

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DE  
LOS MUNICIPIOS PIENDAMÓ - MORALES Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA  
DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD,  
CANTIDAD Y SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD.**

**SANDRA MARCELA JOJOA MERA**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
POPAYÁN  
2013**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DE  
LOS MUNICIPIOS PIENDAMÓ - MORALES Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA  
DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD,  
CANTIDAD Y SERVICIO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD.**

Proyecto de pasantía investigativa presentada como requisito parcial para obtener  
el título de biólogo.

**Autora**

**SANDRA MARCELA JOJOA MERA**

**DIRECTOR INTERNO**

**M.Sc. JOSE BELTRAN**

**DIRECTOR EXTERNO**

**Ing. VICTOR SABOGAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**POPAYÁN**

**2013**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

**DIRECTOR:** \_\_\_\_\_

**M.Sc. JOSE BELTRAN**

**JURADOS:** \_\_\_\_\_

**JURADOS:** \_\_\_\_\_

**FECHA DE SUSTENTACION:**

## **DEDICATORIA**

*A Dios y a la Virgen de la Milagrosa, por ser mis guías espirituales, en todo momento y darme sabiduría para lograr la culminación de mi estudio.*

*A mis padres que han sido mi mayor ejemplo de vida, perseverancia y lucha diaria, quienes con su amor, cariño y apoyo en los buenos y malos momentos me han enseñado que se puede construir una vida mejor con empeño, dedicación y que se debe luchar por nuestros sueños.*

*A mi novio quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. Le agradezco su comprensión y paciente espera para que pudiera sacar adelante mi estudio son evidencia de su gran amor.*

*A mis hermanos por acompañarme siempre y sobre todo por ser mis amigos.*

*Finalmente a quienes me colaboraron para culminar mi estudio.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi director M.Sc. JOSE BELTRAN profesor del departamento de biología por manifestarme su interés al dirigir mi trabajo de grado, por su confianza, colaboración y apoyo en mi proceso de realización de la pasantía.

Al acueducto regional Piendamó – Morales en especial al gerente Víctor Sabogal quien hizo posible que mi trabajo se desarrollara de manera satisfactoria, a nivel personal y académico.

A Albeiro Burbano, Ingeniero Químico del Acueducto regional Piendamó – Morales quien con su experiencia en calidad de agua para el consumo humano fue una guía idónea, durante el proceso que ha llevado a realizar mi pasantía, me ha brindado el tiempo necesario, como la información para que este anhelo llegue a ser felizmente culminado.

A Carlos Díaz, Jefe de Operaciones del Acueducto regional Piendamó – Morales por su acompañamiento y colaboración.

A Ana Myriam Iragorri, Bacterióloga del Acueducto de Popayán por suministrarme todos sus conocimientos, su experiencia y acompañamiento en todo el desarrollo de mi trabajo.

A al Acueducto regional Piendamó – Morales por los servicios prestados en el laboratorio de la planta de tratamiento para el monitoreo de calidad de aguas.

Finalmente son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que agradezco su amistad, consejos y apoyo. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	14
<b>INTRODUCCION</b>	16
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	18
<b>2. OBJETIVOS</b>	20
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos	20
<b>3. JUSTIFICACION</b>	21
<b>4. ANTECEDENTES</b>	24
<b>5. MARCO TEORICO</b>	29
5.1. Características del contexto institucional, empresarial, social y comunitario	29
5.2. Sistema de suministro de agua para el consumo humano de un acueducto.	30
5.3. Componentes de un acueducto.	31
5.4. Descripción de la fuente de abastecimiento del acueducto regional.	32
5.4.1. Componente de las redes de distribución.	33
5.4.2. Sistema de abastecimiento del Acueducto Regional.	33
5.4.3. Aducción.	33
5.4.4. Captación	34
5.4.5. Desarenador.	34
5.4.6. Conducción	35
5.4.7. Planta de tratamiento de agua (tipo convencional).	35
5.4.8. Componente de almacenamiento de agua tratada.	36
5.5. Selección de puntos de muestreo	37
5.5.1. Métodos y muestras.	38
5.5.2. Muestreo	38
5.5.3. Frecuencia del muestreo.	39
5.5.4. Orden del muestreo.	39
5.5.5. Capacitación de los operarios de muestreo.	39
5.5.6. Tipos de muestras	40
5.5.7. Alistamiento de envases, reactivos y preservantes para toma muestras.	41
5.5.8. Recolección de las muestras.	42
5.6. Características y criterios de la calidad del agua para el consumo humano.	42
5.6.1. Características físicas.	42
5.6.2. Características químicas	44
5.6.3. Indicadores microbiológicos de la calidad del agua.	45
5.6.4. Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo	47
5.6.5. Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA).	47
5.6.6. Índice de riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo.	49
5.7. Seguimiento y propuestas para la ejecución del programa de uso eficiente y ahorro del agua.	50
<b>6. METODOLOGIA.</b>	54
6.1. Localización geográfica del área de estudio.	54

6.2. Caracterización del funcionamiento de la planta de tratamiento.	57
6.2.1 Puntos de muestreo.	57
6.2.2. Métodos para la toma de las muestras en los puntos de muestreo.	58
6.2.3. Análisis microbiológicos.	58
6.2.4. Determinación de los parámetros fisicoquímicos	59
6.2.5. Calculo del IRCA.	61
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	62
7.1, Calidad fisicoquímica y microbiológica de la bocatoma	62
7.2. Tabla de resultados.	64
7.3. Calidad fisicoquímica y microbiológica de la planta de tratamiento.	64
7.4. Calidad fisicoquímica y microbiológica de los puntos villa mercedes, alcaldía de Morales, planta de sacrificio Morales y vv. Juvenal Aranda.	77
7.5. Índice del riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo.	110
<b>8. SEGUIMIENTO Y PROPUESTAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA.</b>	115
<b>9. CONCLUSIONES</b>	129
<b>10. RECOMENDACIONES</b>	134
<b>11. BIBLIOGRAFIA</b>	136
<b>12. ANEXOS.</b>	140

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Información para la vigilancia de la calidad de agua potable.	21
<b>Tabla 2.</b> Características microbiológicas	46
<b>Tabla 3.</b> Puntaje de riesgo para características del agua.	47
<b>Tabla 4.</b> Clasificación IRCA	48
<b>Tabla 5.</b> Dispositivo de muestreo.	57
<b>Tabla 6.</b> Parámetros analizados.	60
<b>Tabla 7.</b> Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos de la bocatoma.	64
<b>Tabla 8.</b> Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos de la planta de tratamiento.	71
<b>Tabla 9.</b> Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos del punto Villa Mercedes.	81
<b>Tabla 10.</b> Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos del punto alcaldía de Morales.	88
<b>Tabla 11.</b> Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos del punto planta de sacrificio Morales.	95
<b>Tabla 12.</b> Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos del punto Vv. Juvenal Aranda.	102
<b>Tabla 13.</b> Microorganismos mesófilos.	109
<b>Tabla 14.</b> Consideraciones para el cálculo del IRABAm.	110
<b>Tabla 15.</b> Clasificación del nivel del riesgo en salud por IRABApp e IRABAm.	112
<b>Tabla 16.</b> Metas alcanzadas en el programa de uso eficiente y ahorro del agua.	131



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Diagrama de un acueducto	32
<b>Figura 2.</b> Bocatoma del acueducto regional Piendamó – Morales ubicada en la vereda de la Estrella del municipio de Silvia.	34
<b>Figura 3.</b> Panorámica general del sistema de captación del acueducto regional Piendamó – morales.	34
Figura 4. Vista general de la Planta de tratamiento del Acueducto regional Piendamó- Morales.	35
Figura 5. Unidades de la planta de tratamiento.	36
Figura 6. Unidades de la planta de tratamiento.	36
Figura 7. Dispositivo de recolección de muestras de agua ubicados en veredas del municipio de Morales.	38
Figura 8. Esquema general de un acueducto	53
Figura 9. Mapa de ubicación del proyecto.	55
Figura 10. Plano de distribución del acueducto regional Piendamó – Morales.	56
Figura 11. (Pocket Colorimeter de cloro y pH)	60
Figura 12. (Espectrofotómetro DR/2010) (Turbidímetro Modelo 2100P ISO)	60
Figura 13. (Controlador universal Hach sc200™)	61
Figura 14. Parámetro pH para el punto de muestreo Bocatoma.	66
Figura 15. Parámetro turbiedad para el punto de muestreo Bocatoma	66
Figura 16. Parámetro Color para el punto de muestreo Bocatoma	67
Figura 17. Parámetro caudal para el punto de muestreo Bocatoma.	67
Figura 18. Coliformes totales para el punto de muestreo Bocatoma.	68
Figura 19. <i>E.coli</i> para el punto de muestreo Bocatoma	68

Figura 20. Mesofilos para el punto de muestreo Bocatoma	69
Figura 21. Parámetro pH para el punto de muestreo planta de tratamiento.	73
Figura 22. Parámetro Turbiedad para el punto de muestreo planta de tratamiento.	73
Figura 23. Parámetro Color para el punto de muestreo planta de tratamiento.	74
Figura 24. Parámetro Cloro para el punto de muestreo planta de tratamiento.	74
Figura 25. Coliformes totales para el punto de muestreo planta de tratamiento.	75
Figura 26. <i>E.coli</i> para el punto de muestreo planta de tratamiento	75
Figura 27. Mesofilos para el punto de muestreo planta de tratamiento	76
Figura 28. IRCA MENSUAL para el punto de muestreo planta de tratamiento.	76
Figura 29. Resultados obtenidos mediante la técnica sustrato definido de la planta de tratamiento	79
Figura 30. Resultado obtenido mediante la técnica sustrato definido del punto Alcaldía de Morales	79
Figura 31. Resultado obtenido mediante la técnica sustrato definido del punto Bocatoma.	79
Figura 32. Resultado obtenido mediante la técnica sustrato definido en el punto villa Mercedes	79
Figura 33. Resultados obtenidos mediante la técnica filtración por membrana de mesofilos puntos villa mercedes.	80
Figura 34. Resultados obtenidos mediante la técnica filtración de membrana para mesofilos de los puntos vivienda juvenil Aranda y planta de sacrificio Morales	80
Figura 35. Parámetro pH para el punto de muestreo villa mercedes.	83
Figura 36. Parámetro Turbiedad para el punto de muestreo villa mercedes.	83
Figura 37. Parámetro Color para el punto de muestreo villa mercedes.	84
Figura 38. Parámetro Cloro para el punto de muestreo villa mercedes.	84
Figura 39. Coliformes totales para el punto de muestreo villa mercedes.	85
Figura 40. <i>E,coli</i> para el punto de muestreo villa mercedes.	85

Figura 41. Mesofilos para el punto de muestreo villa mercedes.	86
Figura 42. IRCA MENSUAL para el punto de muestreo villa mercedes.	86
Figura 43. Parámetro pH para el punto de muestreo alcaldía de Morales.	90
Figura 44. Parámetro Turbiedad para el punto de muestreo alcaldía de Morales	90
Figura 45. Parámetro Color para el punto de muestreo alcaldía de Morales.	91
Figura 46. Parámetro Cloro para el punto de muestreo alcaldía de Morales.	91
Figura 47. Coliformes para el punto de muestreo alcaldía de Morales.	92
Figura 48. <i>E.coli</i> para el punto de muestreo alcaldía de Morales	92
Figura 49. Mesofilos para el punto de muestreo alcaldía de Morales.	93
Figura 50. IRCA mensual para el punto de muestreo alcaldía de Morales.	93
Figura 51. Parámetros pH para el punto planta de sacrificio de Morales	97
Figura 52. Parámetros turbiedad para el punto planta de sacrificio de Morales.	97
Figura 53. Parámetros Color para el punto planta de sacrificio de Morales	98
Figura 54. Parámetros cloro para el punto planta de sacrificio de Morales.	98
Figura 55. Coliformes totales para el punto planta de sacrificio de Morales.	99
Figura 56. <i>E.coli</i> para el punto planta de sacrificio de Morales.	99
Figura 57. Mesofilos para el punto planta de sacrificio de Morales	100
Figura 58. IRCA mensual para el punto planta de sacrificio de Morales.	101
Figura 59. Parámetro pH para el punto Vivienda Juvenal Aranda	104
Figura 60. Parámetro Turbiedad para el punto Vivienda Juvenal Aranda	104
Figura 61. Parámetro Color para el punto Vivienda Juvenal Aranda.	105
Figura 62. Parámetro Cloro para el punto Vivienda Juvenal Aranda	105
Figura 63. Coliformes Totales para el punto Vivienda Juvenal Aranda	106
Figura 64. <i>E.coli</i> para el punto Vivienda Juvenal Aranda.	106
	107

Figura 65. Mesofilos para el punto Vivienda Juvenal Aranda.

Figura 66. IRCA por mes para el punto Vivienda Juvenal Aranda

108

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Bocatoma ubicada en la Vereda la Estrella la cual abastece el Acueducto regional Piendamó – Morales	151
<b>Figura 2.</b> Dispositivo ubicado en la planta de tratamiento.	151
<b>Figura 3.</b> Dispositivo ubicado en Villa Mercedes	151
<b>Figura 4.</b> Dispositivo ubicado en la Alcaldía de Morales.	152
<b>Figura 5.</b> Dispositivo ubicado en la planta de sacrificio de Morales	152
<b>Figura 6.</b> Dispositivo ubicado en la Vv. Juvenal Aranda.	152
<b>Figura 7.</b> Registro fotográfico del contrato de prestación de servicios 2010 actividad limpia y fertilización y reposición de material vegetal en la bocatoma del acueducto Piendamó – Morales limpia y fertilización.	153
<b>Figura 8.</b> Reposición material vegetal y fertilización.	154
<b>Figura 9.</b> Registro fotográfico del contrato de plantación 2011 sector vereda la estrella zona de influencia directa de la bocatoma	155
<b>Figura 10.</b> Actividades de plantación.	156
<b>Figura 11.</b> Visitas a colegios y comunidades.	157
<b>Figura 12.</b> Folletos realizados para distribuir sobre el ahorro y cuidado del agua a la comunidad.	157
<b>Figura 13.</b> Videos sobre el uso y ahorro del agua.	158

## RESUMEN

La pasantía se realizó con el fin de continuar con el programa de monitoreo de la calidad del agua suministrada por el acueducto regional y se desarrolló en dos etapas: la primera relacionada con la recolección de muestras en diferentes puntos para luego ser analizadas en el laboratorio y la segunda el seguimiento a la ejecución del programa de uso eficiente y ahorro del agua.

Se midieron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a las muestras de agua recolectadas en seis puntos comprendidos entre los municipios de Piendamó y Morales. Los parámetros utilizados fueron ocho: olor, color aparente, turbiedad, pH, cloro residual, Mesofilos, Coliformes totales, *E.coli*. Siendo así suficientes para obtener el promedio del IRCA requerido por la resolución 2115 del 2007(1) para una población de 5775 habitantes.

Los resultados obtenidos indican que la calidad del agua en el Acueducto Regional Piendamó – Morales con respecto a los análisis fisicoquímicos a excepción del pH y la Turbiedad; se encuentran dentro de los rangos establecidos en el capítulo II de la resolución 2115 del 2007(1).

Con respecto a la calidad microbiológica del acueducto regional Piendamó – Morales es aceptable de acuerdo al rango establecido por la resolución 2115 del 2007(1) en el capítulo III. De igual manera encontramos que se cumple con la reglamentación y adicional a lo exigido por la norma se realizó pruebas complementarias con Mesofilos los cuales se encuentran dentro del rango.

A la par se hizo el seguimiento a la ejecución del programa de uso eficiente y ahorro del agua con visitas a la comunidad abastecida por el acueducto verificando los diferentes usos que se le está dando al recurso hídrico entre otros.

Se pudo corroborar que con el seguimiento realizado se ha logrado llevar a cabo un 70% de las metas propuestas desde el 2010 año en que fue publicado hasta el año 2012 obteniendo como resultados una buena distribución del agua apta para el consumo humano mejorando la captación, tratamiento, almacenamiento y conducción.

Finalmente se recomienda mejorar el pH y la turbiedad logrando la construcción de un tanque dosificador de Cal para que esta sea agregada continuamente lo cual llevara a evitar el fenómeno de la incrustación en la red de distribución llevando a normalizar la turbiedad en los diferentes puntos de muestreo.

Con respecto a la culminación total del programa de uso eficiente y ahorro del agua se evidencian metas sin cumplir como la construcción del tanque de cloro aunque se espera que para el 2014 ya se cuente con este; el cual beneficiara a gran escala la empresa.

## INTRODUCCION

El presente trabajo se llevó a cabo en la modalidad de pasantía investigativa para la evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de los municipios Piendamó - Morales y el seguimiento del programa de uso eficiente y ahorro del agua para optimizar la calidad, cantidad y servicio de agua potable para la comunidad. La propuesta se orientó en el diseño teórico del sistema de tratamiento de agua potable que se establece en el Decreto 1575 de 2007(2) y resoluciones reglamentarias 2115 (22 Junio de 2007) (1) y 0811 (5 Marzo de 2008) (3) impuestas en el país por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial junto con el Ministerio de la Protección Social.

Durante la pasantía se verificó que el acueducto regional Piendamó – Morales, cumpliera con la normatividad de calidad del agua para el consumo humano y ejecutara el programa de uso eficiente y ahorro del agua ya establecido.

Para cumplir con este propósito se llevó a cabo el monitoreo y la evaluación continua de la calidad del agua para el consumo humano del acueducto regional en seis puntos estratégicos: la bocatoma, la infraestructura de la planta que corresponde a un tratamiento convencional con los siguientes pasos: captación lateral, línea de aducción, módulos desarenadores, línea de conducción, planta de tratamiento de agua potable tipo convencional, tanques de almacenamiento y red de distribución; continuando con los dispositivos a lo largo de la vía que conduce al municipio de Morales, la cabecera municipal (Morales) y veredas de Morales.



Se utilizó como medios de evaluación para garantizar la calidad del agua para el consumo humano: índice de riesgo (IRCA), riesgo municipal por abastecimiento (IRABApp). Con esta reglamentación se buscó establecer a corto y mediano plazo, que el suministro y la calidad del agua que demanda la población abastecida por el acueducto regional Piendamó - Morales sea la adecuada para el consumo humano.

Por otra parte es importante señalar que el agua en pocos años será un recurso muy disputado para su distribución y en la medida que los actuales usuarios no sean eficientes en el manejo del recurso, sus costos de producción serán más elevados particularmente en periodos de baja pluviosidad. Por lo anterior, se hizo un seguimiento a la ejecución del programa de uso eficiente y ahorro del Agua dirigido a la población usuaria del acueducto regional Piendamó – Morales con base en los lineamientos del programa ya establecido en el acueducto.

La importancia de este trabajo radica en monitorear la calidad del agua para el consumo humano cumpliendo con los decretos exigidos por el estado, al igual que el seguimiento y formulación de propuestas para ejecutar el programa de uso y ahorro eficiente del agua.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el acueducto regional Piendamó-.Morales se caracteriza por abastecer agua apta para el consumo humano lo cual es certificado por el instituto Nacional de Salud (INS), quienes realizan un muestreo mensual verificando que se cumpla con los requisitos exigidos en el Decreto 1575 del 2007(2). Aunque este muestreo mensual tenga excelentes resultados, con la pasantía investigativa realizada se planteó la necesidad de practicar muestreos semanalmente en seis dispositivos debido a la intervención antrópica a la que se encuentra sometida la subcuenca del río Piendamó que abastece el acueducto, la cual puede alterar temporalmente (24,48 o 72 horas) la calidad del agua para el consumo humano.

Existe en el acueducto Piendamó - Morales, un programa de uso eficiente y ahorro racional del agua que se encuentra planteado; el cual fue sujeto de un seguimiento y formulación de propuestas para la ejecución de este programa que busca reorientar el actual uso que la comunidad le da al recurso hídrico a través de sus actividades cotidianas, así como disminuir ostensiblemente el deterioro y agotamiento de las fuentes de abastecimiento y de igual forma complementar los planes que sigue la empresa para optimizar la prestación del servicio de agua potable desde sus componentes técnicos, operativos, administrativos y ambientales, en el marco de la regulación y normatividad.

Preguntas problema:

¿Cumple el acueducto regional Piendamó- Morales la normatividad de calidad del agua para el consumo humano establecida realizando un muestreo continuo?

¿El programa de uso eficiente y ahorro del agua una vez aplicado tendrá resultados en la población y empresa?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Verificar mediante el monitoreo continuo que el acueducto regional Piendamó – Morales cumpla con los estándares de calidad del agua para el consumo humano reportados por el Instituto Nacional de Salud (INS) y realizar un seguimiento al Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), para optimizar la cantidad, calidad y servicio de agua potable.


### **2.2. Objetivos específicos**

- Monitorear la calidad física química y bacteriológica del agua para el consumo humano del acueducto regional Piendamó - Morales.
- Evaluar a través del IRCA, IRABAm e IRABApp la calidad del agua del acueducto regional Piendamó – Morales.
- Diseñar planes y actividades dirigidas a la reducción de pérdidas.
- Orientar hacia la conservación y manejo sostenible del recurso hídrico implementando campañas educativas sobre uso eficiente y ahorro del agua.
- Seguimiento al programa de uso eficiente y ahorro del agua para optimizar la cantidad, calidad y servicio de agua potable para la comunidad.

### 3. JUSTIFICACION

El acueducto regional Piendamó - Morales hasta el momento se encuentra catalogado como el mejor del Cauca por la calidad de agua con la que abastece su población, lo cual es certificado por el Instituto Nacional de la Salud (INS) en su programa Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP) (18), quienes son los encargados de analizar mensualmente los parámetros del IRCA; estos resultados para el año 2011, se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Información para la vigilancia de la calidad de agua potable.

 <b>SUBSISTEMA DE INFORMACIÓN PARA VIGILANCIA DE CALIDAD DE AGUA POTABLE –SIVICAP</b> <b>Instituto Nacional de Salud</b> <b>Información de los IRCA's mensuales para la certificación de los municipios MORALES</b>				
<b>AÑO: 2011</b>	<b>MES</b>	<b>No. de muestras analizadas (SIVICAP)</b>	<b>IRCA (%)</b>	<b>NIVEL DE RIESGO (SIVICAP)</b>
	<b>ABRIL</b>	4	0.0	SIN RIESGO
	<b>MAYO</b>	3	0.0	SIN RIESGO
	<b>JUNIO</b>	4	0.0	SIN RIESGO
	<b>JULIO</b>	5	0.0	SIN RIESGO
	<b>AGOSTO</b>	1	0.0	SIN RIESGO
	<b>SEPTIEMBRE</b>	5	0.0	SIN RIESGO
	<b>OCTUBRE</b>	3	0.0	SIN RIESGO
	<b>NOVIEMBRE</b>	4	0.0	SIN RIESGO
	<b>DICIEMBRE</b>	4	0.0	SIN RIESGO

**Fuente:** (Instituto Nacional de la Salud)

Con la información anteriormente mencionada se corrobora que la calidad del agua del acueducto regional es apta para el consumo humano según los análisis realizados mensualmente por el Instituto Nacional de Salud. No obstante lo anterior, el acueducto ha dispuesto la necesidad de realizar mediciones semanalmente en seis dispositivos: la bocatoma, la planta de tratamiento, dispositivos a lo largo de la vía que conduce al municipio de Morales, la cabecera municipal (Morales) y veredas de Morales. Midiendo los parámetros establecidos por el decreto 1575 del 2007(2) para la población abastecida que es de 5775 personas, debido a que la calidad del agua se puede alterar temporalmente (24,48 o 72 horas). Esta serie de alteraciones se pueden dar en la subcuenca del río Piendamó que abastece el acueducto por intervenciones antrópicas causadas por los habitantes del municipio de Silvia quienes hacen mal uso de agroquímicos en la producción agrícola, el lavado de los equipos de fumigación se hace en las fuentes y los empaques que contienen los residuos de estos químicos son arrojados a la subcuenca del río Piendamó, la ganadería extensiva no permite un manejo adecuado del estiércol siendo así arrojado a la subcuenca. Por la falta de conciencia ambiental la población urbana que está asentada sobre las riberas de la subcuenca del río Piendamó contaminando el agua, arrojan toda clase de desperdicios, la cría y levante de cerdos sin técnicas adecuadas es también fuente de alta contaminación del agua y por último el actual botadero de basuras del Municipio de Piendamó, se encuentra en el municipio de Silvia siendo otro factor contaminante. (POT de Silvia)(4).

Considerando que la comunidad no tiene claro la proyección del agua hacia el futuro, ni entiende el papel que juega la demanda y la disponibilidad del agua, en términos de cantidad y calidad, llegando a comprometer el equilibrio del recurso. El estudio a realizar en la pasantía, se enfocó en evaluar el abastecimiento y la calidad del agua empezando por proteger la calidad integral del agua, al igual que promoviendo planes colectivos de ahorro y eficiencia en el uso del agua,

incorporando activamente a la sociedad para que los planteamientos en cuanto al ahorro y buen uso puedan tener éxito.

#### 4. ANTECEDENTES

Al consultar la bibliografía relacionada al tema de la calidad del agua, se encuentran estudios llevados a cabo en varios sectores del departamento del Cauca en los cuales se determina la calidad del agua que distribuye a los diferentes Municipios. Sin embargo, sobre el acueducto regional Piendamó – Morales solo se cuenta con información suministrada por el Instituto Nacional de Salud anteriormente mencionada, (Tabla 1. Información para la vigilancia de la calidad de agua potable.) sobre la calidad del agua y El PUEAA (5) de la Administración Cooperativa Acueducto Piendamó – Morales E.S.P. que presta el servicio de acueducto en los municipios de Piendamó (zona rural) y Morales (Cabecera municipal) en el Departamento del Cauca, dando cumplimiento a la Ley 373 de 1997(6).

Un estudio llevado a cabo en el 2011 sobre control y seguimiento a la calidad del agua de la empresa de servicios tribunas Córcega (E.S.P) de la ciudad de Pereira. Evidenció que el agua se veía afectada por la baja concentración de cloro residual en el proceso de desinfección, logrando con ello una proliferación de microorganismos. Se recomendó realizar demandas de cloro semanalmente, esto con el fin de encontrar la adecuada dosis de cloro para el proceso de desinfección y hacer análisis periódicos de cloro residual en cada uno de los 6 tanques de la red de distribución, para verificar la efectividad del desinfectante y el tiempo de retención del mismo, logrando de esta manera obtener agua libre de microorganismos. (19)



En otro estudio sobre el agua para consumo humano de la planta de tratamiento de filtración lenta en arena del acueducto de río negro, municipio de Popayán. Se concluye que el sistema de filtración lenta en múltiples etapas no está siendo efectivo en la desinfección del agua del acueducto. Lo cual lleva a obtener agua no apta para el consumo humano requiriendo que implemente prácticas que ayuden a la desinfección implementando medidas de vigilancia entre las cuales se encuentra: realizar cloración, aumentar la presión del agua para contrarrestar la contaminación, limpiar, desinfectar tanques de almacenamiento y pozos. (20).

Según lo establecido por la Ley 99 de 1993 y la Ley 216 de 2003, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial –MAVDT, como coordinador del Sistema Nacional Ambiental, es el organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de definir, formular y garantizar la participación de la comunidad, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, entre ellos el agua. Formulando a nivel normativo para el manejo del agua los siguientes lineamientos políticos:

En 1997 el gobierno nacional formuló la Ley 373(6) donde se establece que todo usuario del recurso hídrico debe presentar un Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) (5). Considerando que el agua es un recurso vital que cada día se encuentra más escaso debido a procesos antrópicos y al cambio climático, de tal manera que se deben buscar alternativas para optimizar el uso del agua.

El Decreto 1575 del 2007(2), expedido por el Ministerio de la Protección Social (MPS), y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), “Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

La Resolución 2115 del 2007(1) expedida por el MPS y el MAVDT, “Por medio del cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”. Según lo ordenado en el Decreto 1575 de 2007(2).

