	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		80	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	DELIA LEONOR MERIÑO CADENA ELIANA YISETH HERNÁNDEZ ARGOTE		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	LUIS AUGUSTO JÁCOME GÓMEZ		
TÍTULO DE LA TESIS	DETERMINACION DE LOS INDICES DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE (IRCA E IRABA M) EN EL MUNICIPIO DEL PEÑÓN, BOLÍVAR.		
RESUMEN (70 PALABRAS APROXIMADAMENTE)			
<p>EL PRESENTE ESTUDIO ES EL RESULTADO DE UNA INVESTIGACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS SERVIFEÑÓN A.P.C, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE EL PEÑÓN, BOLÍVAR. ESTA INVESTIGACIÓN ES DE GRAN IMPORTANCIA PUESTO QUE SE DETERMINA SI EL AGUA DE LA EMPRESA ANTES MENCIONADA CUMPLE CON LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 2115 DE 2007 PARA SER CONSIDERADA AGUA POTABLE.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 80	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 0	CD-ROM: 1



DETERMINACION DE LOS INDICES DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE (IRCA E
IRABA M) EN EL MUNICIPIO DEL PEÑÓN, BOLÍVAR.

AUTORES:

DELIA LEONOR MERIÑO CADENA

ELIANA YISETH HERNÁNDEZ ARGOTE

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

Director:

LUIS AUGUSTO JÁCOME GÓMEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

INGENIERÍA AMBIENTAL

Ocaña, Colombia

Febrero de 2017

Agradecimientos

Los autores expresas los agradecimientos al director del trabajo de grado Ingeniero Ambiental LUIS AUGUSTO JÁCOME GÓMEZ, por su guía y acompañamiento en este proceso.

A todos los docentes de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Índice

Capítulo 1. determinación de los índices de calidad del agua potable (IRCA e IRABA m) en el municipio del peñón, bolívar.	1
1.1 Planteamiento del problema.	1
1.2 Formulación del problema.	3
1.3 Objetivos.	3
1.3.1 General.	3
1.3.2 Específicos.	3
1.4 Justificación.	4
1.5 Delimitaciones.	5
1.5.1 Conceptual.	5
1.5.2 Operativa.	5
1.5.3 Temporal.	5
1.5.4 Geográfica.	5
Capítulo 2. Marco referencial	6
2.1 Marco histórico.	6
2.1.1 Antecedentes sobre índices de calidad de agua.	6
2.2 Marco teórico.	8
2.3 Marco conceptual.	10
2.3.1 Características del agua potable.	12
2.3.2 Análisis básicos.	12
2.3.3 Análisis microbiológico del agua.	13
2.3.4 Análisis físico y químico del agua.	13
2.3.5 Color aparente.	13
2.3.6 Coliformes.	13
2.3.7 Escherichia coli - E-coli.	13
2.3.8 IRCA. Índice de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano.	13
2.3.9 IRABA. Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.	14
2.3.10 Fosfatos.	14
2.3.11 Cobre.	14
2.3.12 Alcalinidad.	15
2.3.13 Dureza total.	16
2.3.14 Hierro.	16
2.3.15 Turbiedad.	17
2.4 Marco contextual.	17
2.5 Marco legal.	17
Capítulo 3. Diseño metodológico	20
3.1 Tipo de investigación.	20
3.1.1 Diseño metodológico.	20
3.2 Población.	24
3.3 Muestras.	24

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.	25
3.4.1 Etapa 1.	25
3.4.2 Muestreo.	26
3.4.3 Análisis de información.	26
3.4.4 Procesamiento y análisis de la información.	28
Capítulo 4. Presentación de resultados	29
4.1 Características físicas, químicas y microbiológicas del agua potable en el Municipio de El Peñón, Bolívar establecidos en la Resolución 2115 de 2007.	29
4.1.1 Aspectos generales del área de estudio.	29
4.2 Índice de Riesgo de la Calidad del Agua – IRCA y el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano – IRABAm.	33
4.2.1 Análisis de los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos	33
4.2.2 Desarrollo de los instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano.	35
4.2.3 IRCA. Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano.	35
4.2.4 Cálculo del irca. El cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA, se realizará utilizando las siguientes fórmulas	36
4.2.5 Clasificación del Nivel de Riesgo.	37
4.2.6 Análisis de los IRCA obtenidos. De	38
4.2.7 IRABAm. Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.	38
4.2.8 Cálculo del IRABAm. Para el cálculo del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua, IRABAm, se tendrán en cuenta los procesos de tratamiento, distribución y continuidad del servicio	38
4.2.9 Clasificación del nivel del riesgo por abastecimiento de agua.	44
4.3 Comparación con la normatividad ambiental colombiana vigente: Resolución 2115 de 2007.	45
Capítulo 6. Conclusiones	47
Capítulo 7. Recomendaciones	49
Referencias	50
Apéndices	52

Lista de tablas

Tabla 1. Resultado de Pruebas de Laboratorio de parámetros físicos, químicos y microbiológicos al Agua cruda.	44
Tabla 2. Resultados muestras físicas, químicas y microbiológicas Mes 1	45
Tabla 3. Resultados muestras físicas, químicas y microbiológicas Mes 2.	45
Tabla 4. Resultados muestras físicas, químicas y microbiológicas Mes 3.	46
Tabla 5. Puntajes de Riesgo	48
Tabla 6. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse.	50
Tabla 7. Puntajes para el índice de tratamiento del agua para consumo humano	53
Tabla 8. Puntaje para el índice de continuidad de la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.	54
Tabla 9. Clasificación del nivel del riesgo en salud por IRABApp e IRABAm	57
Tabla 10. Comparación con la normatividad ambiental vigente	58

Lista de figuras

Figura 1. Mapa del Municipio de El Peñón, Bolívar	42
Figura 2. Descripción del área	43

Lista de apéndices

Apéndice 1. Desarenador Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C	66
Apéndice 2. Punto de mezcla rápida Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C	66
Apéndice 3. Floculadores Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C	67
Apéndice 4. Sedimentadores Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C	67
Apéndice 5. Filtración Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C	68
Apéndice 6. Desinfección Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C	68
Apéndice 7. Almacenamiento del Agua Potable Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C	69
Apéndice 8. Muestra de Agua Potable a analizar	69
Apéndice 9 Resultados Color aparente	70
Apéndice 10 Resultados Cobre	70
Apéndice 11. Resultado Fosfatos	71
Apéndice 12. Peso de la cantidad de E.M.B Agar para cultivo	71
Apéndice 13. Preparación del Medio de cultivo	72
Apéndice 14. Esterilización del Medio de Cultivo en Autoclave.	72
Apéndice 15. Siembra del medio de cultivo en cajas de Petri	73
Apéndice 16. Revisión de los cultivos después de 48 horas	73
Apéndice 17. Medición de pH y turbiedad	74
Apéndice 18. Agua con reactivo indicador naranja de metilo.	74
Apéndice 19. Agua después de titular con ácido clorhídrico	75
Apéndice 20. Agua con indicador en polvo Negro de eriocromo	75
Apéndice 21. Agua después de titular con E.D.T.A 0,01 M	76
Apéndice 22. Resultados N°1 Laboratorio de Agua U.F.P.S.O	77
Apéndice 23. Resultados N°2 Laboratorio de Agua U.F.P.S.O	78
Apéndice 24. Resultados N°3 Laboratorio de Agua U.F.P.S.O	79
Apéndice 25 Resultado Laboratorio de Agua U.F.P.S.O Agua cruda	80

Resumen

El presente estudio es el resultado de una investigación titulado determinación de la calidad del agua mediante parámetros físico químicos y microbiológicos de la Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C. ubicada en el Municipio de El Peñón, Bolívar.

Esta investigación es de gran importancia ya que este proyecto tiene como propósito determinar si el agua de la Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C ubicada en el municipio de El Peñón, Bolívar, cumple con los parámetros físico químicos y microbiológicos establecidos en la resolución 2115 de 2007 para ser considerada agua potable o apta para consumo humano.

Para ello se realizaron tres muestras tomadas en la planta de distribución de la empresa antes mencionada, el análisis de las muestras de agua serán analizadas en el laboratorio de aguas de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y en el laboratorio de la Empresa ESPO S.A se utilizaron pruebas de laboratorio para los parámetros físico químicos y para los análisis microbiológicos se empleó el método de sustrato definido cultivo en Agar E.M.B para Escherichia Coli, los resultados obtenidos evidenciaron que algunas de las muestras de agua cumple con el valor máximo permisible, y algunas sobrepasan los límites contemplados en la normatividad antes mencionada.

Introducción

El agua es un recurso natural y esencial para la supervivencia de los seres vivos, incluyendo a los seres humanos y sin ella los animales y los seres humanos no podrían vivir, pero además es un recurso indispensable para las actividades que el hombre realiza tales como la industria, agricultura y ganadería. En Colombia a diferencia de muchas naciones del mundo, se posee un rico y amplio patrimonio natural de recursos hídricos que cada día se ven más amenazados por la contaminación de distintas actividades sobre las fuentes hídricas es por eso que asegurar las condiciones de la calidad del agua y el acceso de agua potable constituye una de las necesidades básicas del ser humano, lo cual es considerado igualmente como un factor muy importante en materia de salud.

