

### **2.4.1. El agua subterránea**

En todo el mundo, los pozos y los manantiales o fuentes proporcionan agua para las ciudades, las cosechas, el ganado y últimamente para la industria. El agua subterránea es uno de los

recursos más valiosos y asequibles, aunque nuestras percepciones con respecto al ambiente su superficial del que procede son a menudo poco claras e incorrectas (Vargas 2004)

El agua subterránea es conocida como aquellas formaciones geológicas que permiten el paso del agua y su explotación. Se encuentra en la zona saturada, debajo de la superficie terrestre. Presenta sesenta veces más agua de la que hay en lagos y arroyos, pero parece algunas veces un problema por las diferentes profundidades a las que se encuentran, la velocidad de extracción y además, cuando se infiltran aguas contaminadas hasta los depósitos de agua subterránea, estas últimas también se contaminan (Hirata, Reboucas 2001)

El agua que se filtra por la zona de suelos no saturados, conocida como zona vadosa, lleva constituyentes disueltos, entre ellos compuestos orgánicos, hasta las agua subterráneas donde se descomponen en reacciones anaerobias. En las aguas subterráneas la des nitrificación esta favorecida por los potenciales redox bajos y las altas concentraciones de nitratos propios de muchos acuíferos (Schlesinger 2000)

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

#### **2.4.2. Disponibilidad del agua subterránea**

El agua que precipita se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados, debido a la gravedad de la Tierra. Eventualmente llega a los manantiales, los arroyos, lagos y océanos. Cuando el agua almacenada en el suelo puede fluir hacia los pozos y los arroyos, recibe el nombre de "acuífero". Este es una unidad geológica saturada que contiene agua extraíble en cantidades aprovechables. En función de las condiciones de presión a la que se encuentra sometida el agua subterránea, los acuíferos se pueden clasificar como libre, confinado y semiconfinado, entre otros.

#### **2.4.3. Calidad del agua potable subterránea**

La calidad del agua está determinada por diferentes características físicas, químicas y organolépticas entre otras, las cuales varían en función de la fuente de la cual provenga.

#### **2.4.4. Factores de contaminación**

La contaminación de un cuerpo de agua superficial o subterráneo depende de múltiples factores, como los siguientes:

Las descargas directas de agua residual provenientes de las actividades domésticas, agropecuarias o industriales, aportan contaminantes como el fósforo y el nitrógeno que son nutrientes para diversas formas de vida, organismos patógenos incluidos las bacterias y virus, materia orgánica, detergentes, metales pesados, sustancias químicas orgánicas sintéticas, hormonas y productos farmacéuticos.

- De forma indirecta hay alteración por la disposición inadecuada en el suelo de los residuos sólidos urbanos o peligrosos, que pueden ocasionar escurrimientos de los lixiviados hacia los acuíferos.
- Las fuentes potenciales de contaminación difusa son el sector agropecuario por la irrigación de cultivos con aguas residuales, aplicación de pesticidas, fertilizantes y residuos de granjas y la intrusión de agua salina.
- Filtraciones a través de las fisuras en los sistemas de distribución o por cambios en la presión.

Manejo intradomiciliario deficiente, el cual se agrava por el almacenamiento en cisternas, tinacos u otros depósitos en mal estado o que no se limpian con frecuencia.

- Hundimientos del terreno por la sobreexplotación del acuífero y la construcción de inmuebles cada vez más elevados.

#### **2.4.5. Monitoreo de la calidad del agua**

La contaminación del agua subterránea no es perceptible y en la mayoría de los casos se descubre cuando los usuarios detectan un cambio físico u organoléptico al consumirla.

El control permanente y sistemático de la calidad del agua para uso y consumo humano es útil para confirmar que el tratamiento para su potabilización y la distribución, respondan a los objetivos y reglamentaciones establecidas.

Un factor para prevenir la transmisión de enfermedades infecciosas y parasitarias, así como las derivadas de la continua ingestión de sustancias tóxicas que puede contener el agua abastecida a la población, es realizar actividades periódicas de vigilancia microbiológica y de salud pública de todo el sistema de abastecimiento de agua, de la fuente al consumidor.

La probabilidad para detectar un problema accidental o periódico dependerá de la frecuencia del monitoreo. En la norma NOM-179-SSA1-1998 se establece la base para realizarlo, pero también dependerá de los recursos económicos y humanos disponibles.

**TABLA N° 2**  
**NOM-179-SSA1-2008.**

**Vigilancia y evaluación del control de la calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público**

<b>Determinación de cloro residual libre en la red de distribución</b>		
<b>Población abastecida Número de habitantes</b>	<b>Muestras por número de habitantes</b>	<b>Frecuencia</b>
<2,500	1/<2,500	semanal
2,501-50,000	1/5,000	semanal
50,001-500,000	5/50,000	semanal
>500,000	1/50,000	diaria
<b>Examen microbiológico en red de distribución</b>		
Población abastecida Número de habitantes	Muestras por número de habitantes	Frecuencia
<50,000	1/<50,000	semanal
50,001-500,000	1/50,000	semanal
>500,000	1/250,000	diaria
<b>Análisis fisicoquímico y examen microbiológico</b>		
<b>Sitio de muestreo</b>		
En la entrada a red de distribución desde:	Numero de muestras	Frecuencia
Fuentes de abastecimiento superficial	1	Trimestral
Fuente de abastecimiento subterránea	1	Semestral
Mezcla de dos o más tipos de Fuentes y/o tanque de almacenamiento y regulación	1	Semestral (Trimestral si incluye Fuentes superficiales)

Fuente: SSA, 1999.

#### **2.4.6. Importancia del agua**

Se piensa que el agua siempre estará allí para nosotros cuando nosotros lo queremos.

Sin agua, los seres vivos morirían. Es necesaria para la vida del hombre, los animales y las plantas. Es parte importante de la riqueza de un país. Es utilizada en:

- En la agricultura.
- Para generar energía eléctrica.
- Para lavar, limpiar en la industria y minería.
- Como elemento de refrigeración y o elemento que transporta el calor en la industria.
- En forma de vapor para la industria. (Fuente de energía mecánica)

Como elemento que interviene en mezclas y disoluciones, en la industria. - Para el transporte. (Ríos caudalosos para transporte fluvial, transporte de madera) - Para el consumo humano: aseo, alimentación, etc. - La ganadería.

#### **2.4.7. Composición química de las aguas subterráneas**

La composición de un agua puede contemplarse desde diferentes puntos de vista: químico, bacteriológico, isotópico etc. La composición química del agua subterránea natural se define a partir de los análisis de muestras recogidas adecuadamente y se cuantifica por medio de la concentración de cada constituyente analizado.

La incorporación de los constituyentes al agua en variedad y concentraciones diferentes es posible debido a su elevado poder disolvente y a sus propiedades de combinación, esta unión de sustancias al agua comienza incluso antes de que se incorpore al sistema de flujo subterráneo propio de cada acuífero, gases, aerosoles polvo y sales diversas presentes en la atmosfera, reaccionan con el agua marcando el primer esbozo del quimismo del agua de infiltración; una vez infiltrada con unas características químicas definidas originadas en la atmosfera o en la superficie del terreno por evapotranspiración, el agua puede sufrir modificaciones drásticas en su composición como consecuencia de un conjunto de interacciones físicas - químicas y biológicas complejas con el medio (Rigola 1999).

Los factores que condicionan la composición del agua subterránea natural son múltiples, entre ellos cabe citar: naturaleza y disposición espacial de los materiales con los que el agua entra en contacto, superficie y duración del contacto, temperatura, presión, existencia de gases, grado de saturación del agua en relación con las distintas sustancias incorporables.

En consecuencia, la composición del agua subterránea natural debe contemplarse con la perspectiva de su posible variación espacio-temporal, una composición química concreta por lo tanto no queda completamente definida si no se refiere a un lugar y momento determinado (Rigola 1999).



#### 2.4.8. Principales constituyentes químicos

A pesar de la gran variabilidad de los elementos presentes en el agua subterránea y de la de sus concentraciones, estos han sido clasificados

Constituyentes mayoritarios o fundamentales: Aniones: Carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y nitratos Cationes: Ca<sup>2+</sup>. Mg<sup>2+</sup>. Na<sup>+</sup>. K<sup>+</sup>. NH<sub>4</sub><sup>+</sup> Otros: CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, SiO<sub>4</sub>H<sub>4</sub>, o SiO<sub>2</sub>

Constituyentes minoritarios o secundarios: Cationes. Mn, Fe, Li<sup>+</sup>. Sr, Zn.

Constituyentes traza: F<sup>-</sup>, S, SH, Br, NO, PO<sub>3</sub>, Al, Ti, Co, Cu, Pb, Ni, Cr, etc.

En condiciones particulares un constituyente minoritario puede alcanzar rangos de concentración que permitan incluirlo dentro de los mayoritarios. En un agua natural dulce estos constituyentes aparecen por lo general en forma iónica (sales casi totalmente disociadas) con menor frecuencia se presentan en forma molecular parcialmente disociadas o como iones complejos de sustancias orgánicas o inorgánicas.

##### a) Cloruros

Si se exceptúan las evaporitas y rocas de origen marino, las rocas por lo común presentan escasa proporción de cloruros. Sin embargo, dada la elevada solubilidad de sus sales estos pasan rápidamente a la fase acuosa alcanzando concentraciones muy altas.

El agua de lluvia puede ser una fuente importante de ion  $\text{Cl}^-$ , especialmente en zonas próximas a la costa, la concentración de  $\text{Cl}^-$  en el agua de lluvia disminuye rápidamente tierra adentro.

El ion cloruro no forma sales de baja solubilidad, no se oxida ni se reduce en aguas naturales, no es adsorbido significativamente ni entra a formar parte de procesos bioquímicos, lo que le da un carácter de trazador ideal (Rigola 1999).

#### **b) Nitratos, Nitritos y Amonios**

Los compuestos nitrogenados presentes en las aguas naturales están finitivamente relacionados con el ciclo del nitrógeno, la mayor parte del nitrógeno aparece en forma gaseosa en la atmosfera (78% en volumen) en forma oxidada constituye una relativamente importante fracción en los suelos y sustancias orgánicas (tejidos de animales o vegetales que lo extraen de la atmosfera para su metabolismo).

El nitrógeno puede aparecer en forma de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4$  y, por oxidación, estas formas reducidas pueden transformarse en  $\text{N}_2$  (gas) y, finalmente en  $\text{NO}_3^-$ ; que es la forma más usual y estable en que el nitrógeno se presenta en las aguas subterráneas (Tebbutt 2001).

Los nitratos pueden estar presentes en las aguas subterráneas bien como resultado de la disolución de rocas que los contengan o por la oxidación bacteriana de materia orgánica.

### **c) Calcio**

El calcio suele ser el catión principal en la mayoría de las aguas naturales debido a su amplia difusión en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. En rocas ígneas aparece como constituyente esencial de los silicatos, especialmente en el grupo de las plagioclasas, en rocas sedimentarias aparece fundamentalmente en forma de carbonato o de sulfato.

### **d) Magnesio**

El magnesio es menos abundante que el Ca en las aguas naturales, procede de la disolución de rocas carbonatadas (dolomitas y calizas magnesianas), evaporitas y de la alteración de silicatos ferro magnesianos, así como de agua marina.

La solubilidad de la magnesita ( $MgCO_3$ ) en las aguas subterráneos naturales es mayor que la de la calcita por lo que en condiciones normales el  $MgCO_3$  no precipita directamente de la disolución de modo que para un periodo dilatado de tiempo puede producirse cierto grado de sobresaturación respecto a los diferentes carbonatos magnésicos.

### **e) Sodio**

Una fuente importante de Na la constituyen los aportes de agua marina en regiones costera, tanto por fenómenos de intrusión en acuíferos costeros como por infiltración del agua de lluvia a la que se incorpora desde el mar. Las sales de Na son altamente solubles y tienden a permanecer en solución ya que no se

producen entre ellas reacciones de precipitación como ocurre en el caso del Ca. Sin embargo, el Na puede ser adsorbido en arcillas de elevada capacidad de cambio catiónico y puede ser intercambiado por Ca provocando una disminución de la dureza de las aguas (ablandamiento natural).

#### **f) Hierro**

Es un elemento esencial para el metabolismo de animales y plantas, en aguas subterráneas suele encontrarse en forma de Fe, contenido en oxígeno y dependiendo a menudo del contenido del agua en otros elementos (carbonatos, bicarbonato, sulfatos, etc.)

La concentración de este elemento en el agua está controlada por procesos de equilibrio químico como oxidación "reducción, precipitación y disolución de hidróxidos, carbonatos y sulfuros formación de complejos especialmente con materia orgánica y también por la actividad metabólica de animales y plantas.

#### **g) Manganeso**

Es esencial para el metabolismo de las plantas, se puede encontrar en forma de Mn o en forma de complejo, en cantidades apreciables produce sabor desagradable en el agua lo que evita a menudo su ingestión en grandes dosis, que podría afectar al sistema nervioso central.

## **h) Potasio**

El potasio corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difícil de precipitar. Las aguas dulces no suelen contener más de 10 ppm, por lo cual es mucho menos significativo que el sodio (Rigola 1999).

### **2.4.9. Características Fisicoquímicas de las Aguas Subterráneas**

El agua subterránea natural como consecuencia de su composición química y de acciones naturales externas presenta una serie de propiedades o características fisicoquímicas como: color, turbidez, sabor, temperatura, conductividad eléctrica, dureza, etc.

La turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua, es decir, es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea remitida y no transmitida a través de la suspensión. La turbiedad en un agua puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían de tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, entre otros.

#### **a) Color**

Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en

diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. La determinación del color es importante para evaluar las características del agua, la fuente del color y la eficacia del proceso usado para su remoción.

#### **b) Potencial de Hidrogeno**

El pH es el logaritmo negativo de la concentración molar, el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala de cero a catorce, en la cual siete indican que la sustancia es neutra.

#### **c) Temperatura**

La temperatura del agua subterránea, en un punto y momento determinado, representa un estado de equilibrio entre los "aportes" y las "extracciones" caloríficas en ese punto.

A efectos prácticos, puede considerarse que en los acuíferos existe una "zona neutra" de temperatura constante, por encima de la cual la influencia térmica más significativa es la de las variaciones diarias o estacionales de la temperatura ambiente, por debajo de esta zona el factor preponderante es el "gradiente.

#### **d) Alcalinidad**

La alcalinidad de un agua determina su capacidad para neutralizar ácidos, esta capacidad debe definirse para ciertos

rangos de pH. Así la alcalinidad TAC mide la capacidad de neutralización hasta  $\text{pH} = 4.5$  y la alcalinidad TA hasta  $\text{pH} = 8.3$ . En la mayoría de las aguas naturales la alcalinidad está producida prácticamente por los iones carbonato y bicarbonato aunque, en ocasiones, otros ácidos débiles como el silícico, fosfórico, bórico y ácidos orgánicos pueden contribuir de forma notable al desarrollo de esta propiedad (Glynn, Heinke 2000)

#### **e) Dureza**

La dureza de un agua mide la capacidad de esta para consumir jabón o producir incrustaciones, Aunque en la reacción con jabón para producir compuestos insolubles puede intervenir Ca, Mg, Fe, Mn, Cu. Na, Zn, etc. actualmente la dureza se define en términos de contenido en Ca y Mg (dureza total) (Rigola1999).

#### **f) Sólidos Totales**

Son la suma de los sólidos disueltos y los sólidos en suspensión. Los sólidos disueltos o salinidad total es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada, y los sólidos en suspensión es una medida de los sólidos sedimentables (no disueltos) que pueden ser detenidos en un filtro.