La Resolución 0811 del 2008(3) expedida por el MPS y el MAVDT, “Por medio del cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la Autoridad Sanitaria y las Personas Prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución”. Según lo ordenado en el Decreto 1575 de 2007. (2).

El Documento Conpes 3550 del 2008(8) expedido por el Consejo Nacional de Política Económica y Social y el Departamento Nacional de planeación, lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química.

El Decreto 232 del 2006(9) expedido por el MPS, “Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 9ª de 1979 en relación con la Red Nacional de laboratorios y se dictan otras disposiciones”.

En el año 1978, con el Decreto 1541(21) se estipuló que el derecho al uso de las aguas se adquiriría por ministerio de ley, por concesión, por permiso o por asociación. También estableció que todos los habitantes tenían derecho a usar las aguas de dominio público, mientras discurran por los cauces naturales, para beber, bañarse, abrevar animales, lavar ropas, mientras no se violen disposiciones legales o derechos de terceros. Este uso debería hacerse sin establecer derivaciones, detener o desviar el curso de las aguas, alterar o contaminar las aguas imposibilitando su uso por parte de terceros.

En el año 2000, se emite el RAS (15) , el cual es un documento técnico, que determina los parámetros que se deben tener en cuenta cuando se va a diseñar y construir un sistema de distribución de agua para consumo humano, haciendo énfasis en las zonas urbanas reiterando lo ya establecido en la ley de ahorro y uso eficiente.

La Ley 99 de 1993 (22) formulada en la política ambiental Colombiana señala entre sus principios generales que los nacimientos de agua, que surten los acueductos son objeto de protección especial. Posteriormente, con la ley 373 de 1997(6), se reglamenta el uso eficiente del agua y otras medidas para su protección como por ejemplo que las entidades ambientales de una jurisdicción deben adquirir con carácter prioritario las zonas de páramo, bosques de niebla, áreas de influencia de nacimientos de acuíferos y estrellas fluviales de acuíferos.

En España, Queralt en el año 1982 desarrolló el índice simplificado de calidad del agua (ISQA) para las cuencas de Cataluña, el cual se basó en 5 parámetros fisicoquímicos y planteó una clasificación de la calidad del agua para 6 usos específicos del recurso, entre los cuales se destaca el abastecimiento para consumo humano (23).

Dinius (24) planteó un ICA conformado por 12 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, el cual también se basó en el método Delphi, pero a diferencia del ICA–NSF, cuya clasificación está orientada a aguas a ser empleadas como fuente de captación para consumo humano, considera 5 usos del recurso: consumo humano, agricultura, pesca, vida acuática, industrial y recreación

UNEP (25) presentó una primera versión de un ICA mundial de agua potable que se aplica a las fuentes de abastecimiento a ser usadas para producir agua potable y que fue desarrollado ante la necesidad de evaluar la situación mundial de las fuentes de captación. La importancia de los ICA no sólo se limita a la evaluación de la calidad de las fuentes superficiales. En el país, el Decreto 1575 de 2007

(2) considera los ICA como uno de los instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo, reglamentando el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano — IRCA que mide el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano una vez ha sido sometida a diferentes procesos de tratamiento que garantizan su potabilidad.

## **5. MARCO TEORICO**

### **5.1. Características del contexto institucional, empresarial, social y comunitario.**

Administración cooperativa del acueducto Piendamó - Morales empresa de servicios públicos. Nit. 817.006.9789.

El objeto social de esta empresa es la prestación eficiente de servicios públicos domiciliarios, iniciando con el acueducto regional que atiende comunidades rurales y urbanas de los municipios de Morales y Piendamó. Para cumplir su objeto social se realizaran estas actividades:

- Realizar las tareas conducentes a distribuir agua para el consumo humano como captarla, procesarla, almacenarla y conducirla.
- Estudiar y definir planes, programas y proyectos, gestionar recursos y ejecutar cuantas labores sean indispensable, a fin de que la presentación de los servicios públicos a su cargo resulte de la mejor calidad y eficiencia.
- Celebrar los actos y contratos administrativos, civiles, comerciales y laborales que sean útiles o convenientes para el desarrollo del objeto social en cuanto a personal, bienes, infraestructura, tarifas, fondos y demás elementos propios de esta empresa y de los servicios públicos asumidos por ella.
- Establecer alianzas, asociaciones, sociedades u otros convenios que faciliten el alcance del objeto social, o que comprendan actividades auxiliares o complementarias al mismo que se presentan servicios o produzca insumos a dicho objeto.

- Desarrollar programas de reforestación y reordenamiento de cuencas y microcuencas de protección del medio ambiente y saneamiento básico o colaborar efecto con organismos estatales y privados (7)

### Misión

Desde la bocatoma hasta el consumidor final “PRODUCIR Y COMERCIALIZAR EL SERVICIO DE ACUEDUCTO CON ALTOS INDICES DE CALIDAD” Permitiendo así que nuestros clientes: hogares, pequeñas industrias y el sector rural disfruten de un excelente servicio con continuidad, eficiencia y calidad, contribuyendo al bienestar social de las gentes del sector rural, urbano de Piendamó y Morales, garantizando bienestar social a nuestros empleados y asociados. (7)

### Visión

Para el año 2005 ser reconocidos como una empresa líder en la prestación del servicio de acueducto en el departamento del cauca y de Colombia, al servicio de la gente de Piendamó y Morales, con unos altos índices de calidad y tecnología. (7).

## **5.2. Sistema de suministro de agua para el consumo humano de un acueducto.**

Es el conjunto de estructuras, materiales, procesos, operaciones y el recurso humano utilizado para la captación, aducción, pretratamiento, tratamiento, almacenamiento, conducción y distribución de agua para consumo humano.  
(10)

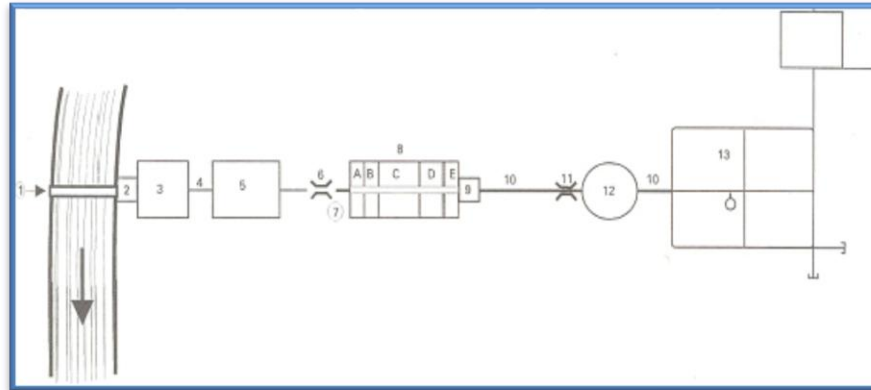
## **5.3. Componentes de un acueducto.**

Los sistemas colectivos (llamados también centralizados) de suministro de agua para consumo humano comprenden los componentes (figura 1):

1. Bocatoma
2. Pozo húmedo
3. Cuarto de maquinas
4. Conducción del agua cruda
5. Desarenador
6. Medidor de canaleta
7. Aplicación de sustancias químicas
8. Planta de tratamiento.
  - A. Mezcla rápida
  - B. Mezcla lenta
  - C. Sedimentación
  - D. Filtros
  - E. Aplicación de cloro y cal
9. Estación de bombeo de agua tratada.
10. Conducción de agua tratada
11. Medidor de agua tratada

- 12. Tanque de almacenamiento
- 13. Red de tuberías de distribución. (10)

**Figura 1.** Diagrama de un acueducto



<http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/>

#### **5.4. Descripción de la fuente de abastecimiento del acueducto regional Piendamó – Morales.**

La Subcuenca del Río Piendamó es la fuente de abastecimiento del acueducto regional Piendamó - Morales; esta integra los municipios de Silvia, Piendamó y Morales, sobre la vertiente occidental de la cordillera central. El área total de la subcuenca es de 36.885 hectáreas, de las cuales 5602.44 hectáreas corresponden al municipio de Piendamó. El cauce principal se forma sobre los 3600 m.s.m. en el municipio de Silvia, y es regulado por aportes de agua que fluyen de la laguna que lleva el mismo nombre del río el cual se desplaza en dirección oriente-occidente, en un recorrido de aproximadamente 87,222 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Río Cauca. Siendo así de gran importancia social y ecológica gracias al servicio ambiental que ofrece como fuente abastecedora del acueducto regional, queda cubrimiento a los municipios de Piendamó y Morales; esta oferta ambiental lo convierte en eje hídrico regional de significancia alta. (7)



**5.4.1.** Componente de las redes de distribución. El sistema de acueducto regional Piendamó-Morales distribuye el agua mediante la utilización de siete ramales. La red de distribución en el casco urbano de Morales se reporta en una longitud de 3.260 m. en PVC distribuidos así: 800 m. en 4", 1.030 m. en 3", 1.090 m. en 2" y 340 m. en 1.1/2".(7)

El sistema de acueducto regional Piendamó-Morales distribuye el agua mediante la utilización de siete ramales así:

Ramal 1: Alto Piendamó

Ramal 2: Octavio

Ramal 3: San José

Ramal 4: San Miguel

Ramal 5: El Rosal

Ramal 6: El Placer

Ramal 7: Casco Urbano de Morales.

**5.4.2.** Sistema de abastecimiento del Acueducto Regional Piendamó – Morales. El sistema de abastecimiento del acueducto Piendamó – Morales es abastecido por aguas del río Piendamó y es un sistema por gravedad. Es caudaloso existe variación en la calidad del agua de la fuente en el periodo verano-invierno, los caudales respectivamente son 2.5 m<sup>3</sup>/seg y 22 m<sup>3</sup>/seg, las aguas captadas presentan incremento de turbiedades en invierno y mantienen con presencia de contaminantes del tipo orgánico principalmente. (7)

**5.4.3. Aducción.** El agua captada en la captación lateral es transportada hasta el desarenador, mediante una tubería en PVC de diámetro 10” y tiene una longitud de 30 metros, la línea cuenta con una válvula HF 10”, sin ventosas, no se tiene información del caudal transportado, pero se ha estimado en 65,00 LPS.(7)

**5.4.4. Captación.** La estructura está construida en concreto ciclópeo, es una captación de tipo lateral, ubicada sobre el río Piendamó con un ancho de cauce de 8 metros, ubicada en la localidad de Silvia, diseñada para una capacidad máxima de 80,00 LPS, cuenta con dispositivo de desagüe para excesos y lavado, además tiene caja de derivación de donde se desprende la tubería de la línea de aducción, cuenta con rejilla de entrada de 1.0 x 0.40 m, en regular estado, el mantenimiento se realiza en forma regular mensualmente.(7)



**Figura 2.** Bocatoma del acueducto regional Piendamó – Morales ubicada en la vereda de la Estrella municipio de Silvia.



**Figura 3.** Panorámica general del sistema de captación del acueducto regional Piendamó – Morales.

**5.4.5.** Desarenador. El sistema de acueducto cuenta con dos módulos desarenadores de tipo convencional semienterrados construidos en concreto. Las estructuras cuentan con vertedero conjunto de entrada, tabiques de distribución homogénea del caudal, vertedero de rebose y lavado, tabique de salida, cajilla de salida, y compuertas de vástago para el desagüe, tubería de salida de diámetro 12", tapas en concreto. (7)

**5.4.6.** Conducción. El material de conducción es pvc de 0.2032m (8 pulgadas), con una longitud de 8.5km hasta la planta de tratamiento, la unión mecánica de diámetro de 12" (L= 4,5 km), 10" (L=4,0 km), a lo largo de la línea de conducción se tienen diez viaductos metálicos en regular estado de conservación. (7)

**5.4.7.** Planta de tratamiento de agua potable (tipo convencional). Para la potabilización del agua se utiliza un sistema convencional con dos líneas de tratamiento y comprende los procesos de coagulación, floculación, sedimentación y finalmente desinfección. El agua que entra al proceso de tratamiento presenta un caudal de 64l/s en promedio. (7)



**Figura 4.** Vista general de la Planta de tratamiento del Acueducto regional Piendamó- Morales.

**5.4.8.** Componente de almacenamiento de agua tratada. El tanque de almacenamiento principal tiene una capacidad de 540 m<sup>3</sup>, y se encuentra en las instalaciones de la PTAP, se llena completamente en horas de la noche y se habilita el servicio durante el día. El sistema de distribución del acueducto regional Piendamó - Morales, cuenta con siete tanques de almacenamiento semienterrados y uno elevado en términos generales se encuentra en buen estado de conservación y operación.(7)



**Figura 5.** Unidades de la planta de tratamiento.



**Figura 6.** Unidades de la planta de tratamiento.

## **5.5. Selección de puntos de muestreo**

La Resolución 0811 de 2008 de los ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución”.

Igualmente, en esta resolución se establece el número mínimo de puntos de muestreo de acuerdo con la población atendida (habitantes) por persona prestadora por municipio, para efectos del control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y cómo se deben identificar esos puntos de muestreo de manera concertada a través de un acta suscrita entre la persona prestadora y la autoridad sanitaria competente. (11)

Otros temas tratados tienen que ver con la instalación y materialización de los puntos de muestreo, el acta de conformidad de la autoridad sanitaria una vez la persona prestadora materialice estos puntos de muestreo y los requisitos más importantes que tienen que ver con la recolección de muestras de vigilancia, la cual se debe hacer en forma simultánea y conjunta por los técnicos u operarios de la persona prestadora y la autoridad sanitaria. (11).

Adicionalmente, la información se registra en el sistema SIVICAP (18) indicando los datos que deben especificarse en el momento del muestreo, tales como:

- Número de muestra
- Zona
- Ubicación
- Distrito

- Tipo de establecimiento (vivienda, restaurante, mercado, etc.)
- Lugar de muestreo (p. ej.: primer grifo de vivienda, baño, patio, etc.)



**Figura 7.** Dispositivo de recolección de muestras de agua ubicados en veredas del municipio de Morales.

**5.5.1.** Métodos y muestras. Antes de iniciar el programa de muestreo es importante tener claramente definida la forma como serán tomadas las muestras, revisando detalladamente el presupuesto, el personal con que se cuenta y su disponibilidad, la capacitación del personal, el transporte, los costos de inversión, los costos de operación, mantenimiento, la vida útil de los equipos, los requerimientos de energía, espacio y la disponibilidad de los mismos, entre otros. (11)

**5.5.2.** Muestreo. En la actualidad los programas de muestreo se convierten en el monitoreo en un sistema integrado que permite la verificación manual de los resultados obtenidos de forma automática. Dicha verificación es realizada aleatoriamente, de tal manera que se pueda realizar la calibración, ajuste y mantenimiento de los equipos automáticos. (11)

**5.5.3.** Frecuencia del muestreo. Dentro de los procesos básicos de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano por parte de la autoridad sanitaria está la recolección de muestras en la red de distribución de agua para consumo humano. La frecuencia y número de muestras para realizar los análisis físicos, químicos y microbiológicos, se hará teniendo en cuenta la población atendida, de acuerdo a los artículos 24, 25, 26, 27, 29 y 30 de la Resolución 2115 de 2007(1) por medio de la cual los ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. (11)

**5.5.4.** Orden del muestreo. Aunque la recolección de una muestra de agua parece sencilla, pueden producirse errores en la misma y necesita especial cuidado, ya que pueden surgir problemas independientemente de la técnica de muestreo utilizado. Las muestras deben satisfacer dos condiciones:

1. El agua que es recolectada en el recipiente debe ser una muestra representativa del sistema de suministro de agua de la localidad y en cantidad suficiente para los análisis que se van a realizar.
2. La concentración de las sustancias que se van a determinar no debe modificarse entre el momento de la toma y el análisis. Es esencial que el personal responsable del diseño de programas de muestreo asegure que se están tomando en cuenta y cumpliendo los requisitos de las regulaciones de seguridad pertinentes y que el personal de muestreo está informado de las precauciones necesarias que debe tomar en el desarrollo de su trabajo.

**5.5.5.** Capacitación de los operarios de muestreo. El personal encargado de la recolección de muestras, tanto de las personas prestadoras como de las



autoridades sanitarias, según las resoluciones 1073 de 2003 y 1570 de 2004 del MAVDT, debe ser formado, evaluado y certificado, como mínimo, en las normas de competencia laboral código 280201034 “Realizar los procedimientos de muestreo del agua de acuerdo con los protocolos de la entidad”; código 280201001 “Asegurar las condiciones de salud y seguridad en el puesto de trabajo” y código 280201002 “Generar información para apoyar la toma de decisiones empresariales”.

Lo anterior no solamente va a significar una mejora en su calidad y expectativas laborales, sino que se van a minimizar los errores involucrados en el proceso de toma, preservación y transporte de muestras. (11)

Para hacer seguimiento al sistema de suministro de agua para consumo humano, el muestreo en campo realizado por técnicos u operarios debidamente capacitados y certificados es el primer paso que se debe dar para el aseguramiento de la calidad, requerido para disminuir o eliminar las incertidumbres asociadas a la toma de muestras.(11)

**5.5.6. Tipos de muestras.** Existen 3 tipos de muestras para analizar física, química y microbiológicamente la calidad del agua: son las muestras simples o puntuales, específicas para redes de distribución; las muestras compuestas, para caracterizar fuentes de aguas naturales o crudas; y muestras integradas aplicables a la caracterización del agua de fuentes superficiales, especialmente en ríos anchos. (11)

En la pasantía se contempla la toma de muestra simple, la cual se define como aquella tomada en un momento determinado (puntual) y resulta apropiada para caracterizar la calidad del agua en un momento dado para los procedimientos de vigilancia o proveer valores mínimos y/o máximos de determinados parámetros de control. (11)



**5.5.7.** Alistamiento de envases, reactivos y preservantes para el recorrido de toma de muestras. El muestreo, ya sea para control o vigilancia. Adicionalmente, deberá tenerse la precaución de alistar y llevar recipientes extras en caso de pérdida, ruptura o contaminaciones que puedan suceder durante el recorrido de recolección de muestras y análisis en campo. (13)

Los recipientes para la recolección de las muestras de agua deberán ser entregados, por parte del laboratorio, al responsable de los muestreos debidamente tapados y rotulados. El rótulo deberá estar bien asegurado al frasco y ser fácilmente distinguible de los demás. Las botellas de muestreo deben ser colocadas en canastas de madera, plástico o icopor dotadas de una manija y deben estar diseñadas para transportar a la mano y en forma segura hasta 10 botellas. (13)

Los recipientes de los preservantes deberán ir en neveras con hielo o geles, de tal manera que se garantice una conservación adecuada. Una manera práctica para el transporte del hielo puede ser en recipientes plásticos que evitan filtraciones.

Las neveras portátiles deberán mantenerse a la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura. El enfriamiento simple (en hielo o en un refrigerador a 4° C) y el almacenamiento de la muestra en la oscuridad, en la mayoría de los casos, suficiente para preservar la muestra durante el transporte al laboratorio y durante un período de tiempo relativamente corto antes del análisis. (13)

**5.5.8. Recolección de las muestras.** Como ya se dijo anteriormente, el número de muestras mínimo a analizar por cada frecuencia tanto para control como para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, está determinado en los artículos 21, 22, 24, 25, 26 y 27 de la Resolución 2115 de 2007(1). Sin embargo, la persona prestadora podrá adelantar por su cuenta programas de muestreo de control y autocontrol de la calidad del agua potable que suministra incluyendo un mayor número de muestras, puntos de muestreo adicionales a los exigidos en la Resolución 0811 de 2008(3) y programas de muestreo dentro de los domicilios. (13).

## **5.6. Características y criterios de la calidad del agua para el consumo humano.**

Las características presentes en el agua se pueden clasificar en físicas, químicas y microbiológicas, de acuerdo con la naturaleza de su constitución o de las impurezas que recoge en su recorrido por el ciclo hidrológico. Las características físicas son turbiedad, color, sabor, olor y temperatura. En el caso de La características químicas, se encuentra el pH y cloro. (2)

Finalmente, las características microbiológicas van encaminadas a la identificación de *E.coli*, Coliformes totales y Mesofilos. (2)

**5.6.1. Características físicas.** Las características físicas son las propiedades que podemos ver, sentir y oler. El agua para consumo humano debe ser transparente, incolora, insípida y no puede tener sólidos suspendidos.

**Color aparente:** es el resultado de la presencia de materiales finos suspendidos, tierra y manganeso en forma coloidal y materia orgánica. Algunas aguas superficiales pueden presentar colores por elementos del lecho o del sustrato.

**Olor:** Las impurezas orgánicas disueltas producen olores y sabores indeseables, que son difíciles de evaluar por su naturaleza sugestiva. Los olores en el agua son debidos a pequeñísimas concentraciones de compuestos volátiles. La intensidad y lo ofensivo de los olores varía con el tipo; algunos son de tierra y moho, mientras que otros son putrefactos, producidos por la polución con desechos industriales, tales como fenol y los derivados del petróleo.

En las aguas superficiales el olor es causado por el plancton; estos organismos desprenden pequeños vestigios de aceites esenciales volátiles.

**Sabor:** Las sales metálicas como la del cobre, el zinc o el hierro causan sabores metálicos. El sabor está relacionado con el olor y es causado por las mismas condiciones.

Su valor se expresa como: aceptable o no aceptable para que sea apta para consumo humano, el agua debe tener olor y sabor aceptable.

**Turbiedad:** La turbiedad es el efecto óptico causado por la dispersión y absorción de los rayos luminosos que pasan a través del agua que contiene pequeñas partículas en suspensión. Puede ser causada por el cieno o fango extraído del suelo, por escurrimientos superficiales que contienen materia suspendida orgánica y mineral

La turbiedad puede presentarse también por:

- Arcillas, sílice, azufre.
- Por carbonato de calcio precipitado en las aguas duras.
- Por el hidróxido de aluminio en las aguas tratadas.
- Por el hidróxido férrico.
- Por organismos microscópicos.

La turbiedad del agua se determina a través de un turbidímetro, el cual está formado por una fuente de luz; un sistema de lectura de la luz que pasa a través del agua contenida en un recipiente blanco transparente o de la luz que dispersan las partículas, y una escala de medida. Se expresa en unidades nefelométricas o en unidades de turbiedad. (2)

La legislación vigente fija los siguientes valores de la turbiedad para el agua que se suministra a una comunidad:

Valor deseable:	$\leq$	1 UTN
Valor admisible:	$\leq$	5 UNT

**5.6.2.** Características químicas. En primer lugar se encuentran un aspecto fundamental como indicador: el pH.

pH Valor admisible:  $6.5 < \text{PH} < 9.0$

El agua siempre se ioniza en pequeñas proporciones, produciendo tantos iones hidrógeno como iones hidróxido. El pH es la forma de medir el ion de hidrógeno ( $\text{H}^+$ ) o el ion de hidróxido ( $\text{OH}^-$ ). El pH es igual al logaritmo en base 10 del inverso de la concentración del ion hidrógeno:

- $\text{pH} = \text{Log } 1/ [\text{H}^+]$
- $\text{pH neutro} = 7$
- $\text{pH ácido}$  cuando es menor de 7
- $\text{pH alcalino}$  cuando es mayor de 7

El pH se determina por la comparación colorimétrica o por potenciometría, y se expresa en unidades de pH

**Cloro residual:** Valor admisible: entre 0.2 y 1.0 mg/lit como cloro residual libre. La cloración en los abastecimientos públicos de agua presenta el proceso más importante para la obtención de agua adecuada para el consumo humano. La desinfección es la eliminación parcial o total de los microorganismos presentes en el agua. La eficiencia de la cloración depende de:

- La dosis de cloro que se adiciona al agua.
- El tiempo de contacto del cloro con el agua.
- La temperatura del agua.
- La calidad del agua.
- El pH del agua

La dosis de cloro se determina mediante el ensayo de la demanda de cloro. Debe prestarse primordial atención a la cuidadosa selección y operación del equipo clorador, el cual debe satisfacer las necesidades del abastecimiento de agua. El cloro puede aplicarse como gas o como solución, ya sea solo o como otras sustancias químicas como los hipocloritos. Esta aplicación depende especialmente del equipo disponible en cada una de las instalaciones en particular. (2)

**5.6.3.** Indicadores microbiológicos de la calidad del agua. Las características microbiológicas del agua están dadas por los microorganismos presentes en ella. Para asegurar que el agua para consumo humano está libre de microorganismos y parásitos que causan diferentes enfermedades como el cólera, la amebiasis y la diarrea entre otras.

**Coliformes:** Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>) 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

B-galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

***Escherichia coli - E-coli:*** Bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la b-galactosidasa y b-glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano. (2)

**Características microbiológicas.** Las características microbiológicas del agua para consumo humano deben enmarcarse dentro de los siguientes valores máximos aceptables desde el punto de vista microbiológico, los cuales son establecidos teniendo en cuenta los límites de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) ó 1 microorganismo en 100 cm<sup>3</sup> de muestra:

**Tabla 2.** Características microbiológicas.

<b>Técnicas utilizadas</b>	<b>Coliformes totales</b>	<b><i>E,coli</i></b>
Filtración por membrana	0UFC/100cm <sup>3</sup>	0UFC/100cm <sup>3</sup>
Enzima sustrato	< de 1 microorganismo en 100cm <sup>3</sup>	< de 1 microorganismo en 100cm <sup>3</sup>
Sustrato definido	0 microorganismos en 100cm <sup>3</sup>	0 microorganismos en 100cm <sup>3</sup>
Presencia-ausencia	Ausencia en 100cm <sup>3</sup>	Ausencia en 100cm <sup>3</sup>

**Fuente:** (Resolución 2115 del 2007)

Como prueba complementaria se recomienda realizar la determinación de microorganismos mesofílicos, cuyo valor máximo aceptable será de 100 UFC en 100 cm<sup>3</sup>.

**5.6.4.** Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano. El decreto 1575 de 2007 define diferentes instrumentos que permiten garantizar la calidad del agua para consumo humano. Estos son el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA). (2)

**5.6.5.** Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA). EL IRCA es el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el incumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano.

Para calcularlo, es necesario asignar un peso a cada una de las características que se presentan en la siguiente tabla (Tabla 3) (por incumplimiento de los valores aceptados establecidos en la resolución 2115 de 2007). (1) Cada una de las características químicas o plaguicidas, con reconocido efecto adverso en la salud humana. Así como las microbiológicas que sobrepasan los valores máximos admisibles correspondientes, tienen un puntaje de riesgo de 100. (2)

**Tabla 3.** Puntaje de riesgo para características del agua.

CARACTERÍSTICA	PUNTAJE DE RIESGO
COLOR APARENTE	6
TURBIEDAD	15
pH	1.5
COLOR RESIDUAL LIBRE	15
ALCALINIDAD TOTAL	1
CALCIO	1
FOSFÁTOS	1
MANGANESO	1
MOLIBDENO	1
MAGNESIO	1
ZINC	1

Fuente: (MPS & MAVDT- VAS)

DUREZA TOTAL	1
SULFATOS	1
HIERRO TOTAL	1.5
CLORUROS	1
NITRATOS	1
NITRITOS	3
ALUMINIO (Al <sup>3+</sup> )	1
FLUORUROS	1
COT	3
COLIFORMES TOTALES	15
<i>Escherichia coli</i>	25
SUMATORIA DE PUNTAJES ASIGNADOS	100

Para el cálculo del IRCA por muestra y mensual se debe considerar las siguientes formulas.