El presente proyecto se realizará en la empresa de servicios públicos Servipeñón A.P.C ubicada en el municipio de El Peñón, Bolívar, el cual se encuentra localizado al sur del departamento de Bolívar, limitando al norte con el Departamento del Magdalena, al oriente con el Departamento del Cesar y al Occidente con los Municipios de Hatillo de Loba y San Martín de Loba y al sur con el municipio de Regidor (Nuestro municipio, 2017).

Se hace necesario la determinación de la calidad del agua mediante parámetros físico químicos y microbiológicos en la empresa de servicios públicos Servipeñón A.P.C, ya que actualmente la empresa no realiza la evaluación de la calidad del agua que distribuye a la población del municipio de El Peñón, Bolívar.

Por otra parte, se trabajarán los índices para la determinación del riesgo del agua potable, para determinar el nivel de riesgo en que se encuentra el agua que la empresa distribuye y con esto determinas las medidas que deberá tomar el municipio de El Peñón, Bolívar ante ésta situación.

Capítulo 1. Determinación de los índices de calidad del agua potable (IRCA e IRABA m) en el municipio del peñón, bolívar.

1.1 Planteamiento del problema.

De acuerdo al Decreto 1575 de 2007 Capítulo I, artículo 1° El agua potable o agua para consumo humano: “es aquella que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal (Ministerio de protección social, 2007).

La Constitución Política de Colombia establece como uno de los fines principales de la actividad del Estado, la solución de las necesidades básicas insatisfechas, entre las que está el acceso al servicio de agua potable (República de Colombia, 2017), que es fundamental para la vida humana. El abastecimiento adecuado de agua de calidad para el consumo humano es necesario para evitar casos de morbilidad por enfermedades como el cólera y la diarrea.

En el Municipio de El Peñón, Bolívar; el contrato de concesión existente entre el municipio y SERVIPENÓN E.S.P incluye la prestación de servicios de aseo y alcantarillado, sin embargo hay que aclarar que el municipio no le ha entregado la infraestructura total, principalmente la de alcantarillado, para la buena prestación de estos servicios (Consejo Municipal Para La Gestión Del Riesgo de Desastres CMGRD, 2012).

El municipio posee un acueducto con las siguientes características: la fuente de abastecimiento es el Río Magdalena la captación del agua se hace a través de una manguera de 8" que se conecta a un tubo de PVC de 12"; que la conduce hasta la planta de tratamiento de la Empresa Administración Pública Cooperativa Servipeñón A.P.C. La planta de tratamiento es de tipo convencional, con una capacidad de 25 L/S. Una vez tratada, el agua pasa a un tanque de almacenamiento semienterrado, de capacidad $80m^3$. De este tanque, se bombea a un tanque elevado de $80m^3$, para repartir el agua por gravedad a la población.

Actualmente, el volumen de agua que se recibe y se procesa diariamente en la planta de tratamiento del municipio de El Peñón, es suministrado a la población urbana por un periodo de 7 horas y 30 minutos diarios (Plan de desarrollo, 2012).

La cobertura del servicio es de un 89% en el área urbana. El acueducto también abastece de manera regional a los corregimientos de Peñoncito y Castañal, con un promedio de 3 horas y 3 horas y 30 minutos respectivamente.

Actualmente la Empresa Administración Pública Cooperativa Servipeñón A.P.C; no realiza análisis periódico al agua que distribuye a la población, ya que no cuenta con recursos para realizarlos externamente ni con la infraestructura ni los reactivos ni dotación necesarios para realizarlo internamente, es por ésta razón que es necesario evaluar los índices de la calidad del agua potable con el fin de verificar que el tratamiento que realiza dicha empresa es óptimo y el

agua cumple con los parámetros mínimos establecidos en la resolución 2115 de 2007 que debe cumplir el agua para que sea apta para consumo humano.

1.2 Formulación del problema.

Teniendo en cuenta la situación expuesta anteriormente, surge el siguiente interrogante, ¿Por qué es importante determinar de los índices de calidad del agua potable en el municipio de El peñón, Bolívar?

1.3 Objetivos.

1.3.1 General. Determinación de los índices de calidad del agua potable (Irca e Iraba m) en el municipio del Peñón, Bolívar.

1.3.2 Específicos. Determinar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua potable en el Municipio de El Peñón, Bolívar establecidos en la Resolución 2115 de 2007

Calcular el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua – IRCA y el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano – IRABAm; para clasificar el nivel de riesgo del agua suministrada para consumo humano por la empresa prestadora de servicio.

Comparar con la normatividad ambiental colombiana vigente: Resolución 2115 de 2007.

1.4 Justificación.

De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Económico, la situación de Colombia es de alto riesgo teniendo en cuenta que 27 millones de habitantes aproximadamente no toman agua apta para el consumo humano y alrededor de 900 municipios consumen agua sin el adecuado tratamiento.

Teniendo en cuenta, la situación actual de la Empresa Administración Pública Cooperativa Servipeñón A.P.C es necesario realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua potable que distribuye ésta empresa con el fin de determinar si ésta cumple o no con los parámetros establecidos por la resolución 2115 de 2007 que establece las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Nuestro interés al desarrollar la presente investigación, es contribuir al desarrollo de nuestra región, poniendo a su servicio los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación como profesionales, que sumados con la práctica, las vivencias en diferentes sitios y la interacción con la comunidad nos permitirán adquirir mayor conocimiento y así brindar a la comunidad y a la empresa prestadora del servicio la información sobre el estado actual de la calidad del agua, su clasificación de acuerdo al nivel de riesgo y las medidas correctivas que sean pertinentes.

1.5 Delimitaciones.

1.5.1 Conceptual. La temática del proyecto se enmarcará en los siguientes conceptos: análisis físicas y microbiológicas del agua potable, Índice de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano – IRCA; el cual abarca el IRABA Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.

1.5.2 Operativa. En la realización del proyecto se pueden presentar inconvenientes para la consecución de los objetivos planteados, los cuales se tratarán de resolver en el transcurso de la ejecución del proyecto, con los recursos existentes, humanos, económicos y tecnológicos.

1.5.3 Temporal. El proyecto tendrá una duración de doce (12) semanas; tres (3) meses.

1.5.4 Geográfica. El proyecto de investigación se desarrollará en la empresa de servicios públicos Servipeñón A.P.C del Municipio de El Peñón, Bolívar. Ubicada en el municipio de El Peñón, Bolívar, el cual se encuentra localizado al sur del departamento de Bolívar, limitando al norte con el Departamento del Magdalena, al oriente con el Departamento del Cesar y al Occidente con los Municipios de Hatillo de Loba y San Martín de Loba y al sur con el municipio de Regidor.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco histórico.

2.1.1 Antecedentes sobre índices de calidad de agua. En Colombia el suministro de agua potable y las soluciones de saneamiento básico en zonas rurales estuvieron a cargo de la Nación hasta la década de los ochenta, momento en el cual pasaron a ser responsabilidad de las administraciones municipales a partir de la descentralización política administrativa (República de Colombia, Decreto No 077 de 1987 , 2014).

El Gobierno Nacional a través del Fondo de Cofinanciación para la Inversión Rural (DRI), la Caja Agraria con el Programa Vivir Mejor, el Programa Nacional de Rehabilitación (PNR) y el Programa de Asistencia Técnica de la Dirección de Agua y Saneamiento del Ministerio de Desarrollo Económico, continuó apoyando la financiación de infraestructura y brindando asistencia técnica. A partir del año 2006, el Gobierno Nacional adoptó como política sectorial la implementación de los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento (PDA) orientados a regionalizar, fortalecer el manejo empresarial de los servicios y articular los recursos de inversión provenientes de la Nación, departamentos, distritos, municipios y Corporaciones Autónomas Regionales (CAR); los cuales se han concentrado en la atención de la población urbana brindando apoyo para la ejecución de inversiones y pago de subsidios.

Acorde con lo anterior, las acciones para asegurar la provisión de agua potable y saneamiento básico en zonas rurales han quedado en cabeza de los municipios, especialmente en aquellos que presentan una baja capacidad institucional y financiera o de comunidades organizadas, que se caracterizan por no contar con instrumentos que les permitan acceder a los recursos para financiar proyectos de construcción, ampliación u optimización de los servicios.

La baja capacidad institucional de los municipios se refleja en la inadecuada provisión de agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales. Según proyecciones con base en el Censo DANE 2005, la población del país en el año 2013 alcanzó los 47,1 millones de habitantes, de los cuales 11,2 millones (23,8%) se ubican en la zona rural, en su mayoría en las regiones Andina (46%), Caribe (23%) y Pacífica (22%). A su vez, el 23% de la población rural se concentra en áreas nucleadas y el 77% en áreas dispersas (República de Colombia, Políticas para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural, 2014).

En cuanto a la calidad del agua, cerca del 58,8% de la población colombiana en el año 2012 consumió agua potable. El Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) promedio en la zona urbana fue de 13,2 %, correspondiente a nivel de riesgo bajo y en zona rural alcanzó 49,8 % clasificado en nivel de riesgo alto (Instituto Nacional de Salud, 2012).