#### **g) Acidez**

Es la capacidad para neutralizar bases. Es raro que las aguas naturales presenten acidez, sin embargo su presencia afecta a

tuberías o calderas por corrosión. Se mide con las mismas unidades de la alcalinidad y se determina mediante adición de bases.

#### **2.4.10. Importancia del Agua Subterránea**

La cantidad del agua subterránea dentro de 800 metros, bajo la superficie es 30 veces la cantidad de toda el agua dulce de lagos y embalses y mayor de 3000 veces la cantidad de agua de superficie en cauces y canales en cualquier momento dado.

El incremento en el estudio y desarrollo de los acuíferos y la expansión de los usos en la agricultura indican algunas ventajas concretas para el desarrollo y el uso del agua subterránea en comparación con el agua de superficie. A diferencia de otras fuentes de agua usada para el regadío y otras necesidades, el agua subterránea puede desarrollarse rápidamente y cerca del lugar de uso, eliminando la necesidad de canales o tuberías largas que generan mayor costo.

#### **2.4.11. Fuentes de Captación**

El agua subterránea se halla debajo de la superficie y rellena los poros de sedimentos sueltos o cementados, cuya forma, tamaño y disposición de cavidades debe tomarse en cuenta, así como el movimiento del agua, cuyo origen puede ser: agua de infiltración desde la superficie, agua condensada en el suelo y agua surgente desde el interior de la tierra.



Esta agua se encuentra comprendida en una formación de roca que contiene cantidades suficientes de esta para ser explotada y traída a la superficie mediante pozos.

Existen pozos de captación de agua llamados pozos artesianos, que son aquellos tipos de pozo que alcanza un manto cautivo de agua, de forma que como el nivel freático del líquido está por encima de la superficie del pozo, este mana por sí solo elevándose hasta un nivel equivalente al del punto de alimentación de la capa cautiva menos un tanto debido a la pérdida de carga.

En la mayoría de los pozos, el agua no puede ascender por sí misma. Si el agua se encuentra por primera vez a treinta metros de profundidad, permanecerá a ese nivel, fluctuando quizá uno o dos metros con los periodos estacionales de humedad y sequía. Sin embargo, en algunos pozos el agua asciende, derramándose a veces por la superficie. Estos pozos son abundantes en la región de Aritos, del norte de Francia y por eso denominamos a estos pozos auto ascendentes artesianos.

Este ascenso sucede siempre que se haya encontrado una corriente del agua subterránea, que circule entre dos capas geológicas impermeables del terreno y que el agua proceda de un punto más alto. Así debido a la ley hidráulica de los vasos comunicantes, el agua llegara a subir por el pozo perforado hasta una altura casi igual al nivel superior del agua de donde procede. La ventaja de los pozos artesianos es que no necesitan de bomba para elevar el agua. Para la exploración en busca de estos pozos se debe tener en cuenta la configuración geográfica y geológica, pero en todo caso es de difícil descubrimiento.

#### **2.4.12. Contaminación del agua subterránea**

Los cambios en la calidad de las aguas subterráneas son causados por diferentes factores: por la introducción de sustancias químicas o biológicas en el medio ambiente subterráneo debida a la actividad humana, por la interferencia cuantitativa con los esquemas naturales de circulación, por procesos completamente naturales, o por diversas combinaciones posibles entre todos ellos (Vargas 2004)

Las aguas subterráneas pueden ser deterioradas o contaminadas por sobreexplotación y otras actividades humanas causantes de riesgo de contaminación de acuíferos como las urbanizaciones, industrias, extracciones minerales, practicas agropecuarias como cultivos de suelos y crea de animales, principalmente si están ubicadas en zonas de recarga. Una vez contaminado el reservorio de aguas subterráneas, su recuperación es difícil y en muchos casos prácticamente imposibles por el costo y tiempo que toma su limpieza, lo cual podría alcanzar décadas o siglos (Vargas 2004)

#### **2.4.13. Indicadores de Contaminación Microbiana**

Tradicionalmente se han usado ensayos para la determinación de microorganismos indicadores más que para la determinación de patógenos. Los métodos usados para el aislamiento y el recuento de los microorganismos patógenos en agua, alimentos, etc. pueden no ser eficaces debido a que dichos microorganismos se encuentran en muy baja cantidad, sobre todo en presencia de números altos de otros microorganismos, o tienen una distribución irregular en el producto (Pajares, Orlando 2000)

Las bacterias que se encuentran con mayor frecuencia en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y los animales, y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por consiguiente su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha buscado un grupo alternativo de indicadores que sean de más rápida y fácil detección.

Los protozoos son los organismos unicelulares más especializados, caracterizados por ser móviles en alguna de sus fases evolutivas y presentar nutrición heterótrofa. La mayoría son no fotosintéticos y carecen de paredes celulares, siendo esta última una característica distintiva de las algas y los hongos.

#### **a) Protozoos**

Adaptados originariamente a un hábitat acuático, muchos protozoos son de vida libre; pero otros son simbioses obligados de los animales, incluyendo al hombre. La adaptación a su hospedador condiciona importantes modificaciones morfológicas y del tipo de nutrición de los diversos protozoos en relación a sus homólogos de vida libre. Algunos requieren necesariamente varios hospedadores para completar su ciclo vital pudiendo presentar en cada uno de ellos una morfología, metabolismo y tipo de reproducción diferentes.

El tamaño y forma de los protozoos varía ampliamente; oscilando entre 1 y 3000 de diámetro. Poseen las estructuras propias de las células eucariotas. Sobreviven en condiciones adversas formando quistes con gruesas paredes celulares, siendo esta fase la forma infecciosa del microorganismo. Su tipo de nutrición puede ser saprofítico, pero principalmente actúan donde haya enormes cantidades de bacterias (Kiely 1999).

Se reproducen asexualmente, por división simple o múltiple, que en algunos grupos alterna con fases de reproducción sexual. El huésped en el que tiene lugar la reproducción sexual se denomina definitivo, y aquel en que se produce la reproducción asexual, intermediario (Pelczar et al. 1982).

Los protozoos se han clasificado basándose fundamentalmente en su morfología y en particular en los órganos de locomoción. Los parásitos del hombre pertenecen a los siguientes grupos: amebas (Sarcodina), ciliados (Ciliophora), flagelados.

#### **b) Sarcodina**

Dentro de los sarcodina solo en los amébidos se encuentran parásitos del hombre. Se caracterizan por presentar un tamaño entre 10 y 30  $\mu\text{m}$  y una morfología irregularmente esferoidal, abollonada, ameboidea, como consecuencia de la emisión de pseudópodos mediante los que se mueven y fagocitan; poseen un núcleo cuya morfología característica permite, junto al tamaño de la célula y los diversos elementos e inclusiones

citoplasmáticas, identificar las diferentes especies de amebas (Delgado et al. 2001).

### **c) Ciliados**

Los ciliados presentan una forma ovalada, con cilios en su superficie. Poseen un citoplasma o "boca" celular para la ingestión de partículas sólidas y característicamente presentan dos núcleos, un macro núcleo y un micro núcleo. En este grupo existen numerosísimas especies de vida libre y parasita pero solo una patógena para el hombre (Delgado et al. 2001).

### **d) Flagelados**

En los flagelados la morfología y tamaño celular varía según el lugar de parasitación pudiendo ser esféricos, piriformes o fusiformes, pero todos se caracterizan por presentar flagelos como elementos de locomoción. Los flagelos suelen presentar en su base de implantación un corpúsculo visible denominado cinetoplasto, que es una mitocondria y la estructura flagelar puede completarse formando una membrana ondulante. Los flagelados que son parásitos intracelulares pierden el flagelo al alcanzar esa localización y poseen menor tamaño que los extracelulares (Delgado et al. 2001).

Los api complexa son un grupo heterogéneo de protozoos todos los cuales son parásitos de localización intracelular y por tanto de tamaño pequeño 3-10 um. Carecen de órganos de locomoción y se definen por la posesión de una estructura apical adaptada a la penetración intracelular que no es visualizarle

mediante el microscopio óptico, pero cuya complejidad estructural puede observarse por microscopía electrónica. (Delgado et al. 2001)

Presentan una fase de reproducción asexual y otra sexual, por lo que pueden estar como trofozoitos, como gametos o como cigoto y en cada uno de estos estadios presentan una morfología particular.

#### **2.4.14. Indicadores de contaminación química**

Los principales problemas de la calidad del agua subterránea, vienen causados por la dureza, hierro, manganeso, sulfuro de hidrogeno, sulfato y cloruro sódico.

Dureza: la dureza, debida a la presencia de sales disueltas de calcio y magnesio, mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones. El agua subterránea que pasa a través de la caliza, disuelve los compuestos de calcio y magnesio que provocan la dureza. En consecuencia las aguas duras son comunes en las zonas calizas, con concentraciones de dureza totales que varían Por el contrario, niveles muy altos pueden ser un problema, dando como resultado la formación de incrustaciones en cacerolas, tuberías y calderas.

Hierro y Manganeso: las concentraciones en exceso de hierro, no suelen causar problemas de salud, pero son preocupantes por razones estéticas y de gusto. Cuando se extrae de un pozo o del grifo, el agua puede ser incolora, pero al entrar en contacto con aire, el hierro precipita para formar un depósito rojizo marrón que

recuerda a la herrumbre. Esto da un gusto metálico al agua y manga las tuberías y la ropa. El origen del hierro, puede ser minerales ferrosos en las rocas y suelos, la contaminación por residuos orgánicos u ocasionalmente la corrosión de los accesorios de hierro en el sistema de distribución de agua.

El manganeso produce una coloración negra del agua, se suele asociar frecuentemente con el hierro aunque es menos predominante. También es un buen indicador de contaminación por residuos con alta DBO como el efluente de silos agrícolas.

Cloruro sódico: la intrusión salina en los acuíferos, puede dar lugar altos niveles de Na Cl en el agua subterránea. Los problemas se presentan en zonas donde las rocas son muy permeables y donde hay un bajo gradiente hidráulico. El problema puede exacerbarse por pozos de extracción de aguas subterráneas cerca de la costa.

#### **2.4.15. Control de calidad microbiológica de las aguas subterráneas**

A causa de las enfermedades de origen hídrico y el interés de controlarlas, los estudios bacteriológicos del agua se han orientado, en su mayor parte, hacia sus aspectos sanitarios. Uno de los criterios, utilizado para determinar la calidad sanitaria del agua, es la clase y número de bacterias que se encuentran presentes. En general, los métodos utilizados están diseñados para detectar el grado de contaminación del agua con desechos de origen humano y/o animal.

Para prevenir y controlar la contaminación biológica del agua debería realizarse un seguimiento de la calidad bacteriológica de

las aguas de suministro en zonas rurales, así como desarrollar y adaptar metodologías que permitan detectar la presencia de microorganismos patógenos que no pueden aislarse por métodos convencionales.

#### **2.4.16. Efectos en el consumo domestico**

##### **a) Enfermedades diarreicas agudas**

Las enfermedades diarreicas agudas (EDA) son un problema de salud pública asociado con el consumo de agua y alimentos contaminados. Las EDA se encuentran entre las primeras causas de consulta médica y de muerte en el mundo. Las personas afectadas pueden ser personas de cualquier edad y condición social, aunque los grupos más vulnerables son los niños menores de cinco años y los ancianos.

##### **b) Agentes**

Las EDA son causadas por los siguientes agentes:

- i. Bacterias: Escherichia coli entero patógena.
- ii. Virus: Adenovirus entéricos, Astro virus, Calcivirus Rotavirus, Virus Norwalk.
- iii. Parásitos: Entamoeba histolytica y Giardia lamblia.

El periodo de incubación de dichos agentes va desde 3 horas hasta 10 días.



### **c) Síntomas**

Las personas afectadas por una EDA pueden presentar fiebre, vomito, dolor abdominal y diarrea moderada o intensa. Los niños y los ancianos suelen sufrir efectos más agudos por la excesiva pérdida de electrolitos en su cuerpo durante la enfermedad. Esto les causa deshidratación grave y en ocasiones la muerte (Hernández et al., 2011).

En la decisión de no acudir a consulta médica influye si los síntomas son ligeros, la falta de recursos económicos si la persona no es derechohabiente a algún servicio de salud.

### **d) Atribución al consumo de agua o alimentos**

Los agentes patógenos que causan las EDA son transmitidos diferencialmente por la ingestión de agua o de alimentos infectados. Las EDA atribuibles al agua contaminada se denominan hidrotransmisibles o de origen hídrico. Chacón y Leal (sin ahí) estudiaron un brote epidemiológico de EDA en Morelos y reportaron que 90% de los casos de cólera, giardiasis y hepatitis A fueron por consumo de agua contaminada. Las EDA fueron clasificadas con base a la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) en su versión de la Organización Mundial de la Salud. Otros factores que influyen en la ocurrencia de las EDA son la falta de higiene personal, el bajo control sanitario en la preparación de los alimentos y la desnutrición.

**TABLA N° 3**

**Enfermedades atribuibles al consumo de agua y de alimentos en un brote epidemiológico**

<b>Enfermedad</b>	<b>CIE 10</b>	<b>Consumo agua (%)</b>	<b>Consumo de Alimentos (%)</b>
Colera	n.d.	90	10
Giardiasis	07	90	10
Hepatitis A	37	90	10
Amibiasis intestinal	n.d.	80	20
Absceso hepatico amebiano	n.d.	80	20
Shigelosis	05	80	20
Otras infecciones intestinales	08	70	30
Fiebre tifoidea	06	20	80
Por protozoarios	n.d.	10	90
Otras helmintiasis	n.d.	10	90
Ascariasis	n.d.	10	90
Oxiuriasis	n.d.	10	90
Paratifoidea y otras Salmonelosis	11	5	95
Intoxicación alimentaria bacteriana	n.d.	0	100

## **CAPÍTULO III**

### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

#### **3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación.**

El tipo de investigación que se desarrollo es de campo, ya que no se pretende manipular ninguna de las variables relacionadas con la problemática

##### **3.1.2. Nivel de la Investigación**

El nivel de investigación es descriptivo ya que se trata de establecer un estudio sobre una situación específica

#### **3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.**

El método que se desarrollara es inductivo a deductivo, es decir, se parte de las generalidades hasta llegar a las particularidades de la problemática que es objeto de estudio

Específicamente se utilizó el método de filtración por membrana para determinar la presencia de microorganismos en cuanto el análisis microbiológico y en el caso del análisis fisicoquímico se guio en base a los parámetros, según la metodología establecida en el Standard Methods, 1992.