Fórmula para el cálculo del IRCA

### IRCA ANALISIS

$$\text{IRCA \%} = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}}$$

### IRCA MENSUAL

$$\text{IRCA \%} = \frac{\sum \text{de los IRCAs obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\sum \text{numero total demuestras realizadas en el mes}}$$

**Fuente:**(Decreto 1575.)

Cuando el valor del IRCA por muestra mensual es (0-5) de cero a cinco puntos, cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas. En el caso de alcanzar cien puntos (100) se identifica el más alto riesgo. (2)

**Tabla 4.** Clasificación IRCA

Clasificación IRCA	(%) Nivel de Riesgo	Consideraciones
70.1 -100	<b>INVIABLE SANITARIAMENTE</b>	Agua no apta para el consumo humano y requiere una vigilancia Máxima, especial y detallada.
35.1 – 70	<b>ALTO</b>	Agua es no apta para el consumo humano y requiere una vigilancia Especial
		Agua no apta para consumo



14.1 – 35	MEDIO	humano, gestión directa de la persona Prestadora
5.1 – 14	BAJO	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 – 5	SIN RIESGO	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

**Fuente:** (MPS & MAVDT- VAS)

Las características que deben tenerse en cuenta para el cálculo del IRCA por parte de las personas prestadoras y según la población atendida, son las contempladas anteriormente.

**5.6.6.** Índice de riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo humano IRABAm. Este índice es la ponderancia de los factores de tratamiento y continuidad del servicio de los sistemas de tratamiento y continuidad del agua para el consumo humano, así como de la distribución del agua en el área de jurisdicción del municipio correspondiente los cuales pueden afectar indirectamente la calidad del agua y por ende la salud humana.

Tiene por objeto asociar el riesgo a la salud humana causado por los sistemas de abastecimiento y establecer los respectivos niveles de riesgo. (2)

$$IRABAm = \frac{\sum IRABApp}{tpp} 0,6 + IRDm * 0,4$$

DONDE,

**m** : municipio.

**pp** : persona prestadora.

**tpp**: total de personas prestadoras que calcularon el IRABApp.

**IRABApp:** índice de riesgo por abastecimiento de agua de las personas prestadora.

**IRDm:** índice de riesgo por distribución en el municipio.

Para el cálculo del índice de continuidad (IC), se debe considerar la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{\sum Nhs * Ps}{730 * Pt} * \frac{24h}{dia}$$

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

**(Ps) j:** población servida del sector j

**730:** Número de horas que tiene un mes

**Pt:** Población total servida por la persona prestadora.

### **5.7. Seguimiento y propuestas para la ejecución del programa de uso eficiente y ahorro del agua.**

Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego, drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

Las corporaciones autónomas regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas. (14)

### **Reducción de pérdidas:**

- Mejoramiento desarenador.
- Adquisición de equipos de macromedición de ultrasonido portátil.
- Reposición de tubería de aducción: materiales de las tuberías de aducción y conducción.

**Reparación de ventosas:** En todas las ventosas que existan en la red de distribución de agua potable deben hacerse las pruebas correspondientes que aseguren su correcto funcionamiento para las diferentes condiciones normales de operación establecidas por el diseño, verificando que queden cubiertas. Las ventosas deben cumplir con las normas técnicas colombiana correspondientes, o con la norma AWWA 2005. (16)

**Campañas educativas:** Efectuar jornadas de concienciación a líderes comunitarios e instituciones educativas. Capacitar 200 personas

**Adecuación de la planta de tratamiento instalando un macromedidor electromagnético:** Antes de instalar los macromedidores en la red de distribución de agua potable, ya sea aguas abajo de las plantas de tratamiento, aguas arriba de los tanques de compensación o en los puntos de entrada a sectores de la red bien definidos que pueden ser atendidos por empresas de prestación del servicio individuales, la empresa prestadora del servicio del municipio debe garantizar el correcto funcionamiento de éstos. Los macromedidores deben ser probados en los talleres de la empresa o, en caso de que éstos no existan, en talleres de empresas de municipios que cuenten con ellos o laboratorios certificados en su país de origen según normas ISO, AWWA. (16,17)

En casos de macromedidores especiales, la empresa prestadora del servicio en el municipio puede aceptar la calibración presentada por el fabricante, siempre y cuando éstos se encuentren homologados por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC).(17)

**Mantenimiento y/o reposición de válvulas de una planta de tratamiento en los dos primeros años de la vigencia del PUEAA:** Una vez que la red de distribución se encuentre en operación y durante todo el período de vida útil del proyecto, debe hacerse una inspección preventiva de las válvulas, teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

1. Cuando la función de la válvula sea el seccionamiento o el aislamiento de parte de la red, la válvula debe operarse con una frecuencia mínima de seis meses.
2. Cuando la función de la válvula sea la de servir de tubería de paso directo (bypass) la frecuencia mínima de operación debe ser una vez cada tres meses.
3. Cuando la función de la válvula sea la de purga o drenaje de la red de distribución, la frecuencia de operación mínima debe ser de una vez al año.(14)

**Instalación y/o reposición de micromedidores:** Las pruebas de los micromedidores deben llevarse a cabo en el taller de micromedidores de la empresa prestadora del servicio en el municipio, cuando esta exista, o en el taller de micromedidores de otro municipio en caso de que ésta no exista en el municipio en cuestión.

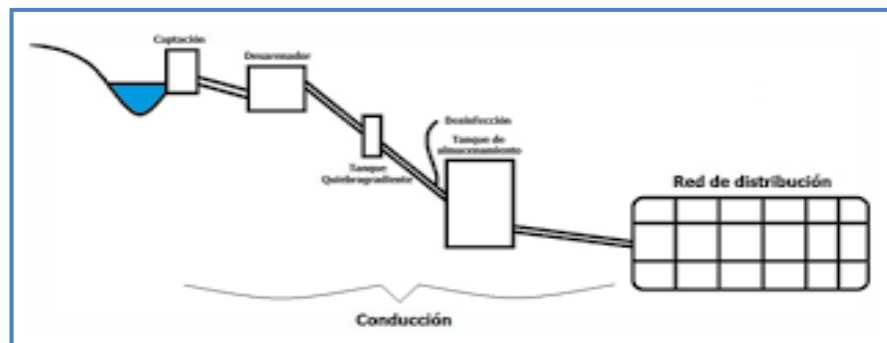
Las pruebas de los micromedidores deben llevarse a cabo con los caudales establecidos en las normas técnicas NTC. Con el caudal de sobrecarga no debe obtenerse una pérdida de cabeza superior a los 98.1 kPa (10 m.c.a.).

Los micromedidores deben instalarse de tal forma que se garantice su fácil montaje y desmontaje, al igual que debe ser colocado sin obstáculos para su lectura. (17)

**Construcción de 1 tanque que contacto de cloro:** En este tanque se lleva a cabo el proceso de desinfección al poner en contacto íntimo el efluente con el cloro. Si el cloro es gaseoso en solución acuosa, es necesario el uso de agua a presión, ya que el cloro gaseoso se almacena en cilindros. Por la complejidad y peligrosidad del manejo del cloro gaseoso, este sistema es utilizado mayoritariamente en plantas de purificación convencionales de gran tamaño.

Para el caso de la aplicación directa del cloro gaseoso, las instalaciones a utilizar son más pequeñas, sin embargo se requiere de una cierta infraestructura y el adecuado adiestramiento de los operarios. El sistema consiste en un difusor que se instala bajo el agua y que es regulado por manómetros.

**Figura 8.** Esquema general de un acueducto.



Fuente: Chacón, 2011

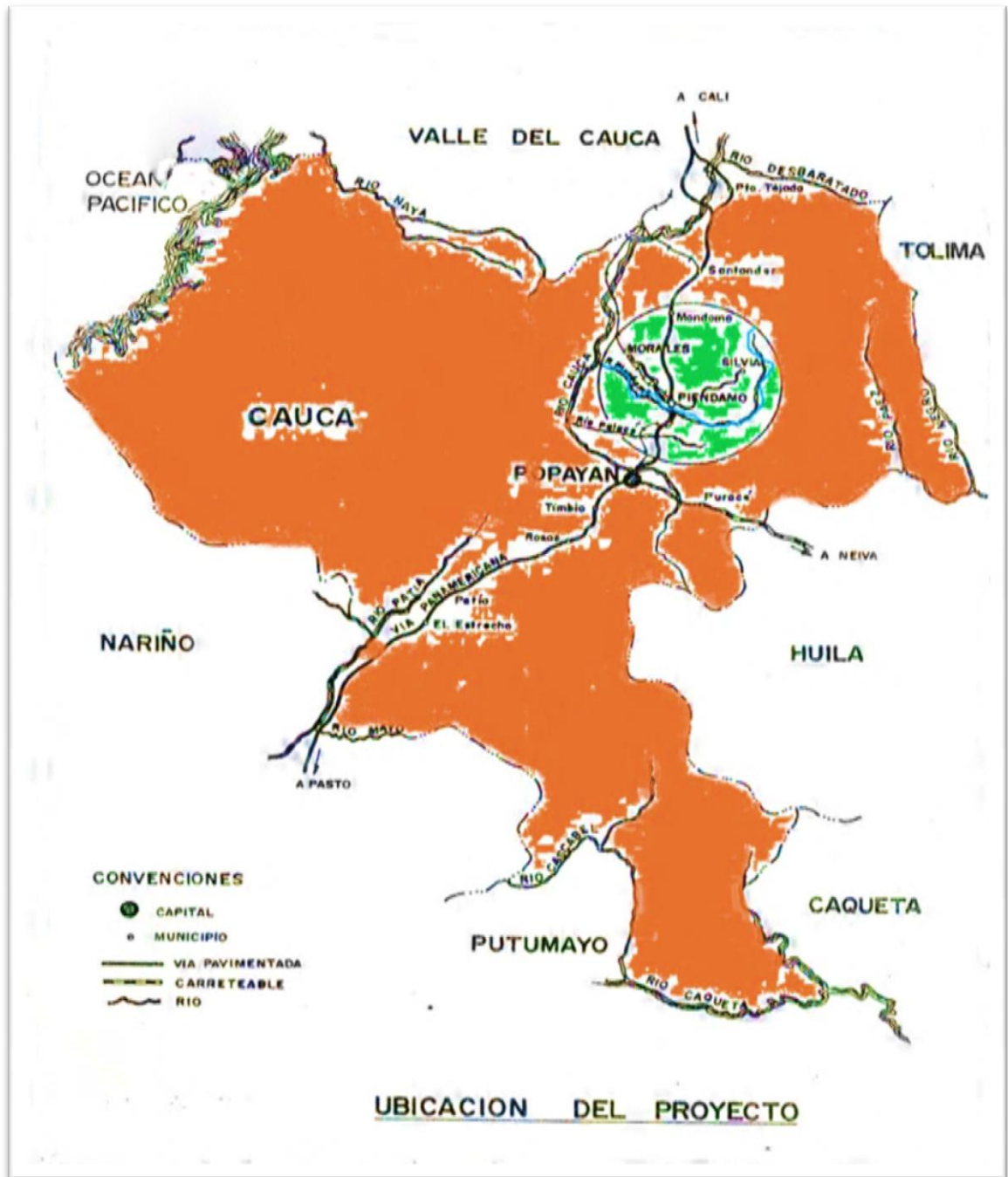
## **6. METODOLOGIA**

### **6.1. Localización geográfica del área de estudio.**

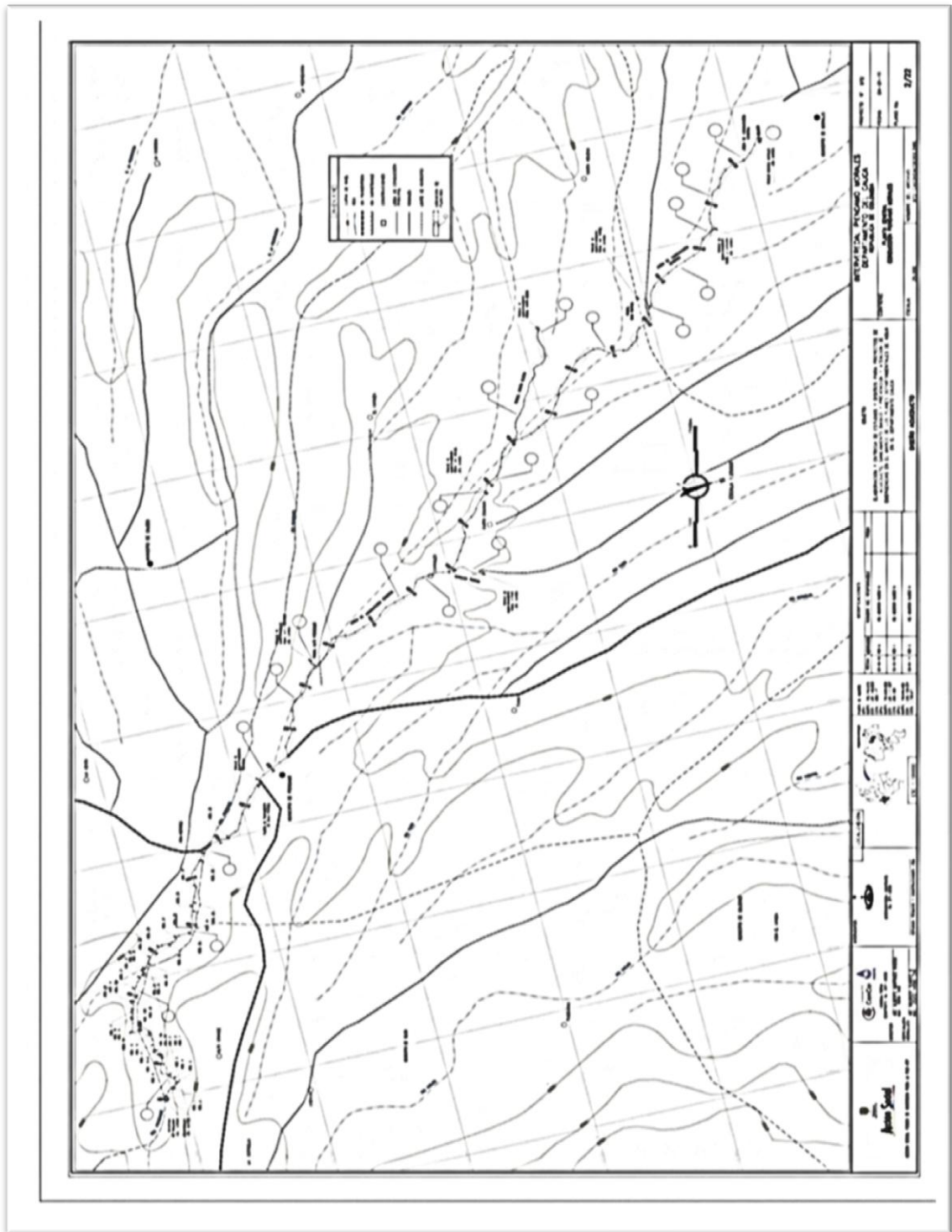
El área de estudio se llevó a cabo en el acueducto regional Piendamó- Morales. El área geográfica del acueducto se encuentra al noreste del Departamento del Cauca, sobre la carretera Panamericana en el tramo Cali – Popayán, correspondiente a las estribaciones occidentales de la cordillera central. La vía que une a Piendamó y Morales (18Km) se convierte en el principal acceso a los componentes de distribución del regional, dado que a partir de ella se accede a cualquiera de las veintiséis veredas a servir (Figura 9). Por la carretera que conduce de Piendamó al municipio de Silvia (29Km) se accede a los sitios donde se ubica las estructuras de captación, aducción, desarenación, conducción, planta de tratamiento y almacenamiento del acueducto.

La bocatoma se localiza sobre el Rio Piendamó aguas arriba de la cabecera municipal de Silvia pocos metros de la desembocadura de la quebrada El Cacique en territorio del resguardo indígena de Guambia. (Acueducto Regional Piendamó - Morales). (7)

Figura 9. Mapa de ubicación del proyecto.



Fuente: Acueducto regional Piendamó- Morales.



**Figura 10.** Plano de distribución del acueducto regional Piendamó – Morales.

**6.2. Caracterización del funcionamiento de la planta de tratamiento del acueducto regional Piendamó – Morales.**



Dicha caracterización se desarrolló con 30 salidas de campo hacia los seis puntos de muestro, los cuales se dividieron en salidas a la bocatoma, planta de tratamiento, villa mercedes, alcaldía municipal, planta de sacrificio de ganado y Vv. Juvenal Aranda. Incluyendo un monitoreo diario a la planta de tratamiento, bocatoma y toda la red de distribución para conocer el funcionamiento de la planta del acueducto regional y la distribución geográfica de la misma; además de estos recorridos se contó con una amplia documentación facilitada por el acueducto y la información suministrada por los operarios de la planta, debido a que ellos tienen muy buen conocimiento acerca del trabajo realizado por el acueducto en el suministro de agua potable.

### 6.2.1. Puntos de muestreo.

**Tabla 5.** Dispositivo de muestreo.

LOCALIZACIÓN	DESCRIPCION DE UBICACIÓN PUNTO DE TOMA (DIRECCION VIVIENDA)	INTRADOMICILIARIA	DISPOSITIVO
Vereda la Estrella	Bocatoma		
Municipio de Piendamó	Planta de tratamiento	No	Dispositivo
Vía Piendamó - Morales	Villa Mercedes	No	Dispositivo
Municipio de Morales	Alcaldía de Morales	No	Dispositivo
	Planta de sacrificio de ganado Morales	No	Dispositivo
Veredas del municipio de Morales	Vv. Juvenal Aranda (vereda el Carmen)	No	Dispositivo

**Fuente:**(Presente estudio)

**6.2.2.** Métodos para la toma de las muestras en los puntos de muestreos autorizados. En las salidas de campo se tuvo en cuenta el siguiente método para la toma de las muestras en los 6 puntos de muestreo autorizados.

Material para el muestreo microbiológico  
fisicoquímico.

Toma de muestras en la red:

1. Frascos de vidrio esterilizados para microbiológico.
2. Frascos plásticos esterilizados para fisicoquímico.
3. Alcohol o límpido
4. Jabón liquido
5. Mechero
6. Mantener los frascos de 1 a 5 °C en hielo durante el muestreo hasta ser Transportados al laboratorio.



**6.2.3.** Análisis microbiológicos. Los análisis microbiológicos se comenzaron a realizar a partir del mes de abril del año 2012 en los 6 puntos de muestreo, comenzando por la bocatoma, seguido por planta de tratamiento, villa mercedes, alcaldía de Morales, planta de sacrificio de Morales y Vv. Juvenal Aranda.

Las muestras tomadas fueron analizadas en el laboratorio del acueducto regional Piendamó – Morales, evaluando el comportamiento microbiológico del agua tratada y cruda del acueducto. Se realizaron treinta muestras durante ocho meses

para determinar Coliformes totales, *Escherichia-coli* y Mesofilos. La determinación de Coliformes totales y *E.coli* se realizaron mediante el método sustrato definido el cual está incorporado y establecido en la normatividad colombiana (Resolución 2115 de 2007). (1)

La técnica sustrato definido es una prueba enzimática de determinación cuantitativa diseñada específicamente para el recuento NMP (Número Más Probable) se usó en los seis puntos desde la bocatoma pasando por la planta de tratamiento hasta llegar a los puntos ubicados en el municipio de Morales.

La técnica detecta de manera simultánea el número de Coliformes totales y *E.coli* en el agua. Dos indicadores nutrientes ONGP y MUG, son las fuentes principales de carbono en colilert y pueden ser metabolizados por la enzima coliforme  $\beta$ -galactosidasa y la enzima  $\beta$  - glucuronidasa de *E. coli*.

La técnica está diseñada para obtener recuentos bacterianos a partir de muestras de 100 ml utilizando los reactivos colilert. La mezcla de reactivo/muestra se añade a la bolsa Quanti-Tray y antes de la incubación se debe sellar.

La incubación se debe hacer a 35<sup>0</sup>C de 18 a 24 horas y los resultados serán si hay Coliformes, el medio adquiere un color amarillo. Para comprobar la presencia de *E.coli*, se observa el medio con luz UV si emite fluorescencia hay presencia.

Se cuenta el número de pocillos positivos y a partir de la tabla correspondiente se determina el NMP de bacterias Coliformes y/o *E. coli*.

Posteriormente como prueba complementaria se realiza la determinación de microorganismos mesofílicos usando la técnica filtración por membrana cuyo valor máximo aceptable es de 100 UFC.

**6.2.4.** Determinación de los parámetros fisicoquímicos. Complementariamente se realizaron análisis fisicoquímicos tomando muestras en los seis puntos que abarcan gran parte de la red. Los parámetros analizados fueron:

**Tabla 6.** Parámetros analizados.

PARAMETRO	TIPO DE METODO	RANGO	EQUIPO
Cloro	DPD/GLICINA	0.1 a 10.0 mg/L	Pocket Colorimeter de cloro
pH	Colorimétrico Phenol Red	6.0 a 8.5	Pocket Colorimeter II
Turbiedad	Método 180.1 Determinación de la turbidez por nefelometría	0 a 1000 NTU	Turbidímetro 2100P
Color	Fotodiodo	15 - 500 Units	Espectrofotómetro DR/2010



**Figura 11.** (Pocket Colorimeter de cloro y pH)



**Figura 12.** (Espectrofotómetro DR/2010)

(Turbidímetro Modelo 2100P ISO)

En cuanto a la temperatura y el caudal son monitoreados por un controlador universal Hach sc200™. (Figura 13).



**Figura 13.** (Controlador universal Hach sc200™)

Por último el olor es un parámetro determinado de manera organoléptica y de determinación subjetiva, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida.

El olor presente en el agua puede ser debido a la presencia en la misma de compuestos químicos (fenoles, cloro,...), materias orgánicas en descomposición (desprendimiento de gases) o bien a ciertos organismos vivos (algas, hongos,...). Una característica del olor es que cantidades muy pequeñas pueden originar grandes olores.

Su determinación se efectúa, al igual que el sabor por dilución hasta determinar el umbral de percepción y sólo se realizará con muestras que sean sanitariamente aptas para consumo humano.

**6.2.5** Calculo del IRCA. El cálculo del IRCA y el IRABAMA se realizó con base en lo dispuesto por la Resolución 2115 de 2007.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1. Calidad fisicoquímica y microbiológica de la bocatoma del acueducto regional Piendamó – Morales.

A continuación se presentan los resultados de los parámetros de la calidad del agua en la bocatoma del acueducto regional Piendamó – Morales. Las muestras fueron colectadas en la subcuenca del Rio Piendamó durante ocho meses desde el mes de abril a noviembre.

En la tabla (tabla 7) se presentan los datos de los parámetros medidos en la bocatoma observando que las características fisicoquímicas y bacteriológicas presentan leves diferencias de mes a mes entre valores. En cuanto a los valores de pH, el promedio mensual es de 7.2. Es de señalar que los valores de pH obtenidos oscilan entre 6,8 a 7,9 unidades, es decir que el pH es ligeramente ácido a alcalino.

De igual modo, la turbiedad presenta valores desde 3,1NTU hasta 56,17 NTU siendo estos valores bajos. En cuanto a su promedio mensual de 16.34L/Sg el cual es un resultado bajo que puede ser atribuido a que la mayoría de las muestras fueron tomadas en época de verano. Época en la cual la turbiedad se mantiene constante. El bajo caudal también es atribuido al intenso verano del 2012 el cual llevo al acueducto a realizar jornadas de racionamiento.

Para el caso del color encontramos un promedio de 167UPC bajo que es atribuido al igual que en el caso de la turbiedad a que todas las muestras fueron tomadas en época de verano. El bajo caudal también es atribuido al intenso verano del 2012 el cual llevo al acueducto a realizar jornadas de racionamiento.

En lo que se refiere a parámetros bacteriológicos, se observa gran cantidad de Coliformes totales y *E.coli* en la bocatoma debido tal vez a que aguas arriba del punto de captación hay potreros empleados para actividades ganaderas, además de fincas con pozos sépticos y galpones. Adicionalmente, a éste punto pueden ingresar animales domésticos y silvestres.

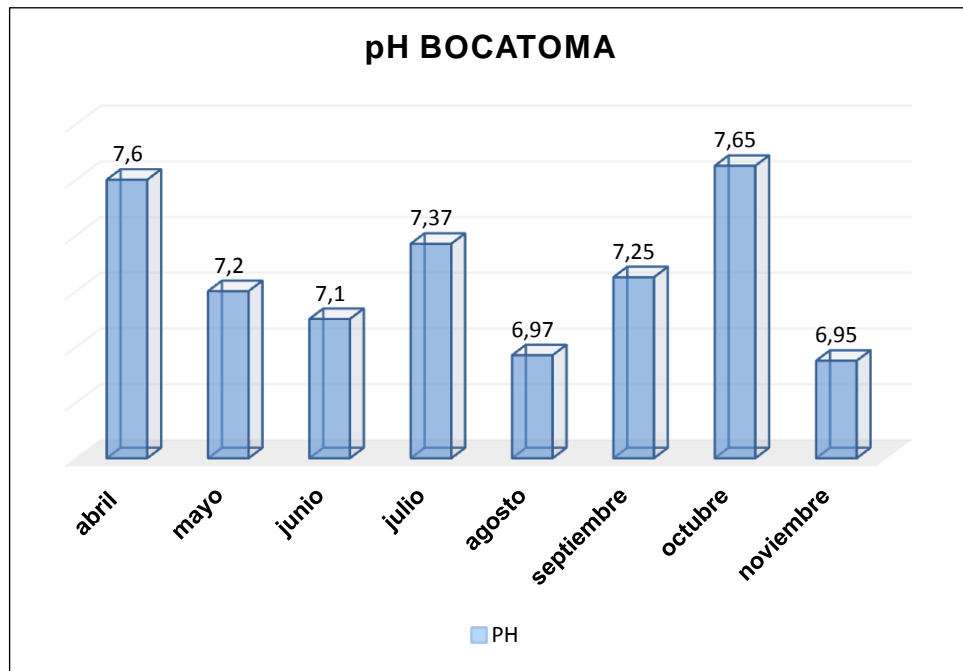


## 7.2. Tablas de resultados.

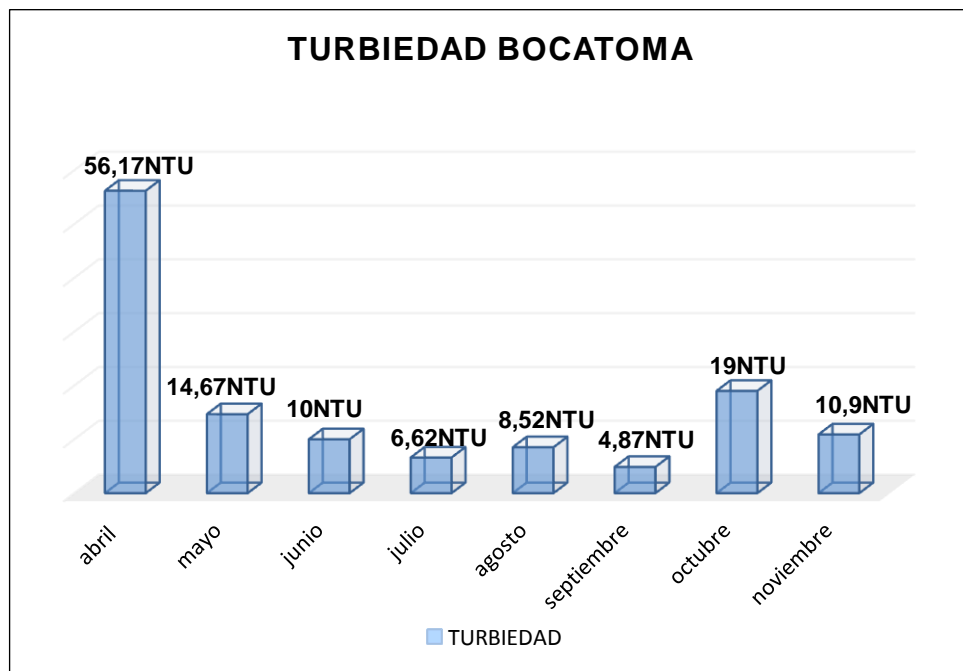
**Tabla 7.** Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos de la Bocatoma.