2.2 Marco teórico.

Características económicas de los servicios de agua potable y saneamiento. La teoría económica en sus más diversas vertientes de pensamiento considera que las condiciones de prestación de servicios como el agua potable son muy peculiares. Para la teoría neoclásica, la peculiaridad de éste servicio deriva de sus muy particulares condiciones de producción y consumo. La teoría de las externalidades, de los bienes públicos y de los bienes club³ contribuye a esclarecer las características de éstos bienes en lo correspondiente a sus condiciones particulares de consumo y realización. Para las escuelas neomarxistas, estos servicios juegan un muy particular papel en el proceso de acumulación, determinante de su lógica contradictoria, en veces ambigua e impredecible. La economía política de la urbanización ha propuesto el concepto de medios de consumo colectivo urbano⁴ para subrayar el papel estructural de éstos consumos en las funciones de acumulación y reproducción social del capitalismo. Estos medios sirven de soporte a otros consumos y sustentan las formas recientes de la cooperación capitalista, base del desarrollo de la productividad social en la época actual (Cuervo Gonzalez, 2010).

Consideraciones preliminares y definiciones básicas. La relación del servicio de agua potable con el proceso de urbanización no es artificial ni artificiosa, está en el origen mismo de su aparición como bien económico y su desaparición como bien libre. Esta relación originaria se mantiene a lo largo de toda la historia y determina las características de su evolución, así como permite entender su importancia vital, su papel central en la reproducción de la raza humana, de su economía y de sus formas de organización social.

El agua potable hace parte de un amplio universo de actividades económicas agrupadas bajo el término de servicios colectivos domiciliarios. El servicio colectivo domiciliario es fruto

de una respuesta colectiva a una necesidad imposible de solucionar individualmente, acudiendo específicamente a la constitución de redes de aprovisionamiento a los domicilios particulares. El carácter colectivo de estos servicios está definido en un doble sentido: porque exigen una respuesta organizada de la sociedad, acudiendo a formas de prestaciones muy diversas pero siempre colectivas, públicas, privadas, comunitarias, mixtas; y porque se orientan hacia la construcción y mantenimiento de bienes cuyo consumo no es individual sino colectivo. Son servicios domiciliarios porque poseen una característica técnica en común, se apoyan en la existencia de redes fijas de aprovisionamiento de los domicilios (residencias, comercio, industria, establecimientos públicos) particulares.

La mera necesidad vital de agua para la sobrevivencia humana no basta para explicar su actual carácter de actividad económica organizada. Su génesis como servicio económico se explica por los cambios sufridos en la manera de satisfacer ésta necesidad básica originaria. Estos cambios han estado determinados por factores básicos, elementales como la escasez, la aglomeración de población, la densidad y la capacidad natural de absorción de los impactos derivados.

La vida humana es imposible sin agua. Sin embargo, esto no significa que la aparición de la raza humana se haya dado simultáneamente a la necesidad de organizarse para obtener agua. Durante mucho tiempo el acceso a este recurso fue totalmente libre, aunque implicara una competencia con otras especies y su calidad y abundancia determinarían límites al crecimiento de la población humana. La aparición de civilizaciones urbanas como la egipcia y mesopotámica está determinada por las facilidades de acceso al agua en calidad y abundancia. El crecimiento de

la población y su concentración geográfica están condicionados por la capacidad social de proporcionar agua y generan, de otra parte, un principio de escasez que mantiene y hace evolucionar ésta capacidad.

La aglomeración de poblaciones humanas define la frontera divisoria entre el agua recurso (bien libre), y el agua potable servicio (bien económico). Esta distinción conceptual contribuye a explicar la evolución discontinua de las condiciones fundamentales de prestación del servicio. A medida que la población crece y su grado de concentración espacial aumenta, las técnicas disponibles de abastecimiento, tratamiento y distribución de agua van cayendo en obsolescencia y exigiendo nuevos patrones de producción y consumo. La talla del conglomerado humano, las técnicas de abastecimiento disponibles y las características de los recursos naturales se combinan para redefinir permanentemente el tipo y la dimensión de la escasez, y la complejidad de la respuesta social organizada para suplirla.

2.3 Marco conceptual.

AGUA POTABLE. El Decreto 1575 de 2007 emitido por el Ministerio de Salud Y La Protección Social, establece que el agua potable es aquella que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el presente decreto y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano. Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal. (Decreto 1575 de 2007). Puede provenir de distintas fuentes como lo son manantiales, ríos, pozos, y demás esta agua es captada y tratada para cumplir con la reglamentación vigente para el consumo humano. El agua de consumo

inocua (agua potable), no ocasiona riesgos significativos para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su desarrollo.

Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. (Guías para la calidad del agua potable, OMS).

El peligro más común relativo al agua potable es el de su contaminación, la cual puede ser directa o indirecta, debido al efecto de aguas residuales, de otros desechos o de las excretas del hombre o los animales. Si dicha contaminación es reciente y entre los factores que contribuyen a ella se hallan agentes portadores de enfermedades entéricas transmisibles, es posible que estén presentes los organismos causantes de dichas enfermedades. Beber agua contaminada o emplearla en la preparación de bebidas o alimentos puede producir mayor número de casos de infección. (OPS, 1997).

2.3.1 Características del agua potable. El agua contiene diversas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella. Desde el momento que se condensa en forma de lluvia, el agua disuelve los componentes químicos de sus alrededores, corre sobre la superficie del suelo y se filtra a través del mismo. Dentro de las características químicas podemos encontrar diversos estándares, tales como la dureza, alcalinidad, presencia de cloruros, sulfatos o hierro. Algunas de estas características cuando se encuentran a niveles elevados son causantes de daños o pérdidas económicas en distintas industrias u hogares; como por ejemplo un exceso de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} pueden presentar daños en tuberías y electrodomésticos; en el caso de el hierro y el manganeso pueden darle al agua un sabor, olor y color indeseable.

Además el agua contiene organismos vivos que reaccionan con sus elementos físicos y químicos. Por estas razones suele ser necesario tratarla para hacerla adecuada para su uso como provisión a la población. El agua que contiene ciertas sustancias químicas u organismos microscópicos puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, y al mismo tiempo perfectamente idóneo para otros. Los microorganismos causantes de enfermedades que se transmiten por el agua la hacen peligrosa para el consumo humano (Orellana, 2015).

2.3.2 Análisis básicos. Es el procedimiento que se efectúa para determinar turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o residual de desinfectante usado, coliformes totales y *Escherichia coli*.

2.3.3 Análisis microbiológico del agua. Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.

2.3.4 Análisis físico y químico del agua. Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas.

2.3.5 Color aparente. Es el color que presenta el agua en el momento de su recolección.

2.3.6 Coliformes. Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la β galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

2.3.7 Escherichia coli - E-coli. Bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la β galactosidasa y β glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano (República de Colombia, Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 , 2017).

2.3.8 IRCA. Índice de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano.

2.3.9 IRABA. Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.

2.3.10 Fosfatos. Son las sales o los Ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de Oxígeno en forma tetraédrica. Los fosfatos secundarios y terciarios son insolubles en agua, a excepción de los de Sodio, Potasio y amonio.

2.3.11 Cobre. Elemento químico, de símbolo Cu, con número atómico 29; uno de los metales de transición e importante metal no ferroso. Su utilidad se debe a la combinación de sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, así como a sus propiedades eléctricas y su abundancia. El cobre fue uno de los primeros metales usados por los humanos. El Cobre es una substancia muy común que ocurre naturalmente y se extiende a través del ambiente a través de fenómenos naturales, los humanos usan ampliamente el Cobre.

Por ejemplo este es aplicado en industrias y en agricultura. La producción de Cobre se ha incrementado en las últimas décadas y debido a esto las cantidades de Cobre en el ambiente se ha expandido El Cobre puede ser encontrado en muchas clases de comidas, en el agua potable y en el aire. Debido a que absorbemos una cantidad eminente de cobre cada día por la comida, bebiendo y respirando. Las absorción del Cobre es necesaria, porque el Cobre es un elemento traza que es esencial para la salud de los humanos. Aunque los humanos pueden manejar concentraciones de Cobre proporcionalmente altas, mucho Cobre puede también causar problemas de salud. La mayoría de los compuestos del Cobre se depositarán y se enlazarán tanto

a los sedimentos del agua como a las partículas del suelo. Compuestos solubles del Cobre forman la mayor amenaza para la salud humana. Usualmente compuestos del Cobre solubles en agua ocurren en el ambiente después de liberarse a través de aplicaciones en la agricultura (Lenntech, 2017).

2.3.12 Alcalinidad. Capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones. Esta representa la suma de las bases que pueden ser tituladas en una muestra de agua. Dado que la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. No obstante, algunas sales de ácidos débiles como boratos, silicatos, nitratos y fosfatos pueden también contribuir a la alcalinidad de estar también presentes. Estos iones negativos en solución están comúnmente asociados o pareados con iones positivos de calcio, magnesio, potasio, sodio y otros cationes. El bicarbonato constituye la forma química de mayor contribución a la alcalinidad. Dicha especie iónica y el hidróxido son particularmente importantes cuando hay gran actividad fotosintética de algas o cuando hay descargas industriales en un cuerpo de agua (Anon, 2017).