**TABLA N° 4****Técnicas usadas para los análisis fisicoquímicos**

<b>DETERMINACION</b>	<b>PROCEDIMIENTO (Referencia)</b>
Acidez	2310 B. Método de titulación con NaOH (Estándar Methods-18 Ed. 1992)
Alcalinidad	2320 B. Método de titulación con HCL(Estándar Methods-18 Ed. 1992)
Amonio	4500 D. Método de la sal de fenol(Estándar Methods-18 Ed. 1992)
Calcio	3500. Método titulométrico de EDTA. (Estándar Methods-18 Ed. 1992)
Cloruros	4500. Método argéntico métrico. (Mohr). (estándar Methods-18 Ed. 1992)
Color aparente y color real	2120 B. Método colorimétrico de comparación visual. Método estándar de platino cobalto. (Standar Methods-18 Ed. 1992)
Conductividad	Método potenciométrico. (Standar Methods-18 Ed. 1992)
Dureza calcica	2340.Metodo título métrico con EDTA.( Estándar Methods-18 Ed. 1992)
Dureza magnesia	2340.Metodo titulométrico con EDTA.( Estándar Methods-18 Ed. 1992)
Dureza total	2340.Metodo titulométrico con EDTA.( Standar Methods-18
Hierro	3500 D. Método de Fenantrolina. (Standar Methods-18 Ed. 1992)
Magnesio	3500 E. Método de cálculo. (Standar Methods-18 Ed. 1992)

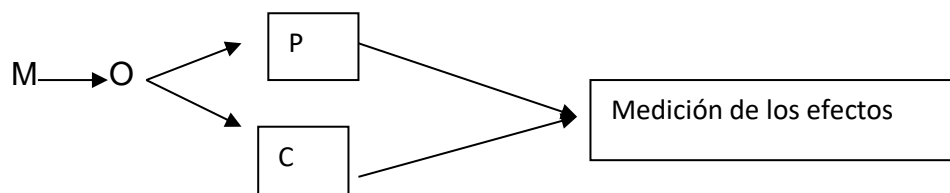
DETERMINACION	PROCEDIMIENTO (Referencia)
Nitratos	4500 E. Método de reducción de cadmio (Standar Methods-18 Ed. 1992)
Nitritos	4500. Método colorimétrico. (Standar Methods-18 Ed. 1992)
pH	Método potenciométrico. (Standar Methods-18 Ed. 1992)
Potasio	3500 K D. Método espectro métrico de absorción atómica de llama de acetileno. (Standar Methods-18 Ed. 1992)
Relación de absorción de sodio(RAS)	Técnica del IGAC (1973)
Salinidad	Método potenciométrico. (Standar Methods-18 Ed. 1992)
Sodio	3500 D. Método espectro métrico de absorción atómica de llama de acetileno.(Standar Methods-18 Ed. 1992)
Sólidos disueltos totales	Método potenciométrico. (Standar Methods-18 Ed. 1992)
Sólidos suspendidos, sólidos totales y sólidos disueltos.	2540.Metodo gravimétrico.(Standar Methods-18 Ed. 1992)
Temperatura	Método potenciométrico. (Standar Methods-18 Ed. 1992)
Turbiedad	2130 B. Metodo nefelométrico. (Standar Methods-18 Ed. 1992)

### 3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Este estudio es no experimental, sino de tipo descriptivo y de corte transversal. El estudio es descriptivo porque el objetivo es examinar y describir las variables de los efectos de agua subterránea con relaciona la salubridad de la población.

Se define al diseño al esquema en que quedan representadas las variables y cómo van a ser tratadas en el estudio. Por lo general se representa en un esquema matemático. Donde la simbolización sintetiza las relaciones de las variables, y como van a ser medidas a través de los estadígrafos o de los modelos matemáticos.

El diseño que se utilizara es el descriptivo de una sola casilla, el que se grafica de la siguiente manera:



Donde: M: Muestras  
P: agua subterránea  
O: Observación  
C: Control  
M: Medición

### **3.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.4.1. Hipótesis General**

Dado que si la población de Corire consume el agua no tratada, proveniente de las fuentes subterráneas, es probable que su vulnerabilidad de sus defensas se pronunciara con una serie de enfermedades infecciosas y contaminara su organismo interno.

#### **3.4.2. Hipótesis Específicas**

- Detectando los microorganismos después de la realización del análisis microbiológico se podrá disminuir las enfermedades.
- Se podrá determinar los parámetros fisicoquímicos de las aguas subterráneas.
- Se podrá determinar si el agua subterránea proveniente del pozo será apta para consumo domestico

### **3.5. VARIABLES**

#### **3.5.1. Variable Independiente**

##### **A. Descripción.**

Análisis del agua subterránea

##### **B. Indicadores.**

Análisis fisicoquímico

Análisis microbiológico

### **3.5.2. Variable Dependiente**

#### **A. Descripción**

Salubridad.

#### **B. Indicadores.**

Tipos de enfermedades

Manifestaciones



**TABLA N° 5: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnica de medición</b>	<b>Instrumento de medición</b>
Análisis de agua subterránea	Procedimiento de análisis con procedimientos bioquímicos y microbiológicos que determinan la presencia de agentes orgánicos e inorgánicos que alteran la composición del agua subterránea	Análisis fisicoquímico  Análisis microbiológico	¿Qué tipo de componentes químicos existe en el agua subterránea  ¿Cuáles son los valores máximos y mínimos con la presencia de solido en suspensión, dureza total, turbidez, nitratos, temperatura, pH, salinidad?  ¿Cuáles son los microorganismos que tienen presencia en estas aguas subterráneas en el distrito de Corire?	Observación directa	Ficha de observación  botellas plásticas de polietileno       Botellas de vidrio
Salubridad	Característica de lo que no es perjudicial para la salud	Enfermedades  Manifestaciones		Observación directa	

### 3.6. Cobertura del Estudio de Investigación

#### 3.6.1. Universo.

La provincia de castilla tiene una población de 61.519 habitantes según datos del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

De los 61.519 habitantes de castilla, 32.721 son mujeres y 28.798 son hombres. Por lo tanto, el 46,81 por ciento de la población son hombres y el 53,19 mujeres.

#### 3.6.2. Población.

El distrito de Corire tiene una población de 16.020 habitantes según datos del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

De los 16.020 habitantes del distrito de Corire, 8.109 son mujeres y 7.911 son hombres. Por lo tanto, el 49,38 por ciento de la población son hombres y el 50,62 mujeres. Tal como lo señala en el presente cuadro.

**TABLA N° 6: Datos de la Población del distrito de Coire**

<b>Dato</b>	<b>Valor</b>
Población total	16.020
Hombres	7.911
Mujeres	8.109
% hombres	49,38
% mujeres	50,62
Ranking provincial	16 / 109
Ranking nacional	3091.833

### 3.6.3. Muestra.

Para determinar, nuestra muestra se empleó la fórmula que ya se conoce cuántos elementos tiene la población, en de distrito de Corire.

Para calcular el tamaño de la muestra suele utilizarse la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Dónde:

n = el tamaño de la muestra que se desea conocer.

N = tamaño de la población es de 16.020.

$\sigma$  = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual).

e = Límite aceptable de error nuestra que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

Reemplazo

$$n = \frac{(16.020) (0.5)^2 (1.96)^2}{(0.05) (16.020-1) + (0.5)^2 (1.96)^2}$$
$$n = \frac{15.385608}{0.03606302}$$

Respuesta: 426.63 redondeado a 427 habitantes

#### **3.6.4. Muestreo.**

La muestra fue de tipo probabilístico debido a que se utilizó la fórmula estadística.

### **3.7. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.7.1. Técnicas de la Investigación.**

Para el presente estudio se utilizó la técnica de la observación directa y el fichaje, ya que la información fue consignada en fichas de resumen e interpretación, de la misma manera se utilizó material apropiado para el análisis.

#### **3.7.2. Instrumentos de la Investigación.**

Los instrumentos que se utilizó fue, la ficha de observación y la encuesta dirigida a los pobladores. No dejando de lado, el material de laboratorio para los análisis bioquímico y microbiológico.

#### **3.7.3. Fuentes de Recolección de Datos.**

Respecto a las fuentes de recolección de datos, se utilizó, como fuentes secundarias, reportes de salud acerca del estado del distrito de Cori re, las muestras del agua, de la propia fuente de manantial que es recogida esta agua

### **3.8. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN.**

#### **3.8.1. Estadísticos.**

El tratamiento estadísticos de interpolación como son: Ponderación del Inverso de la Distancia IDW, el cual está contenido dentro del software ArcView creado por la empresa ESRI, propiedad de la Corporation Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR).

#### **3.8.2. Representación.**

Los datos serán representados por medio de los gráficos y fotografías, como evidencia.

# CAPÍTULO IV

## ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

#### 4.1.1. Resultados parciales.

Según el censo de 1993, en Corire la población era así:

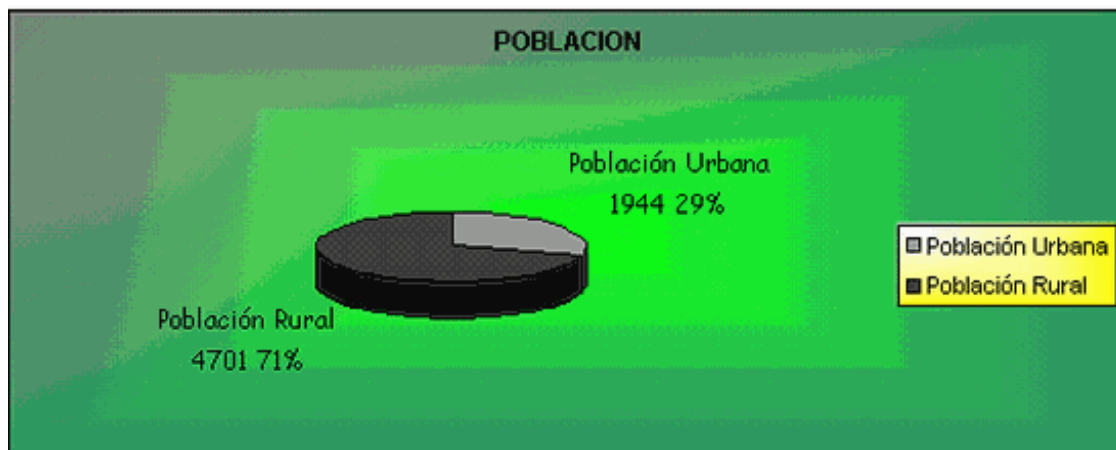
**TABLA Nº 7**  
**Demografía**

Población Total	6645
Población Urbana	1944
Población Rural	4701
Población Total Hombres	3542
Población Total Mujeres	3103
Tasa de analfabetismo	12.5%

*Tasa de crecimiento:* 1.12% anual

*Altura:* 409 m.s.n.m.

*Situación:* 16°12'(Línea Ecuatorial) 72°29'(Meridiano de Greenwich)





El distrito de Corire es uno de los catorce distritos que conforman la provincia de Castilla en el Departamento de Arequipa, bajo la administración del Gobierno Regional de Arequipa, en el sur del Perú. Limita por el norte con los distritos de Aplao y Huancarqui (Provincia de Castilla); por el este, con el Distrito de Majes (Provincia de Caylloma); por el oeste, con el Distrito de Chuquibamba (Provincia de Condesuyos); y por el sur con el Distrito de Nicolás de Piérola (Provincia de Camaná). Distrito situado en el Valle de Majes, en la parte baja de la provincia, con un relieve plano ha ligeramente ondulado. Se encuentra por debajo de los 1000 msnm y está formado por los distritos de Aplao, Uraca y Huancarqui. Dicho Valle es largo y encajonado, ubicado en la llanura de la Costa del Océano Pacífico, pero lejos de la orilla del mar y de las estratificaciones de los Andes, sigue la forma del río. El clima en la comarca de Castilla Baja es muy caluroso por su estrechez y profundidad, con relación al llano donde las aguas han socavado su hoyo. Las temperaturas medias anuales oscilan entre los 15° y los 24°C. Las Lluvias del invierno en la costa y del verano en la sierra, llegan solo a los extremos del valle, que no recibe lluvias más que esporádicas lloviznas muy escasas

**TABLA Nº 9: Presupuesto de ejecución de obra**

Ejecución de la obra mejoramiento del sistema de almacenamiento conducción y tratamiento de agua para el consumo humano en el distrito de Corire	Obras	S/. 613,574.82	Arequipa / Castilla / Corire	Recursos Ordinarios Recursos Determinados
--	-------	----------------	------------------------------------	--

Fuente: Municipalidad de distrito de Corire



Uno de los datos importantes, en el presupuesto de esta Municipalidad es llevar acabo el mejoramiento del almacenamiento del agua, que vienen dando su iniciativa. Ya que no hay la presencia de la empresa de Sedapar.

**TABLA N° 10**  
**Población con acceso a seguro médico**

Distrito	Población con seguro de salud	Población sin seguro de salud
Corire	43.53%	45.50%
Provincia de Castilla	56.47%	54.50%

En el distrito de Corire el 43.53% están asegurados más no el 56.47 de la población. Siendo estos dos distritos mayor que la provincia Castilla

#### **4.1.2. Resultados generales.**

Las observaciones realizadas a nivel de campo sumado a los análisis efectuados en el laboratorio permitieron obtener los siguientes resultados.

#### **A. Análisis microbiológico**

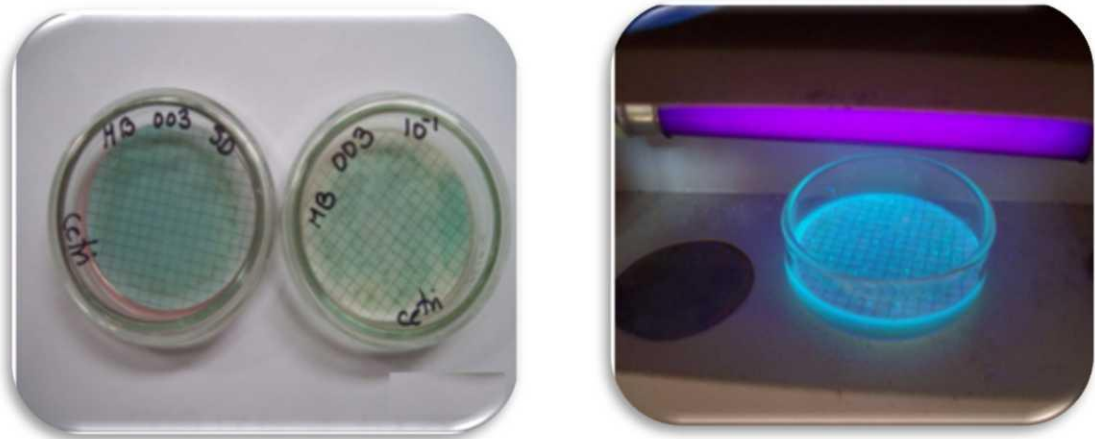
##### **Determinación de *Pseudomona Aeruginosa***

De 93 muestras analizadas el 83.87% tiene presencia de *Pseudomona aeruginosa* y el restante 16.13% ausencia de la misma

La presencia de *P. aeruginosa* se evidencia gracias a la pigmentación que presentan las colonias en el medio de

cultivo (Agar Cetrimide), produciendo una coloración azul (producción de pirocianina) (fig. 1), y una coloración amarillo verdosa (producción de pirocianina) (fig. 3), que produce fluorescencia en las colonias, al exponer la caja de Petri a la luz UV.

**Grafico N° 1** Presencia de *P.aeruginosa* **Grafico N°2** Revelación con luz UV



Fotos: Vence 2016

La contaminación hallada en el agua por *P. aeruginosa*, no solo puede influir en la calidad del agua, sino que además constituye un riesgo para la salud de la población rural que se abastece de esta; es un habitante normal en el agua y es muy frecuente encontrar este género bacteriano en aguas de pozo que no han atravesado por un proceso de potabilización.

Su presencia indica contaminación de tipo fecal, estudios de determinación de *P. aeruginosa*, en aguas dulces, residuales domésticas y de hospital encontraron que en excretas de diferentes animales esta no se halló, pero si en las excretas humanas, lo que demuestra que este organismo se encuentra relacionado con efluentes de fuentes humanas (Candela 2002)

Una de las razones por las cuales se hizo efectiva la presencia de *P. aeruginosa*, se debe a las condiciones en la que se encontraban los aljibes en la zona de estudio, referenciando la gran variedad de compuestos orgánicos que utilizan como fuentes de carbono y energía, entre ellos materia orgánica en descomposición y residuos de agroquímicos (Ontiveros 2009).

Aunque esta bacteria está presente naturalmente en el medio ambiente, no está catalogada como patógeno en sentido propio, pero un gran número de estos microorganismos oportunistas contenidos en agua que se utiliza para diversas actividades humanas, significan un riesgo ya que pueden producir diversas infecciones cutáneas y de las membranas mucosas del ojo, oído, nariz y garganta, enfermedades gastrointestinales entre otras afecciones (De Luca *et al.* 2006).