BOCATOMA RIO PIENDAMO									
MESES	Muestreo	pH	Turbiedad	Color	Temperatura	Caudal	Coliformes totales	<i>E. coli</i>	Mesofilos
ABRIL	1	7,6	27,5NTU	175 UPC	15,5°C	51,03L/sg	1011.2NMP	307.6NMP	9300UFC
	2	7,8	39,4NTU	863 UPC	15,6°C	55L/sg			
	3	7,5	89,4NTU	238UPC	15,7°C	58L/sg			
	4	7,5	68,4NTU	784 UPC	15,9°C	58L/sg			
MAYO	5	7,1	11,9NTU	66UPC	16,2°C	62L/sg	932.8NMP	289.3NMP	7900UFC
	6	7,1	18,6NTU	106UPC	15,4°C	62L/sg			
	7	7,4	19,9NTU	95UPC	15,5°C	62L/sg			
	8	7,5	8,3NTU	51UPC	15,6°C	62L/sg			
JUNIO	9	7,2	20,4NTU	170UPC	15,2°C	62L/sg	1228.1NMP	423.8NMP	9850UFC
	10	7,1	12,2NTU	125UPC	15,4°C	66,24L/sg			
	11	7	3,9NTU	78UPC	15,2°C	64L/sg			
	12	7,1	3,7NTU	61UPC	14,2°C	60L/sg			
JULIO	13	6,8	3,4NTU	78UPC	14,9°C	60L/sg	1117.9NMP	356.2NMP	8543UFC
	14	7,9	3,4NTU	84UPC	15°C	60L/sg			
	15	7,9	5,2NTU	61UPC	14,9°C	61L/sg			
	16	6,9	14,5NTU	85UPC	14,1°C	64L/sg			
AGOSTO	17	7	14,3NTU	90UPC	13,8°C	56,84L/sg	1008.3NMP	445.1NMP	9045UFC
	18	6,9	4,9NTU	55UPC	14,4°C	66,75L/sg			

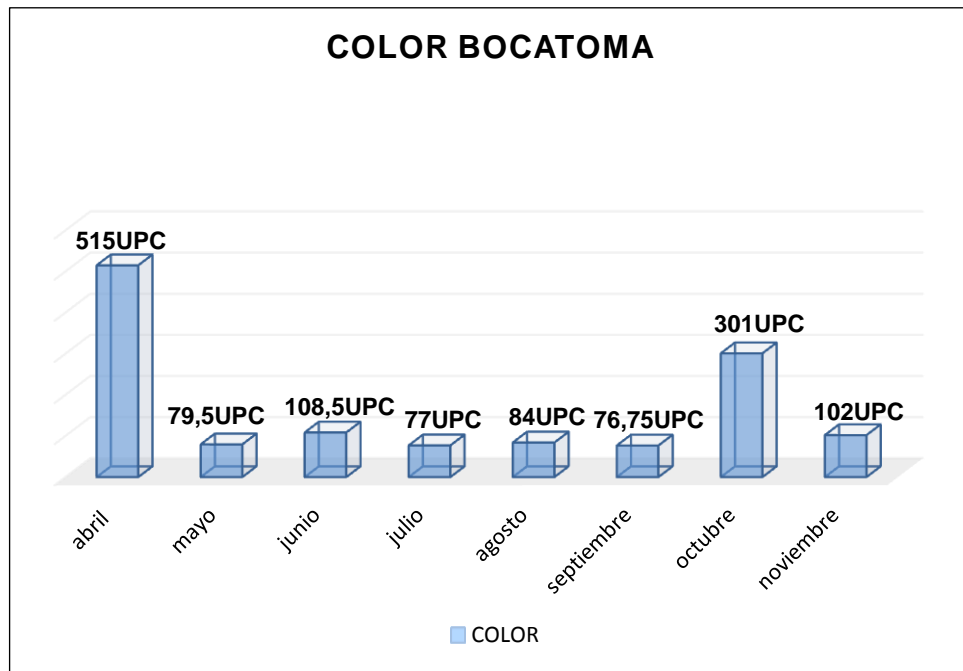
	19	6,9	5,9NTU	45UPC	15,1°C	68L/sg			
	20	7,1	9NTU	146UPC	14,5°C	68L/sg			
<b>SEPTIEMBRE</b>	21	7	3,7NTU	103UPC	15,1°C	64L/sg	1305.9NMP	438.6NMP	8980UFC
	22	7,3	5,1NTU	71UPC	15,6°C	60L/sg			
	23	7,3	4,2NTU	59UPC	15,3°C	65L/sg			
	24	7,4	6,5NTU	74UPC	16,2°C	63,78L/sg			
<b>OCTUBRE</b>	25	7,2	3,1NTU	39UPC	16,1°C	60L/sg	1287.1NMP	303.9NMP	9234UFC
	26	7,9	3,5NTU	66UPC	15°C	58,82L/sg			
	27	7,7	14,6NTU	691UPC	15,5°C	60L/sg			
	28	7,8	54,7NTU	408UPC	16,1°C	69L/sg			
<b>NOVIEMBRE</b>	29	6,8	11,2NTU	89UPC	14,3°C	61,37L/sg	945.8NMP	206.3NMP	8563UFC
	30	7,1	10,6NTU	115UPC	15,2°C	60L/sg			



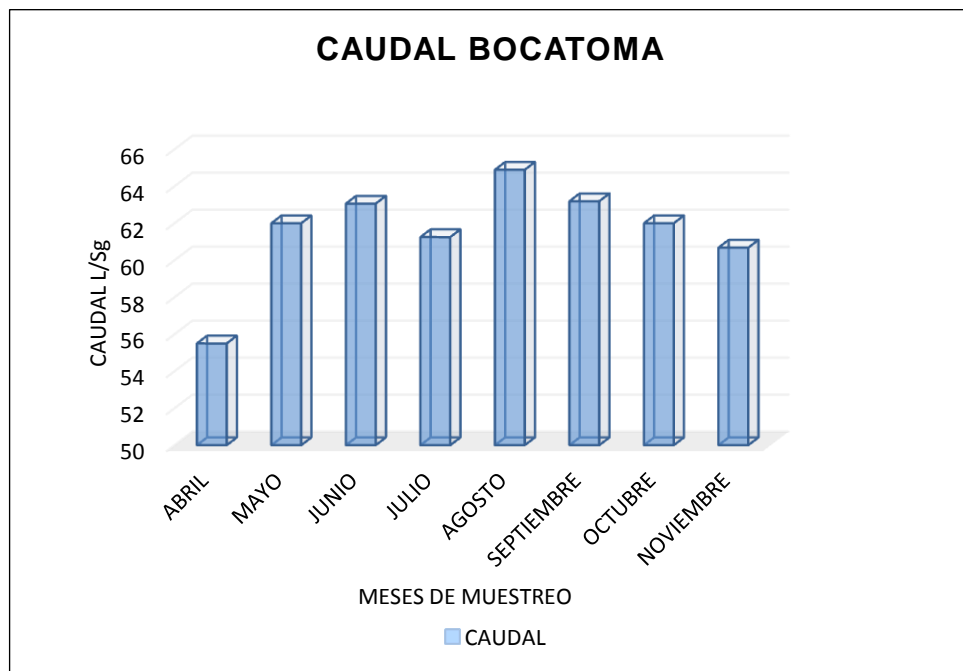
**Figura 14.** Parámetro pH para el punto de muestreo Bocatoma.



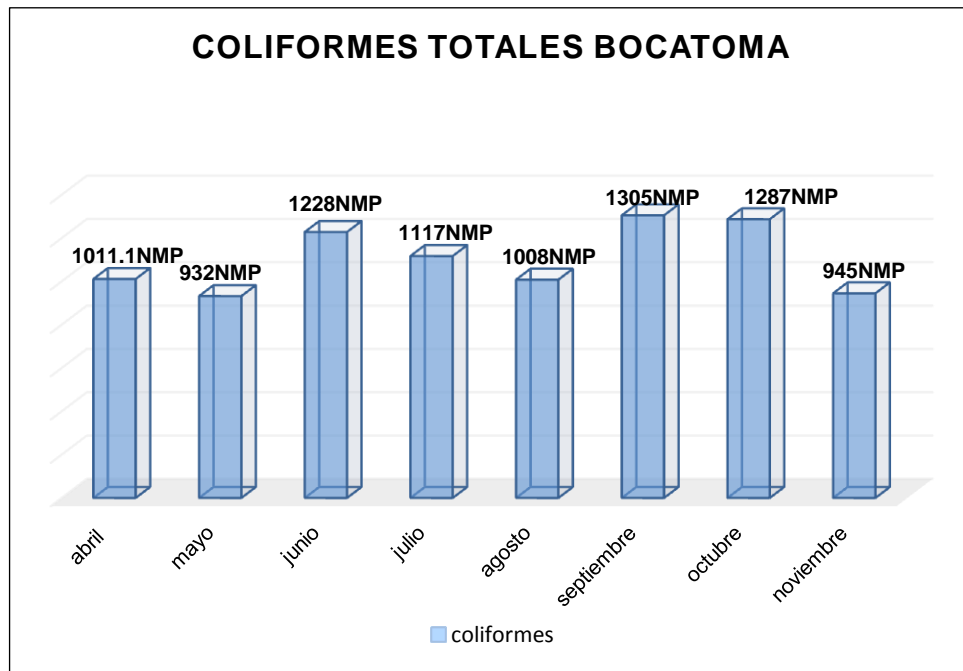
**Figura 15.** Parámetro turbiedad para el punto de muestreo Bocatoma.



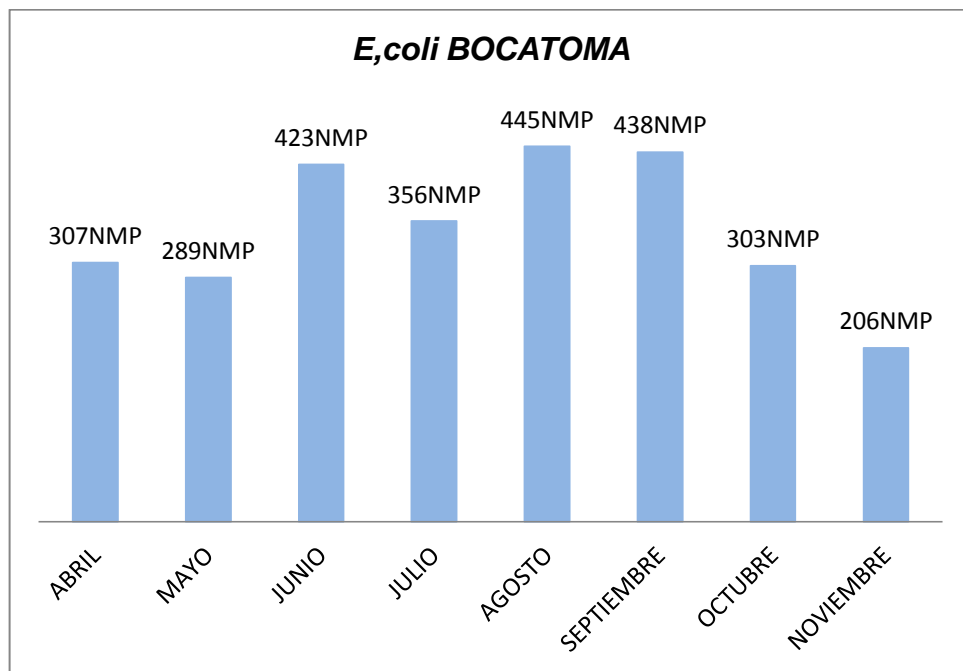
**Figura 16.** Parámetro Color para el punto de muestreo Bocatoma.



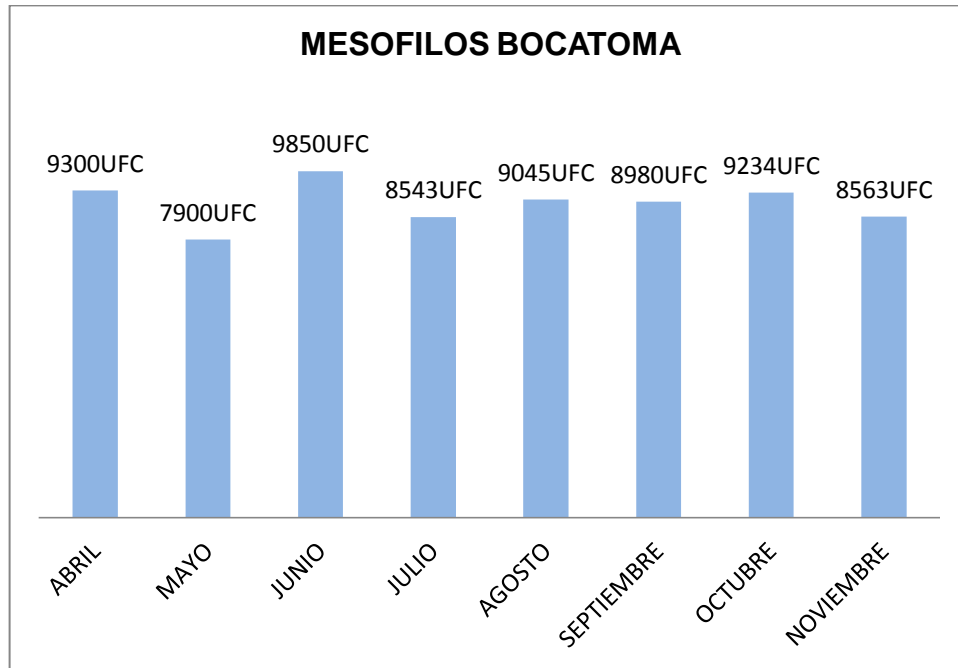
**Figura 17.** Parámetro caudal para el punto de muestreo Bocatoma.



**Figura 18.** Coliformes totales para el punto de muestreo Bocatoma.



**Figura 19.** *E.coli* para el punto de muestreo Bocatoma.



**Figura 20.** Mesofilos para el punto de muestreo Bocatoma

### **7.3. Calidad fisicoquímica y microbiológica de la planta de tratamiento del acueducto regional Piendamó – Morales.**

Con los parámetros fisicoquímicos analizados para la planta de tratamiento se pretendía establecer si se mantiene la calidad del agua para el consumo humano. Al realizar un monitoreo continuo se presentaron parámetros por encima del límite establecido lo cual se ve reflejado a continuación (tabla 8) entre el intervalo de muestreos realizados el cual fue de uno semanalmente durante ocho meses.

En fin el agua en la planta de tratamiento del acueducto tiene valores aceptables para cuatro de los parámetros analizados turbiedad, cloro, olor y color a excepción del pH que se encontró con valores inferiores a los aceptados para agua de consumo humano en algunos meses del muestreo; esto pudo ser

generado por la no inyección de Cal para nivelar el pH del agua debido a la falta de un dosificador de Cal.

Los análisis bacteriológicos para la planta de tratamiento en todo el muestreo para Coliformes totales y *E.coli* tuvieron un promedio de 0NMP (número más probable) utilizando la técnica sustrato – definido.

Como prueba complementaria se realizó la determinación de microorganismos mesofílicos. Para la planta de tratamiento se encontraron valores de 3UFC y 9UFC (Unidades formadoras de colonia) para algunas semanas de muestreo aplicando la técnica de filtración por membrana. Lo que constituye a tener unos valores aceptables para el agua de consumo humano no se presenta riesgo alguno. (Tabla 13).

Por último los resultados obtenidos a través de los cálculos del índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano IRCA por muestra y por mes tanto de los parámetro fisicoquímicos y bacteriológicos, tuvieron como resultado un puntaje de 0-5 que corresponde a estar sin riesgo ya que el agua analizada cumple con las condiciones aceptables para considerarse apta para el consumo humano según lo estipulado en la Resolución 2115 de 2007(1) por esta razón se considera viable sanitariamente.

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

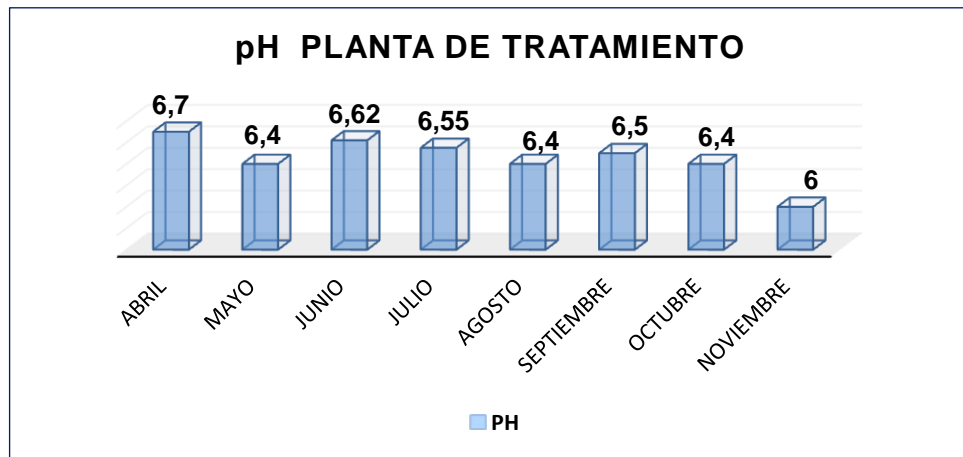
Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
0 - 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano

**Tabla 8.** Presentan los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos de la planta de tratamiento con los valores de los IRCA por muestra y mensual con una muestreo semanal.

PUNTO PLANTA DE TRATAMIENTO – PIENDAMO										
MESES	MUESTREO	PH	TURBIEDAD	COLOR	CLORO	OLOR	COLIFORMES TOTALES	E,COLI	%IRCA POR MUESTRA	% IRCA MENSUAL
ABRIL	1	7	0,5NTU	3,7 UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	0,48%
	2	6,5	1NTU	3,9 UPC	1,5mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
	3	6	0,4NTU	1,7 UPC	1,9mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	
	4	7,3	0,7NTU	2,1 UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
MAYO	5	6	1,3NTU	3,4UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	0,97%
	6	6	1,3NTU	1,3UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	
	7	6,1	1,2NTU	1,1UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
	8	7,5	1,2NTU	1,8UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
JUNIO	9	6,6	0,7NTU	1UPC	1,9mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	0,48%
	10	6,4	0,8NTU	3,2UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
	11	6	1,1NTU	2UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	
	12	7,5	1,1NTU	3UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
JULIO	13	6,8	1,9NTU	8,6UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	0,97%
	14	6	1,8NTU	8,8UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	
	15	6	1,1NTU	5,6UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	
	16	7,4	1,5NTU	5,4UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
AGOSTO	17	6,3	0,7NTU	5UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	048%
	18	6	1,8NTU	1,9UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	



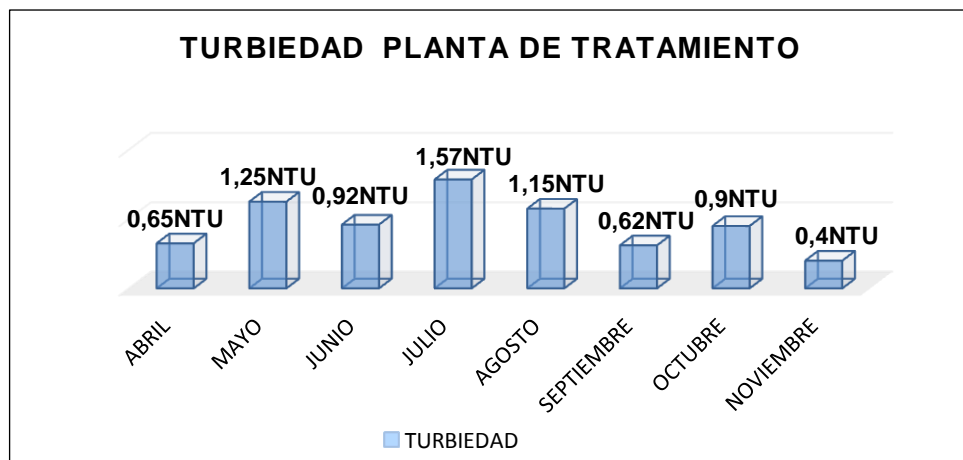
	19	6,1	1NTU	3,3UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
	20	7,2	1,1NTU	2,2UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
<b>SEPTIEMBRE</b>	21	6,5	0,7NTU	5,8UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	0,48%
	22	6,2	0,3NTU	2,1UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
	23	6	0,9NTU	4,9UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	
	24	7,3	0,6NTU	2,9UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
<b>OCTUBRE</b>	25	6,4	1,2NTU	2,7UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	0,97%
	26	6	0,5NTU	3UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	
	27	6	0,9NTU	2,4UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	
	28	7,2	1NTU	4UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	0,00%	
<b>NOVIEMBRE</b>	29	6	0,6NTU	3,2UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	1,94%
	30	6	0,2NTU	4,2UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	ONMP	ONMP	1,94%	
<b>IRCA ANUAL</b>									0.84	



**Figura 21.** Parámetro pH para el punto de muestreo planta de tratamiento.

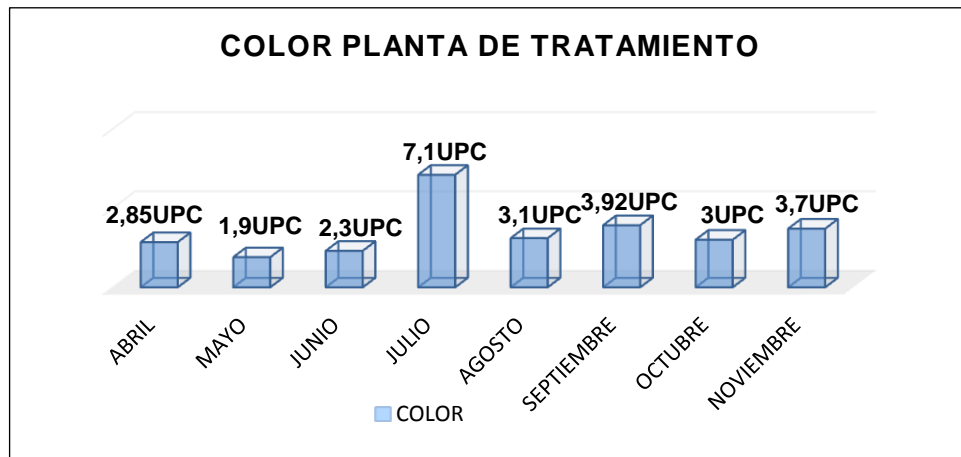
En la figura 21, se observa que el pH se mantuvo en el rango permitido que es de 6.4-8.5 para agua de consumo humano en los meses de abril a octubre.

Para el mes de noviembre se encuentra por debajo del límite establecido para agua de consumo humano el cual es demasiado ácido que pueden provocar la lixiviación de los metales en los sistemas de tuberías así como la corrosión de estas.



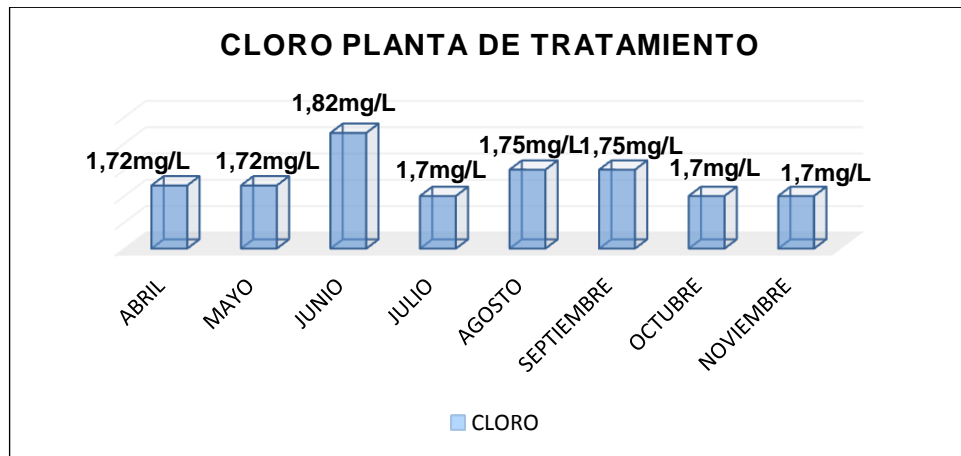
**Figura 22.** Parámetro Turbiedad para el punto de muestreo planta de tratamiento.

En la figura 22, el parámetro turbiedad se encuentra en rango para calidad de aguas de consumo humano establecido por la resolución 2115 del 2007.



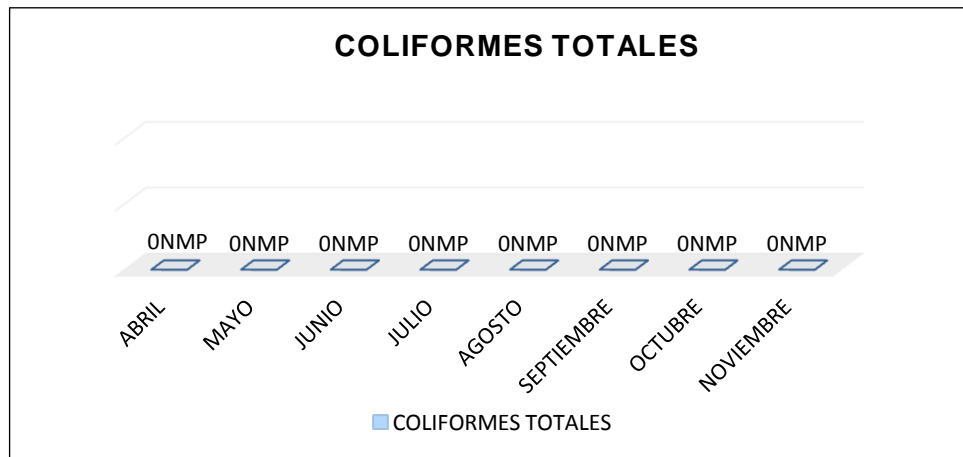
**Figura 23.** Parámetro Color para el punto de muestreo planta de tratamiento.

En la figura 23, el parámetro color se encuentra en el rango aceptable para aguas de consumo establecido por la resolución 2115 del 2007.

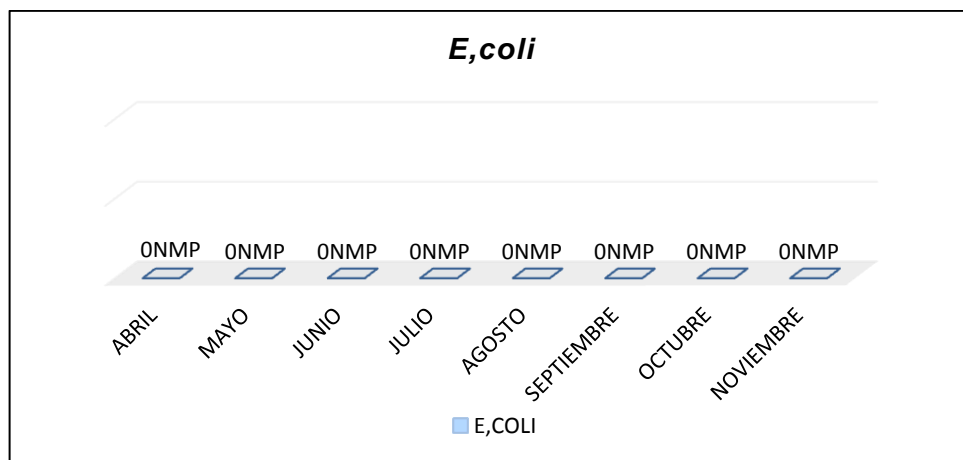


**Figura 24.** Parámetro Cloro para el punto de muestreo planta de tratamiento.

Figura 24, el cloro se mantuvo en un rango constante durante los ocho meses de 1,73mg/L como promedio. Según este valor el agua es apta para el consumo cumpliendo con lo reglamentado en la resolución 2115 del 2007.