2.3.13 Dureza total. El término dureza se refiere al contenido total de iones alcalinotérreos (Grupo 2) que hay en el agua. Como la concentración de Ca^{2+} y Mg^{2+} es, normalmente, mucho mayor que la del resto de iones alcalinotérreos, la dureza es prácticamente igual a la suma de las concentraciones de estos dos iones. La dureza, por lo general, se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonato de calcio (CaCO_3) por litro. Es decir, si la concentración total de Ca^{2+} y Mg^{2+} es 1 mM, se dice que la dureza es 100 mg L⁻¹ de CaCO_3 (= 1 mM de CaCO_3). Un agua de dureza inferior a 60 mg L⁻¹ de CaCO_3 se considera blanda. Si la dureza es superior a 270 mg L⁻¹ de CaCO_3 , el agua se considera dura.

2.3.14 Hierro. Es un elemento químico de número atómico 26 situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Fe (del latín *ferrum*) y tiene una masa atómica de 55,6 u.³ Este metal de transición es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5 % y, entre los metales, solo el aluminio es más abundante; y es el primero más abundante en masa planetaria, debido a que el planeta en su núcleo, se concentra la mayor masa de hierro nativo equivalente a un 70 %. El núcleo de la Tierra está formado principalmente por hierro y níquel en forma metálica, generando al moverse un campo magnético. Ha sido históricamente muy importante, y un período de la historia recibe el nombre de Edad de Hierro.

2.3.15 Turbiedad. Es la dificultad del agua, para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso, etc. Además interfiere con la mayoría de procesos a que se pueda destinar el agua. La turbidez nos da una noción de la apariencia del agua y sirve para tener una idea acerca de la eficiencia de su tratamiento.

2.4 Marco contextual.

El proyecto se desarrollará en el municipio de El Peñón, Bolívar. Que Limita al norte con el departamento de Magdalena, al oriente con el departamento del Cesar, al occidente con los municipios de Hatillo de Loba y San Martín de Loba y al sur el municipio de Regidor.

2.5 Marco legal.

Ley 99 de 1993, (Diciembre 22 de 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones (República de Colombia, Ley 99 de 1993, 2013).

Decreto número 1575 de 2007 (Mayo 9 de 2007). Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano (República de Colombia, Decreto 1575 de 2007, 2011).

Resolución 2115 de 2007 (Junio 22 de 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad de agua para consumo humano (República de Colombia, Resolución 2115 de 2007, 2011).

Decreto 2945 de 2010 (Agosto 6 de 2010). Por medio del cual se reglamenta el ejercicio de las actividades de monitoreo, seguimiento y control a que se refiere el Decreto 028 de 2008, para el sector de agua potable y saneamiento básico y se dictan otras disposiciones (República de Colombia, Decreto 2945 de 2010, 2012).

Decreto 1040 de 2012 (Mayo 18 de 2012). Por el cual se reglamenta la Ley 1176 de 2007 en lo que respecta a la participación para Agua Potable y Saneamiento Básico del Sistema General de Participaciones, y la Ley 1450 de 2011 en lo atinente a las actividades de monitoreo, seguimiento y control integral de estos recursos (República de Colombia, Decreto 1040 de 2012, 2014).

Decreto 1484 de 2014 (Agosto 6 de 2014). Por el cual se reglamenta la Ley 1176 de 2007 en lo que respecta a los recursos de la participación para Agua Potable y Saneamiento Básico del Sistema General de Participaciones y la Ley 1450 de 2011 en lo atinente a las actividades de monitoreo, seguimiento y control integral a estos recursos (República de Colombia, Decreto 1484 de 2014, 2015).

Resolución CRA 726 de 2015 (Octubre 7 de 2015). Por la cual se adoptan medidas para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desincentivar su consumo excesivo.

Resolución CRA 749 de 2016 (Febrero 8 de 2016). Por la cual se modifica la Resolución CRA 726 de 2015.

Decreto 1594 de 1984 (Junio 26). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Decreto 3930 de 2010 (Octubre 25 de 2010). Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones .

Resolución 1096 de 2000 (Noviembre 17). "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS "

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación.

Respecto al agua potable, en el municipio de El Peñón, hay constantes quejas de parte de los habitantes puesto que afirman que no es un servicio de calidad, para evaluar la calidad del agua que se distribuye como potable y apta para consumo humano se utilizará una metodología descriptiva, en la empresa de servicios públicos Servipeñón A.P.C se tomarán tres muestras para determinar con éstas IRCA e IRABAm para establecer el índice de riesgo.

Para la ejecución del proyecto de determinación de los índices de calidad del agua potable (IRCA e IRABAm) en el municipio de El Peñón, Bolívar, se tienen en cuenta una serie de actividades alcanzables en un periodo a corto plazo de 3 meses, por lo que se va a observar el estado actual en que se encuentra el agua potable y de ésta forma realizar los análisis pertinentes.

3.1.1 Diseño metodológico. Inicialmente, se toma una muestra desde la fuente de abastecimiento, que en este caso es el Rio Magdalena; para conocer el estado en el que ésta ingresa a la planta de tratamiento del acueducto del municipio de El Peñón, Bolívar; midiendo los parámetros: color aparente, olor, sabor, pH, turbiedad, fosfatos, cobre, alcalinidad, dureza total y Escherichia Coli.

Para la toma de muestras se establece un intervalo de tiempo de un mes, esto tomando como referencia la resolución 2115 de 2007, capítulo V, artículo 21° frecuencias y número de muestras de control de la calidad física y química del agua para consumo humano que debe

ejercer la persona prestadora, donde determinan el número de muestras que se deben tomar de acuerdo a la población del municipio.

Para poblaciones de 2501 – 10.000 habitantes las características a analizar serán: Turbiedad, Color aparente, pH, Cloro residual libre o residual y éstas deben ser mensuales. Los parámetros físicos que se escogieron para analizar son:

Color aparente. Se realiza en el espectrofotómetro de UV-Visible (HACH: Procedimiento 120). Se elige un blanco que es agua des ionizada (10ml) para llevar a cero el HACH, luego se introducen 10ml de la muestra del agua potable para realizar la medición.

Olor. A consideración.

Sabor. A consideración.

PH y Turbiedad. Se realizan con el Explorer GLX, medidor de sondas multiparamétricas.

Los parámetros químicos que se escogieron para analizar son:

Fosfatos. Se toman 10ml de agua des ionizada como blanco y se lleva a cero en el procedimiento 490 del espectrofotómetro de UV-Visible.

A 25 ml de muestra se le adiciona un sachet de reactivo para Fosfato, cuando esté disuelto se toman 10 ml y se lleva a medición.

Cobre. Se toman 10ml de agua des ionizada como blanco y se lleva a cero en el procedimiento 135 del espectrofotómetro de UV-Visible.

A 10 ml de muestra se le adiciona un sachet de reactivo para Cobre, cuando esté disuelto se lleva a medición.

Hierro. Se toman 10ml de agua des ionizada como blanco y se lleva a cero en el procedimiento 265 del espectrofotómetro de UV-Visible.

A 10 ml de muestra se le adiciona un sachet de reactivo para Hierro, cuando esté disuelto se lleva a medición.

Alcalinidad. Este se realiza por el método de titulación. Se toman 100 ml de muestra, se escoge como reactivo indicador el naranja de metilo de 3 a 4 gotas y se titula con 25ml de Ácido Clorhídrico.

Dureza total. Este se realiza por el método de titulación. Se toman 100 ml de muestra, se escoge como reactivo indicador el negro de eriocromo en polvo y se adicionan de 3 a 4 gotas de pH buffer y se titula con 25ml de E.D.T.A 0,01M. (Ácido Tetracético Etilen Diamina)

Estos se escogieron debido a la disponibilidad de reactivos e instrumentos en el laboratorio de la Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

El parámetro Microbiológico que se escogió para analizar fue:

Escherichia Coli. Ésta prueba se realiza mediante un medio de cultivo, Un medio de cultivo es un sustrato o una solución de nutrientes que permite el desarrollo de microorganismos. En las condiciones de laboratorio para realizar un cultivo, se debe sembrar sobre el medio de cultivo elegido las muestras en las que los microorganismos van a crecer y multiplicarse para dar colonias.

Para esto se eligió el medio de cultivo Agar Eosin Methylene Blue (E.M.B Agar). Se tomaron 3 cajas de Petri cada una con 2,81 gr del E.M.B Agar. Luego se lleva al autoclave durante 20 minutos a 121°/lb de presión.

Siembra. Siembra de placa invertida: consiste en agregar la muestra del agua potable en el fondo de la caja de Petri, luego se agrega el medio de cultivo ya esterilizado. (1ml de agua por caja de Petri).

Siembra por agotamiento en superficie: consiste en colocar primero el medio de cultivo en la caja de Petri hasta que éste se solidifique (de 15 a 20 minutos) luego se siembra la muestra con un asa bacteriológica trazando una especie de zigzag por el medio de cultivo.

Incubación. Las tres cajas de Petri se dejan a 29,3°C durante 48 horas.

Posteriormente, con los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio se calcularon los el Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA- y el Índice de riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo humano – IRABAm.