La utilización de este microorganismo como indicador de calidad de agua es muy eficiente y debe ser incluida su detección y cuantificación en los análisis de rutina y monitoreo.

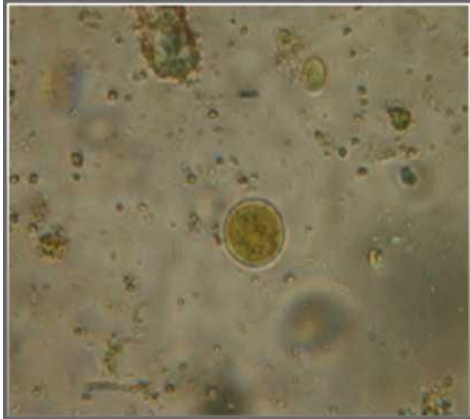
### **Determinación de Protozoos**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis para la identificación de protozoos en las 93 muestras, se identificaron los siguientes géneros: *Giardia sp*, *Criptosporidium sp*, *Entamoeba coli*, *Balantidium coli*, *Entamoeba histolytica*, todos en su forma infectante (quistes).

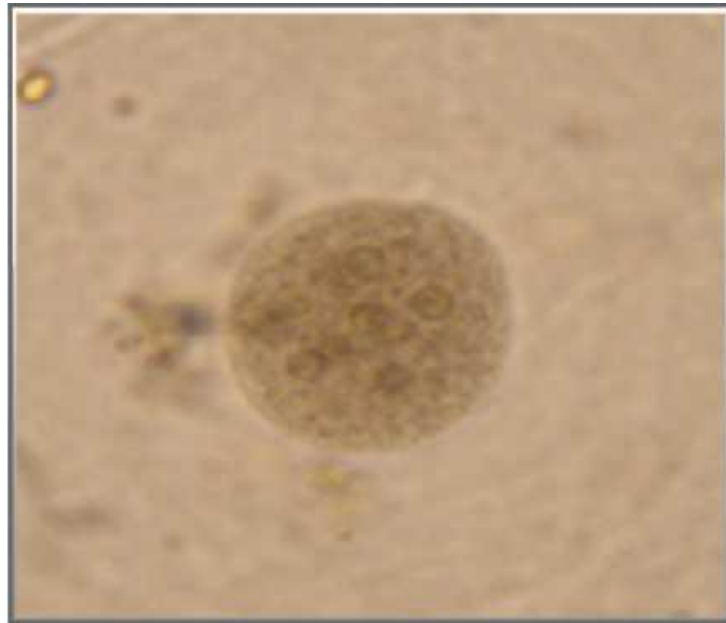
El porcentaje de presencia de cada uno de los géneros encontrados fue: *Giardia sp* 46.1%, *Cryptosporidium sp* 22.16%, *E. coli* 13.4 %, *B. coli* 8.9% y *E. histolytica* 9.37%.

### B. Análisis fisicoquímico

a)



b)



Las infecciones intestinales por protozoos constituyen una de las causas más frecuentes de enfermedad entre los seres humanos a nivel mundial. Tres de ellos se destacan como productores de diarrea aguda en pacientes inmunocompetentes, *Giardia sp*, *Cryptosporidium sp*, *E. histolytica*.

Los resultados obtenidos indican que, en los aljibes muestreados, el género *Giardia sp* es el protozoo con mayor prevalencia, dentro de todos los géneros identificados, seguido por *Criptosporidium sp*. Sin embargo se encontraron complejos formados por la presencia de varios géneros en un mismo aljibe, como fue el caso del punto de captación ubicado en el predio N° 075, que presentó *Criptosporidium sp.*, *B. coli*, *E. coli*, y *Giardia sp.*, lo que se convierte en un alto índice de contaminación y por ende representa un elevado riesgo de infección por parte de estos parásitos para quienes se abastecen del recurso hídrico.

Las fuentes de agua deben ser protegidas del contacto con materias fecales, ya que estas pueden ser portadoras de bacterias, virus, protozoos (OMS 1997).

Los sitios donde se tomaron las muestras, están ubicados en la zona rural de los municipios de Corire, por lo que es inminente la presencia de animales en grandes cantidades y por ende la contaminación con microorganismos presentes en el tracto gastrointestinal.

Por otra parte, es preciso indicar que muchos de estos puntos de captación presentan fisuras, danos en sus estructuras, tapas mal elaboradas o en mal estado, que permiten el proceso de infección de estas aguas de forma directa o indirecta.

La detección de cualquiera de estos agentes en una fuente determinada indica que la misma está contaminada con heces y que en ella puede estar presente una multiplicidad de patógenos, además del identificado, de los que habitan en el intestino de los seres humanos y animales.

La sobrevivencia de los quistes de protozoos en el agua, varía según la temperatura de la misma, desde algunos días hasta semanas o incluso meses. La técnica utilizada en este trabajo para la identificación de protozoos en el agua no aseguraba que los mismos fueran viables y que, por lo tanto, tuvieran capacidad para infestar huéspedes humanos. Por otra parte es aceptado que la contaminación de las fuentes puede ser ocasional y no necesariamente debe prolongarse en el tiempo. Sin embargo es oportuno indicar que el decreto que rige para agua potable reglamenta que la presencia de parásitos en el agua para consumo humano debe ser cero, poniendo en conocimiento entonces que el agua de los puntos analizados representa un riesgo para la salud de los consumidores, más puntualmente para personas inmunocomprometidas (Lura *et al.* 2002).

Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados a las 93 muestras tomadas, se describen en las tablas presentadas a continuación, las cuales constan de los valores de todos los parámetros analizados y los valores máximos y mínimos hallados para cada uno de los parámetros analizados (Tabla 3).

**TABLA N° 11: Valores máximos y mínimos hallados**

<b>PARAMETRO</b>	<b>VALORES MINIMOS</b>	<b>VALORES MAXIMOS</b>
Solidos suspendidos? (SS)	0.01 mg/l	0.45 mg/l
Solidos totales (ST)	OJS mg/l	620 mg/l
Solidos disueltos (SD)	0.4 mg/l	900 mg/l
Dureza total (DT)	15 mg/l	180 mg/l
Dureza calcica	10 mg/l	105 mg/l
Acidez	100 mg/l	1000 mg/l
Alcalinidad	2.0 mg/l	114 mg/l
Cloruros(Cr)	0 OH 35 mg/l	0 600 mg/l
Calcic (Ca)	4 mg/l	24 mg/l
Magnesia (Mg)	0 mg/l	33.12 mg/l
Color aparente	0UPC	60 UPC
Color real	0UPC	40 UPC
Turbidez	0 UPC	23,3 UPC
Anionico (NHJ)	0.493 mg/l	23.034 mg/l
Nitratos (NO <sup>^</sup> )	0.613 mg/l	128.324 mg/l
Nitrites (NOJ)	0.191 mg/l	3 033 mg/l
Hierro (Fe)	0JD11 mg/l	0.136 mg/l
Manganeso (Mn)	2J889 mg/l	39 556 mg/l
Sodio (Na)	1.43 mg/L	42.0 mg/l
Potasio (K)	0.56 mg/l	5.53 mg/l
Temperatura	2750 X	31.70°C
pH	6.71	8,20
Conductividad (C.E)	221 ps/crn	5270 us/crn
Salinidad	0.11 ppt	□ 33 ppt
Solidos disueltos totales	120 mg/l	2630 mg/l
RAS	0 489	19.35

Los valores más elevados de turbidez se concentran en esta agua subterránea, alrededor de un 14.88%, lo que indica que

se encuentra fuera de los rangos establecidos en la norma (Resolución 2115 de 2007).

Los niveles altos de turbidez indican presencia de materiales en suspensión como partículas en suspensión, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y microorganismos (Glynn, Heinke 2000).

Dado por ejemplo en cuanto a la salinidad, El 47.3 % de las muestras analizadas, presenta un agua de salinidad media apta para el riego, con contenido medio de sodio y con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo (C2 S2). El 24.7% (C2 S1), es un agua de salinidad media apta para el riego con bajo contenido de sodio. El 12.9 % es un agua de salinidad alta, puede usarse para riego, siempre y cuando tenga un buen drenaje y posee un contenido medio de sodio con cierto peligro de acumulación (C3 S2).

El 5.4% es un agua de salinidad alta, puede usarse para riego si el suelo tiene buen drenaje, posee un alto contenido de sodio y gran peligro de acumulación en el suelo (C3 S3). El 4.3% es un agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos, con bajo contenido de sodio, apta para el riego en la mayoría de los cultivos (C1 S1). El 4.3% es un agua de salinidad media, apta para el riego con alto contenido de sodio y gran peligro de acumulación en el suelo (C2 S3). El 1.1% es un agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego, con alto contenido de sodio y gran peligro de acumulación en el suelo (C6 S3) (Bastidas *et al.* 2007). Sin embargo, para el consumo humano, no es apto.



### C. Salubridad de la población

Para tener conocimiento acerca del comportamiento de la salubridad del poblador de Corire se aplicó una encuesta

**Pregunta Nro. 1.** ¿Cuánto tiempo vive usted en el distrito de Corire?

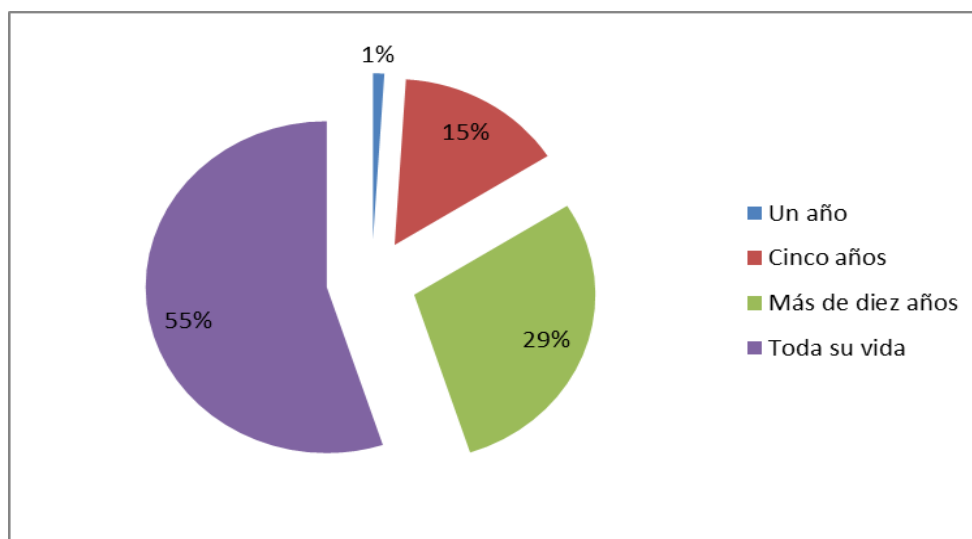
**TABLA N° 12: Procesamiento de la pregunta N° 1**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
Un año	3	1%
Cinco años	66	15%
Más de diez años	125	29%
Toda su vida	233	55%
TOTAL	427	100%

Fuente: propia

**GRÁFICO N° 3**

**Tiempo que vive en el distrito de Corire**



Fuente: propia.

### **Análisis del Gráfico**

En el presente gráfico se puede observar que la mayor parte de personas encuestada, del total de 427 habitantes: el 55% equivalente a 233 de los encuestados respondieron que toda su vida vivieron en el distrito de Corire, mientras que el 29% más de diez años y el 15% solo cinco años, y solo el 1% en un año.

Es importante tener conocimiento sobre las personas que tienen residencia en el distrito de Corire, ya que están en forma directa con la problemática de los problemas ambientales, especialmente en su calidad de vida

**Pregunta Nro. 2.** ¿Cree usted que el consume del agua que bebe sea la causante de los problemas de la salud?

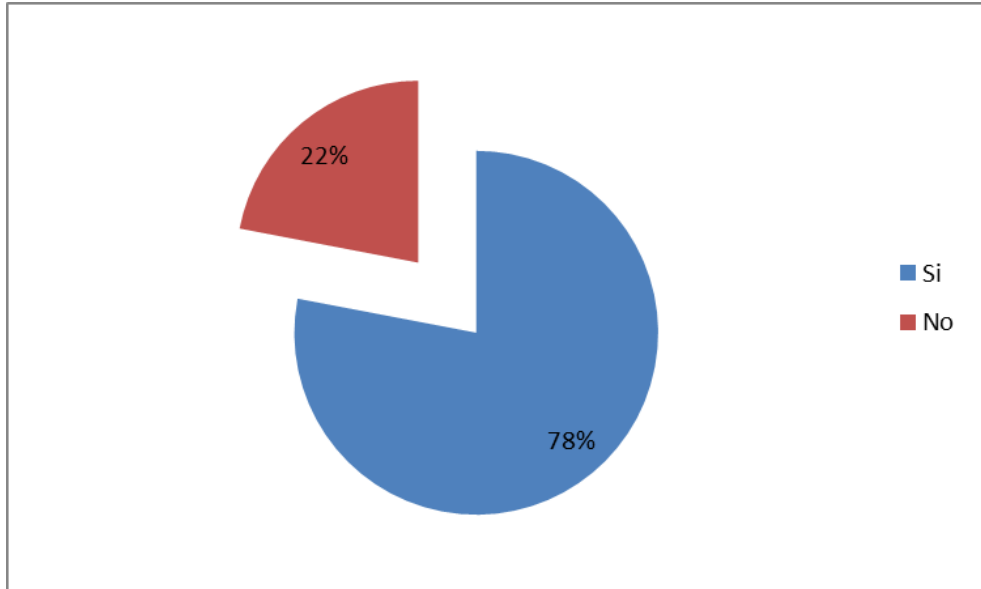
**TABLA N° 13: Procesamiento de la pregunta N° 2**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
SI	331	78%
NO	96	22%
TOTAL	427	100%

**Fuente: propia.**

#### GRÁFICO N° 4

¿Cree usted que el consume del agua que bebe sea la causante de los problemas de la salud?



Fuente: propia.

#### Análisis del Gráfico

En el presente gráfico se dieron los siguientes resultados, el 78% respondieron que si existe problemas salud, en el lugar que viven, mientras que el 22% que no.

Lo que se concluye que en su entorno del medio habitar perciben los efectos de los problemas salud, ya que sus condiciones de salubridad no son óptimas.

**Pregunta Nro. 3.** ¿Considera que uno de sus familiares de su entorno o propiamente usted sufre algún malestar a causa de haber bebido esta agua?

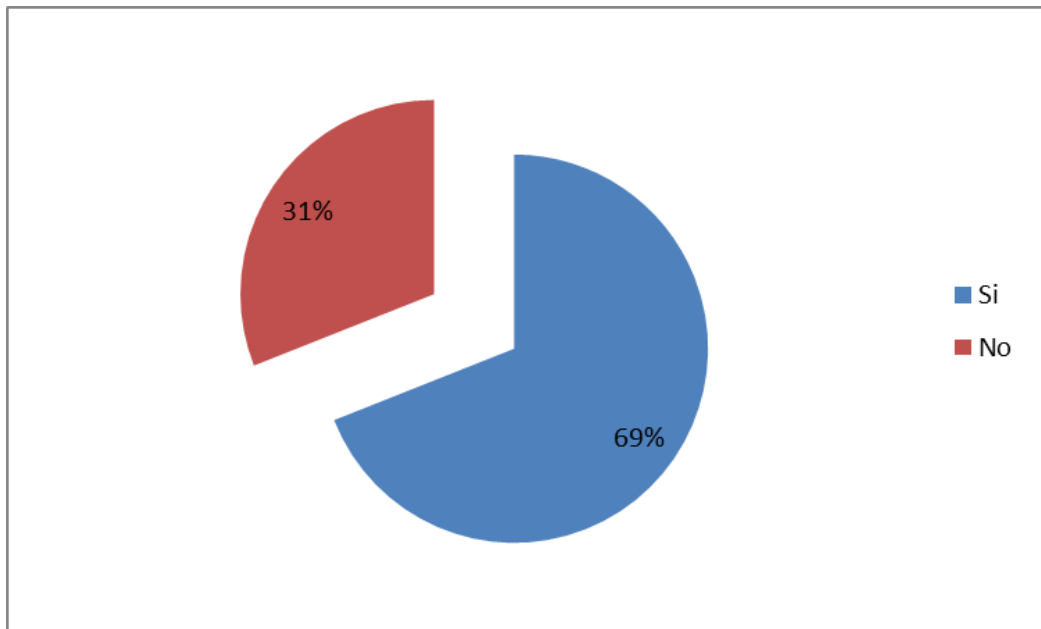
**TABLA N° 14: Procesamiento de la pregunta N° 3**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
SI	296	69%
NO	131	31%
TOTAL	427	100%

Fuente: propia.