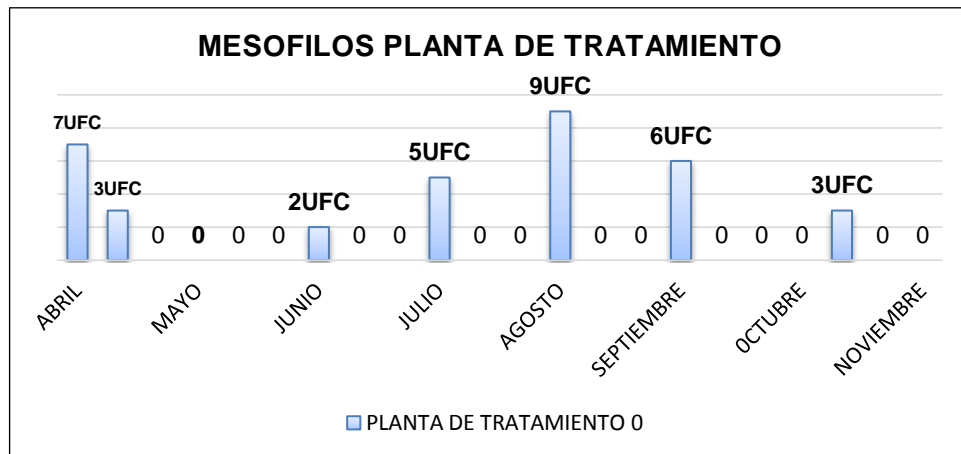


**Figura 25.** Coliformes totales para el punto de muestreo planta de tratamiento.



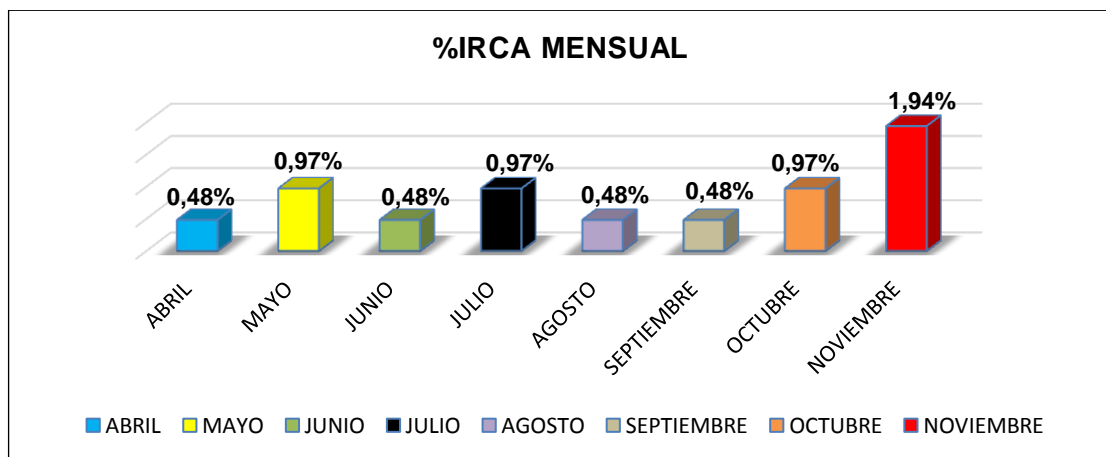
**Figura 26.** *E.coli* para el punto de muestreo planta de tratamiento.

La cantidad de Coliformes totales y *E.coli* encontrados en los sitios evaluados durante los ocho meses de muestreo se observan en la figura 25 y 26. Mostrando la no detección de Coliformes y *E.coli* lo cual evidencio que el proceso de desinfección biológica del agua es eficiente. Esto hace que el agua del acueducto sea apta para el consumo humano.



**Figura 27.** Mesofilos para el punto de muestreo planta de tratamiento.

Los Mesofilos (Figura 27) durante los ocho meses de muestreo en la planta de tratamiento se mantienen en el rango permitido cuyo valor máximo aceptable será de 100 UFC en 100cm<sup>3</sup>. La detección de mesofilos fue en los primeros muestreos de los meses de abril, junio, julio, agosto, septiembre y noviembre los cuales se mantuvieron dentro del rango permitido y exigido por la Resolución 2115 del 2007.



**Figura 28.** IRCA MENSUAL para el punto de muestreo planta de tratamiento.

La figura 28, indica los valores de los IRCA mensuales para el punto planta de tratamiento durante los ocho meses de muestreo. Observándose que los valores más elevados se presentan para el mes de noviembre lo cual puede ser atribuido a que en este mes el parámetro de pH estuvo en niveles bajos causando lixiviación en las tuberías. Con respecto a los meses anteriores el valor del IRCA es bajo.

Aunque se haya presentado un nivel alto para un mes de muestreo con respecto a los demás meses se concluye que no es de significancia; el agua se mantiene entre el rango de 0-5 siendo un nivel sin riesgo catalogada como agua para el consumo humano según lo estipulado en la resolución 2115 del 2007

#### **7.4. Calidad fisicoquímica y microbiológica de los puntos villa mercedes, alcaldía de Morales, planta de sacrificio Morales y vv. Juvenal Aranda.**

Con los parámetros fisicoquímicos analizados para los puntos villa mercedes, alcaldía de Morales, planta de sacrificio Morales y Vv. Juvenal Aranda se pretendía establecer si se mantiene la calidad del agua para el consumo humano al realizar un monitoreo continuo del agua, sin embargo no se presentan diferencias significativas entre el intervalo de muestreos realizados el cual fue de uno semanalmente por ocho meses esto demuestra que aunque se hayan observado cambios mínimos en los valores la calidad del agua en los puntos se mantiene.

En fin el agua en el punto villa mercedes, alcaldía de Morales, planta de sacrificio Morales y Vv. Juvenal Aranda tiene valores aceptables para tres de los parámetros analizados cloro, olor y color a excepción de dos el pH y la turbiedad que se encontró con valores inferiores o en el límite de los aceptados para el agua de consumo humano en algunos meses del muestreo.

Para los puntos de muestreo en cuanto a los IRCA por muestra se observa que los valores más elevados se presentaron en los meses de julio y agosto y los valores de menor riesgo son abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre en los cuales encontramos que en más de un muestreo el resultado del IRCA fue de 0,00%. De igual manera sucedió para los IRCA mensuales en donde los valores más elevados fueron para los meses de julio y agosto, mientras los valores de menor riesgo fueron para abril, junio y septiembre. Estos resultados se reflejaron en los meses de julio y agosto debido a las condiciones climáticas que se presentaron en el año 2012 que fueron de un intenso verano por lo cual se vio alterado el parámetro turbiedad al paso de los puntos debido al fenómeno de la incrustación que a pesar de poseer tubería de pvc se ha formado una capa delgada de incrustación uniforme que puede ir aumentando debido a la presión del agua.

Al igual que el parámetro de pH se mantuvo en niveles bajos pudo ser generado por la falta de inyectar Cal para nivelar el pH del agua.

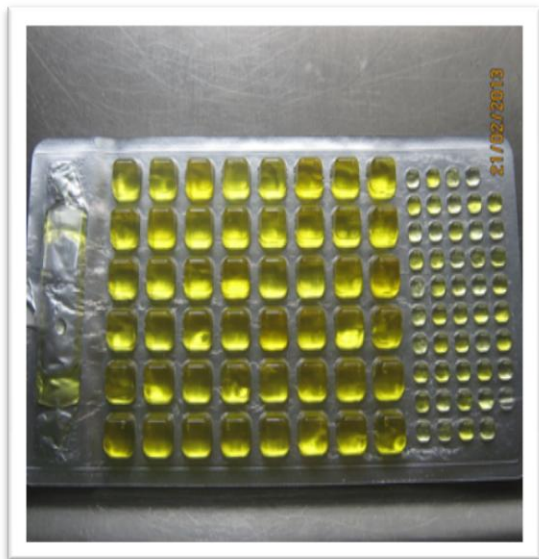
Los análisis bacteriológicos para el punto villa mercedes, alcaldía de Morales, planta de sacrificio Morales y Vv. Juvenal Aranda en todo el muestreo para Coliformes totales y *E.coli* tuvieron un promedio de 0NMP (número más probable) utilizando la técnica sustrato – definido.



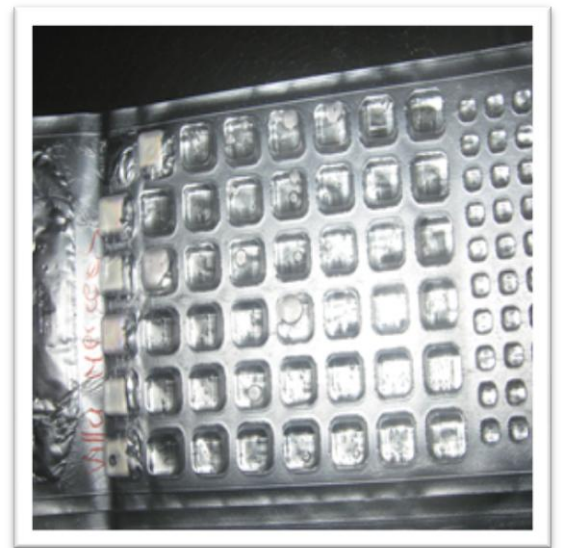
**Figura 29.** Resultados obtenidos mediante la técnica sustrato definido de la planta de tratamiento.



**Figura 30.** Resultado obtenido mediante la técnica sustrato definido del punto Alcaldía de Morales.



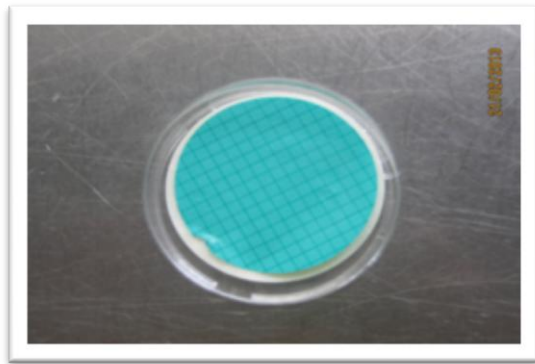
**Figura 31.** Resultado obtenido mediante la técnica sustrato definido del punto Bocatoma.



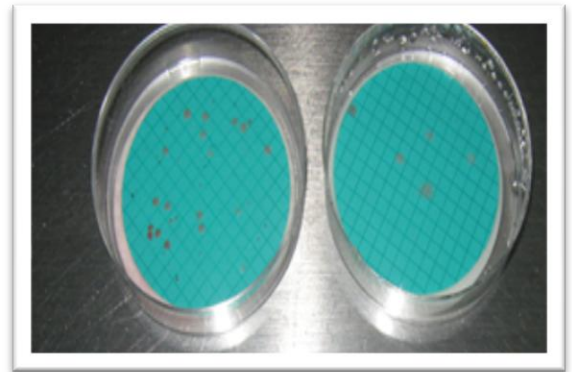
**Figura 32.** Resultado obtenido mediante la técnica sustrato definido en el punto villa Mercedes.



Como prueba complementaria se realizó la determinación de microorganismos mesofílicos. Para Los puntos se encontraron valores de 2UFC y 10UFC (unidades formadoras de colonia) para algunas semanas de muestreo aplicando la técnica de filtración por membrana. (Tabla 13). Siendo valores que no representan ningún riesgo para mantener la calidad de agua para el consumo; quizá estos valores se alteraron en el momento de la toma de la muestra.



**Figura 33.** Resultados obtenidos mediante la técnica filtración por membrana de mesofilos puntos villa mercedes.



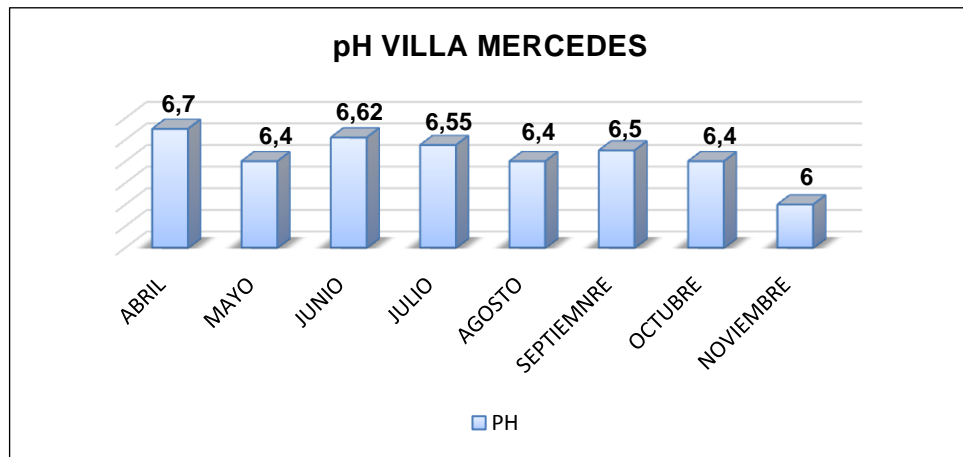
**Figura 34.** Resultados obtenidos mediante la técnica filtración de membrana para mesofilos de los puntos vivienda juvenil Aranda y planta de sacrificio Morales.

Por último estos valores tuvieron una influencia directa en el cálculo del IRCA que se encontró con el promedio de los parámetros fisicoquímicos y biológicos los cuales indicaron que para estos puntos el agua del acueducto no tiene ningún riesgo para la salud humana obteniendo un valor de % IRCA ANUAL 2,65 para tres puntos y para un punto de 3,76. Finalmente el acueducto cumple con la Resolución 2115 del 2007. (1).

**Tabla 9.** Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos del punto villa Mercedes con los valores de los IRCA por muestra y mensual con una muestreo semanal.

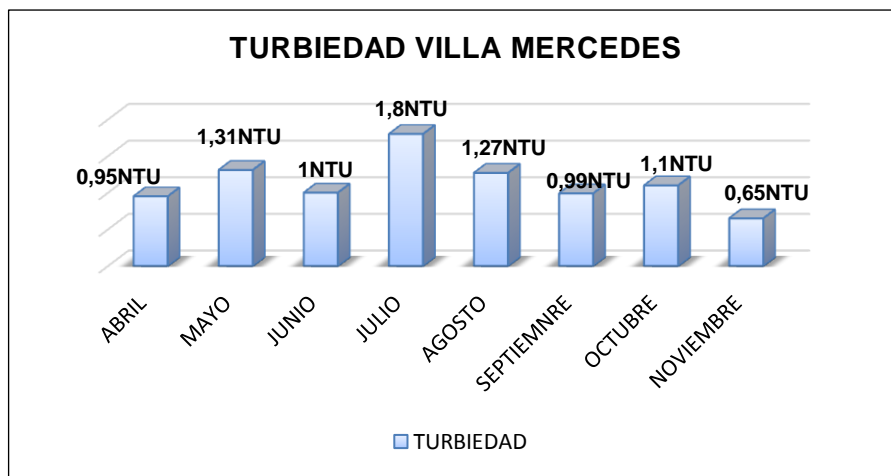
VILLA MERCEDES VIA PIENDAMO-MORALES										
MESES	MUESTREO	PH	TURBIEDAD	COLOR	COLORO	OLOR	COLIFORMES TOTALES	<i>E.coli</i>	% IRCA POR MUESTRA	% IRCA MENSUAL
ABRIL	1	7	0,8NTU	3,7UPC	1,65mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	2	6,5	1,2NTU	3,9UPC	1,4mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	3	6	0,8NTU	1,7UPC	1,8mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	4	7,3	1NTU	2,1UPC	1,77mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
MAYO	5	6	1,4NTU	3,4UPC	1,65mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	0,97%
	6	6	1,37NTU	1,3UPC	1,74mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	7	6.1	1,25NTU	1,1UPC	1,68mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	8	7,5	1,23NTU	1,8UPC	1,67mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
JUNIO	9	6,6	0,8NTU	1UPC	1,86mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	10	6,4	1NTU	3,2UPC	1,78mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	11	6	1,2NTU	2UPC	1,76mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	12	7,5	1,1NTU	3UPC	1,77mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
JULIO	13	6,8	2,1NTU	8,6UPC	1,74mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	19,35%	10,64%
	14	6	2NTU	8,8UPC	1,78mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	21,29%	
	15	6	1,5NTU	5,6UPC	1,79mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	16	7,4	1,6NTU	5,4UPC	1,68mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
AGOSTO	17	6,3	0,9NTU	5UPC	1,66mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	5,3%
	18	6	2NTU	1,9UPC	1,76mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	21,29%	
	19	6,1	1NTU	3,3UPC	1,78mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	

	20	7,2	1,2NTU	2,2UPC	1,67mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>SEPTIEMBRE</b>	21	6,5	1,18NTU	5,8UPC	1,67mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	22	6,2	0,9NTU	2,1UPC	1,69mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	23	6	1NTU	4,9UPC	1,78mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	24	7,3	0,9NTU	2,9UPC	1,76mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>OCTUBRE</b>	25	6,4	1,4NTU	2,7UPC	1,58mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,97%
	26	6	0,8NTU	3UPC	1,65mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	27	6	1NTU	2,4UPC	1,68mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	28	7,2	1,2NTU	4UPC	1,76mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>NOVIEMBRE</b>	29	6	0,8NTU	3,2UPC	1,68mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	1,94%
	30	6	0,5NTU	4,2UPC	1,65mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
									<b>IRCA ANUAL</b>	2,65



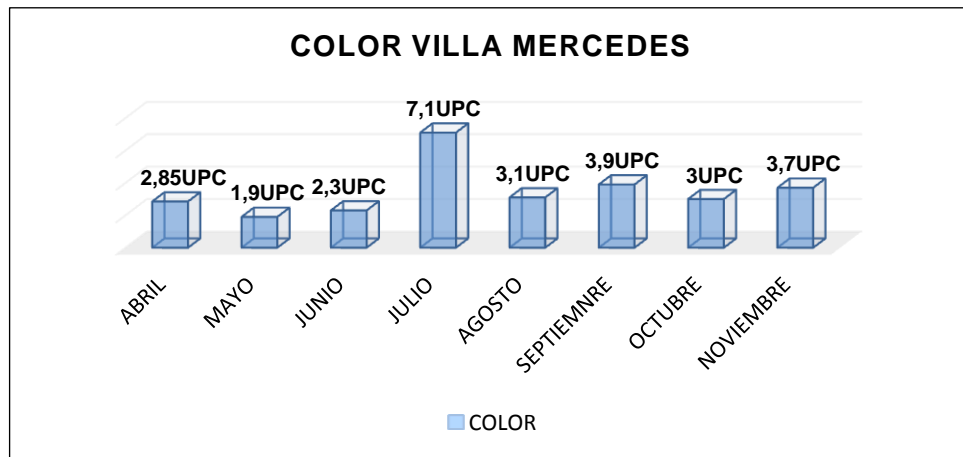
**Figura 35.** Parámetro pH para el punto de muestreo villa mercedes.

Figura 35, el parámetro pH se encuentra para el mes de noviembre en un nivel bajo con respecto a los límites exigidos por la resolución 2115 del 2007 esto puede ser causado por la falta de inyectar cal con frecuencia.



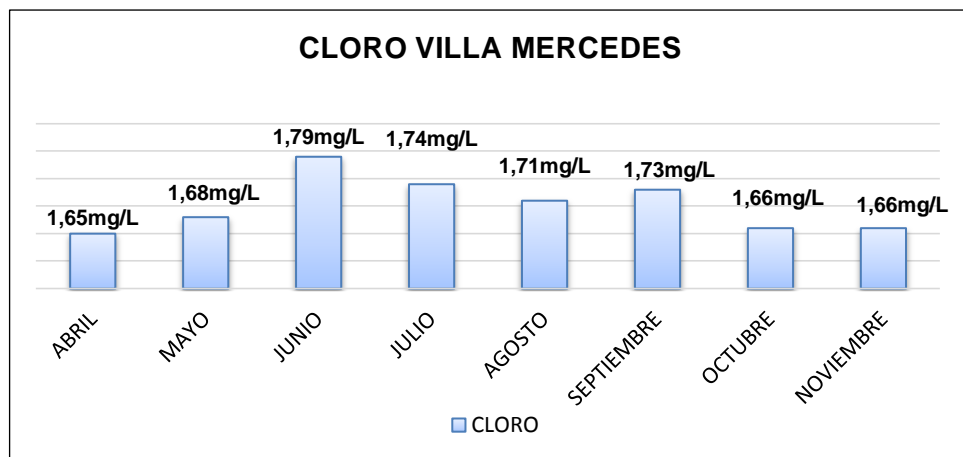
**Figura 36.** Parámetro Turbiedad para el punto de muestreo villa mercedes.

Figura 36, la turbiedad es mínima durante los ocho meses de muestreo para este punto lo cual se debe al clima que para el año 2012 fue de sequía. Según este parámetro el agua es apta para el consumo humano ya que se encuentra por debajo del límite máximo aceptable (2UNT) en la resolución 2115 del 2007.



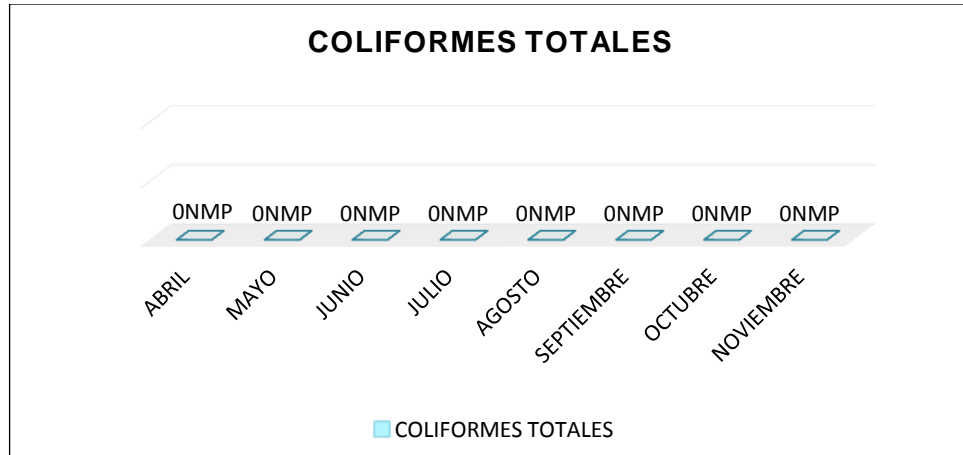
**Figura 37.** Parámetro Color para el punto de muestreo villa mercedes.

Figura 37, el parámetro color es mínimo. Según este parámetro las aguas son aptas para consumo humano ya que el rango está por debajo del límite máximo aceptable (15UPC) en la resolución 2115 del 2007.

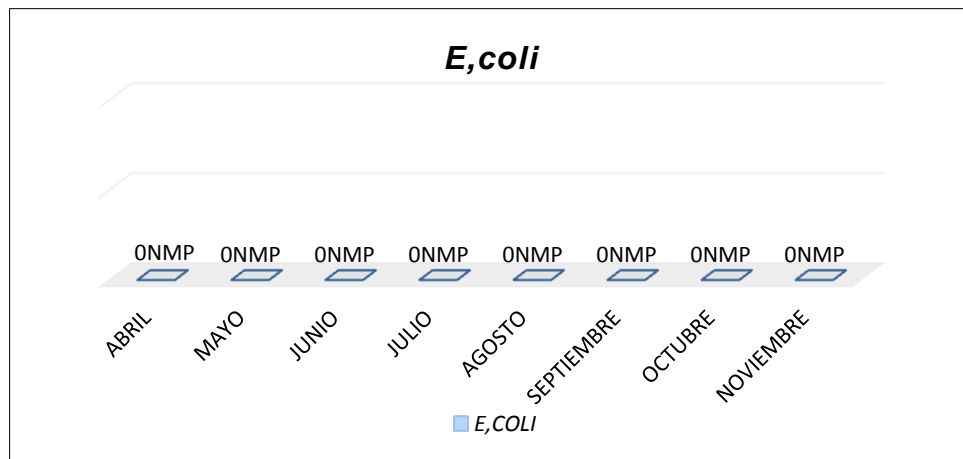


**Figura 38.** Parámetro Cloro para el punto de muestreo villa mercedes.

Figura 38, el cloro obtuvo un rango promedio durante los ocho meses de 1.7mg/L según este valor el agua es apta para el consumo humano ya que está por debajo del límite máximo aceptable (2,0mg/L) en la resolución 2115 del 2007. Siendo el cloro el elemento principal para determinar si el agua es potable o no.

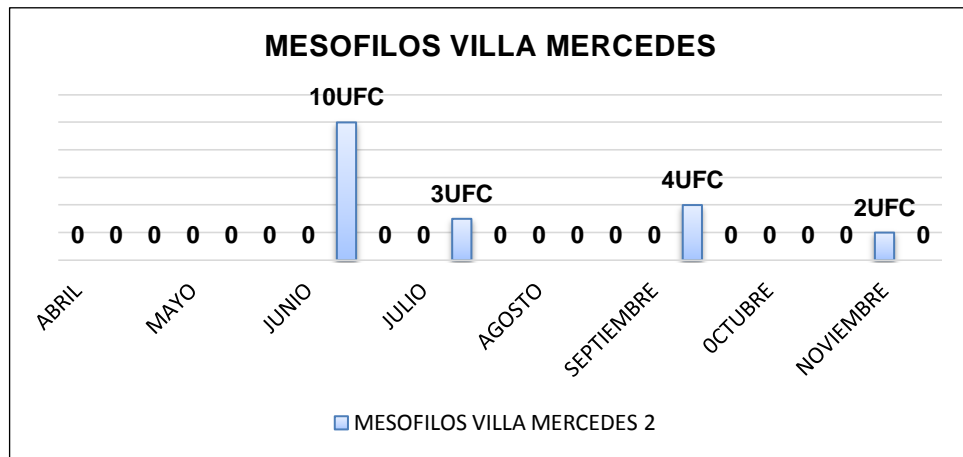


**Figura 39.** Coliformes totales para el punto de muestreo villa mercedes.



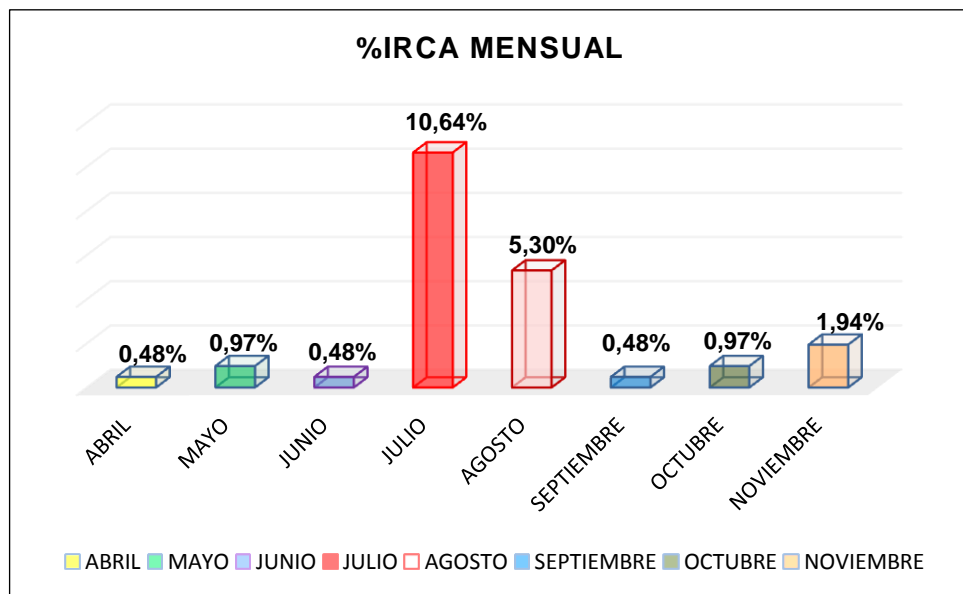
**Figura 40.** *E,coli* para el punto de muestreo villa mercedes.