3.2 Población.

La información de la base de datos del Municipio nos permite clasificar la población entre rural y urbana. Se observa que de los 8.811 habitantes registrados en su base de datos, en la zona urbana de la cabecera municipal viven 4.210 personas, mientras que en el resto del municipio, considerado como rural habitan 4.601 personas. Lo que quiere decir que el 52% de la población es rural y el 48 % es población urbana.

Esta tendencia a lo urbano se registra en los últimos cuatro años ya que desde el año 2005 al 2008 la proporción era de 65% Rural y 35% Urbana, situación está que se puede deber a la migración de personas hacia la cabecera municipal debido a las afectaciones que ocurrieron en la zona rural en los últimos años por las inundaciones asociadas a las fuertes temporadas invernales (Consejo Municipal Para La Gestión Del Riesgo de Desastres CMGRD, 2012).

3.3 Muestras.

Hace referencia a las muestras puntuales que se realizaron en un periodo de tres meses donde se tomó una muestra mensual para determinar el Índice de Riesgo de Calidad del Agua Potable (IRCA) y el Índice de Riesgo por Abastecimiento Municipal (IRABAm).

El agua tomada como muestra para su posterior análisis fueron tomadas en la llave principal de la planta de distribución de la empresa Servipeñón A.P.C; refrigeradas en cavas y transportadas al municipio de El Banco, Magdalena y luego a la ciudad de Ocaña donde se realizaron los análisis de laboratorio.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.

Se hará una recopilación de la información y organización. Luego se realizara el trabajo de campo que consiste en la toma de muestras para su posterior análisis y la ubicación de la Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C.

3.4.1 Etapa 1. Ubicación. El Departamento de Bolívar está situado en el norte del país, en la región de la llanura del Caribe, localizado entre los 07°00'03" y los 10°48'37" de latitud norte y entre los 73°45'15" y los 75°42'18" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 25.978 km² lo que representa el 2.28 % del territorio nacional.

Limita por el por el Norte con el mar Caribe y el departamento del Atlántico, por el Este con el río Magdalena que lo separa de los departamentos del Magdalena, Cesar y Santander, por el Sur con los departamentos de Santander y Antioquia, y por el Oeste con Antioquia, Córdoba, Sucre y el mar Caribe.

El Municipio del Peñón, perteneciente a la región Zodes Loba Bolivarenses, está enclavado al Sur-oriente del departamento de Bolívar. Limita al Norte con el río Magdalena

(Municipio de El Banco, Magd.); por el Sur con el Municipio de Regidor; al Este con el río Magdalena (Municipio de Tamalameque, Cesar) y por el Oeste con el Municipio de San Martín de Loba.

Su posición geográfica es $8^{\circ}40'00''$ Latitud Norte, $73^{\circ}48'00''$ y $73^{\circ}59'00''$ de Longitud Oeste o entre las coordenadas 1010.000 – 1029.000 m Este y 1458.000 – 1487.000 m Norte.

3.4.2 Muestreo. El muestreo se realizará de forma manual directamente de la llave de la planta de distribución de la empresa servipeñon A.P.C.

Se deja correr el agua durante dos minutos y luego se toma la muestra en frascos de vidrio esterilizados con vapor de agua.

Generalmente las muestras obtenidas manualmente se aplican para breves periodos de tiempo y están representadas por las muestras simples (Servicio Nacional de Aprendizaje, 2017).

3.4.3 Análisis de información. Al obtener los resultados de los laboratorios realizados se realiza un procedimiento matemático mediante la aplicación de los siguientes índices de riesgo de la calidad del agua, (IRCA e IRABAm) utilizando las siguientes fórmulas (Resolución 2115 de 2007)

IRCA por muestra

$$IRCA(\%) = \frac{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\Sigma \text{ puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

IRCA MENSUAL

$$IRCA(\%) = \frac{\Sigma \text{ de los IRCAs obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}}$$

IRABAm

$$IRABAm = \left(\frac{\Sigma IRABApp}{tpp} \right) (0.6) + (IRDm)(0.4)$$

Dónde:

m = Municipio.

pp = Persona prestadora.

tpp = Total de personas prestadoras en el municipio que calcularon el IRABApp.

IRABApp = Índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora.

IRDm = Índice de riesgo por distribución en el municipio. Es un indicador que tiene por objeto determinar el riesgo en salud humana por la forma como se distribuye el agua en el municipio. El máximo puntaje equivale a 100 puntos.

Para el cálculo del índice de riesgo por abastecimiento de agua por parte de la persona prestadora (IRABApp), se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$IRABA \text{ pp} = 100 - (IT + IC)$$

Dónde:

pp = persona prestadora.

IT = Índice de tratamiento: Es el puntaje que se asigna al evaluar los procesos de tratamiento, ensayos básicos de laboratorio en planta de tratamiento y trabajadores certificados de la persona prestadora. El máximo puntaje equivale a ochenta (80) puntos.

IC = Índice por continuidad: Es el puntaje que se asigna a la persona prestadora, con la información de continuidad de su área de influencia. El máximo puntaje equivale a veinte (20) puntos.

3.4.4 Procesamiento y análisis de la información. Para el estudio de los parámetros físico-químico y microbiológico tomado en el punto de muestreo antes mencionado se realizará el análisis de cada uno de los parámetros para observar las condiciones en que se encuentra el agua potable teniendo como referencia la Resolución 2115 de 2007.

Capítulo 4. Presentación de resultados

4.1 Características físicas, químicas y microbiológicas del agua potable en el Municipio de El Peñón, Bolívar establecidos en la Resolución 2115 de 2007.

4.1.1 Aspectos generales del área de estudio. En cuanto a la localización, la empresa de servicios públicos Servipeñón A.P.C del Municipio de El Peñón, Bolívar. Ubicada en el municipio de El Peñón, Bolívar, el cual se encuentra localizado al sur del departamento de Bolívar, limitando al norte con el Departamento del Magdalena, al oriente con el Departamento del Cesar y al Occidente con los Municipios de Hatillo de Loba y San Martín de Loba y al sur con el municipio de Regidor.



Figura 1. Mapa del Municipio de El Peñón, Bolívar

Fuente. Planeación, Alcaldía de El Peñón, Bolívar

Descripción del área. El municipio del Peñón políticamente se encuentra dividido en seis (6) Corregimientos y Dieciséis (16) Veredas:

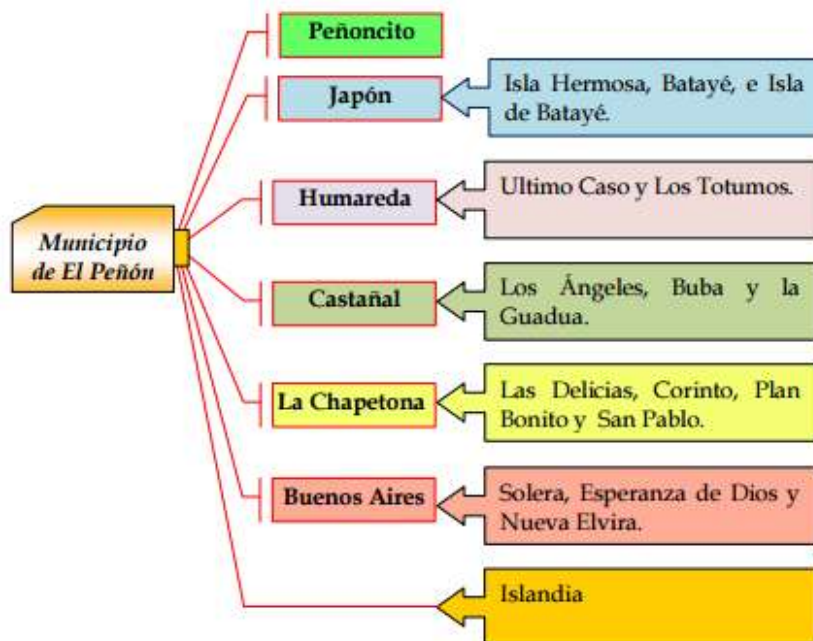


Figura 2. Descripción del área

Fuente: Planeación, Alcaldía de El Peñón, Bolívar

De las cuales, la empresa de servicios públicos Servipeñón A.P.C suministra el servicio de agua potable durante siete horas y treinta minutos (7 hrs/30 min) en la cabecera municipal y a los Corregimientos de Castañal tres horas y media al día (3 hrs/30 min) y Peñoncito tres horas al día (3 hrs).

Cuenta con ocho tratamientos para potabilizar el agua, que son: Desarenadores, punto de mezcla rápida, dosificación de agentes coagulantes, floculadores, sedimentadores, filtración, desinfección (con hipoclorito de Calcio) y almacenamiento.

Descripción. En la siguiente tabla se muestran los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua cruda que ingresa a la planta de tratamiento de la Empresa de Servipeñón A.P.C

Punto de muestreo. Planta de Tratamiento de la Empresa de Servipeñón A.P.C

Tabla 1.

Resultado de Pruebas de Laboratorio de parámetros físicos, químicos y microbiológicos al Agua cruda.