**GRÁFICO N° 5**

**Considera que uno de sus familiares de su entorno o propiamente usted sufre algún malestar a causa de haber bebido esta agua**



Fuente: propia.

#### **Análisis del Gráfico**

El 69% de los encuestados respondieron que uno de sus familiares ha tenido problemas de salubridad a causa del consumo doméstico del agua mientras que solo el 31% que no.

Por lo tanto el poblador del distrito de Corire, está sujeto a una serie de problemas de salubridad, en especial en los pulmones, en el cual absorbe en forma indirecta, algún agente contaminante.

**Pregunta Nro. 4.** ¿Considera que el distrito de Corire se encuentra contaminado esta agua subterránea?

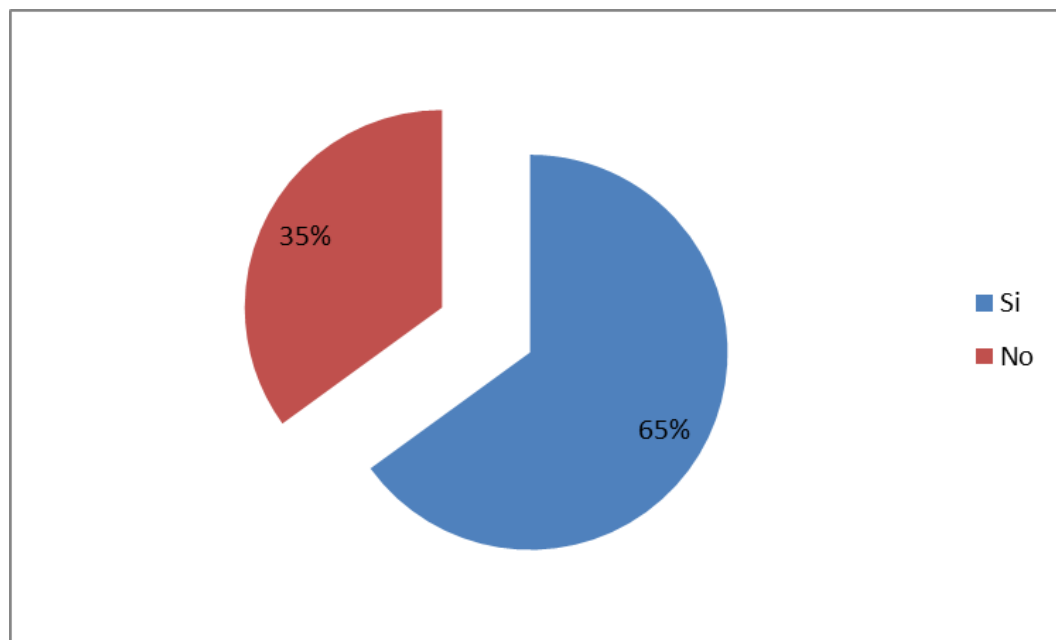
**TABLA N° 15: Procesamiento de la pregunta N° 4**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
SI	277	65%
NO	150	35%
TOTAL	427	100%

Fuente: propia.

**GRÁFICO N° 6**

**El Distrito de Corire se encuentra contaminado**



Fuente: propia.

### **Análisis del Gráfico**

En la presente tabla se observa los siguientes resultados, el 65% de los encuestados si le han informado que en el distrito de Corire se encuentra contaminado y tan solo el 35% que no.

Esto significa que el poblador del distrito de Corire se encuentra inmerso a una contaminación ambiental constante debido a la presencia de microorganismos y elementos químicos

**Pregunta Nro. 5.** ¿Alguna vez la Municipalidad de Urca Corire. Ha propiciado campañas de salubridad a los pobladores del distrito, para contra restar los riesgos ambientales?.

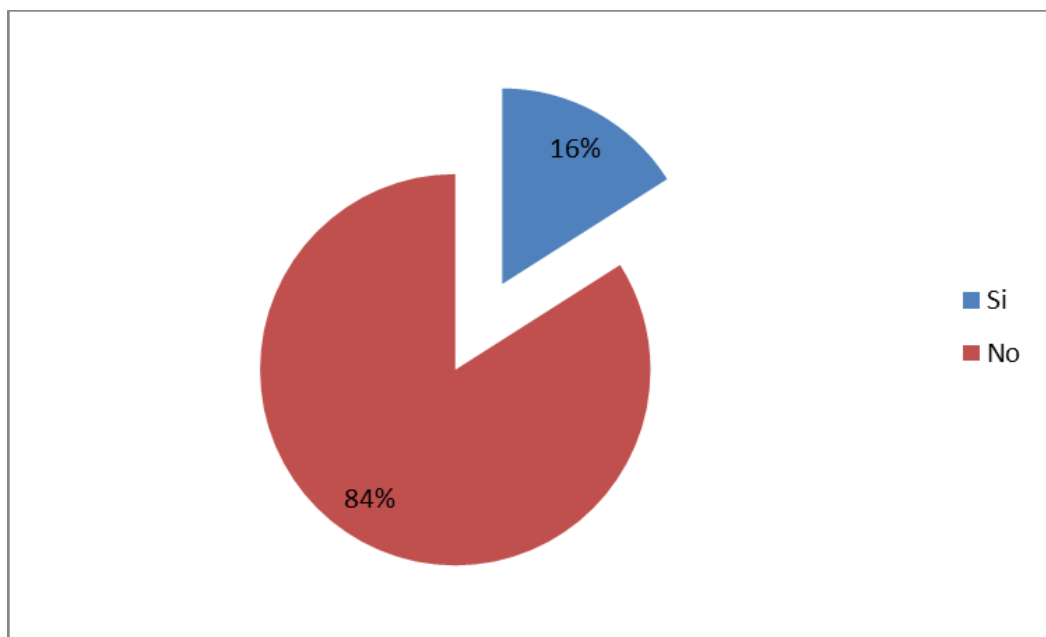
**TABLA N° 16: Procesamiento de la pregunta N° 5**

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
SI	70	16%
NO	357	84%
TOTAL	427	100%

**Fuente: propia.**

### GRÁFICO N° 7

**Alguna vez la Municipalidad de Urca Corire. Ha propiciado campañas de salubridad a los pobladores del distrito, para contra restar los riesgos ambientales.**



**Fuente: propia.**

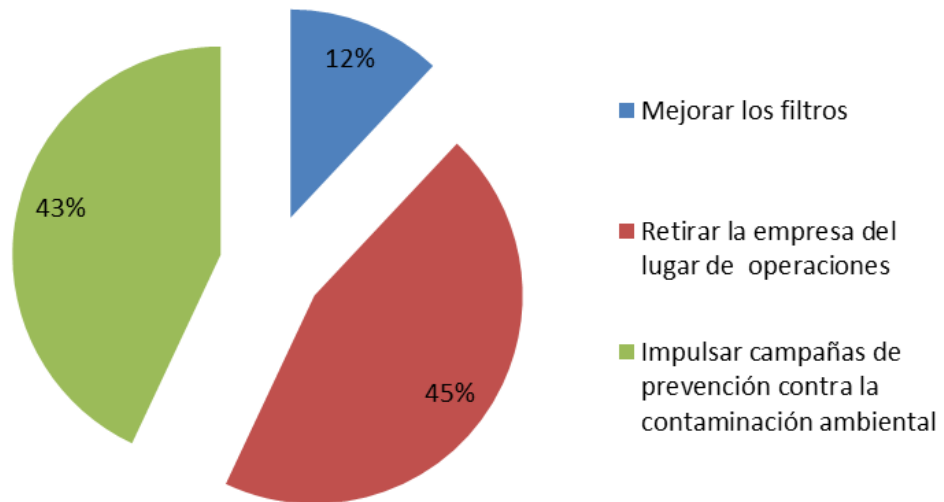
#### **Análisis del Gráfico**

El 84 % de los encuestados categóricamente respondieron que no, solo el 16% que sí, de forma esporádica.

Es importante que la Municipalidad que está encargada en la distribución del agua debe desarrollar una responsabilidad social empresarial, especialmente dirigida a la población, que se encuentra vulnerada en cuanto a su salud. Cuando una empresa de esta naturaleza, no coordina con las autoridades de Salud, es que está cometiendo una negligencia.

## GRÁFICO N° 8

### Medidas debería desarrollar la Municipalidad. Para contra restar los riesgos contaminantes en el agua del consumo doméstico



Fuente: propia.

#### Análisis del Gráfico

En la presente tabla, se aprecia que el 45% contestaron que la Municipalidad debería retirarse del lugar, mientras el 43% respondieron que debería impulsar campañas de prevención contra la contaminación ambiental, y que solo el 12% debería mejorar sus filtros e insumos.

Esto significa que las personas encuestadas, no tienen un conocimiento amplio acerca de las operaciones estratégicas que realiza la Municipalidad a que viene operando, ya que sería imposible que traslade su aparato logístico, debido a que su materia prima se encuentra muy cerca de la planta de producción, pero si es factible que utilice análisis más eficaces.



## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La premisa de partida para dominar suficientemente cualquier aspecto medioambiental. Y más el de la contaminación del agua a nivel regional. Consiste en disponer de la información de base. En este caso se recomienda a las Comunidades recabar todos los datos existentes sobre situación de los acuíferos. Análisis de aguas, situación de los sondeos de captación, etc.

En este sentido quizá sea conveniente tener en cuenta que los correspondientes Órganos de la Administración disponen de copiosa documentación sobre el tema, aprovechable en buena parte (junto con la existente a nivel regional) para la creación o desarrollo del banco de datos de cada Comunidad. Esta recomendación está relacionada directamente con la segunda de las aquí expuestas, ya que la interpretación y aprovechamiento de los datos requiere la adecuada especialización técnica.

La recogida periódica de datos nuevos en redes de vigilancia es, obviamente. Indispensable.

La prevención, y en su caso corrección de la contaminación de los acuíferos, y de las aguas en general, requiere la colaboración interdisciplinar de buen número de especialistas.

La lucha contra la contaminación requiere dotaciones humanas y económicas. Que en el caso de las aguas subterráneas. Son compensadas con creces en la inmensa mayoría de los casos por los beneficios que se consiguen a medio y largo plazo, sobre todo si se aplican métodos de prevención. Es por ello que un aspecto de interés y trascendencia para las poblaciones.

De otro lado, de acuerdo a nuestro estudio ambientalistas es original, debido a que no existe trabajos de esta naturaleza en nuestro medio, lo que significa que los análisis fisicoquímico y microbiológico dio como resultado la presencia de microorganismos que han sido detallados que afectan en la vulnerabilidad de la salida de la mayoría de la población de Corire, de la misma manera, en los parámetros establecidos según la tabla establecida, considera que no se apta para el consumo humano. Ya que si esta para el riego en dicha jurisdicción.

## CONCLUSIONES

- Los microorganismos que se encontraron en el análisis microbiológico fueron el *Pseudomona aeruginosa* en el 83.8% de los pozos muestreados, indica que estos se están viendo sometidos a contaminación de origen fecal, una de las razones de que estas aguas están contaminadas por este microorganismo es que existen letrinas o pozas sépticas cerca de los aljibes lo que hace que los lixiviados de estos estén en contacto con los acuíferos. La presencia de este *P. aeruginosa* limita el uso de estas aguas para diversos usos. Así mismo los microorganismos, *Giardia sp*, *Entamoeba coli*, *Balantidium coli*, *Entamoeba histolytica*, *Criptosporidium sp*; siendo el más abundante *Giardia sp* con un 46.1%, y el menos abundante *B. coli* con 8.9%. Estos organismos pueden prosperar tanto en aguas contaminadas como no contaminadas, puesto que como parásitos se reproducen fácilmente e infectan directamente al hombre o al ser ingeridos, generando así complicaciones graves de salud.
- La evaluación realizada de las características microbiológicas y fisicoquímicas de los pozos ubicados en las zonas rurales del distrito de Corire, evidencio que en todos los puntos de muestreo los parámetros estudiados sobrepasan los rangos normales aptos para que el agua pueda ser utilizada por el consumo doméstico de la población (contacto primario, baño y como alimento); en cambio se encontró que un 4.3% del total de los pozos presentan agua apta para riego, un 76.3% puede ser utilizada para riego pero su utilización implica ciertos riesgos como aumento en la salinización de los terrenos regados, disminución de la permeabilidad del suelo y disminución de la productividad del cultivo, y un 12.9% muestran agua no apta para actividades de riego y pastoreo.

- Según la evaluación no es apta para el consumo doméstico esta agua subterránea proveniente del pozo en el distrito de Corire se encuentra alterada de acuerdo a los resultados descritos en este estudio, además la influencia de las inadecuadas condiciones de higiene del pozo, suciedad en el interior, algas, vectores, objetos extraños, transformándose de tal forma en focos infecciosos para la proliferación de microorganismos, representando riesgos potenciales para la salud.

## RECOMENDACIONES

- Es recomendable que antes de consumir una determinada agua como el caso del subterránea, debe ser analizado por especialistas y determinar en forma inmediata apto o no para el destino propuesto.
- Se debe poner en conocimiento acerca de la situación del agua a la población, con la finalidad de tomar medidas de prevención.
- Se debe tomar conciencia, y adoptar las medidas consecuentes con este hecho. Ya que con mayor o menor razón, los ciudadanos de la Región van a dirigirse a ellos suponiéndoles responsables de situaciones. Que en muchos casos, se pueden y deben prevenir

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTIDAS, M. MORENO, W. DURAN, T. 2005. Caracterización hidrogeoquímica en el laboratorio de resultados respectivos dentro del marco del proyecto: Evaluación del potencial de aguas subterráneas para riego de los sistemas acuíferos del cono aluvial y la llanura aluvial del municipio de Valledupar. Convenio CORPOCESAR-UPC. Valledupar, Colombia.
- BRASSINGTON, R., 2000. Alumbramiento de aguas. Guía para la construcción y mantenimiento de suministros de aguas privadas. Ed. Acriba S.A.
- CAMPOS. C., CARDENAS, M., GUERRERO, A., 2002. Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de agua de la sabana de Bogotá (Colombia). Seminario internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. Departamento de microbiología. Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- CANDELA L. Contaminación de las aguas subterráneas: tipo doméstico e industrial. 2002. En: [http://aguas.igme.es/igme/publica/lib108/pdf/lib108/in\\_n7.pdf](http://aguas.igme.es/igme/publica/lib108/pdf/lib108/in_n7.pdf)
- CUELLAR, N. DUARTE, R. 2001 Alterativo del ciclo hidrológico en El Salvador Tendencias y desafíos para la gestión territorial. Programa salvadoreño de investigación sobre desarrollo y medio ambiente (PRISMA). Informe sobre el desarrollo humano sostenible. El Salvador, Nicaragua., Cap. 44.
- DE LUCA L., ZAMORA A. y FOLABELLA A. Bacterias indicadoras de riesgo sanitario aportadas por el riego frente a la supresividad edáfica. 2006. En <http://www.prodti.us.es/congreso/carteles/DELUCA.pdf>
- DELGADO, A. POLANCO, A. PRIETO, S. AMICH, S. SALVE, M. 2001 Manual de laboratorio clínico básico. Microbióloga. Parasitóloga Clínica. Mac Graw Hill, editores. España.