Figura 39 y 40, la cantidad de Coliformes totales y *E,coli* encontrados en los sitios evaluados durante los ocho meses de muestreo es nula evidenciando que el proceso de desinfección biológica del agua es eficiente. Llevando a cumplir con las normas establecidas para el agua potable. Esto hace que el agua del acueducto sea apta para el consumo humano.



**Figura 41.** Mesofilos para el punto de muestreo villa mercedes.

Figura 41, los mesofilos durante los ocho meses de muestreo se mantienen en el rango permitido cuyo valor máximo aceptable será de 100 UFC en 100cm<sup>3</sup>. La detección de mesofilos fue en los meses de junio, julio, septiembre y noviembre los cuales se mantuvieron dentro del rango permitido y exigido por la Resolución 2115 del 2007.



**Figura 42.** IRCA MENSUAL para el punto de muestreo villa mercedes.

La figura 42, indica los valores de los IRCA mensuales para el punto villa mercedes durante los ocho meses de muestreo. Observándose que el valor más elevado se presenta para el mes de julio y agosto. Los más bajos para los meses de abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre.

Al realizar el cálculo del IRCA y observar un nivel más alto en dos de los meses con un valor de 10,64% y 5,30% lleva a catalogar el agua con un nivel de riesgo bajo siendo esta agua no apta para consumo humano susceptible a mejorar.

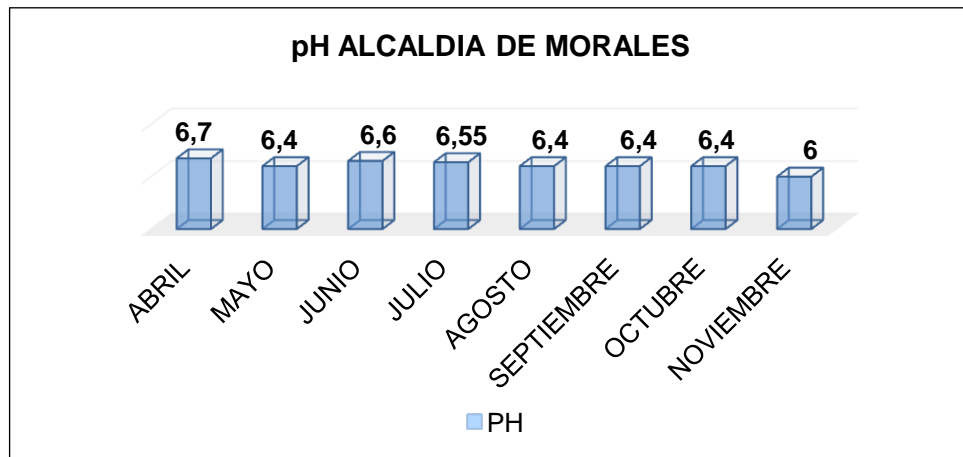
De los meses restantes podemos concluir que se encuentran sobre un nivel de riesgo sin riesgo dentro de los límites exigidos para agua de consumo humano. Según lo estipulado en la Resolución 2115 de 2007 (1) por esta razón se considera viable sanitariamente.



**Tabla 10.** Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos del punto Alcaldía de Morales con los valores de los IRCA por muestra y mensual con una muestreo semanal.

ALCALDIA DE MORALES										
MESES	MUESTREO	pH	TURBIEDAD	COLOR	CLORO	OLOR	COLIFORMES TOTALES	<i>E.coli</i>	% IRCA POR MUESTRA	% IRCA MENSUAL
ABRIL	1	7	0,9NTU	3,7UPC	1,63mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	2	6,5	1,4NTU	3,9UPC	1,3mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	3	6	1NTU	1,7UPC	1,78mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	4	7,3	1,1NTU	2,1UPC	1,75mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
MAYO	5	6	1,45NTU	3,4UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	0,97%
	6	6	1,39NTU	1,3UPC	1,71mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	7	6,1	1,25NTU	1,1UPC	1,63mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	8	7,5	1,26NTU	1,8UPC	1,64mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
JUNIO	9	6,6	0,9NTU	1UPC	1,81mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	10	6,4	1NTU	3,2UPC	1,73mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	11	6	1,4NTU	2UPC	1,72mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	12	7,5	1,1NTU	3UPC	1,75mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
JULIO	13	6,8	2,3NTU	8,6UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	19,355%	10,6%
	14	6	2,1NTU	8,8UPC	1,75mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	21,30%	
	15	6	1,7NTU	5,6UPC	1,76mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	16	7,4	1,7NTU	5,4UPC	1,62mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
AGOSTO	17	6,3	1NTU	5UPC	1,62mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	5,3%
	18	6	2,1NTU	1,9UPC	1,71mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	21,30%	
	19	6,1	1,2NTU	3,3UPC	1,4mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	20	7,2	1,4NTU	2,2UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
SEPTIEMBRE	21	6,5	1,2NTU	5,8UPC	1,63mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%

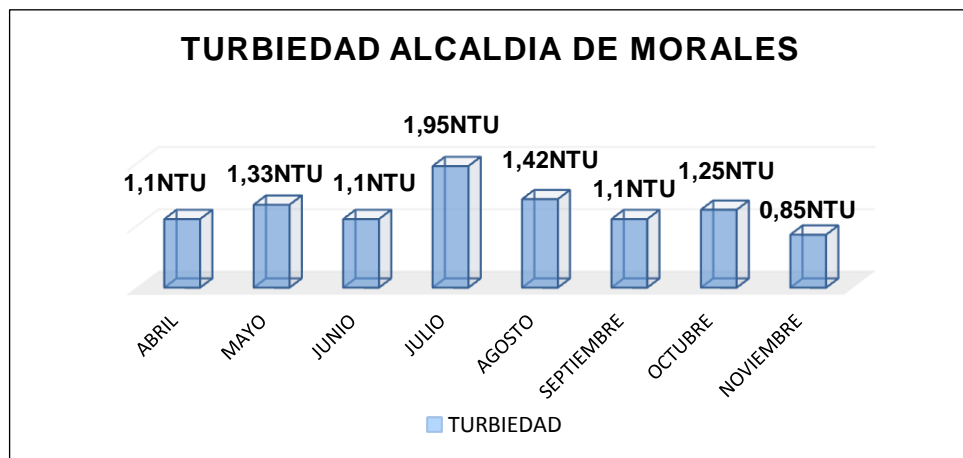
	22	6,2	1NTU	2,1UPC	1,61mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	23	6	1,2NTU	4,9UPC	1,72mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	24	7,2	1NTU	2,9UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>OCTUBRE</b>	25	6,4	1,6NTU	2,7UPC	1,56mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,97%
	26	6	1NTU	3UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	27	6	1,2NTU	2,4UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	28	7,2	1,2NTU	4UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>NOVIEMBRE</b>	29	6	1NTU	3,2UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	1,94%
	30	6	0,7NTU	4,2UPC	1,62mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
									<b>IRCA ANUAL</b>	2,65



**Figura 43.** Parámetro pH para el punto de muestreo alcaldía de Morales.

Figura 43, el pH en el punto de muestreo Alcaldía de Morales mantuvo valores sobre el rango de los permitidos que son de 6.4-8.5 en algunos meses.

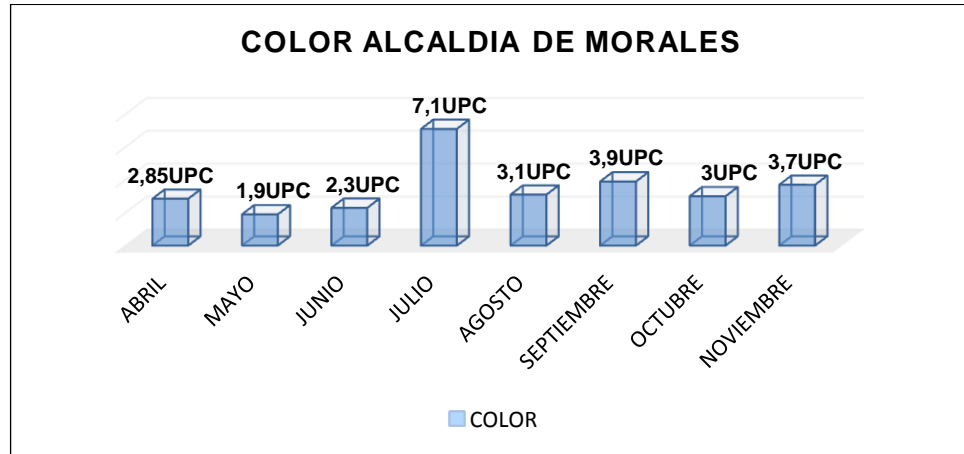
Para el mes de noviembre tiene una baja considerable llevando a tener un pH ácido que se debe a la falta de inyección de Cal la cual es aplicada espontáneamente.



**Figura 44.** Parámetro Turbiedad para el punto de muestreo alcaldía de Morales

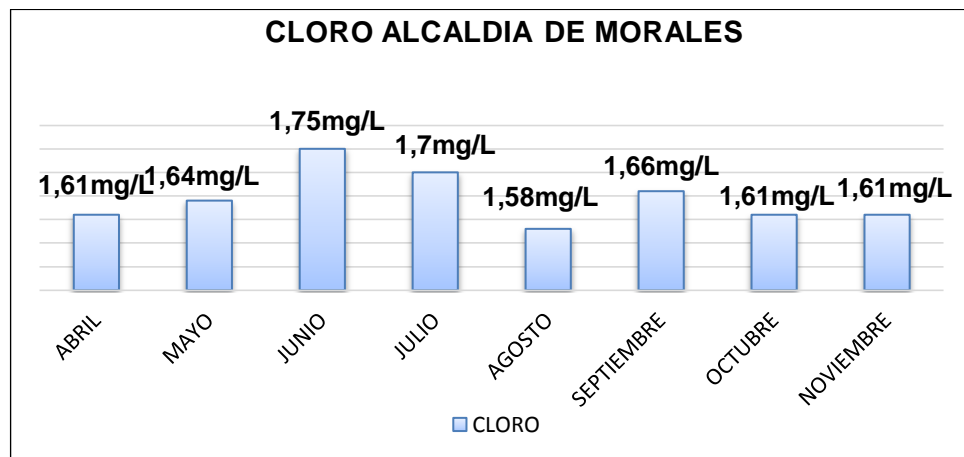
En la figura 44, la turbiedad presente en el mes de julio se encuentra en el límite del rango permitido pero se mantiene dentro de este. Según esto el parámetro a

pesar de obtener valores altos no superan el rango permitido (2UNT) por lo cual el agua es apta para el consumo humano con un tratamiento simple.



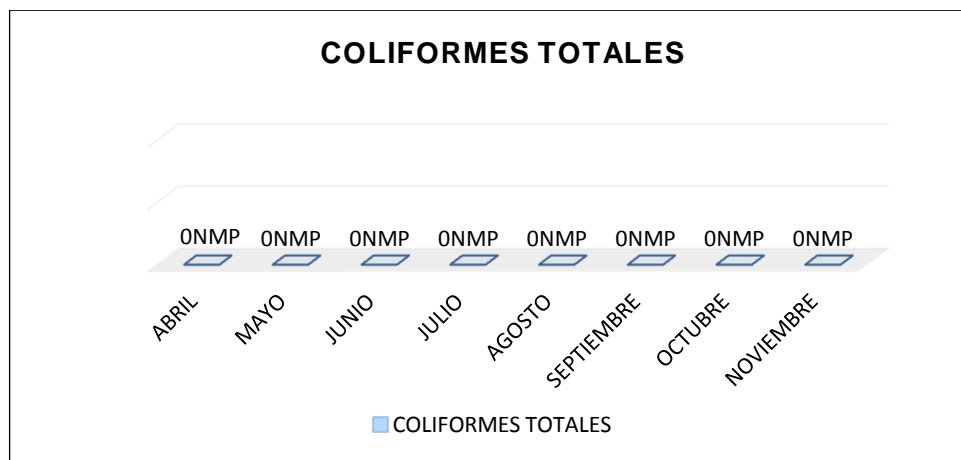
**Figura 45.** Parámetro Color para el punto de muestreo alcaldía de Morales.

En la figura 45, el color se mantiene sobre el rango aceptado siendo el agua apta para consumo humano con un tratamiento simple ya que presenta una coloración por debajo del límite máximo aceptable (15UPC) en la resolución 2115 del 2007.

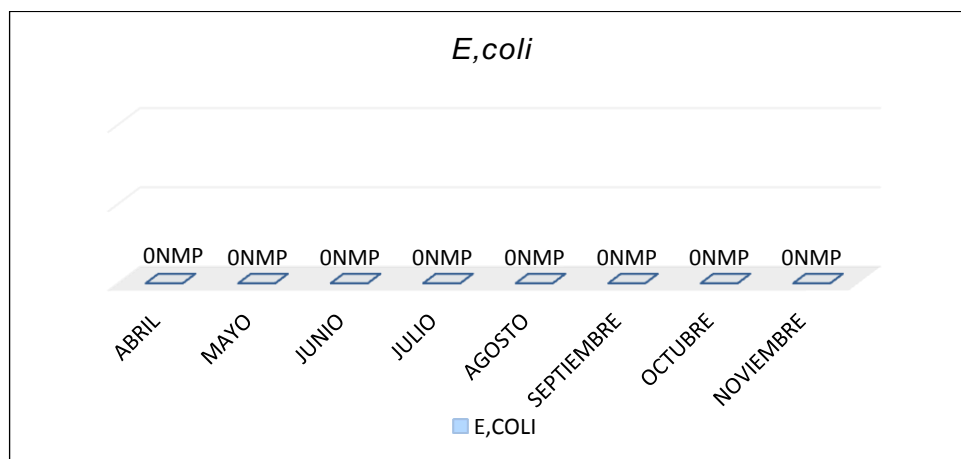


**Figura 46.** Parámetro Cloro para el punto de muestreo alcaldía de Morales.

En la figura 46, el cloro presenta un rango que se encuentran dentro del límite establecido para agua de consumo humano ya que está por debajo del límite máximo aceptable (2,0mg/L) según la resolución 2115 del 2007. El cloro se debe mantener en un nivel óptimo debido a que el exceso de cloro produce enfermedades estomacales y la poca cantidad de cloro perjudica la salud ya que si no hay cloro existiría la presencia de bacterias.

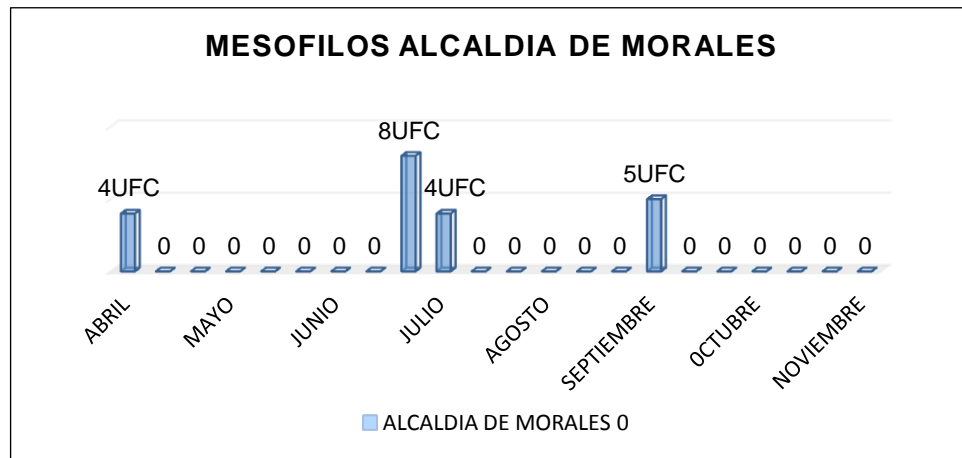


**Figura 47.** Coliformes para el punto de muestreo alcaldía de Morales.



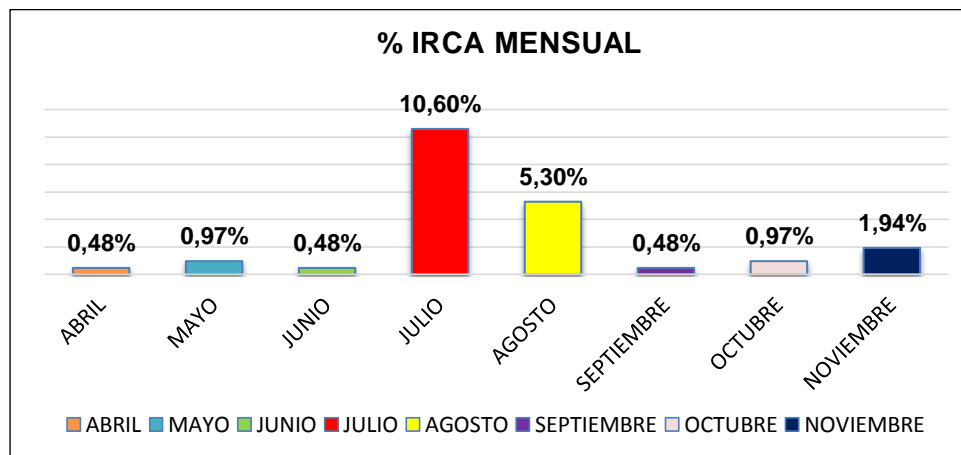
**Figura 48.** E,coli para el punto de muestreo alcaldía de Morales.

La cantidad de Coliformes totales y *E.coli* durante los ocho meses de muestreo se observan en las figuras 47 y 48. Demostrando la no detección y corroborando que la desinfección biológica del agua es eficiente cumpliéndose con las normas establecidas para el agua potable.



**Figura 49.** Mesofilos para el punto de muestreo alcaldía de Morales.

Figura 49, los mesofilos durante los ocho meses de muestreo se mantienen en el rango permitido de 100 UFC en 100cm<sup>3</sup>.



**Figura 50.** IRCA mensual para el punto de muestreo alcaldía de Morales.

La figura 50, indica los valores de los IRCA mensuales para el punto Alcaldía de Morales durante los ocho meses de muestreo. Observándose que los valores más elevados se presentaron para los meses de julio, agosto y los más bajos para los meses de abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre. Para los meses de valores bajos que estuvieron dentro del rango 0-5 corresponde a estar sin riesgo ya que el agua analizada cumple con las condiciones aceptables para considerarse apta para el consumo humano según lo estipulado en la Resolución 2115 de 2007 (1).

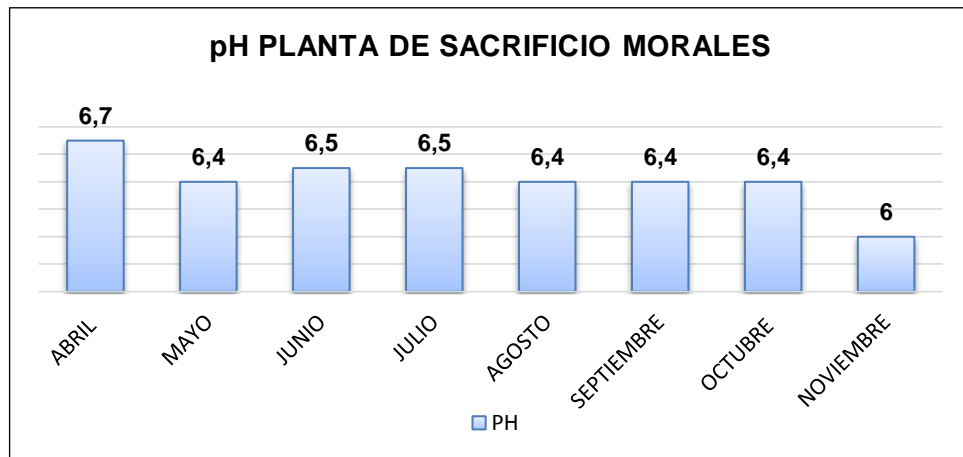
Mientras el mes de julio y agosto se salen del rango obteniendo un nivel bajo siendo así agua no apta para el consumo humano susceptible de mejoramiento.

**Tabla 11.** Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos del punto planta de sacrificio de Morales con los valores de los IRCA por muestra y mensual con una... muestreo semanal.

PLANTA DE SACRIFICIO – MORALES										
MESES	MUESTREO	pH	TURBIEDAD	COLOR	COLORO	OLOR	COLIFORMES TOTALES	<i>E.coli</i>	%IRCA POR MUESTRA	% IRCA MENSUAL
ABRIL	1	7	1NTU	3,7UPC	1,61mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	2	6,5	1,6NTU	3,9UPC	1,29mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	3	6	1,1NTU	1,7UPC	1,76mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	4	7,3	1,3NTU	2,1UPC	1,73mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
MAYO	5	6	1,6NTU	3,4UPC	1,58mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	0,97%
	6	6	1,41NTU	1,3UPC	1,69mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	7	6,1	1,28NTU	1,1UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	8	7,5	1,28NTU	1,8UPC	1,62mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
JUNIO	9	6,6	1NTU	1UPC	1,78mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	10	6,4	1,2NTU	3,2UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	11	6	1,5NTU	2UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	12	7,5	1,13NTU	3UPC	1,71mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
JULIO	13	6,8	2,4NTU	8,6UPC	1,68mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	19,35%	10,6%
	14	6	2,2NTU	8,8UPC	1,73mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	21,30%	
	15	6	1,9NTU	5,6UPC	1,74mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	16	7,4	1,9NTU	5,4UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
AGOSTO	17	6,3	1,1NTU	5UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	5,3%
	18	6	2,1NTU	1,9UPC	1,69mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	21,30%	
	19	6,1	1,4NTU	3,3UPC	1,3mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	20	7,2	1,6NTU	2,2UPC	1,57mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	

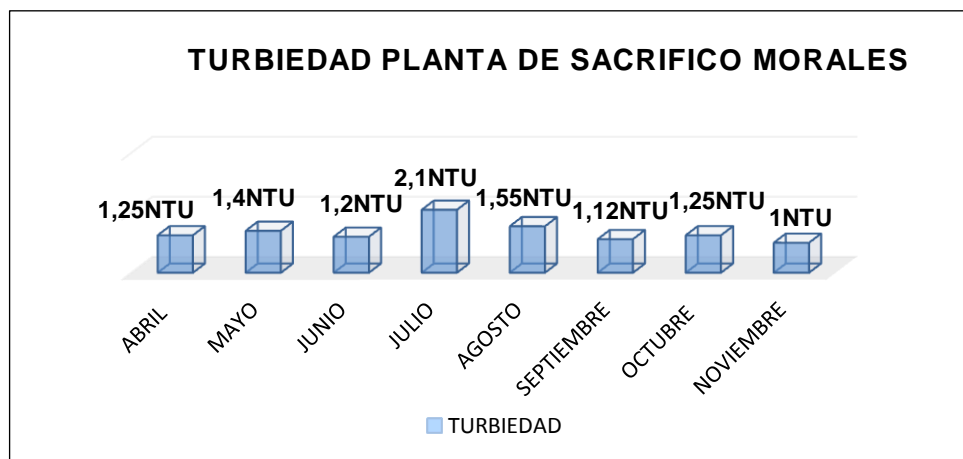


<b>SEPTIEMBRE</b>	21	6,5	1,3NTU	5,8UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	22	6,2	1NTU	2,1UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	23	6	1NTU	4,9UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	24	7,2	1,2NTU	2,9UPC	1,68mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>OCTUBRE</b>	25	6,4	1,2NTU	2,7UPC	1,53mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,97%
	26	6	1,5NTU	3UPC	1,58mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	27	6	1NTU	2,4UPC	1,59mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	28	7,2	1,3NTU	4UPC	1,68mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>NOVIEMBRE</b>	29	6	1,2NTU	3,2UPC	1,57mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	1,94%
	30	6	0,9NTU	4,2UPC	1,6mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
									<b>IRCA ANUAL</b>	2,65



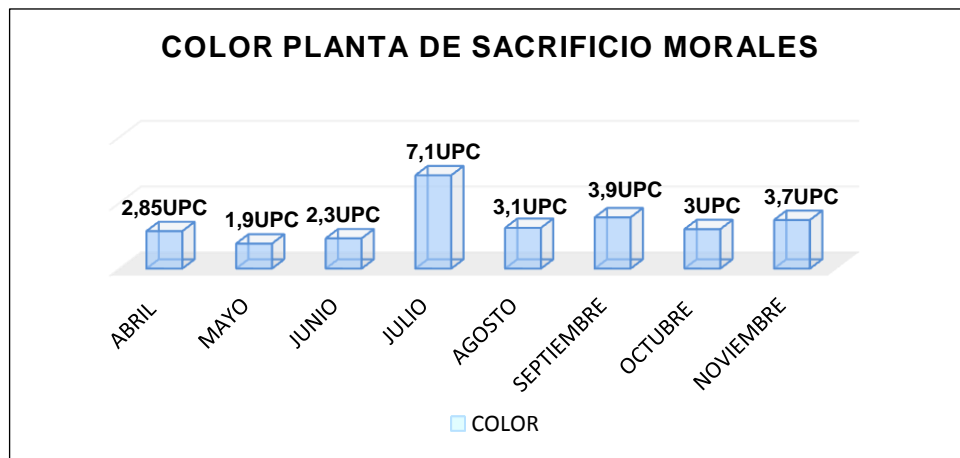
**Figura 51.** Parámetros pH para el punto planta de sacrificio de Morales.

En la figura 51, el pH mantuvo valores menores a los permitidos que son de 6.4-8.5. Para el mes de noviembre se observa un nivel bajo de pH; este cambio en los se deben a la falta de inyección de Cal la cual es aplicada espontáneamente a causa de estos niveles bajos se pueden provocar la lixiviación de los metales en los sistemas de tuberías así como la corrosión de estas, también puede causar gastritis y consecuentemente úlceras estomacales.



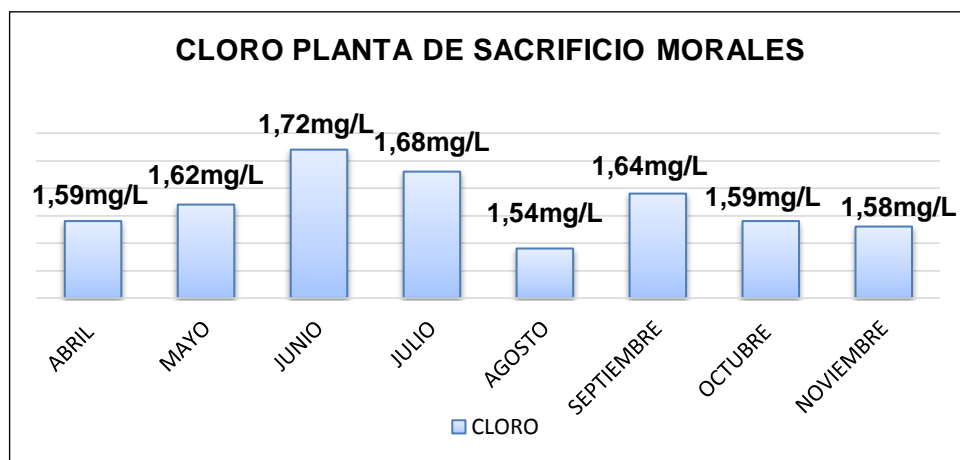
**Figura 52.** Parámetros turbiedad para el punto planta de sacrificio de Morales.

En la figura 52, la turbiedad es mínima en los meses de abril, mayo, junio, agosto, septiembre, noviembre, octubre. Máxima julio con más turbiedad superando el rango aceptable para consumo humano; se deduce que el aumento en la turbiedad se debe al bajo pH que lleva al fenómeno de incrustación en las tuberías.