		Valor Máximo aceptable
Color aparente	636	75 UPtCo
Olor	No aceptable	Aceptable
Sabor	No aceptable	Aceptable
Turbiedad	1.5 NTU	2 NTU
pH	7,6	5,0 y 9,0
Fosfatos	1,5 PO_4^{3-}	0,5 PO_4^{3-}
Cobre	1,2 mg/L Cu	1,0 mg/L Cu
Hierro	2,4 mg/L Fe	0.3 mg/L Fe
Dureza Total	65 $CaCO_3$	300 $CaCO_3$
Alcalinidad	55 $CaCO_3$	200 $CaCO_3$
Escherichia Coli	0	200.000

Nota. Fuente. Autores del proyecto

En las siguientes tablas se muestran los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua potable que distribuye la planta de tratamiento de la Empresa de Servipeñón A.P.C. Los resultados obtenidos a los meses octubre, noviembre y diciembre.

Tabla 2.*Resultados muestras físicas, químicas y microbiológicas Mes 1*

Parámetro	Resultado	Valor Máximo aceptable
		Resolución 2115 de 2007
Color aparente	5 U Pt/Co	15 Pt/Co
Olor	Aceptable	Aceptable
Sabor	Aceptable	Aceptable
Turbiedad	0,0 NTU	2 NTU
pH	7,0	6,5 y 9,0
Fosfatos	0,16 mg/L PO_4^{3-}	0,5 mg/L PO_4^{3-}
Cobre	0,04 mg/L Cu	1,0 mg/L Cu
Alcalinidad	0 CaCO ₃	200 CaCO ₃
Dureza total	0 CaCO ₃	300 CaCO ₃
Hierro	0,09 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Escherichia Coli	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Nota. Fuente Autores del proyecto.**Tabla 3.***Resultados muestras físicas, químicas y microbiológicas Mes 2.*

		Valor Máximo aceptable
Color	36 U Pt/Co	15 Pt/Co
Olor	Aceptable	Aceptable
Sabor	Aceptable	Aceptable
Turbiedad	0,0 NTU	2 NTU
pH	7,5	6,5 y 9,0
Fosfatos	1,86 mg/L PO_4^{3-}	0,5 mg/L PO_4^{3-}
Cobre	0,13 mg/L Cu	1,0 mg/L Cu
Alcalinidad	0 CaCO ₃	200 CaCO ₃
Dureza total	105 CaCO ₃	300 CaCO ₃
Hierro	0,11 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Escherichia Coli	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Nota. Fuente. Autores del proyecto.

Tabla 4.

Resultados muestras físicas, químicas y microbiológicas Mes 3.

		Valor Máximo aceptable
Color aparente	1 Pt/Co	15 Pt/Co
Olor	Aceptable	Aceptable
Sabor	Aceptable	Aceptable
Turbiedad	0,0 NTU	2 NTU
pH	7,7	6,5 y 9,0
Fosfatos	0,07 mg/L PO_4^{3-}	0,5 mg/L PO_4^{3-}
Cobre	0,06 mg/L Cu	1,0 mg/L Cu
Alcalinidad	25 mg/L $CaCO_3$	200 mg/L $CaCO_3$
Dureza total	70 mg/L $CaCO_3$	300 mg/L $CaCO_3$
Hierro	0,13 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Escherichia Coli	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Nota. Fuente. Autores del proyecto.

4.2 Índice de Riesgo de la Calidad del Agua – IRCA y el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano – IRABAm; para clasificar el nivel de riesgo del agua suministrada para consumo humano por la empresa prestadora de servicio.

4.2.1 Análisis de los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

En los parámetros físicos evaluados en el agua que es captada para luego potabilizar se observa que el agua, a simple vista, presenta un color turbio y un olor poco agradable al olfato.

En los parámetros físicos evaluados durante los tres meses de trabajo, observamos que en las muestras N°2 el color aparente sobrepasa el valor máximo aceptable, aunque el color, a

términos generales, si es cristalina no representa riesgo alguno para la salud a menos que presente una escala diferente de color, cómo:

Color verde se debe a algas.

Color amarillo a pardo puede ser por presencia de hierro y manganeso, también desechos de Cromato dan color amarillo.

El color amarillento lo da el azufre contenido en el ácido sulfhídrico y el fierro este color está disuelto en el agua, no es por partículas suspendidas.

Siempre que hay algunos de estos colores la calidad es deficiente.

El agua era de color cristalino, al medirse el color ésta arrojó un valor de 36 uPtCo. Esto podría deberse a que el espectrofotómetro, por ser sensible a algunos colores, arrojó un resultado alterado posiblemente por el material con el que se limpió el vaso de precipitado al ser introducido al HACH.

En los parámetros químicos evaluados en el agua que es captada para luego potabilizar observamos que excede los valores que establece la resolución 1594 de 1984 de fosfatos, cobre y hierro, pero no en altas cantidades.

En los resultados obtenidos de los parámetros químicos N°1, la muestra de agua potable no arrojó valores de alcalinidad ni de dureza, pues al titular las muestras estas tomaban de nuevo color cristalino. En los resultados obtenidos de los parámetros químicos N°2, la muestra de agua potable no arrojó valores de alcalinidad y sobrepasó el valor máximo aceptable para Fosfatos.

Los resultados arrojados por los laboratorios de Escherichia Coli indican que el agua pues está libre de contaminación de fecal y contaminación microbiológica respectivamente.

4.2.2 Desarrollo de los instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano. Para evaluar la calidad del agua potable distribuida por la empresa de servicios públicos Servipeñón A.P.C se utilizarán el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) y el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano (IRABAm).

4.2.3 IRCA. Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Para el cálculo del IRCA se asignará puntaje de riesgo a cada característica física, química y microbiológica, por no cumplimiento de los valores establecidos en la resolución 2115 de 2007. El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la resolución antes mencionada y 100 puntos para el más alto riesgo cuando no cumple con ninguno de ellos.

Tabla 5.

Puntajes de Riesgo

CARACTERISTICAS	PUNTAJE DE RIESGO
Ph	1,5
Turbiedad	15
Color aparente	6
Alcalinidad	1
Dureza	1
Fosfatos	1
Cobre	1
Hierro total	1,5
Escherichia Coli	25

Nota. Fuente. Resolución 2115 de 2007

4.2.4 Cálculo del IRCA. El cálculo del índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA, se realizará utilizando las siguientes fórmulas

IRCA por muestra. Muestra Número 1.

$$IRCA(\%) = \frac{0}{67} \times 100 = 0 \%$$

IRCA mensual.

$$IRCA(\%) = \frac{0}{1} = 0$$

IRCA por muestra. Muestra Número 2.

$$IRCA(\%) = \frac{16}{67} \times 100 = 24,61\%$$

IRCA mensual.

$$IRCA(\%) = \frac{24,61}{1} = 24,61\%$$

IRCA por muestra. Muestra Número 3.

$$IRCA(\%) = \frac{0}{67} \times 100 = 0$$

IRCA mensual.

$$IRCA(\%) = \frac{0}{1} = 0$$

4.2.5 Clasificación del Nivel de Riesgo. Teniendo en cuenta los resultados del IRCA mensual, se define la siguiente clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por la persona prestadora y se señalan las acciones que debe realizar la autoridad sanitaria competente:

Tabla 6.

Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones que deben adelantarse.

Clasificación IRCA (%)	Nivel de riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
80.1 – 100	INVARIABLE SANITARIAMENTE	Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1-80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1-35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1-14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0-5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia

Nota. Fuente. Autores del proyecto

4.2.6 Análisis de los IRCA obtenidos. De acuerdo a la clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual.

IRCA mensual 1: 0%

Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia

IRCA mensual 2: 24,61%

Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.

4.2.7 IRABAm. Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano. El valor del IRABAm oscilará entre cero (0) y cien (100) puntos. Es cero (0) cuando cumple con las condiciones aceptables para cada uno de los criterios de tratamiento, distribución y continuidad del servicio y cien (100) puntos para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.

4.2.8 Cálculo del IRABAm. Para el cálculo del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua, IRABAm, se tendrán en cuenta los procesos de tratamiento, distribución y continuidad del servicio

IRABAm

$$IRABAm = \left(\frac{\sum IRABApp}{tpp} \right) (0.6) + (IRDm)(0.4)$$

Dónde:

m = Municipio.

pp = Persona prestadora.

tpp = Total de personas prestadoras en el municipio que calcularon el IRABApp.

IRABApp = Índice de riesgo por abastecimiento de agua de la persona prestadora.

IRDm = Índice de riesgo por distribución en el municipio. Es un indicador que tiene por objeto determinar el riesgo en salud humana por la forma como se distribuye el agua en el municipio. El máximo puntaje equivale a 100 puntos.

Para el cálculo del índice de riesgo por abastecimiento de agua por parte de la persona prestadora (IRABApp), se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$IRABA\ pp = 100 - (IT + IC)$$

Dónde:

pp = persona prestadora.

IT = Índice de tratamiento: Es el puntaje que se asigna al evaluar los procesos de tratamiento, ensayos básicos de laboratorio en planta de tratamiento y trabajadores certificados de la persona prestadora. El máximo puntaje equivale a ochenta (80) puntos.