- GALINDO, E., DEL POZO, M., DIAZ, J. A., CASTANO, S., MARTI, B., GUERRA, J.L. 2000. Caracterización geoquímica del agua subterránea en la zona este de gran canaria.
- GOMEZ, A., CAPACHERO, C. 2008 Evaluación de la vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación en el departamento del cesar, aplicando la metodología Drástica.
- HIRATA, R., REBOUCAS, A., 2001. La protección de los recursos hídricos subterráneos: una visión integrada en parámetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos. Sao Paulo, Brasil.
- HERRERA I., QUINTERO D. 2008. Microbiológica de aguas subterráneas en la región sur del municipio de Valledupar-Cesar. Trabajo de Grado. Departamento de microbiología. Universidad Popular del Cesar.
- GLYNN J., HENRY, GARY W. HEINKE, 2000. Ingeniera Ambiental. Aguas subterráneas. Editorial Prentice Hall, México, D. F
- KEMMER, FRANK N., McCall ION, JHON, 1999. Manual de aguas subterráneas, tratamiento y aplicaciones. Depósitos de aguas subterráneas. Ed. Mc Graw Hill. Nalco Chemical Company.
- KIELY, GERALD. 2003. Ingeniera Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Editorial Mc Graw Hill.
- LANZ, K. 1997. El libro del agua. Ed. Greenpeace España. Temas de débale SA. Madrid, España.
- LEVINSON, W., JAWETZ, E. 1999. Microbiología e inmunología: autoevaluación y repaso. Editorial Manual Moderno S.A Segunda edición. México D.F
- LURA, M., BELTRAMINO, D., ABRAMOVICH, B., CARRERA, E., HAYE, M., CONTINI, L. 2002 El agua subterránea como agente transmisor de protozoos intestinales.
- MARIN GALVIN, RAFAEL. 2003. Fisicoquímica y microbióloga de los medios acuáticos, tratamiento y control de calidad en aguas. Editorial Díaz De santos. Madrid.
- MONDACA, M. CAMPOS, V. 2004 El riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales. Programa Iberoamericano de Ciencia y

Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Departamento de microbiología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Concepción. Chile.

- OCAMPO. ESCOBEDO. 2005 Protección de aguas subterráneas. Conocimiento tradicional y estrategias campesinas para el manejo y conservación del agua de riego. Colegio de postgrado Puebla, México.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Guías para la calidad del agua potable. 2ª ed. Ginebra: OMS, 1995; 1: 179. 44.
- ONTIVEROS M. Agentes patógenos transmitidos por el agua. 2009 En: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/Tesis/Basic/Marchand\\_P\\_E/anteced.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/Tesis/Basic/Marchand_P_E/anteced.htm)
- PACHECO, J., CABRERA, A., PEREZ, R., 2004 Diagnostico de la calidad del
- Agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán. México
- PAJARES, M. ORLANDO, E. 2000 Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- PAYERAS, Antoni. 2007. La calidad del agua de riego. Efectos de la calidad del agua de riego con relación a la absorción de esta por las raíces. En: [www.miliarium.com/paginas/prontu/aguas/riego/htm](http://www.miliarium.com/paginas/prontu/aguas/riego/htm)
- PELCZAR, MICHAEL J., REID, ROGER D., 1982 Microbiología, Algas y Protozoos Mc Graw Hill
- POZZOLO, O. R., ROMERO, E.C., ZUFIAURRE, J.L. y DJAZ, E.L. 2004. Caracterización de los sistemas de bombeo para el riego de arroz en la provincia de Entre Ríos, Argentina
- PRIETO B., CARLOS J. 2004. El agua, sus formas, efectos, abastecimientos, usos, danos, control y conservación. Importancia del agua subterránea. ECOE ediciones.
- RIGOLA L., MIGUEL, 1999. Tratamiento de aguas industriales, aguas de proceso y residuales. Parámetros de calidad de las aguas. Alfa omega, editores. México, D.F



- RODIER, J.; GEOFFRAY, Ch.; KOVACSIK, G.; LAPORTE J.; PLISSER, M.; SCHAIDHAUER, J.; VERNEAUX, J.; VIAL, J.; 2002. Análisis de las aguas. Ed. Omega S.A. Barcelona.
- ROMERO, J., 2002. Calidad del agua. Ed. Escuela colombiana de ingeniera. Colombia.
- ROSSETTI, F., FARACE, M., CASTELLI, E., CURTI, L., FUNES, R., 1998. Estudio bacteriológico de aguas subterráneos de la provincia de Buenos Aires (1994-1998). INEI - ANLIS Carlos G. Malbran. Capital Federal, Argentina.
- SCHAECHTER, M. Ph.D, MEDOFIF, G., EISENSTEIN, B., GUERRA, H. 1994 Microbiología. Mecanismos de las enfermedades infecciosas. Enfoque mediante resolución de problemas. Editorial medica Panamericana. 2ª edición. Buenos aires, Argentina.

# **ANEXOS**

## **ANEXO N° 1**

### **Técnica de flotación por centrifugación con sulfato de zinc modificada**

La técnica modificada, es una adaptación del método propuesto por la APHA, 1985, para la determinación de parásitos en agua. Este método es efectivo para la concentración de quistes de protozoos.

La modificación de la técnica radica, en que se implementó inicialmente la técnica de filtración por membrana. Se filtra un volumen de 1 L de la muestra obtenida, a través de un filtro de nitrocelulosa con diámetro de porosidad de 0.45 micras y se realiza la filtración por membrana (a), quedando retenidos los quistes en el filtro.

Posteriormente, se toma el sedimento de la muestra, (todo el contenido retenido en los filtros), se le adiciona sulfato de zinc ( $ZnSO_4$ ) al 33% (Densidad 1.8), cuya mezcla se homogeniza en tubos de ensayo de 5 ml, luego se llevó a centrifugación a 2400 rpm durante 5 minutos.

Por último se tomó la película superficial, colocándola sobre una lámina portaobjeto con lugar parasitológico, para facilitar su observación el microscopio óptico (40 x) (c y d), (Estándar Methods 2002).

### **CONTROL POSITIVO**

Para este proceso se utilizó la técnica anteriormente descrita. Se hicieron 4 controles para los cuales se tomó 1 litro de agua del grifo, se le agrego una porción de suelo mojado (lodo) y luego se contamina con materia fecal infectada con quistes de *Giardia* sp, *B.coli*, *E. coli* y *E. histolytica*.

La observación microscópica corrobora la presencia de los protozoos en estudio, sin embargo no se descarta la posibilidad de que estos ya hubiesen sobrevenido del lodo, ya que la muestra de este se tomó de una vía pública

de la ciudad, en la cual la contaminación por parte de personas y animales es constante.

Para los 4 controles los resultados fueron positivos, sin embargo pudieron hallarse otras estructuras de origen fecal como huevos de helmintos, lo que confirma la confiabilidad de la técnica.

### **CONTROL NEGATIVO**

El control negativo hace referencia al mismo procedimiento anterior, utilizando los mismos componentes, a diferencia de que la muestra no se contamina. El resultado para ese proceso, sorprende con la presencia de quistes y trofozoitos de *Giardia sp*, lo cual confirma aún más la utilización de la técnica anteriormente descrita, y comprueba la sensibilidad a la contaminación por parte de este tipo de parásitos.

## **ANEXO N° 2**

### **Técnica de análisis fisicoquímicos realizados**

Los parámetros como pH, conductividad, temperatura y salinidad se determinaron en campo, de forma simultánea a la toma de muestras para análisis químicos, bacteriológico, según la metodología establecida en el Standard Methods, 1992. Los parámetros de determinación in situ se realizó con un equipo multiparametro WTW 350i/set 2F40-114BOE. Para el caso del análisis de las muestras, se conservaron acidulando con 1.0 ml ácido sulfúrico al 0.02 N y refrigeradas hasta su análisis. En el laboratorio se refrigeró con el fin de evitar el cambio de volumen por posibles procesos de evaporación.

Las muestra para los parámetros como alcalinidad, dureza, sólidos, cloruros, (fig. 9), turbiedad, nutrientes (amonio y nitrato) (fig. 10 y 11) y metales (sodio y potasio) se refrigeraron hasta su análisis en laboratorio. Los análisis de los metales potasio y sodio (fig.), se realizaron en el espectro fotómetro de absorción atómica con llama de acetileno. Hierro y manganeso se hicieron en espectro fotómetro GENESIS UV.

**TABLA N° 17: Resultado de los análisis fisicoquímicos**

<b>CODIGO</b>	<b>T° C</b>	<b>PH</b>	<b>C.E. Us/cm</b>	<b>SDT mg/l</b>	<b>SAL</b>	<b>ACD mg/l</b>	<b>ALK mg/l</b>	<b>TURB ftu</b>	<b>Ca mg/l</b>	<b>C. REAL UPC</b>	<b>DUR T mg/l</b>	<b>Cl" mg/l</b>	<b>Mg mg/l</b>
FQ001	29,40	7,50	830,0	415,0	0,41	300,0	6,0	1,51	14,0	10,0	40,0	0,040	1,20
FQ002	30,20	8,20	5270,0	2630,0	2,83	100,0	4,0	4,54	12,0	20,0	35,0	0,600	1,20
FQ003	31,00	7,29	1645,0	823,0	0,83	500,0	4,0	1,01	18,0	10,0	75,0	0,125	7,20
FQ004	31,30	7,05	1740,0	870,0	0,88	500,0	6,0	1,78	42,0	0,0	130,0	0,281	6,00
FQ005	28,50	7,20	240,0	120,0	0,12	260,0	4,0	0,06	16,0	10,0	45,0	0,019	1,20
FQ006	29,50	6,93	448,0	224,0	0,22	600,0	4,0	1,17	10,0	10,0	25,0	0,012	0,00
FQ007	30,00	7,40	984,0	492,0	0,48	300,0	6,0	1,06	16,0	10,0	48,0	0,097	1,92
FQ008	31,40	7,36	1434,0	717,0	0,71	440,0	8,0	0,34	18,0	10,0	48,0	0,118	0,72
FQ009	28,20	7,12	543,0	271,0	0,26	360,0	4,0	0,35	14,0	20,0	35,0	0,012	0,00
FQ010	29,90	7,15	422,0	211,0	0,20	400,0	8,0	11,19	12,0	20,0	32,0	0,012	0,48
FQ011	29,80	6,99	416,0	208,0	0,20	420,0	2,0	0,08	8,0	10,0	23,0	0,009	0,72
FQ012	29,30	7,21	412,0	206,0	0,20	360,0	6,0	0,79	16,0	10,0	150,0	0,005	26,40
FQ013	29,80	7,09	454,0	227,0	0,22	700,0	8,0	0,00	15,2	0,0	45,0	0,005	1,68
FQ014	29,60	6,88	313,0	156,4	0,15	440,0	4,0	0,46	24,0	10,0	72,0	0,009	2,88
FQ015	27,80	6,95	249,0	124,3	0,12	640,0	6,0	8,96	9,2	10,0	65,0	0,005	10,08

<b>CODIGO</b>	<b>T° C</b>	<b>PH</b>	<b>C.E.</b> <b>Us/cm</b>	<b>SDT</b> <b>mg/l</b>	<b>SAL</b>	<b>ACD</b> <b>mg/l</b>	<b>ALK</b> <b>mg/l</b>	<b>TURB</b> <b>ftu</b>	<b>Ca</b> <b>mg/l</b>	<b>C. REAL</b> <b>UPC</b>	<b>DUR T</b> <b>mg/l</b>	<b>Cl"</b> <b>mg/l</b>	<b>Mg</b> <b>mg/l</b>
FQ016	27,70	6,89	255,0	127,4	0,12	560,0	4,0	1,64	12,0	0,0	34,0	0,004	0,96
FQ017	28,90	6,88	287,0	143,5	0,14	700,0	2,0	1,48	10,0	10,0	33,0	0,014	1,92
FQ018	29,70	6,85	279,0	139,6	0,14	500,0	2,0	2,85	4,0	10,0	15,0	0,009	1,20
FQ019	29,60	6,87	317,0	158,6	0,15	500,0	2,0	0,27	4,8	10,0	20,0	0,016	1,92
FQ020	28,60	7,99	742,0	371,0	0,36	520,0	6,0	2,41	10,0	20,0	30,0	0,019	1,20
FQ021	30,30	7,41	653,0	326,0	0,32	600,0	6,0	1,48	14,0	10,0	40,0	0,016	1,20
FQ022	30,60	7,72	492,0	246,0	0,24	660,0	6,0	2,42	5,2	10,0	15,0	0,085	0,48
FQ023	30,50	7,07	434,0	217,0	0,21	500,0	6,0	1,09	8,0	10,0	25,0	0,012	1,20
FQ024	30,40	7,89	447,0	224,0	0,22	160,0	2,0	1,84	10,0	10,0	30,0	0,011	1,20
FQ025	29,40	7,40	956,0	478,0	0,47	360,0	10,0	1,88	14,0	20,0	70,0	0,033	8,40
FQ026	29,50	7,31	308,0	154,0	0,15	360,0	2,0	2,72	10,0	20,0	40,0	0,012	3,60
FQ027	28,80	7,03	221,0	110,3	0,11	300,0	2,0	23,30	14,0	20,0	43,0	0,085	1,92
FQ028	29,90	6,79	246,0	122,9	0,12	500,0	4,0	126,00	12,8	40,0	40,0	0,011	1,92
FQ029	30,20	7,03	500,0	250,0	0,24	300,0	2,0	0,55	16,8	10,0	65,0	0,026	5,52
FQ030	30,60	6,71	515,0	258,0	0,25	800,0	4,0	7,26	6,0	10,0	25,0	0,030	2,40
FQ031	31,50	6,94	386,0	192,8	0,19	600,0	44,0	1,31	8,0	10,0	25,0	0,012	1,20
FQ032	31,10	7,21	478,0	239,0	0,23	900,0	40,0	1,18	9,2	10,0	28,0	0,011	1,20