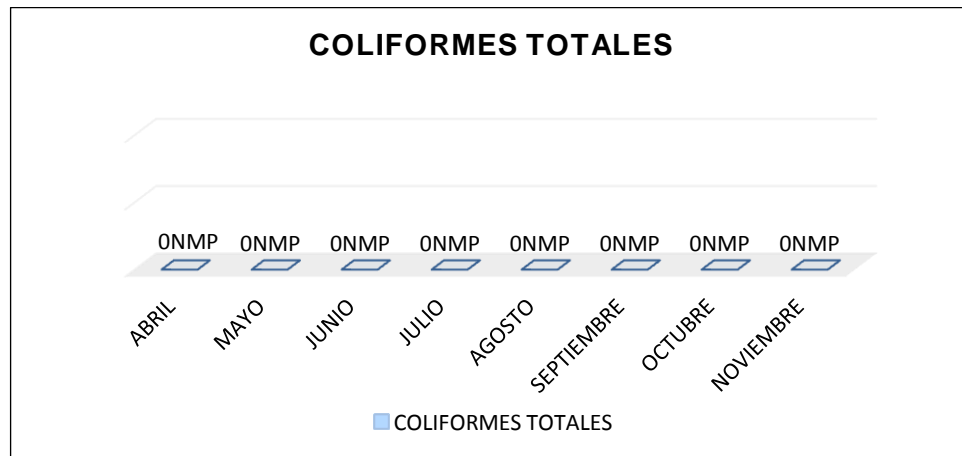
**Figura 53.** Parámetros Color para el punto planta de sacrificio de Morales.

En la figura 53, el color en este en el punto es mínimo siendo el agua apta para consumo humano encontrándose por debajo del límite máximo aceptable en la resolución 2115 del 2007.

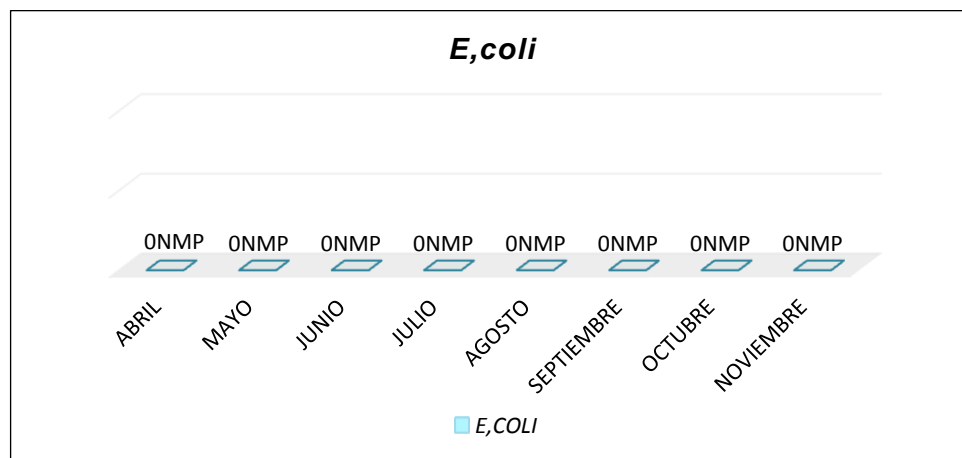


**Figura 54.** Parámetros cloro para el punto planta de sacrificio de Morales.

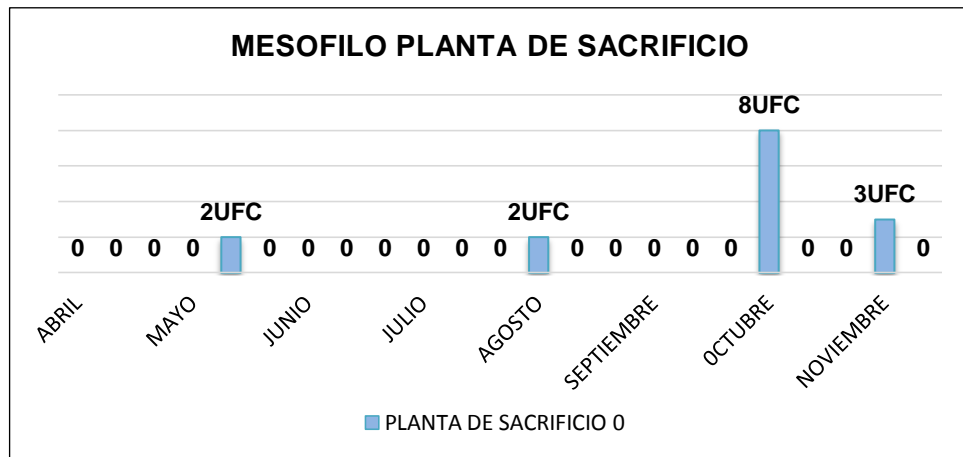
En la figura 54, el cloro obtuvo un rango que se encuentra dentro de los límites establecidos para agua de consumo humano según la resolución 2115 del 2007. Siendo el cloro el elemento principal para determinar si el agua es potable o no.



**Figura 55.** Coliformes totales para el punto planta de sacrificio de Morales.



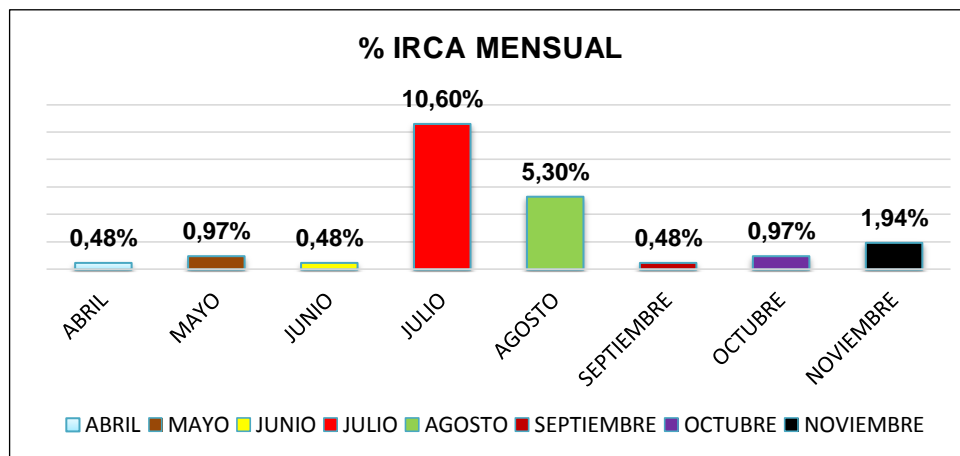
**Figura 56.** *E. coli* para el punto planta de sacrificio de Morales.



**Figura 57.** Mesofilos para el punto planta de sacrificio de Morales.

Los coliformes totales y *E.coli* encontrados en los sitios evaluados durante los ocho meses de muestreo se observan en las figuras 55 y 56. Lo cual demuestra la no detección de Coliformes y *E.coli* evidenciando que el proceso de desinfección biológica del agua es eficiente cumpliéndose con las normas establecidas para el agua potable.

Figura 57, la detección de mesofilos fue en los meses de mayo, agosto, octubre y noviembre de tres muestras mensuales analizadas una de ellas poseía mesofilos pero los valores que se obtuvieron se encontraban dentro del rango permitido y exigido por la Resolución 2115 del 2007.



**Figura 58.** IRCA mensual para el punto planta de sacrificio de Morales.

La figura 58, indica los valores de los IRCA mensuales para el punto planta de sacrificio de Morales durante los ocho meses de muestreo. Observándose que los valores más elevados se presentaron para los meses de julio y agosto los cuales se salen del rango obteniendo un nivel bajo siendo así agua no apta para el consumo humano susceptible de mejoramiento según la resolución 2115 del 2007.

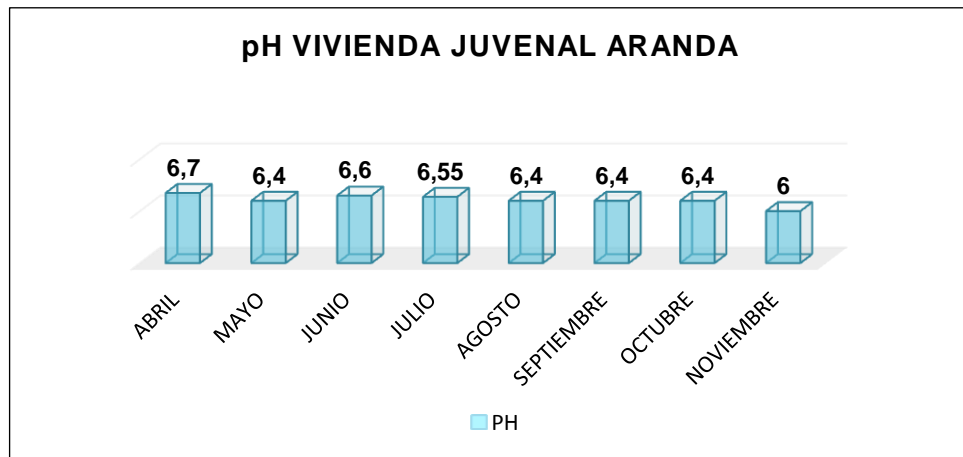
Los meses de valores bajos que fueron abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre tuvieron como resultado un puntaje de 0-5 que corresponde a estar sin riesgo ya que el agua analizada cumple con las condiciones aceptables para considerarse apta para el consumo humano según lo estipulado en la Resolución 2115 de 2007 (1) por esta razón se considera viable sanitariamente.

**Tabla 12.** Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos del punto Vv. Juvenal Aranda con los valores de los IRCA por muestra y mensual con una muestreo semanal.

VIVIENDA JUVENAL ARANDA - VEREDA LOS CAFES MORALES										
MESES	MUESTREO	pH	TURBIEDAD	COLOR	COLORO	OLOR	COLIFORMES TOTALES	<i>E.coli</i>	%IRCA POR MUESTRA	% IRCA POR MES
ABRIL	1	7	1,2NTU	3,7UPC	1,59mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	2	6,5	1,7NTU	3,9UPC	1,27mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	3	6	1,3NTU	1,7UPC	1,72mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	4	7,3	1,4NTU	2,1UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
MAYO	5	6	1,7NTU	3,4UPC	1,54mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	0,97%
	6	6	1,5NTU	1,3UPC	1,66mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	7	6,1	1,4NTU	1,1UPC	1,57mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	8	7,5	1,41NTU	1,8UPC	1,59mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
JUNIO	9	6,6	1,2NTU	1UPC	1,75mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	10	6,4	1,4NTU	3,2UPC	1,68mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	11	6	1,6NTU	2UPC	1,67mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	12	7,5	1,3NTU	3UPC	1,69mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
JULIO	13	6,8	2,5NTU	8,6UPC	1,63mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	19,35%	19,82%
	14	6	2,3NTU	8,8UPC	1,7mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	20,30%	
	15	6	2NTU	5,6UPC	1,71mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	20,30%	
	16	7,4	2NTU	5,4UPC	1,58mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	19,35%	
AGOSTO	17	6,3	1,3NTU	5UPC	1,57mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	5%
	18	6	2,2NTU	1,9UPC	1,65mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	20,30%	
	19	6,1	1,5NTU	3,3UPC	1mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	

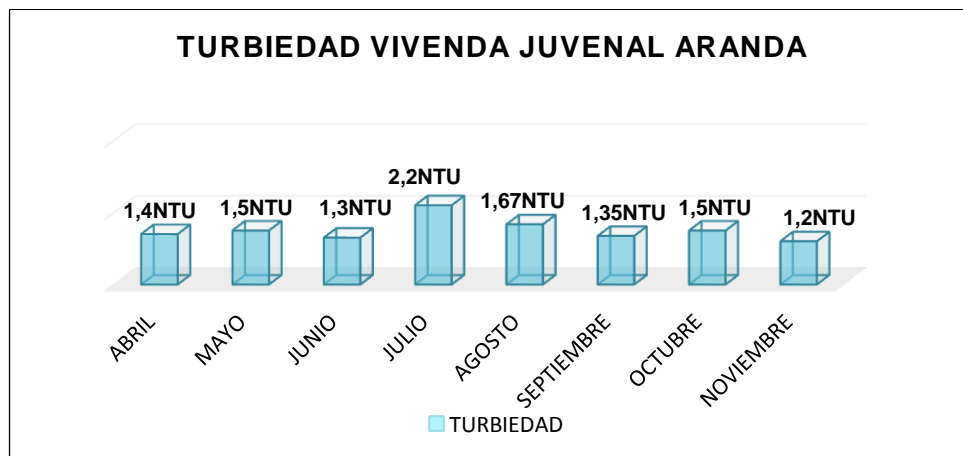
	20	7,2	1,7NTU	2,2UPC	1,5mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>SEPTIEMBRE</b>	21	6,5	1,4NTU	5,8UPC	1,56mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,48%
	22	6,2	1,1NTU	2,1UPC	1,54mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
	23	6	1,6NTU	4,9UPC	1,64mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	24	7,2	1,3NTU	2,9UPC	1,64mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>OCTUBRE</b>	25	6,4	1,3NTU	2,7UPC	1,5mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	0,97%
	26	6	1,7NTU	3UPC	1,51mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	27	6	1,6NTU	2,4UPC	1,55mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
	28	7,2	1,4NTU	4UPC	1,60mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	0,00%	
<b>NOVIEMBRE</b>	29	6	1,3NTU	3,2UPC	1,54mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	1,94%
	30	6	1,1NTU	4,2UPC	1,4mg/L	ACEPTABLE	0NMP	0NMP	1,94%	
									<b>IRCA ANUAL</b>	3,76





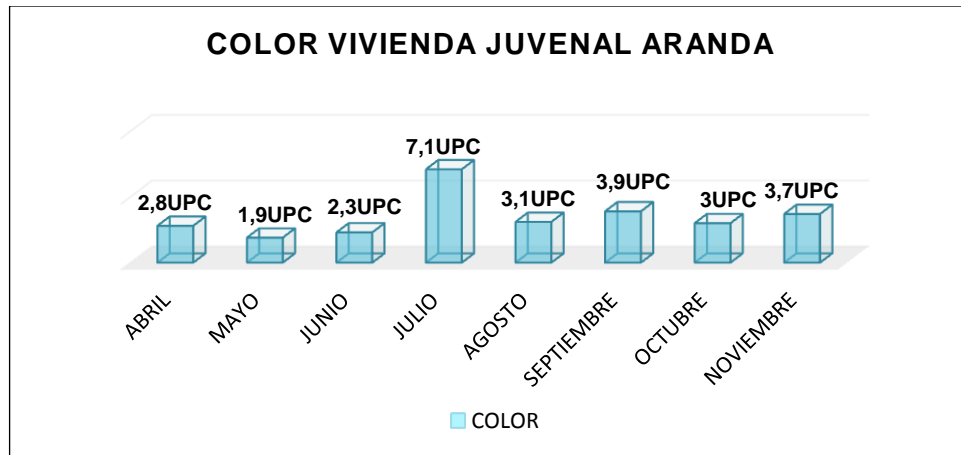
**Figura 59.** Parámetro pH para el punto Vivienda Juvenal Aranda

En la figura 59, el pH se mantuvo dentro de los rangos aceptables para el agua de consumo humano 6.4 -8.5. Con respecto al mes de noviembre el pH tiene un valor de 6 esto se debe a la falta de inyección de Cal considerando el agua no apta para consumo humano.



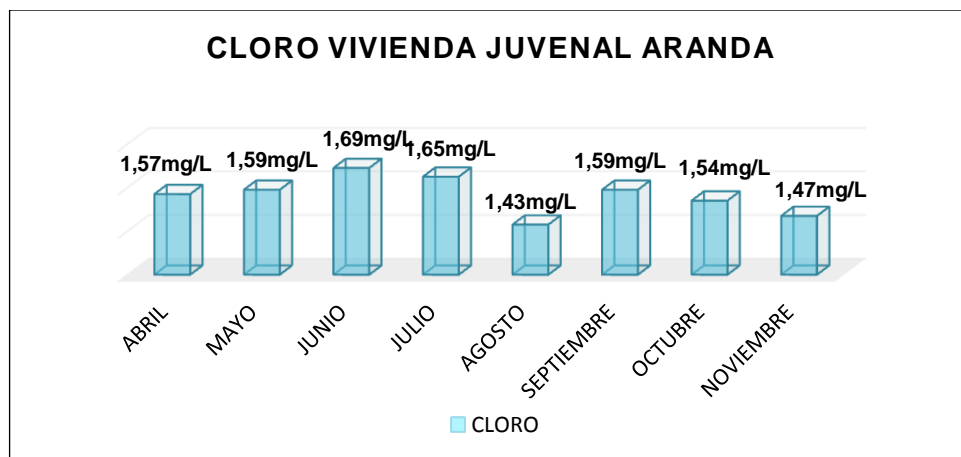
**Figura 60.** Parámetro Turbiedad para el punto Vivienda Juvenal Aranda

En la figura 60, la turbiedad es máxima en el mes de julio. Podemos deducir que el aumento en la turbiedad se debe al bajo pH que lleva al fenómeno de incrustación en las tuberías. Según este parámetro el agua no es apta para el consumo humano con un tratamiento simple.



**Figura 61.** Parámetro Color para el punto Vivienda Juvenal Aranda.

En la figura 61, el color es máximo en el mes de julio con un valor de 7,1UPC. A pesar de que el mes de julio se ha elevado el agua es apta para consumo humano con un tratamiento simple ya que presentaron una coloración por debajo del límite máximo aceptable (15UPC) en la resolución 2115 del 2007.



**Figura 62.** Parámetro Cloro para el punto Vivienda Juvenal Aranda.

En la figura 62, el cloro presenta valores que se encuentra dentro del límite permitido siendo el agua apta para el consumo humano con un tratamiento simple

ya que está por debajo del límite máximo aceptable (2,0mg/L) en la resolución 2115 del 2007.

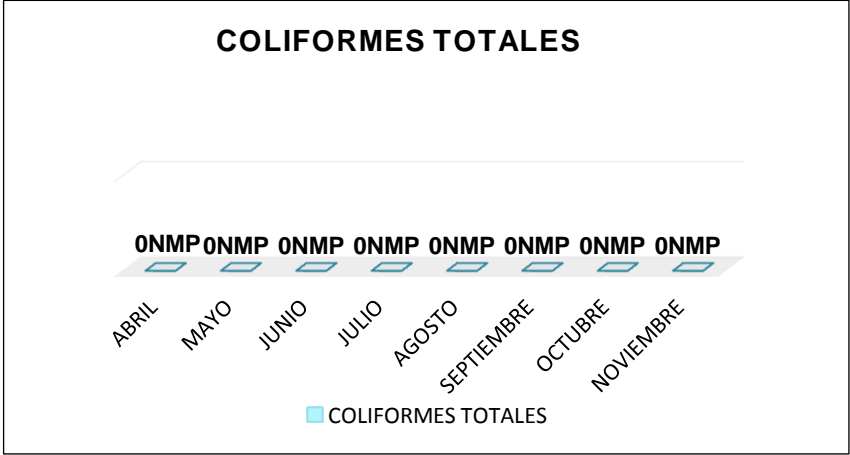


Figura 63. Coliformes Totales para el punto Vivienda Juvenal Aranda

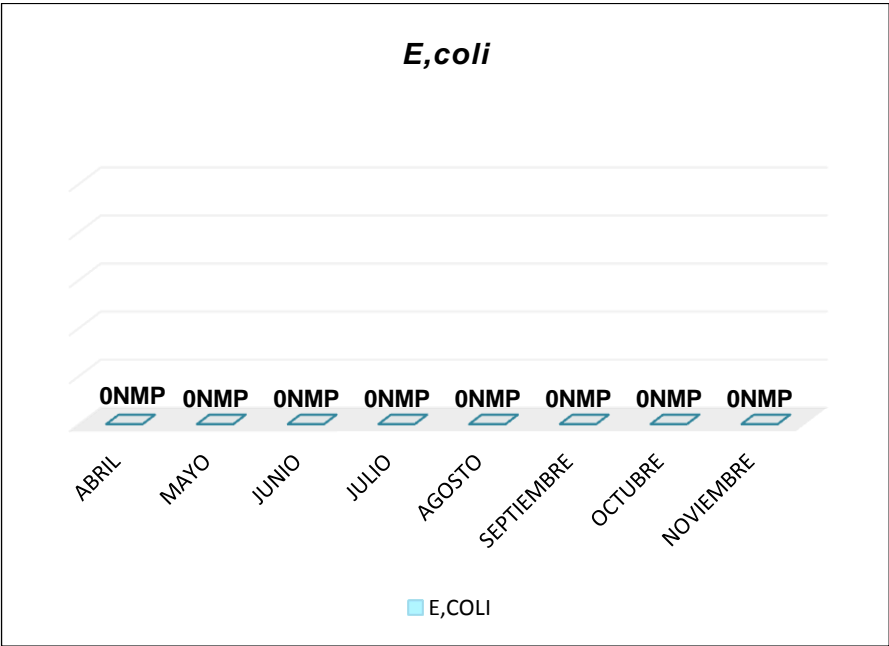
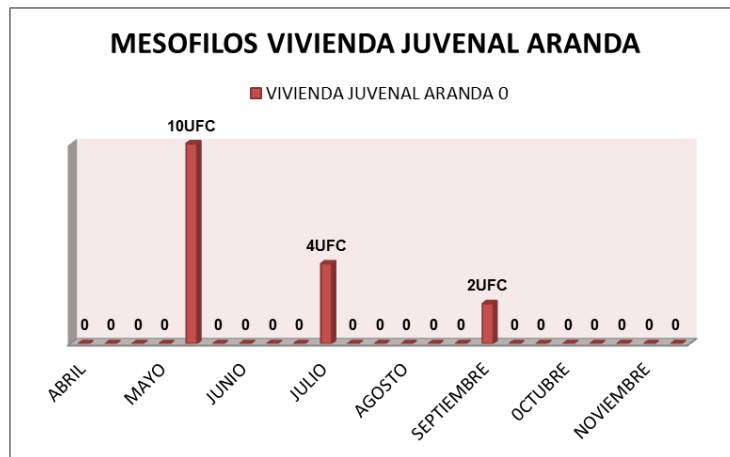


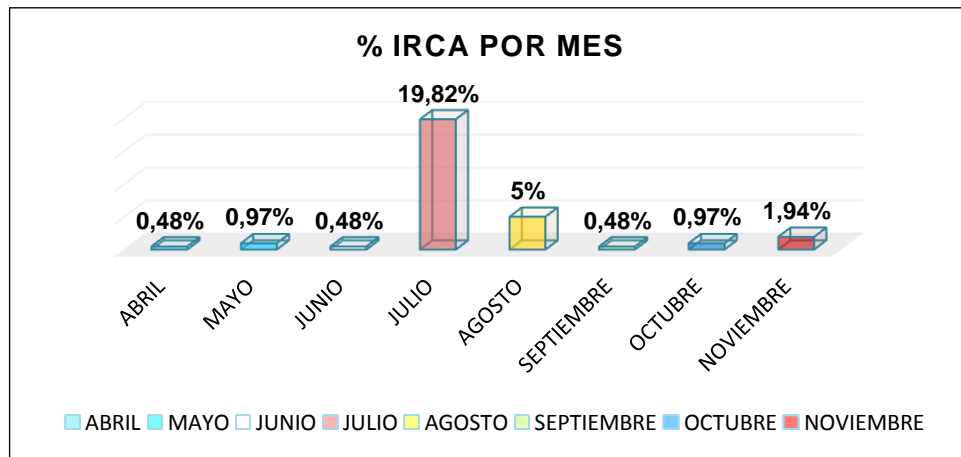
Figura 64. E,coli para el punto Vivienda Juvenal Aranda.



**Figura 65.** Mesofilos para el punto Vivienda Juvenal Aranda.

La cantidad de Coliformes totales y *E.coli* encontrados en los sitios evaluados durante los ocho meses de muestreo se observan en las figuras 63 y 64. Lo cual demuestra la no detección de Coliformes y *E.coli* evidenciando que el proceso de desinfección biológica del agua es eficiente. Esto hace que el agua del acueducto sea apta para el consumo humano.

Los Mesofilos (Figura 65) durante los ocho meses de muestreo en la planta de tratamiento se mantienen en el rango permitido cuyo valor máximo aceptable será de 100 UFC en 100cm<sup>3</sup>. La detección de mesofilos fue en los meses de mayo, julio y septiembre de tres muestras mensuales analizadas una de ellas poseía mesofilos pero los valores que se obtuvieron se encontraban dentro del rango permitido y exigido por la Resolución 2115 del 2007.



**Figura 66.** IRCA por mes para el punto Vivienda Juvenal Aranda.

La figura 66, indica los valores de los IRCA mensuales para el punto planta de sacrificio de morales durante los ocho meses de muestreo. Observándose que el valor más elevado se presentó para el mes de julio y los más bajos para los meses de abril, mayo, junio, agosto, septiembre, octubre y noviembre; con los cuales se realizó los cálculos del índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano IRCA por mes tanto de los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos, tuvieron como resultado un puntaje de 0-5 los meses abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre; que corresponde a estar sin riesgo ya que el agua analizada cumple con las condiciones aceptables para considerarse apta para el consumo humano según lo estipulado en la Resolución 2115 de 2007 (1) por esta razón se considera viable sanitariamente. Mientras el mes de julio se sale del rango de rango obteniendo un nivel bajo siendo así agua no apta para el consumo humano susceptible de mejoramiento según la resolución 2115 del 2007

**Tabla 13.** Microorganismos mesofílicos

<b>MICROORGANISMOS MESOFILOS</b>						
<b>MESES</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>PLANTA TRATAMIENTO</b>	<b>VILLA MERCEDES</b>	<b>ALCALDIA MORALES</b>	<b>PLANTA DE SACRIFICIO MORALES</b>	<b>V.V JUVENAL ARANDA</b>
<b>ABRIL</b>	1	0UFC	2UFC	0UFC	0UFC	0UFC
	2	7UFC	0UFC	4UFC	0UFC	0UFC
	3	3UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
<b>MAYO</b>	4	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
	5	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
	6	0UFC	0UFC	0UFC	2UFC	10UFC
<b>JUNIO</b>	7	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
	8	2UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
	9	0UFC	10UFC	0UFC	0UFC	0UFC
<b>JULIO</b>	10	0UFC	0UFC	8UFC	0UFC	0UFC
	11	5UFC	0UFC	4UFC	0UFC	4UFC
	12	0UFC	3UFC	0UFC	0UFC	0UFC
<b>AGOSTO</b>	13	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
	14	9UFC	0UFC	0UFC	2UFC	0UFC
	15	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
<b>SEPTIEMBRE</b>	16	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
	17	6UFC	0UFC	5UFC	0UFC	2UFC
	18	0UFC	4UFC	0UFC	0UFC	0UFC
<b>OCTUBRE</b>	20	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
	21	0UFC	0UFC	0UFC	8UFC	0UFC
	22	3UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
<b>NOVIEMBRE</b>	23	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC	0UFC
	24	0UFC	2UFC	0UFC	3UFC	0UFC
	25	0UFC	0UFC	7UFC	0UFC	0UFC

**7.5. Índice del riesgo municipal por abastecimiento de agua para consumo humano en el acueducto regional Piendamó – Morales.**

La Resolución 2115 de 2007(1) en el artículo 18, establece también como instrumento de control y seguimiento a la calidad del agua destinada para consumo humano, el Índice del Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano (IRABAm), que a diferencia del ya mencionado IRCA; este ayuda a determinar si el prestador del servicio acueducto regional cumple con las condiciones aceptables para cada uno de los criterios de tratamiento, distribución y continuidad del servicio en forma general. En la siguiente tabla se indican los puntajes asignados para el índice de tratamiento del agua para consumo humano teniendo en cuenta los procesos de tratamiento, distribución y continuidad del servicio de acueducto.