IC = Índice por continuidad: Es el puntaje que se asigna a la persona prestadora, con la información de continuidad de su área de influencia. El máximo puntaje equivale a veinte (20) puntos.

Para calcular el índice de Tratamiento IT, se sumarán los puntajes asignados teniendo en cuenta los puntajes máximos definidos en la tabla 12.

Tabla 7.*Puntajes para el índice de tratamiento del agua para consumo humano*

Criterio de asignación de puntos	Puntaje máximo
PROCESOS: corresponden a la existencia y funcionamiento de los procesos necesarios de tratamiento de agua para consumo humano, incluyendo los insumos requeridos para el cumplimiento de las exigencias de la presente resolución, de acuerdo con la calidad de agua que alimenta el sistema y teniendo en cuenta la aplicación del reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, Resolución 1096 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico o la que lo adicione, modifique o sustituya, así como las demás normas vigentes establecidas.	
DESCRIPCIÓN TRATAMIENTO	PUNTAJE ASIGNADO
Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo.	50
Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente	25
Si se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo	15
Si se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente	10
Si solo se requiere desinfección y esta se realiza	50
Si solo realiza desinfección	15
Si no hay ningún tipo de tratamiento	0
DOTACION BASICA DE LABORATORIO EN PLANTA DE TRATAMIENTO: la persona prestadora debe contar con los equipos mínimos necesarios para realizar los siguientes ensayos: prueba de jarras, demanda de cloro, turbiedad, color y pH. Se le asignará 3 puntos por cada equipo utilizado en los ensayos citados.	15
TRABAJADORES CERTIFICADOS: la persona prestadora deberá contar en la planta de tratamiento con trabajadores certificados de conformidad con las Resoluciones números 1076 de 2003 y 1570 de 2004 del MAVDT o las que las modifiquen, adicionen o sustituyan, que hacen referencia al Plan Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica para el sector de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental y sobre el plan de certificación de las competencias laborales de sus trabajadores.	
Criterio	Puntaje Asignado
Entre el 90% y el 100% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	15
Entre el 50% y menos de 90% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	10
Menos del 50% de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	0

Nota. Fuente: Resolución 2115

Para el cálculo del índice de continuidad **IC** se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$IC = \left[\frac{\sum(Nhs) * (Ps)}{(730) * (Pt)} \right] * \frac{24h}{dia}$$

Dónde:

(Nhs)= Número de horas prestadas en un mes en el sector j

(Ps) = Población servida en el sector j

730 = Número de horas que tiene un mes

(Pt) = Población total servida

Los valores asignados de acuerdo con las horas de servicio prestado, están establecidos en el cuadro N° 13, así

Tabla 8.

Puntaje para el índice de continuidad de la persona prestadora que suministra o distribuye agua para consumo humano.

Continuidad del servicio – IC	Puntaje
0-10 HORAS/DIA (INSUFICIENTE)	0
10.1-18 HORAS/DIA (NO SATISFACTORIO)	10
18.1-23 HORAS/DIA (SUFICIENTE)	15
23.1-24 HORAS/DIA (CONTINUO)	20

Nota. Fuente. Resolución 2115 de 2007

Para el cálculo del índice de riesgo por distribución en el municipio – IRBm, se tendrá en cuenta la siguiente fórmula:

$$IRDm= 100-[(E1x\%Red)+(E2x\%Pilas)+(E3x\%Carrotanque)+(E4xotros)+(G*F)]$$

Los puntajes se asignarán al municipio con los siguientes criterios, donde:

%red = Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de una red de distribución.

%Pilas=Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de pilas públicas.

%Carrotanques=Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recibe agua para consumo humano por medio de carrotanques.

%Otros=Fracción porcentual del total de la población en el municipio que recoge agua para consumo humano directamente de pozos, lluvias, fuentes superficiales, garrafas, baldes, etc.

G=Número de total de conexiones domiciliarias/Número de viviendas

F=Constante, valor de 10.

Puntajes asignados para clasificar cada forma de distribución:

E1= 90puntos

E2= 50 puntos

E3= 10 puntos

E4= 5 puntos.

Desarrollo del IRABAm

$$IC = \left[\frac{\sum(Nhs) * (Ps)}{(730) * (Pt)} \right] * \frac{24h}{dia}$$

$$IC = \left[\frac{\sum(7,5) * (4210)}{(730) * (8811)} \right] * \frac{24h}{dia} = 0,11$$

Puntaje de Índice de Continuidad: 0

$$IRABA_{pp} = 100 - (IT + IC)$$

$$IRABA_{pp} = 100 - (36 + 0) = 64$$

$$IRDm = 100 - [(E1x\%Red) + (E2x\%Pilas) + (E3x\%Carrotanque) + (E4xotros) + (G * F)]$$

$$IRDm = 100 - [(90x0,10) + (50x0,0) + (10x0,0) + (5x0,0) + (0,8 * 10)]$$

$$IRDm = 100 - [9 + 8]$$

$$IRDm = 83$$

$$IRABAm = \left(\frac{\sum IRABApp}{tpp} \right) (0.6) + (IRDm)(0.4)$$

$$IRABAm = \left(\frac{64}{1} \right) (0.6) + (83)(0.4)$$

$$IRABAm = 71,6$$

4.2.9 Clasificación del nivel del riesgo por abastecimiento de agua. Teniendo en cuenta el promedio de los IRABApp e IRABAm, se define la siguiente clasificación del nivel de riesgo a la salud humana, las acciones según el tratamiento, la continuidad por parte de las personas prestadoras y la distribución a nivel municipal:

Tabla 9.

Clasificación del nivel del riesgo en salud por IRABApp e IRABAm

CLASIFICACIÓN IRABA (%)	NIVEL DE RIESGO A LA SALUD	ACCIONES	
		IRABApp	IRABAm
70 – 100	MUY ALTO	Requiere la formulación inmediata de un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo por parte de la persona prestadora, bajo la verificación de la SSPD.	El Alcalde con el apoyo del Gobernador, propondrá un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo para disminuir el índice de riesgo por distribución, bajo la verificación de las entidades de control y la SSPD.
40.1 – 70	ALTO	Requiere la formulación e implementación de un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, bajo la verificación de la SSPD.	El Alcalde con el apoyo del Gobernador propondrá un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, para disminuir el índice de riesgo por distribución, bajo la verificación de las entidades de control y la SSPD.
25.1 – 40.0	MEDIO	La persona prestadora debe disminuir, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.	El Alcalde propondrá y ejecutará acciones correctivas a mediano y largo plazo, para disminuir el índice de riesgo por distribución.
10.1 – 25	BAJO	La persona prestadora, debe eliminar mediante gestión directa las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio	El Alcalde propondrá y ejecutará acciones correctivas para eliminar el índice de riesgo por distribución
0 – 10.0	SIN RIESGO	La persona prestadora cumple con las disposiciones legales vigentes en materia de agua para consumo humano. Continuar con la prestación del servicio.	El municipio cumple con las disposiciones legales vigentes en materia de agua para consumo humano. Continuar con la prestación del servicio en toda el área de su jurisdicción.

Nota. Fuente. Resolución 2115 de 2007

Nivel de riesgo por abastecimiento de agua: **MUY ALTO**

4.3 Comparación con la normatividad ambiental colombiana vigente: Resolución 2115 de 2007.

Tabla 10.

Comparación con la normatividad ambiental vigente

Parámetros	Resultado Mes 1	Resultado Mes 2	Resultado Mes 3	Valor Máximo aceptable Resolución 2115 de 2007
Color aparente	5 UPt/Co	36 U Pt/Co	1 Pt/Co	15 Pt/Co
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sabor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Turbiedad	0,0 NTU	0,0 NTU	0,0 NTU	2 NTU
pH	7	7,5	7,7	6,5 y 9,0
Fosfatos	0,16 mg/L PO_4^{3-}	1,86 mg/L PO_4^{3-}	0,07 mg/L PO_4^{3-}	0,5 mg/L PO_4^{3-}
Cobre	0,04 mg/L Cu	0,13 mg/L Cu	0,06 mg/L Cu	1,0 mg/L Cu
Alcalinidad	0 CaCO ₃	0 CaCO ₃	25 mg/L CaCO ₃	200 CaCO ₃
Dureza total	0 CaCO ₃	105 CaCO ₃	70 mg/L CaCO ₃	300 CaCO ₃
Hierro	0,09 mg/L Fe	0,11 mg/L Fe	0,13 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Escherichia Coli	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Nota. Fuente. Autores del proyecto

De acuerdo a la resolución 2115 de 2007 Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano, el agua distribuida en el municipio de El Peñón, Bolívar por la empresa Administración Publica Cooperativa Servipeñon A.P.C cumple con los parámetros establecidos

en dicha resolución en los meses 1 y 3, a excepción del mes 2 donde excede en los valores máximos aceptables. Esto debido al incremento de las lluvias en esta región.

Capítulo 6. Conclusiones

Los análisis de laboratorio que se realizaron al agua captada para potabilizar arroja valores que excede los límites de la resolución 1594 de 1984 en color aparente y cobre; y que de acuerdo a esta resolución requiere de tratamiento convencional.