<b>CODIGO</b>	<b>T° C</b>	<b>PH</b>	<b>C.E.</b> <b>Us/cm</b>	<b>SDT</b> <b>mg/l</b>	<b>SAL</b>	<b>ACD</b> <b>mg/l</b>	<b>ALK</b> <b>mg/l</b>	<b>TURB</b> <b>ftu</b>	<b>Ca</b> <b>mg/l</b>	<b>C. REAL</b> <b>UPC</b>	<b>DUR T</b> <b>mg/l</b>	<b>Cl"</b> <b>mg/l</b>	<b>Mg</b> <b>mg/l</b>
FQ033	30,80	7,02	446,0	223,0	0,22	500,0	54,0	2,03	10,0	10,0	30,0	0,012	1,20
FQ034	30,90	7,20	467,0	234,0	0,23	600,0	42,0	2,07	6,0	20,0	15,0	0,023	0,00
FQ035	30,90	6,93	451,0	225,0	0,22	600,0	54,0	1,58	8,0	0,0	60,0	0,012	9,60
FQ036	30,80	7,73	463,0	231,0	0,22	300,0	40,0	0,81	7,2	10,0	20,0	0,019	0,48
FQ037	30,20	7,88	655,0	328,0	0,32	300,0	50,0	3,65	8,0	10,0	25,0	0,051	1,20
FQ038	30,40	7,30	527,0	263,0	0,25	400,0	44,0	1,10	10,0	10,0	42,0	0,026	4,08
FQ039	31,70	7,07	1146,0	573,0	0,57	800,0	70,0	1,03	10,0	0,0	25,0	0,065	0,00
FQ040	29,30	7,67	1293,0	646,0	0,64	600,0	100,0	0,74	26,0	40,0	80,0	0,065	3,60
FQ041	30,10	7,44	458,0	229,0	0,22	600,0	40,0	1,32	10,0	10,0	30,0	0,016	1,20
FQ042	29,90	7,21	503,0	251,0	0,24	400,0	36,0	0,95	14,0	10,0	70,0	0,016	8,40
FQ043	29,70	7,34	866,0	433,0	0,42	540,0	50,0	2,47	24,0	20,0	110,0	0,083	12,00
FQ044	30,80	7,35	431,0	215,0	0,22	500,0	40,0	1,25	8,8	10,0	30,0	0,040	1,92
FQ045	29,40	6,93	483,0	242,0	0,23	500,0	50,0	1,57	10,0	10,0	55,0	0,019	7,20
FQ046	30,80	7,29	590,0	295,0	0,29	700,0	60,0	0,24	12,0	10,0	170,0	0,019	33,60
FQ047	31,20	7,09	513,0	257,0	0,25	500,0	60,0	0,00	15,2	10,0	45,0	0,023	1,68
FQ048	32,10	6,90	604,0	302,0	0,29	600,0	60,0	2,21	14,0	10,0	70,0	0,023	8,40
FQ049	30,80	6,95	505,0	252,0	0,24	400,0	50,0	1,76	20,0	10,0	130,0	0,019	19,20



<b>CODIGO</b>	<b>T° C</b>	<b>PH</b>	<b>C.E.</b> <b>Us/cm</b>	<b>SDT</b> <b>mg/l</b>	<b>SAL</b>	<b>ACD</b> <b>mg/l</b>	<b>ALK</b> <b>mg/l</b>	<b>TURB</b> <b>ftu</b>	<b>Ca</b> <b>mg/l</b>	<b>C. REAL</b> <b>UPC</b>	<b>DUR T</b> <b>mg/l</b>	<b>Cl"</b> <b>mg/l</b>	<b>Mg</b> <b>mg/l</b>
FQ050	30,00	7,10	421,0	210,0	0,20	300,0	40,0	0,67	6,0	10,0	25,0	0,016	2,64
FQ051	29,70	6,95	684,0	342,0	0,33	800,0	60,0	1,49	14,0	10,0	70,0	0,030	8,40
FQ052	31,00	7,54	592,0	296,0	0,29	400,0	60,0	2,11	14,8	10,0	45,0	0,030	1,92
FQ053	30,00	6,84	317,0	158,5	0,15	400,0	30,0	0,49	7,2	10,0	20,0	0,051	0,48
FQ054	31,50	7,00	623,0	311,0	0,30	600,0	50,0	0,69	8,0	10,0	35,0	0,019	3,60
FQ055	28,90	7,07	384,0	192,1	0,19	300,0	36,0	1,25	8,0	10,0	20,0	0,085	0,00
FQ056	29,80	6,92	528,0	264,0	0,26	400,0	50,0	0,46	6,0	10,0	20,0	0,064	1,20
FQ057	30,90	6,94	514,0	257,0	0,25	300,0	50,0	0,00	10,0	10,0	30,0	0,014	1,20
FQ058	29,70	7,28	647,0	324,0	0,31	400,0	50,0	0,00	12,0	10,0	35,0	0,023	1,20
FQ059	30,90	7,02	1011,0	505,0	0,50	600,0	64,0	0,00	6,8	10,0	57,0	0,040	9,60
FQ060	30,50	6,95	1728,0	864,0	0,87	1000,0	60,0	0,11	13,6	0,0	168,0	0,260	32,16
FQ061	29,60	7,21	981,0	491,0	0,48	400,0	76,0	0,00	24,0	10,0	80,0	0,048	4,80
FQ062	31,40	7,08	858,0	429,0	0,42	400,0	80,0	0,22	11,2	10,0	28,0	0,035	3,12
FQ063	30,80	7,31	608,0	304,0	0,29	360,0	60,0	0,73	12,8	10,0	46,0	0,026	3,36
FQ064	28,90	6,95	387,0	193,7	0,19	300,0	40,0	0,79	10,0	10,0	25,0	0,085	1,20
FQ065	30,00	7,00	555,0	277,0	0,27	300,0	40,0	0,00	5,2	10,0	52,0	0,014	9,36
FQ066	29,80	8,04	783,0	392,0	0,38	360,0	60,0	0,29	7,2	40,0	85,0	0,048	16,08

<b>CODIGO</b>	<b>T° C</b>	<b>PH</b>	<b>C.E.</b> <b>Us/cm</b>	<b>SDT</b> <b>mg/l</b>	<b>SAL</b>	<b>ACD</b> <b>mg/l</b>	<b>ALK</b> <b>mg/l</b>	<b>TURB</b> <b>ftu</b>	<b>Ca</b> <b>mg/l</b>	<b>C. REAL</b> <b>UPC</b>	<b>DUR T</b> <b>mg/l</b>	<b>Cl"</b> <b>mg/l</b>	<b>Mg</b> <b>mg/l</b>
FQ067	30,40	7,19	498,0	249,0	0,24	400,0	44,0	0,00	6,0	10,0	20,0	0,013	1,20
FQ068	30,10	7,42	510,0	255,0	0,25	400,0	54,0	0,00	10,0	0,0	32,0	0,012	1,68
FQ069	30,00	7,17	482,0	241,0	0,23	300,0	60,0	0,04	6,0	10,0	25,0	0,017	1,20
FQ070	31,20	7,44	403,0	201,0	0,19	300,0	40,0	0,06	10,0	10,0	35,0	0,012	2,40
FQ071	29,20	7,51	475,0	237,0	0,23	400,0	40,0	0,35	8,0	10,0	28,0	0,085	1,92
FQ072	29,20	6,94	455,0	228,0	0,22	400,0	40,0	0,42	6,0	10,0	33,0	0,071	4,32
FQ073	29,00	7,46	544,0	272,0	0,26	360,0	54,0	0,00	10,0	0,0	45,0	0,013	4,80
FQ074	30,90	7,07	807,0	403,0	0,39	660,0	56,0	1,01	10,0	0,0	65,0	0,035	9,60
FQ075	29,50	7,16	1436,0	718,0	0,72	440,0	60,0	0,83	16,0	40,0	50,0	0,011	2,40
FQ076	30,10	7,04	555,0	278,0	0,27	560,0	50,0	1,45	8,0	20,0	20,0	0,012	0,00
FQ077	30,80	7,18	584,0	298,0	0,28	560,0	60,0	0,00	5,2	0,0	20,0	0,014	1,68
FQ078	29,00	7,12	511,0	255,0	0,25	400,0	50,0	0,21	6,0	10,0	20,0	0,085	1,20
FQ079	27,50	7,00	424,0	212,0	0,20	640,0	40,0	0,00	10,0	10,0	30,0	0,012	1,20
FQ080	27,90	7,11	429,0	215,0	0,21	400,0	40,0	0,65	12,0	10,0	30,0	0,085	0,00
FQ081	28,00	7,11	424,0	212,0	0,20	400,0	42,0	0,00	10,0	10,0	50,0	0,085	6,00
FQ082	28,00	7,13	457,0	228,0	0,22	600,0	44,0	0,34	8,0	10,0	25,0	0,050	1,20
FQ083	30,90	7,02	586,0	293,0	0,28	600,0	56,0	0,00	12,0	10,0	35,0	0,012	1,20

<b>CODIGO</b>	<b>T° C</b>	<b>PH</b>	<b>C.E.</b> <b>Us/cm</b>	<b>SDT</b> <b>mg/l</b>	<b>SAL</b>	<b>ACD</b> <b>mg/l</b>	<b>ALK</b> <b>mg/l</b>	<b>TURB</b> <b>ftu</b>	<b>Ca</b> <b>mg/l</b>	<b>C. REAL</b> <b>UPC</b>	<b>DUR T</b> <b>mg/l</b>	<b>Cl"</b> <b>mg/l</b>	<b>Mg</b> <b>mg/l</b>
FQ084	30,10	7,10	475,0	237,0	0,23	600,0	52,0	0,27	8,0	10,0	20,0	0,012	0,00
FQ085	30,80	7,09	614,0	307,0	0,30	500,0	68,0	0,35	8,0	10,0	23,0	0,085	0,72
FQ086	30,50	7,21	467,0	233,0	0,23	300,0	72,0	0,51	8,0	20,0	25,0	0,012	1,20
FQ087	29,40	7,20	568,0	284,0	0,24	400,0	50,0	0,77	5,2	10,0	18,0	0,012	1,20
FQ088	29,30	7,00	585,0	292,0	0,28	500,0	60,0	0,14	5,6	10,0	25,0	0,099	2,64
FQ089	30,10	6,99	555,0	278,0	0,27	700,0	60,0	6,37	16,8	40,0	180,0	0,011	33,12
FQ090	30,20	7,20	641,0	320,0	0,31	700,0	56,0	0,52	8,0	20,0	40,0	0,019	4,80
FQ091	31,50	7,27	1311,0	656,0	0,65	640,0	114,0	0,11	12,0	20,0	37,0	0,070	1,68
FQ092	30,00	7,27	614,0	307,0	0,30	500,0	56,0	0,90	10,0	10,0	25,0	0,016	0,00
FQ093	29,60	7,24	541,0	270,0	0,26	340,0	52,0	1,01	6,0	10,0	38,0	0,013	5,52

<b>CODIGO</b>	<b>NOs" mg/l</b>	<b>NO<sub>2</sub>" mg/l</b>	<b>Mn mg/l</b>	<b>Fe mg/l</b>	<b>Na mg/l</b>	<b>SS mg/l</b>	<b>SD mg/l</b>	<b>ST mg/l</b>	<b>K mg/l</b>	<b>D Mg mg/l</b>	<b>D Ca mg/l</b>	<b>C Ap UPC</b>	<b>NHs mg/l</b>
FQ001	5,338	0,691	33,556	0,014	34,125	0,100	320,00	120,00	0,882	5,0	35,0	10,0	1,773
FQ002	7,618	3,088	33,222	0,020	41,010	0,350	40,00	160,00	6,135	5,0	30,0	20,0	2,033
FQ003	52,206	0,912	26,667	0,011	41,107	0,150	340,00	620,00	0,658	30,0	45,0	10,0	1,784
FQ004	128,824	2,529	35,000	0,019	38,217	0,070	900,00	320,00	0,804	25,0	105,0	10,0	1,903
FQ005	0,662	0,647	39,556	0,019	1,433	0,050	2,00	20,00	0,779	5,0	40,0	20,0	1,251
FQ006	0,956	0,500	18,111	0,018	25,142	0,450	4,20	22,00	0,702	0,0	25,0	10,0	1,299
FQ007	0,613	0,529	28,222	0,020	20,424	0,100	8,00	20,00	0,694	8,0	40,0	10,0	1,299
FQ008	9,809	0,603	24,222	0,021	21,687	0,050	20,00	10,00	0,682	3,0	45,0	10,0	1,156
FQ009	3,235	1,588	19,222	0,018	23,383	0,050	200,00	4,40	1,489	0,0	35,0	10,0	5,825
FQ010	7,426	0,794	5,556	0,017	23,809	0,050	6,80	2,20	1,005	2,0	30,0	60,0	1,287
FQ011	13,691	0,662	8,222	0,018	41,103	0,050	20,00	4,80	0,710	3,0	20,0	10,0	1,322
FQ012	39,324	1,441	12,000	0,017	38,999	0,350	6,40	7,00	0,874	110,0	40,0	10,0	1,322
FQ013	9,647	1,338	5,111	0,018	18,784	0,350	6,80	24,80	0,769	7,0	38,0	10,0	1,275
FQ014	7,882	1,353	9,111	0,018	4,057	0,300	1,20	4,00	0,743	12,0	60,0	20,0	1,239
FQ015	6,103	1,294	4,333	0,019	10,612	0,330	4,20	2,00	0,910	42,0	23,0	10,0	1,204
FQ016	4,750	1,309	8,333	0,019	10,237	0,350	3,40	2,40	0,856	4,0	30,0	10,0	0,659
FQ017	4,279	1,324	8,778	0,018	12,661	0,350	4,80	8,20	1,229	8,0	25,0	10,0	1,441

<b>CODIGO</b>	<b>NOs" mg/l</b>	<b>NO<sub>2</sub>" mg/l</b>	<b>Mn mg/l</b>	<b>Fe mg/l</b>	<b>Na mg/l</b>	<b>SS mg/l</b>	<b>SD mg/l</b>	<b>ST mg/l</b>	<b>K mg/l</b>	<b>D Mg mg/l</b>	<b>D Ca mg/l</b>	<b>C Ap UPC</b>	<b>NHs mg/l</b>
FQ018	4,529	1,279	8,222	0,018	13,551	0,300	4,80	3,80	0,939	5,0	10,0	10,0	0,528
FQ019	5,779	1,324	11,556	0,018	15,275	0,350	3,40	4,60	0,567	8,0	12,0	10,0	0,682
FQ020	3,044	0,618	21,889	0,018	29,679	0,380	9,00	8,20	0,835	5,0	25,0	10,0	0,576
FQ021	5,132	0,632	30,556	0,015	33,543	0,340	1,60	9,20	0,650	5,0	35,0	10,0	0,611
FQ022	2,088	0,618	10,000	0,017	30,147	0,300	8,40	6,40	0,677	2,0	13,0	10,0	0,517
FQ023	1,824	0,515	21,778	0,017	22,344	0,050	3,80	2,21	0,648	5,0	20,0	10,0	0,552
FQ024	0,956	0,515	14,889	0,017	31,527	0,025	3,80	5,00	1,067	5,0	25,0	10,0	0,588
FQ025	0,706	0,324	19,222	0,018	37,009	0,045	8,60	8,80	1,063	35,0	35,0	20,0	0,754
FQ026	0,838	0,441	22,000	0,019	15,276	0,025	3,60	3,10	0,897	15,0	25,0	20,0	11,002
FQ027	3,485	0,515	6,667	0,016	11,974	0,065	2,80	2,80	0,770	8,0	25,0	20,0	1,168
FQ028	5,235	0,279	7,333	0,036	12,106	0,140	2,80	2,40	0,799	8,0	32,0	40,0	0,765
FQ029	16,279	0,471	16,333	0,017	30,560	0,025	5,20	5,20	5,535	23,0	42,0	10,0	0,517
FQ030	8,926	0,515	23,111	0,017	25,749	0,045	4,60	4,60	0,861	10,0	15,0	20,0	0,493
FQ031	1,838	0,456	10,889	0,018	23,616	0,020	0,40	0,80	0,789	5,0	20,0	10,0	0,517
FQ032	1,956	0,471	10,444	0,016	30,505	0,025	4,60	3,20	0,669	5,0	23,0	10,0	0,659
FQ033	8,132	0,456	9,889	0,018	26,000	0,065	5,00	5,00	0,740	5,0	25,0	20,0	0,505
FQ034	0,750	0,221	13,111	0,015	27,691	0,020	4,40	5,20	1,020	0,0	15,0	20,0	0,576