Los valores obtenidos de los parámetros físicos después de analizar la muestra de agua potable en el laboratorio durante los tres meses arroja resultados que se encuentran dentro de los valores máximos aceptables por la resolución 2115 de 2007 en pH y turbiedad.

Los valores obtenidos de los parámetros químicos después de analizar la muestra de agua potable en la muestra N°1 y N°3 los valores obtenidos se encuentran por debajo de los valores máximos aceptables sin embargo, la muestra N°2 excede el límite en fosfatos y color aparente.

Los valores para parámetros microbiológicos en las muestras N°1, N°2 y N°3 cumplen con el valor máximo aceptable por la resolución 2115 de 2007 que es de 0.

Según los resultados obtenidos en la aplicación de los índices, Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano (IRCA) y el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano (IRABAm), obtuvimos que mensualmente el IRCA1 y el IRCA3 dan valor de 0 es decir SIN RIESGO de acuerdo al nivel de riesgo de la resolución 2115 de 2007. Mientras que el IRCA2 dio un valor de 24,61%, es decir MEDIO de acuerdo al nivel de riesgo de la misma resolución.

Por otra parte el cálculo del IRABAm dio un valor 71.6% es decir MUY ALTO de acuerdo al nivel de riesgo a la salud de la resolución 2115 de 2007.

De la presente investigación podemos concluir que el agua suministrada por la empresa Administración Pública Cooperativa Servipeñon A.P.C es de buena calidad y que cumple con los parámetros establecidos por la resolución 2115 de 2007 y debe hacer seguimientos a la calidad del servicio de agua potable.

Capítulo 7. Recomendaciones

Se recomienda continuar la vigilancia del tratamiento del agua potable para que esta continúe siendo agua apta para consumo humano.

Requiere la formulación inmediata de un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo por parte de la persona prestadora, bajo la verificación de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

El Alcalde con el apoyo del Gobernador, debe proponer un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo para disminuir el índice de riesgo por distribución, bajo la verificación de las entidades de control y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. De acuerdo a la resolución 2115 de 2007.

Referencias

- Anon. (30 de Enero de 2017). Variables. Obtenido de <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alkalinidad.pdf>.
- Consejo Municipal Para La Gestión Del Riesgo de Desastres CMGRD. (2012). Caracterización general de escenarios de riesgos. El Peñón.
- Cuervo Gonzalez, L. (30 de Marzo de 2010). <http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/co/>. Obtenido de El agua potable como bien mayor en Observatorio de la Economía Latinoamericana, N° 134, .
- Instituto Nacional de Salud. (2012). Estado de la vigilancia en la calidad del agua para el consumo humano en Colombia. Bogotá.
- Lenntech, e. (30 de Enero de 2017). <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cu.htm>. Obtenido de Propiedades químicas y efectos sobre la salud y el medio ambiente.
- Ministerio de protección social. (9 de Mayo de 2007). http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2007/dec_1775_2007.pdf. Obtenido de Decreto 1575 de 2007.
- Nuentro municipio. (29 de Enero de 2017). El penon Bolivar. Obtenido de http://www.elpenon-bolivar.gov.co/informacion_general.shtml.
- Orellana, J. (2015). Características del agua potable. Barranquilla.
- Plan de desarrollo. (10 de Febrero de 2012). <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/plan%20de%20desarrollo%20el%20pe%C3%B1on%202008%20-%202011.pdf>. Obtenido de El peñón.
- República de Colombia. (2011). Decreto 1575 de 2007. Bogotá: Littio.
- República de Colombia. (2011). Resolución 2115 de 2007. Bogotá.
- República de Colombia. (2012). Decreto 2945 de 2010. Bogotá.
- República de Colombia. (2013). Ley 99 de 1993. Bogotá: Littio.
- República de Colombia. (2014). Decreto 1040 de 2012. Bogotá.
- República de Colombia. (2014). Decreto No 077 de 1987 . Bogotá: Littio.

República de Colombia. (2014). Políticas para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural. Bogotá: Conpes.

República de Colombia. (2015). Decreto 1484 de 2014. Bogotá: Cupido.

República de Colombia. (29 de Enero de 2017).
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4125#HojaVida>.
Obtenido de Consulta de la norma.

República de Colombia. (2017). Resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 . Bogotá.

Servicio Nacional de Aprendizaje. (29 de Enero de 2017).
<http://tecnologosencontrolambientalsenacuc.blogspot.com.co/p/manual-de-procedimiento-de-toma-de.html>. Obtenido de Manual de procedimiento toma de muestras de agua.

Apéndices

Apéndice 1. Desarenador Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón

A.P.C



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 2. Punto de mezcla rápida Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos

Servipeñón A.P.C



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 3. Floculadores Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón

A.P.C



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 4. Sedimentadores Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón

A.P.C



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 5. Filtración Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 6. Desinfección Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 7. Almacenamiento del Agua Potable Planta de Tratamiento Empresa de Servicios Públicos Servipeñón A.P.C



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 8. Muestra de Agua Potable a analizar



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 9 Resultados Color aparente



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 10 Resultados Cobre



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 11. Resultado Fosfatos



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 12. Peso de la cantidad de E.M.B Agar para cultivo



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 13. Preparación del Medio de cultivo



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 14. Esterilización del Medio de Cultivo en Autoclave.



Fuente: Autores del proyecto

Apéndice 15. Siembra del medio de cultivo en cajas de Petri



Fuente: Autores del Proyecto

Apéndice 16. Revisión de los cultivos después de 48 horas



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 17. Medición de pH y turbiedad



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 18. Agua con reactivo indicador naranja de metilo.



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 19. Agua después de titular con ácido clorhídrico



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 20. Agua con indicador en polvo Negro de eriocromo



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 21. Agua después de titular con E.D.T.A 0,01 M



Fuente. Autores del proyecto

Apéndice 22. Resultados N°1 Laboratorio de Agua U.F.P.S.O



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia
NIT. 800 103 130 - 0

LABORATORIO DE AGUAS
RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Potable.

TIPO DE MUESTRA: Puntual.

LUGAR DE MUESTREO: Planta de distribución Servipeñon APC **PUNTO:** punto 1

TOMADA POR: Delia Merino **HORA:** 07:00 Hrs

FECHA TOMA DE MUESTRA: 28 de septiembre de 2016

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 28 de septiembre de 2016 **HORA:** 14:00 Hrs

ANALISIS SOLICITADOS: Fosfatos, cobre, hierro, color.

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 1
FOSFATOS	mg/L	0,16
COBRE	mg/L	0,04
HIERRO	mg/L	0,09
COLOR	UPtCo	5,00

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.



Via Acochare, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

Apéndice 23. Resultados N°2 Laboratorio de Agua U.F.P.S.O



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Potable.

TIPO DE MUESTRA: Puntual.

LUGAR DE MUESTREO: Plata de distribución Servipeñón PUNTO: punto 1

TOMADA POR: Delia Meriño **HORA:** 7:00 Hrs

FECHA TOMA DE MUESTRA: 12 de octubre de 2016.

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 12 de octubre de 2016 **HORA:** 14:00 Hrs

ANALISIS SOLICITADOS: Fosfatos, cobre, hierro, color aparente, alcalinidad, dureza.

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 2
FOSFATOS	mg/L	1,86
COBRE	mg/L	0,13
HIERRO	mg/L	0,11
COLOR APARENTE	UPrCo	36
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	0,0
DUREZA	mg/L CaCO ₃	105

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.



Via Acolure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 002 - PBD: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co

Apéndice 24. Resultados N°3 Laboratorio de Agua U.F.P.S.O



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Potable.

TIPO DE MUESTRA: Puntual.

LUGAR DE MUESTREO: Plata de distribución Servipeñón PUNTO: punto 3

TOMADA POR: Delia Meriño **HORA:** 7:00 Hrs

FECHA TOMA DE MUESTRA: 09 de noviembre de 2016.

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 09 de noviembre de 2016 **HORA:** 14:00 Hrs

ANALISIS SOLICITADOS: Fosfatos, cobre, hierro, color aparente, alcalinidad, dureza.

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 3
FOSFATOS	mg/L	0,07
COBRE	mg/L	0,06
HIERRO	mg/L	0,13
COLOR APARENTE	UPtCo	0,0
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	25
DUREZA	mg/L CaCO ₃	70

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.



Via Acoibure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpsa.edu.co - www.ufpsa.edu.co

Apéndice 25 Resultado Laboratorio de Agua U.F.P.S.O Agua cruda



LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua cruda.

TIPO DE MUESTRA: Puntual.

LUGAR DE MUESTREO: Punto de captión PUNTO: punto 1

TOMADA POR: Della Meriño **HORA:** 7:00 Hrs

FECHA TOMA DE MUESTRA: 27 de noviembre de 2016.

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 27 de noviembre de 2016 **HORA:** 14:00 Hrs

ANALISIS SOLICITADOS: Fosfatos, cobre, hierro, color aparente, alcalinidad, dureza.

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR PUNTO 1
FOSFATOS	mg/L	1,5
COBRE	mg/L	1,2
HIERRO	mg/L	2,4
COLOR	UPTCo	636
DUREZA	mg/L CaCO ₃	65
ALCALINIDAD	mg/L CaCO ₃	55

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de Aguas.



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufps.edu.co - www.ufps.edu.co