<b>CODIGO</b>	<b>NOs" mg/l</b>	<b>NO<sub>2</sub>" mg/l</b>	<b>Mn mg/l</b>	<b>Fe mg/l</b>	<b>Na mg/l</b>	<b>SS mg/l</b>	<b>SD mg/l</b>	<b>ST mg/l</b>	<b>K mg/l</b>	<b>D Mg mg/l</b>	<b>D Ca mg/l</b>	<b>C Ap UPC</b>	<b>NHs mg/l</b>
FQ035	10,985	0,941	20,667	0,016	26,719	0,045	5,40	4,50	0,887	40,0	20,0	0,0	0,718
FQ036	2,765	0,618	24,889	0,017	25,240	0,020	4,20	3,40	0,799	2,0	18,0	10,0	0,528
FQ037	7,882	2,074	28,667	0,016	35,124	0,025	5,40	4,50	0,559	5,0	20,0	10,0	22,009
FQ038	10,809	0,221	27,333	0,017	27,863	0,010	4,20	4,20	0,885	17,0	25,0	10,0	0,943
FQ039	25,132	0,309	28,333	0,018	35,807	0,030	9,00	8,80	0,658	0,0	25,0	0,0	0,552
FQ040	20,324	1,368	24,889	0,019	33,588	0,025	9,80	4,20	4,974	15,0	65,0	40,0	0,777
FQ041	28,735	0,191	23,667	0,018	28,116	0,010	4,40	4,20	0,819	5,0	25,0	10,0	0,505
FQ042	4,397	0,221	16,333	0,018	17,604	0,085	4,20	3,40	0,988	35,0	35,0	10,0	0,552
FQ043	1,691	0,882	33,556	0,021	32,772	0,040	11,40	7,20	2,109	50,0	60,0	20,0	1,453
FQ044	5,294	0,706	33,778	0,019	26,170	0,045	5,94	6,20	0,836	8,0	22,0	10,0	7,175
FQ045	15,603	0,691	34,778	0,018	27,172	0,075	6,82	6,80	1,511	30,0	25,0	20,0	1,512
FQ046	33,015	0,691	39,778	0,019	23,884	0,003	6,00	6,60	0,760	140,0	30,0	10,0	1,073
FQ047	35,044	0,809	51,444	0,020	26,914	0,025	6,60	5,20	0,854	7,0	38,0	10,0	0,991
FQ048	34,603	0,647	29,333	0,020	23,145	0,020	6,60	6,80	0,895	35,0	35,0	10,0	1,085
FQ049	35,088	0,721	29,444	0,019	25,460	0,010	1,00	4,20	1,008	80,0	50,0	10,0	1,168
FQ050	28,956	0,750	26,222	0,019	24,210	0,040	5,80	5,40	0,775	11,0	14,0	10,0	1,204
FQ051	45,794	0,735	29,000	0,020	28,755	0,035	4,60	4,52	0,965	35,0	35,0	10,0	0,991

<b>CODIGO</b>	<b>NOs" mg/l</b>	<b>NO<sub>2</sub>" mg/l</b>	<b>Mn mg/l</b>	<b>Fe mg/l</b>	<b>Na mg/l</b>	<b>SS mg/l</b>	<b>SD mg/l</b>	<b>ST mg/l</b>	<b>K mg/l</b>	<b>D Mg mg/l</b>	<b>D Ca mg/l</b>	<b>C Ap UPC</b>	<b>NHs mg/l</b>
FQ052	22,397	0,838	19,000	0,020	27,182	0,040	4,94	4,08	1,657	8,0	37,0	40,0	1,145
FQ053	30,500	0,676	10,333	0,017	19,403	0,070	2,80	2,34	1,072	2,0	18,0	10,0	1,014
FQ054	32,735	0,691	10,889	0,017	23,407	0,030	4,20	3,14	0,911	15,0	20,0	10,0	0,991
FQ055	56,485	0,618	8,889	0,018	9,815	0,040	2,40	2,46	0,754	0,0	20,0	10,0	1,204
FQ056	29,441	0,618	12,778	0,017	13,921	0,030	3,60	2,58	0,914	5,0	15,0	10,0	1,109
FQ057	25,735	0,676	29,222	0,017	23,030	0,030	3,80	3,08	0,767	5,0	25,0	10,0	0,825
FQ058	86,926	0,618	35,556	0,016	24,703	0,040	4,40	3,68	0,619	5,0	30,0	10,0	1,038
FQ059	28,853	0,618	39,667	0,016	34,837	0,040	1,60	7,20	0,611	40,0	17,0	10,0	0,872
FQ060	91,118	0,662	35,222	0,018	37,708	0,080	14,00	12,90	0,573	134,0	34,0	0,0	0,884
FQ061	84,368	0,735	38,000	0,017	36,999	0,055	7,40	6,84	0,557	20,0	60,0	10,0	0,872
FQ062	32,088	0,676	35,000	0,016	34,489	0,040	6,40	5,90	0,612	13,0	15,0	10,0	0,825
FQ063	30,324	0,632	42,111	0,019	27,886	0,010	5,18	5,00	1,492	14,0	32,0	10,0	0,765
FQ064	35,221	0,603	30,778	0,017	11,214	0,030	2,70	2,74	0,882	5,0	20,0	10,0	0,801
FQ065	3,544	0,559	18,111	0,019	17,352	0,020	3,60	3,96	0,724	39,0	13,0	10,0	0,848
FQ066	13,147	0,662	40,889	0,020	29,230	0,070	5,80	5,62	1,809	67,0	18,0	40,0	23,064
FQ067	15,441	1,221	32,889	0,019	20,009	0,100	3,80	3,80	0,678	5,0	15,0	10,0	1,204
FQ068	18,456	0,691	42,000	0,018	27,658	0,020	2,60	3,42	0,739	7,0	25,0	0,0	1,358

<b>CODIGO</b>	<b>NOs" mg/l</b>	<b>NO<sub>2</sub>" mg/l</b>	<b>Mn mg/l</b>	<b>Fe mg/l</b>	<b>Na mg/l</b>	<b>SS mg/l</b>	<b>SD mg/l</b>	<b>ST mg/l</b>	<b>K mg/l</b>	<b>D Mg mg/l</b>	<b>D Ca mg/l</b>	<b>C Ap UPC</b>	<b>NHs mg/l</b>
FQ069	11,529	0,941	36,111	0,136	20,746	0,095	4,06	4,20	0,891	5,0	15,0	10,0	1,417
FQ070	17,647	0,897	42,444	0,018	24,148	0,045	3,04	3,32	1,358	10,0	25,0	20,0	1,642
FQ071	26,000	0,824	8,667	0,018	11,761	0,065	2,98	3,08	1,116	8,0	20,0	10,0	0,754
FQ072	26,029	0,809	15,778	0,018	11,925	0,030	3,06	3,00	0,809	18,0	15,0	10,0	1,370
FQ073	18,779	0,853	27,444	0,019	23,295	0,030	3,70	3,40	0,879	20,0	25,0	0,0	0,813
FQ074	9,838	0,956	44,889	0,020	29,428	0,015	5,18	5,40	0,929	40,0	25,0	0,0	1,405
FQ075	16,074	0,882	37,667	0,020	23,529	0,035	3,98	3,90	1,202	10,0	40,0	40,0	12,910
FQ076	12,529	0,838	21,222	0,018	19,278	0,065	4,50	3,76	1,000	0,0	20,0	60,0	1,761
FQ077	10,382	0,868	12,111	0,019	18,495	0,035	4,00	3,90	0,833	7,0	13,0	10,0	1,346
FQ078	6,809	0,838	10,667	0,019	11,140	0,015	3,96	2,90	1,442	5,0	15,0	10,0	1,168
FQ079	10,324	0,515	8,444	0,018	10,721	0,030	4,34	4,60	6,955	5,0	25,0	10,0	1,014
FQ080	8,765	0,456	10,000	0,018	10,246	0,020	3,80	4,12	0,915	0,0	30,0	10,0	0,754
FQ081	7,382	0,456	9,333	0,019	9,530	0,015	4,00	4,18	1,167	25,0	25,0	10,0	0,825
FQ082	12,559	0,441	5,222	0,017	8,497	0,025	3,90	4,62	0,855	5,0	20,0	10,0	0,848
FQ083	9,794	1,000	7,000	0,019	22,148	0,035	5,24	2,12	0,704	5,0	30,0	10,0	1,156
FQ084	6,735	0,529	15,333	0,018	14,817	0,015	4,88	5,00	0,729	0,0	20,0	20,0	0,801
FQ085	1,691	0,515	25,778	0,018	17,059	0,020	4,34	5,32	0,627	3,0	20,0	10,0	0,777



<b>CODIGO</b>	<b>NOs" mg/l</b>	<b>NO<sub>2</sub>" mg/l</b>	<b>Mn mg/l</b>	<b>Fe mg/l</b>	<b>Na mg/l</b>	<b>SS mg/l</b>	<b>SD mg/l</b>	<b>ST mg/l</b>	<b>K mg/l</b>	<b>D Mg mg/l</b>	<b>D Ca mg/l</b>	<b>C Ap UPC</b>	<b>NHs mg/l</b>
FQ086	2,515	0,559	30,778	0,018	28,052	0,040	6,00	6,20	1,478	5,0	20,0	20,0	0,860
FQ087	8,824	0,676	34,222	0,017	21,533	0,010	5,36	4,96	3,231	5,0	13,0	20,0	0,789
FQ088	15,765	0,574	3,667	0,019	14,910	0,010	5,02	5,60	1,103	11,0	14,0	10,0	0,836
FQ089	15,471	0,603	2,889	0,055	11,627	0,055	4,70	5,16	0,693	138,0	42,0	60,0	0,919
FQ090	20,971	0,721	15,000	0,018	26,878	0,015	5,38	5,64	0,695	20,0	20,0	20,0	0,919
FQ091	23,662	0,779	35,667	0,018	41,998	0,040	14,50	14,50	0,823	7,0	30,0	20,0	0,860
FQ092	29,088	0,662	27,333	0,017	31,037	0,035	20,40	6,50	0,882	0,0	25,0	10,0	0,789
FQ093	7,088	0,662	14,667	0,018	23,370	0,015	5,20	6,38	2,692	23,0	15,0	10,0	0,896

**ANEXO N° 3**

**TABLA N° 18: Resultados de la determinación e identificación de Protozoos.**

<b>COD</b>	<b>NOMBRE DEL</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>COD</b>	<b>NOMBRE DEL PREDIO</b>	<b>RESULTADOS</b>
MB001	Porrilla	Giardia sp, E. coli	MB019	El Medidor	B. coli, E. coli
MB002	La Palizaa	E. coli, Giardia sp	MB020	Guamachito	B. coli
MB003	Agrop. El Guaimaro	Giardia sp	MB021	Casa de Zinc	E. coli, Criptosporidium sp
MB004	San Rafael	E. histolytica	MB022	San Benito	E. coli, Criptosporidium sp
MB005	El Embudo	Gardia sp, E. histolytica	MB023	Villa Lucy	E. coli, Giardia sp, B. coli
MB006	San Martin	B. coli	MB024	Cotoprix	E. coli
MB007	Las Delicias	B. coli, E. coli	MB025	Dona Tomasa	E. coli, E. histolytica
MB008	Danabrise	E. coli, E. histolytica	MB026	El Cerrito	E. coli, Criptosporidium sp
MB009	Nueva Idea	E. coli, E. histolytica	MB027	Las Guaduas	Giardia sp, B. coli
MB010	Masahan	Giardia sp, E. histolytica	MB028	El Oriente	E. coli, E. histolytica
MB011	Milan II	Giardia sp, E. coli	MB029	El Oscuro	Giardia sp, Criptosporidium sp, E. histolytica
MB012	La Providencia	B. coli	MB030	Villa Geomar	Criptosporidium sp, E. coli
MB013	Villa Monica	B. coli, E. coli	MB031	La Frontera	Criptosporidium sp

COD	NOMBRE DEL	RESULTADOS	COD	NOMBRE DEL PREDIO	RESULTADOS
MB014	Nuevo Horizonte	Giardia sp	MB032	La Frontera	Criptosporidium sp
MB015	Los Guacimitos	Giardia sp, E. coli	MB033	No hay como Dios	Giardia sp
MB016	El Prado	Giardia sp, Criptosporidium sp.	MB034	Puente La Mina	Giardia sp
MB017	Hda La Giralda	Criptosporidium sp	MB035	Casanare Sur	Giardia sp, Criptosporidium sp
MB018	La Convencion	E. coli, Criptosporidium sp, Giardia sp	MB036	El Centro	Giardia sp, E. histolytica
MB039	La Ceibita	Giardia sp	MB060	La Virginia	Giardia sp
MB040	Los Chaparros	Criptosporidium sp, E. coli	MB061	El Ebano	Giardia sp, Criptosporidium sp
MB041	Los Angeles	B. coli, Giardia sp	MB062	El Ebano II	Giardia sp, E. coli
MB042	Maria Auxiliadora	Giardia sp, Criptosporidium sp, E. coli	MB063	La Maya	Giardia sp, E. coli
MB043	Pastelillo	Giardia sp	MB064	La Varazon	B. coli, Giardia sp
MB044	Pozo de la Bomba	B. coli	MB065	Yerbabuena	Giardia sp
MB045	Las Palmas	E. coli, E. histolytica	MB066	Sam Miguel	Criptosporidium sp
MB046	Siberia	Giardia sp	MB067	Las Animas	Criptosporidium sp

COD	NOMBRE DEL	RESULTADOS	COD	NOMBRE DEL PREDIO	RESULTADOS
MB047	El Higuito	Giardia sp, Criptosporidium sp	MB068	Ojo de Agua	E. histolytica
MB048	GAG Ltda.	Giardia sp, E. histolytica	MB069	La Ahoya	B. coli
MB049	El Rosario	Criptosporidium sp	MB070	Palmarito	Giardia sp
MB050	El Limonar	E. coli, E. histolytica	MB071	Limonar	E. coli, E. histolytica
MB051	Brilla Lucero	E. coli	MB072	Xilena Maria	Giardia sp, Criptosporidium sp
MB052	Las Marias	Criptosporidium sp	MB073	El Manantial	B. coli, Giardia sp
MB053	El Tunal	Criptosporidium sp, E. coli	MB074	Manicomio	Giardia sp
MB054	San Martin	Giardia sp	MB075	El Corralito	Criptosporidium sp, B. coli, E. coli, Giardia sp
MB055	El Doral	B. coli	MB076	Corubal	Giardia sp
MB056	Villa Zamora	Giardia sp	MB077	La Cabana	E. coli
MB057	Guadalajara	Giardia sp	MB078	Dona Ramona	E. coli
MB058	La Sonora	E. histolytica	MB079	La Granja	E. coli, E. histolytica
MB059	La Distraccion	E. coli, E. histolytica	MB080	Divino Nino	Giardia sp

<b>COD</b>	<b>NOMBRE DEL</b>	<b>RESULTADOS</b>
MB081	La Esperanza	Giardia sp, E. histolytica
MB082	Corral Negro	B. coli
MB083	Barrito Colorado	Giardia sp y E. coli
MB084	El Progreso	Criptosporidium sp
MB085	America	Giardia sp y E. coli
MB086	El Manantial	Giardia sp
MB087	La Churubita	Giardia sp
MB088	Tasajera	E. coli
MB089	Dona Rosa	B. coli y Giardia sp
MB090	La Colonia	Giardia sp
MB091	Agroverde	E. coli
MB092	Palmarito	E. coli
MB093	El Porvenir	Giardia sp

#### ANEXO N° 4

**TABLA N° 19: Interpretación de los tipos de agua según el RAS**

TIPO	CALIDAD Y NORMA DE USO DEL AGUA
C1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solamente en suelos de muy baja permeabilidad.
C2	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C3	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego en suelos con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos tolerantes a la salinidad.
C4	Agua de salinidad muy alta, que en muchos casos no es apta para el riego. Solo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C5	Agua de salinidad excesiva, que solo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
C6	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para el riego.
S1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

TIPO	CALIDAD Y NORMA DE USO DEL AGUA
S2	Agua con contenido medio de sodio y por tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel del sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario.
S3	Agua con alto contenido de sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y el empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo, también se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.
S4	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.