**Tabla 14.** Consideraciones para el cálculo del IRABAm.

	<b>CRITERIO</b>	<b>PUNTAJE ASIGNADO</b>	<b>CÁLCULO</b>
INDICE DE TRATAMIENTO (IT)	Procesos	50	75
	Dotación básica del laboratorio en la planta potabilizadora	15	
	Trabajadores Certificados	10	
INDICE DE CONTINUIDAD (IC)	Continuidad en el Servicio	20	20
INDICE DE RIESGO POR DISTRIBUCION EN EL MUNICIPIO (IRDm)	% de población que recibe agua a través de una red de distribución		$IRDm = 100 - [ E1 * \%RED + E2 * \%PILAS + E3 * \%CARROTANQUE + E4 * OTROS + G * F$

	Número total de conexiones domiciliarias/ número de viviendas		
INDICE DE RIESGO POR ABASTECIMIENTO DE AGUA POR PARTE DE LA PERSONA PRETADORA (IRABApp)	$IRABApp = 100 - IT + IC$		$IRABApp = 100 - 75 + 20$

**Fuente:** Resolución 2115 de 2007. Ajustado por la autora 2012.

**Formulas:**

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

$$IC = \frac{Nhs \cdot j * Ps \cdot j}{730 * Pt} * \frac{24h}{dia}$$

$$IC = \frac{(700) * 5775 * 4}{730 * 5775} * \frac{24h}{dia} = \frac{16170000}{16863000} * \frac{24h}{dia} = 23,01 horas / dia$$

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:

$$IRABApp = 100 - IT + IC$$

$$IRABApp = 100 - (75 + 20) = 5$$



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

$$IRDm = 100 - \left[ E1 * \% RED + E2 * \% PILAS + E3 * \% CARROTANQUE + E4 * \% OTROS + 0,88 * F \right]$$

$$IRDm = 100 - \left[ 90 * 1\% + 50 * 0\% + 10 * 0\% + 5 * 0\% + 0,88 * 10 \right]$$

$$IRDm = 1,2\%$$

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 y se realizará dando aplicación a la siguiente fórmula:

$$IRABAm = \left[ \frac{IRABApp}{tpp} \right] 0,6 + IRDm * 0,4$$

$$IRABAm = \left[ \frac{5}{1} \right] 0,6 + 1,2 * 0,4 = 5,4$$

**Tabla 15.** Clasificación del nivel del riesgo en salud por IRABApp e IRABAm.

CLASIFICACIÓN IRABA (%)	NIVEL DE RIESGO A LA SALUD	ACCIONES	
		IRABApp	IRABAm
70.1 -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	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 – 25.0	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	SINRIESGO	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


**Fuente:** Resolución 2115 de 2007

A partir del resultado obtenido en el cálculo de IRABAm se establece que el nivel de riesgo por abastecimiento de agua se clasifica como “SIN RIESGO”, lo que indica que el acueducto regional Piendamó – Morales cumple con las disposiciones legales vigentes en materia de tratamiento, continuidad y distribución de agua para consumo humano, según lo establecido en la resolución 2115 de 2007(1) y se recomienda continuar con la vigilancia y buena prestación del servicio.


## 8. SEGUIMIENTO Y PROPUESTAS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA.

Se realizó un seguimiento al programa de uso y ahorro eficiente del agua durante los nueve meses de la pasantía obteniendo los siguientes resultados:

<b>PROGRAMA</b>	<b>REDUCCION DE PÉRDIDAS</b>
<b>Propuesta</b>	mejoramiento del desarenador
<b>Objetivo</b>	impermeabilizar y adecuar el desarenador
<b>FOTO</b>	
<b>META ALCANZADA</b>	<p>No se ha alcanzado la meta de impermeabilizar y adecuar el desarenador debido a que este es el encargado de separar las arenas y elementos sólidos que lleva el agua en su recorrido y no se puede sacar de operación porque es el único con el que se cuenta por lo que se ha propuesto instalar un sistema Bypass que son válvulas de paso directo para no suspender el suministro de agua a la comunidad el cual remplazara el desarenador durante dos semanas las cuales son necesarias para adecuarlo. Se pretende realizar este proyecto en el año 2013.</p>

<b>PROGRAMA</b>	<b>REDUCCION DE PÉRDIDAS</b>
<b>Propuesta</b>	adquisición de equipos de macromedición de ultrasonido portátil
<b>Objetivo</b>	adquisición de 1 macromedidor ultrasonido portátil
<b>FOTO</b>	
<b>META ALCANZADA</b>	<p>Se cumple la meta en el 2011 con la compra de un macromedidor ultrasonido portátil que fue ubicado en la planta de tratamiento del acueducto.</p> <p>El flujómetro portátil por ultrasonidos SL1188P es un medidor portátil diseñado con la última tecnología digital.</p> <p>Consta de programas de codificación de señal digital, además de la correlación de hacer posible que el medidor pueda medir sin interrupción, ajustando los parámetros de acuerdo a las diferentes condiciones dinámicas.</p> <p>Cuenta con gran capacidad de memoria, mejorando la credibilidad de los datos acumulados.</p> <p>Utiliza un asistente digital personal (PDA) con una distancia máxima es de 50m de comunicación para la función Bluetooth y así cómodamente obtener los datos del equipo. La PDA muestra los datos medidos de forma gráfica y en forma de prueba. Además de la interfaz del menú de programación de formato, el usuario puede introducir datos y seleccionar funciones.</p> <p>(Anexo contrato y facturas de compra)</p>

<b>PROGRAMA</b>	<b>REDUCCION DE PÉRDIDAS</b>
<b>Propuesta</b>	Reposición de tubería de aducción
<b>Objetivo</b>	Reponer 18 metros de tubería de 10"
<b>FOTO</b>	
<b>META ALCANZADA</b>	<p>Se logra reponer y adecuar la tubería de aducción en el año 2010.</p> <p>La tubería de aducción es la encargada de transportar agua cruda a presión.</p> <p>Los trabajos que se realizan son inspecciones rutinarias que permiten establecer posibles fuentes de contaminación de las aguas transportadas. En caso de detectarse algún cambio en las características de las mismas, la empresa prestadora del servicio suspende inmediatamente el flujo de agua, identificando la procedencia de la contaminación para solucionar el problema y mantiene un control efectivo sobre los sedimentos atrapados en las tuberías de aducción.</p> <p>(anexo contrato)</p>

<b>PROGRAMA</b>	<b>REDUCCION DE PÉRDIDAS</b>
<b>PROPUESTA</b>	Reparación de ventosas en la bocatoma
<b>OBJETIVO</b>	Reparación de 2 ventosas o válvulas de purga
<b>FOTO</b>	 <p>VALVULA REGULADORA DE PRESION: disminuye la presión en sitios en los sitios donde se encuentra por encima de su valor permitido; es decir que no sobrepasan su nivel máximo de 60 m.c.a. ubicadas principalmente en desarenadores.</p>
<b>META ALCANZADA</b>	<p>Se repararon válvulas en el año 2010,2011 y 2012 debido a que la tubería de aducción por gravedad tiene la tendencia a acumular aire en los puntos altos de la tubería esto provoca una reducción del área de flujo del agua aumentando las perdidas y disminuyendo el gasto.</p> <p>La colocación de ventosas o válvulas de expulsión de aire en tales puntos constituirá un factor de seguridad que garantizara la selección útil para la circulación del gasto deseado. (Anexo contratos)</p>

<b>PROGRAMA</b>	<b>REDUCCION DE PÉRDIDAS</b>
<b>PROPUESTA</b>	Micromedición
<b>OBJETIVO</b>	Instalación y/o reposición 150 de micromedidores
<b>FOTO</b>	
<b>META ALCANZADA</b>	<p>El contador volumétrico registra el número de veces que el agua llena una cámara de volumen determinado. Son muy eficientes y sensibles para registrar los caudales altos y bajos, requiere de agua libre de impurezas, especialmente de arenas.</p> <p>Los micromedidores se instalaron o repusieron en el año 2010 y 2011 las características de estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contadores volumétricos clase C ½" calibrado.</li> <li>• Transmisión magnética, protegida contra interferencia de campos magnéticos externos que puedan afectar su funcionamiento.</li> <li>• Registrador de esfera seca sellado al vacío, resistente a los cambios bruscos de temperatura.</li> <li>• Filtro que protege las partes internas del contador contra acumulación de partículas y posibles obstrucciones.</li> <li>• Diseñado y calibrado uno a uno 100% desde fabrica con anillo antivandalico metálico.</li> <li>• Temperatura de trabajo máxima admisible máximo 50°C.</li> </ul> <p>(Anexo contrato)</p>



<b>PROGRAMA</b>	<b>REDUCCION DE PÉRDIDAS</b>
<b>PROPUESTA</b>	Macromedición
<b>OBJETIVO</b>	Adquisición de 1 macromedidor
<b>FOTO</b>	
<b>META ALCANZADA</b>	<p>Se cumple la meta con la instalación de un macromedidor en el año 2010 con las siguientes características :</p> <p>diámetro Nominal: DN 50, 65, 80, 100, 150, 200, 300, una temperatura de trabajo: para agua fría máximo 50° C y para agua caliente máximo 130°C, una presión de trabajo máxima de 1,6 MPa (16 bar), posee posibilidad de montaje en cañerías verticales horizontales e inclinadas, es de fácil lectura del registro debido a la posibilidad de ajustar el contador rotatorio hasta la ubicación del lector, posee un contador mecánico en gabinete sellado hermético con dígitos rotatorios y punteros, todos los engranajes y relojería en espacio seco, un rotor de turbina axial, paralelo al eje de la cañería, un acoplamiento magnético entre la turbina y los engranajes, posibilidad de instalar un emisor de pulso y registrador remoto para contabilizar el agua pasado y leer el caudal instantáneo, contador rotable con tapa metálica y un medidor construido de acuerdo a las normas ISO 4364.</p> <p>(anexo contrato))</p>

<b>PROGRAMA</b>	<b>PROTECCION DE ZONAS ESPECIALES</b>
<b>PROPUESTA</b>	Reforestación de zonas especiales
<b>OBJETIVO</b>	Reforestación de 2 hectáreas de la fuente de captación por año
<b>FOTOS</b>	<p>Registro fotográfico del contrato de prestación de servicios 2010 actividad limpia y fertilización y reposición de material vegetal en la bocatoma del acueducto Piendamó – Morales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Limpia y fertilización</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;"><b>Reposicion material vergetal y fertilizacion</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;"><b>Lotes de siembra</b></p> <div style="text-align: center;">  </div>

**Registro fotografico del contrato de plantacion 2011 sector vereda la estrella zona de influencia directa de la bocatoma**

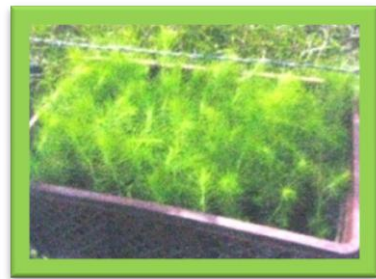


**Actividades de plantacion**



**Plantación de Eucalipto**









**Arboles para siembra**





**META**

**ARBOLES SEMBRADOS Y POR SEMBRAR**

<b>ALCANZADA</b>	Cant.	Ubicación	Cant.	Estado	Variedad
	550	Rio Piendamó	10	Sembrados	Cedro rosado ( <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> )
			540	Por sembrar	
	400	Rio Piendamó	400	Por sembrar	Guayacán amarillo. ( <i>fabebura crhysantha</i> )
	512	San Rafael, Alto P/mó, Rio P/mó	372	Por sembrar	Pino colombiano ( <i>Podocarpus oleifolius</i> )
Alto P/mó, Octavio, San Jose.		140	sembrados		
<b>META ALCANZADA</b>	<p>En los años 2010 y 2011 se logran alcanzar las metas propuestas acerca de la reforestación de áreas como la bocatomá y de influencia directa sobre ella la vereda la estrella. Realizándose protección de las zonas especiales incluyendo siembras, limpieza, fertilización y mantenimiento durante tres meses en los dos contratos realizados.</p> <p>Se reforesto la zona en un 60% con árboles protectores para la conservación de la cuenca y en un 40% con árboles productores que son de manejo directo de los habitantes aledaños a la zona.</p> <p>En el año 2012 no se logra reforestar zonas especiales ya que se producen cambios en la administración del acueducto por lo que se espera y se recomienda realizarla este año. Debido a que la reforestación sirve como filtro natural para mantener las condiciones naturales adecuadas que aseguren la calidad del agua y evitan el deterioro y contaminación de la misma. Además de reducir los riesgos de erosión del suelo.(anexo contrato)</p>				

PROGRAMA	CAMPAÑAS EDUCATIVAS
PROPUESTA	Efectuar jornadas de concienciación a líderes comunitarios e instituciones educativas.
OBJETIVO	Capacitar 200 personas por año
FOTO	<p style="text-align: center;"><b>Visitas a colegios y comunidades</b></p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;">     </div> <p style="text-align: center;"><b>Folletos realizados para distribuir sobre el ahorro y cuidado del agua a la comunidad</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;">     </div>



	<p style="text-align: center;"><b>Videos sobre el uso y ahorro del agua</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<p style="text-align: center;"><b>META ALCANZADA</b></p>	<p>Se logra capacitar en el año 2011 doscientas personas entre estudiantes y comunidad por una estudiante de psicología pasante del acueducto.</p> <p>Para el año 2012 se cumple la meta de orientar doscientas personas más que son usuarios del acueducto entre niños y adultos visitando colegios de la zona urbana y rural además de comunidades de toda la población.</p> <p>Obteniendo de estas vistas un gran interés por la comunidad logrando:</p> <p>Formar ciudadanos con conciencia en cuanto al cuidado y uso sustentable del agua.</p> <p>Se difundieron conocimientos adquiridos, a fin de que la comunidad ayude en su círculo social a tomar conciencia sobre el cuidado del uso racional del agua.</p> <p>Se generó gran participación en el problema del cuidado del agua generando distintas propuestas que puedan ser llevadas a cabo.</p> <p>Los niños y jóvenes en los colegios y comunidades aprendieron el Valor del agua como el recurso fundamental para el desarrollo de la vida del hombre.</p> <p>De igual manera se realizó una descripción de las partes que componen el acueducto logrando que la comunidad entienda el funcionamiento del mismo.</p> <p>(anexo listas de asistencia)</p>

<b>PROGRAMA</b>	<b>IMPLEMENTACION DE TECNOLOGIAS DE BAJO CONSUMO</b>
<b>PROPUESTA</b>	Adecuación de planta de tratamiento
<b>OBJETIVO</b>	Mantenimiento y/o reposición de 4 válvulas de la planta de tratamiento
<b>FOTO</b>	
<b>META ALCANZADA</b>	<p>Se cumple la meta en el año 2010 con el mantenimiento de las válvulas en la planta de tratamiento; las cuales poseen las siguientes características: Válvula de Marca DN 2" (50 mm) - 20" (500 mm). AWWA C500 o ISO 2084. Aptas para manejo de aguas crudas o potables con temperaturas hasta 70°C presión de servicio hasta 200PSI en redes aéreas o superficiales.</p> <p>El diseño de esta válvula es de doble disco paralelo cuyos obturador son en hierro dúctil ASTM A-536 con anillos de bronce ASTM B-62 fijados a los obturadores. El sello en el vástago de la válvula se hace a través de anillos con grafito comprimidos por medio de prensa estopa.</p> <p>Mantenimiento: operar la válvula por lo menos tres veces al año con un ciclo completo de apertura y cierre a la presión de servicio. En caso de presentarse cualquier fuga en el sello del vástago se deben ajustar las estopas sin que se altere demasiado el torque de operación de la válvula.(anexo contrato)</p>

<b>PROGRAMA</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE BAJOCONSUMO</b>
<b>PROPUESTA</b>	Adecuación de planta de tratamiento
<b>OBJETIVO</b>	Construcción de 1 tanque de contacto de cloro
<b>FOTO</b>	 <p>The 'FOTO' cell contains three photographs. The first shows an electrical meter and a digital chlorine analyzer mounted on a brick wall, with a 'RIESGO ELECTRIC' warning sign. The second shows two pink chlorine gas cylinders. The third shows a white PVC pipe system labeled 'RECIPIENTE DE CLORO AGUA' (Chlorine Water Container) mounted on a brick wall.</p>
<b>META ALCANZADA</b>	<p>En el momento no se posee un tanque de contacto de cloro pero se cuenta con un analizador de cloro que es un elemento diseñado para medir de forma exacta y perfecta la cantidad de cloro en el agua. Su manejo es sencillo y ofrece una lectura rápida, además es adecuado para el uso personal. Este aparato puede medir el contenido de cloro libre y cloro total en el agua.</p>



<b>PROGRAMA</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE BAJO CONSUMO</b>
<b>PROPUESTA</b>	Adecuación de planta de tratamiento
<b>OBJETIVO</b>	Adquisición e instalación de 1 macromedidor electromagnético.
<b>FOTO</b>	
<b>META ALCANZADA</b>	<p>Se instala un macromedidor de flujo electromagnético tipo inserción para agua, el cual se instaló en la entrada de la planta de tratamiento con el fin de medir la cantidad de agua cruda que llega a la planta de tratamiento. La marca es FLUIDSTECH, R- VELOC 0.2-21 PIES/SEG, diámetro 10", r-flujo 49 – 4895 gpm, exactitud más o menos 1% de la escala, temperatura 55<sup>0</sup>c max, presión max 150psig, conductibilidad mínima 20u simens/cm, cuerpo pvc, electrodos hastelloy, placa electrodo pvdf y total pulsos de 4 – 20 ma.</p> <p>Fue instalado en el año 2010.</p> <p>(Anexo contrato).</p>

## 9. CONCLUSIONES

- Los análisis fisicoquímicos realizados en el acueducto regional Piendamó – Morales demuestran que a excepción del pH y la turbiedad los parámetros se encuentran dentro de los rangos establecidos en el capítulo II de la resolución de calidad de aguas para el consumo humano 2115 del 2007 emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- La eficiencia en la planta potabilizadora del acueducto es del 90%, debido a que el parámetro del pH no se encuentra en el rango permitido por la ausencia de un dosificador de cal. El cual es muy importante para nivelar el pH. En la actualidad la Cal es agregada de manera eventual en el agua del acueducto ocasionando el fenómeno de la incrustación en la tubería lo que llevara al cambio en el parámetro de la turbiedad al paso de los puntos como se muestra en las tablas. Estos cambios son muy leves y no provocan resultados significativos en el momento de hallar el IRCA.
- La calidad microbiológica del acueducto regional Piendamó – Morales es aceptable de acuerdo al rango establecido por la resolución 2115 del 2007 en el capítulo III. De igual manera encontramos que se cumple con la reglamentación y adicional a lo exigido por la norma se realizó pruebas complementarias con mesofilos y se encuentran dentro del rango.
- Al calcular el índice de riesgo del agua para consumo humano (%IRCA) establecido en el capítulo IV de la resolución 2115 del 2007 emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial obtiene un nivel de riesgo SIN RIESGO, con valores entre 0,84 y 3,75 que nos indican que no hay ninguna presencia de impactos en la salud de la población.

- Al comparar los resultados del índice de riesgo de calidad del agua (% IRCA) con el Índice del Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo (%IRABAm), se encuentra que los dos niveles de riesgo se presenta SIN RIESGO. Siendo un acueducto que cumple con las disposiciones legales vigentes en materia de agua para consumo humano.
- En cuanto al cumplimiento de la normatividad para determinar el número y ubicación de los puntos de muestreo, se determinó que el acueducto regional Piendamó – Morales cumple con lo establecido en el artículo II y III de la Resolución 0811 de 2008, ubicando los puntos de acuerdo a su importancia, cercanía-lejanía del sistema de distribución y número de habitantes totales; además en cuanto a la frecuencia de monitoreo de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológico son realizados de acuerdo a la población total abastecida, al requerimiento de Salud pública y resolución 2115 de 2007.
- En cuanto al programa de uso y ahorro eficiente del agua PUEAA podemos corroborar que con el seguimiento realizado se ha logrado llevar acabo un 70% de las metas propuestas desde el 2010 año en que fue publicado hasta el año 2012 obteniendo como resultados una buena distribución del agua apta para el consumo humano mejorando la captación, tratamiento, almacenamiento y conducción. Al igual que la conexión y medición. Obteniendo una adecuación de la bocatoma y planta de tratamiento que incluye la adquisición de equipos que ofrecen mediciones exactas lo que ayuda a llevar un monitoreo veraz de la calidad de agua para la población.

**Tabla 16.** Metas alcanzadas en el programa de uso eficiente y ahorro del agua.

<b><u>PROGRAMA</u></b>	<b><u>PROPUESTA</u></b>	<b><u>OBJETIVO</u></b>	<b><u>META</u></b>
Reducción de perdidas	Mejoramiento del desarenador	Impermeabilizar y adecuar el desarenador	No se ha realizado.
Reducción de perdidas	Adquisición de equipos de macromedición ultrasonido portátil	Adquisición de un macromedidor ultrasonido portátil.	Se cumple la meta en el 2011.
Reducción de perdidas	Reposición de la tubería de aducción.	Reponer 18metros de la tubería.	Se cumple la meta en el año 2010.
Reducción de perdidas	Reparación de ventosas en la bocatoma	Reparación de dos ventosas o válvulas de purga.	Se cumple la meta con la reparación de válvulas en el año 2010, 2011 y 2012.
Reducción de perdidas	Micromedición	Instalación y/o reposición de 150 micromedidores	Se cumple la meta con la reposición y/o instalación de micromedidores en el año 2010 y 2011.
Reducción de perdidas	Macromedición	Adquisición de un macromedidor	Se cumple la meta con la instalación de un macromedidor en el año 2010.
Protección de zonas especiales	Reforestación de zonas especiales	Reforestación de dos hectáreas de la fuente de captación por año.	Se cumple la meta en el año 2010 y 2011 reforestando áreas de la bocatoma y de influencia directa sobre esta.
Campañas	Efectuar jornadas	Capacitar 200	Se logra capacitar

educativas	de conciencia a líderes comunitarios e instituciones educativas	personas por año.	en el año 2011 y 2012 doscientas personas por año entre niños y adultos.
Implementación de tecnologías de bajo consumo	Adecuación de la planta de tratamiento	Mantenimiento y/o reposición de cuatro válvulas de la planta de tratamiento	Se cumple la meta en el año 2010.
Implementación de tecnologías de bajo consumo	Adecuación de la planta de tratamiento	Construcción de un tanque de contacto de cloro.	La meta no se ha cumplido hasta el momento.
Implementación de tecnologías de bajo consumo	Adecuación de la planta de tratamiento	Adquisición de un macromedidor electromagnético	Se cumple la meta con la instalación de macromedidor en el año 2010.

- Dentro de las campañas educativas, la actividad principal fue efectuar jornadas de capacitación proporcionando herramientas de educación ambiental que contenían información u conocimientos básicos para la sensibilización sobre el recurso hídrico en la región, dirigido al sector productivo, educativo y sociedad en general. A la par se realizó una descripción del acueducto para que la población se familiarice y conozca su funcionamiento. Los resultados obtenidos fueron positivos debido a que fue atendida y asimilada la información; se lo logro transmitir y utilizar todos los conocimientos adquiridos en beneficio de la comunidad abastecida por el acueducto lo que más adelante los llevara a refugiarse en la educación ambiental y una cultura del uso del agua.

- En cuanto a la reforestación en zonas especiales se ha logrado cumplir las metas del 2010 y 2011 quedando inconclusas las del 2012 las cuales deben realizarse debido a que este programa va dirigido a la reforestación de la franja de protección del río Piendamó a la altura de la bocatoma ubicada en la vereda de la

Estrella; se deberá continuar protegiendo y recuperando la cobertura vegetal y el recurso hídrico ya que se encuentran muchas áreas alrededor de la bocatoma afectadas por procesos de degradación y erosión.

- Finalmente el componente técnico operativo evidencia un impacto positivo, que se ve reflejado en la calidad del agua la cual muestra que se está llevando a cabo los procesos de optimización en la planta y mantenimiento en la red de distribución los cuales han sido reforzados con el PUEAA debido a que se ha logrado realizar adecuaciones en la bocatoma y en la planta útiles para la empresa además de contar con operarios técnico eficientes y con gran responsabilidad.

## 10. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta la importancia de obtener valores en los parámetro que se ajusten al rango establecido por la resolución 2115 del 2007 emitida por el Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se debe tratar de mejorar el pH y la turbiedad logrando la construcción de un tanque dosificador de Cal para que esta se ha agregada continuamente lo cual llevara a evitar el fenómeno de la incrustación en la red de distribución lo llevando a normalizar la turbiedad en los diferentes puntos de muestreo.
- La culminación total del programa de uso eficiente y ahorro del agua por que han quedado metas sin cumplir como la construcción del tanque de cloro aunque se espera que para el 2014 ya se cuente con este; el cual beneficiara a gran escala la empresa pero no se debe olvidar que con el sistema que se posee en este momento mide y dosifica el cloro de una manera correcta que no permite que el agua lleve niveles bajos de cloro ni altos que le puedan causar daño a la población.
- Otra meta es la impermeabilización del Desarenador que no se ha puesto en marcha pero en el presente año se sugiere la construcción del sistema BYPASS el cual es requerido para lograr sacar de funcionamiento el Desarenador y poder seguir abasteciendo la población de agua.
- Se deberán seguir realizando actividades de educación ambiental para formar grandes líderes en uso y ahorro del agua así la población se ira concientizando y agregando a su vida diaria la cultura ambiental.

- Con respecto a la reforestación se deberá optar por un plan más continuo que no sea interrumpido para así lograr todas las metas de reforestación y recuperación la cobertura vegetal en la parte de la bocatoma donde se involucre a la comunidad de la zona a través de reuniones con líderes comunitarios, dueños de predios y comunidad en general. La comunidad es de suma importancia en el momento de la aprobación y ejecución del proyecto de reforestación de zonas.



## 11. BIBLIOGRAFIA

1. MAVDT (Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial). RESOLUCIÓN NÚMERO 2115 DEL 2007. Características, instrumentos básicos y frecuencias del Sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá D.C. 2007. disponible en : <http://www.cra.gov.co/portal/www/resources/agsresolucion%2021115-07.pdf>.
2. Presidente de la república. DECRETO NÚMERO 1575 DE 2007. Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá D.C. 2007. Disponible en: [http://www.cra.gov.co/portal/www/resources/cep\\_decreto%201575%20de%202007.pdf](http://www.cra.gov.co/portal/www/resources/cep_decreto%201575%20de%202007.pdf).
3. MAVDT (Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial). RESOLUCIÓN 0811 DEL 2008 Lugares y puntos de muestreo para el control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. Bogotá D.C. 2008.
4. CRC (Corporación autónoma regional del cauca). (2000).Plan Básico De Ordenamiento Territorial Municipio de Silvia. Documento preparado para la oficina de planes de ordenamiento territorial, Popayán, Colombia.
5. PUEAA (Plan de uso eficiente y ahorro del agua Piendamó – Morales.)(2010). Documento preparado para la Administración cooperativa acueducto Piendamó-Morales, Piendamó Cauca, Colombia.

6. República de Colombia. Ley 373 de 1997. Diario Oficial N° 43.058. 11 de junio de 1997. 7 p.
7. ACUEDUCTO REGIONAL PIENDAMÓ- MORALES. Piendamó Cauca 2007. Disponible en:  
<http://www.acpmesp@yahoo.com>.<<http://www.acpmesp@yahoo.co>.
8. Conpes (Consejo Nacional de Política Económica y Social) (2008).CONPES 3550 DE NOVIEMBRE 24 DEL 2008.lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química. Bogotá D.C.2008.
9. Ministerio de Protección Social. Decreto 2323 de julio 12 de 2006Por el cual se reglamenta parcialmente la ley 09 de 1979 en relación con la Red Nacional de Laboratorios y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.2006
10. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 5667-5"Calidad del agua. Muestreo. Parte 5. Directrices para el muestreo de agua potable de instalaciones de tratamiento y sistemas de distribución por tubería. 2008-08-20.
11. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 5667-1"Calidad del agua. Muestreo. Parte 1. Directrices para el diseño de programas y técnicas de muestreo, 2010-12-23Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 3650-1"Calidad del agua. Vocabulario. Parte 1.2010-07-28
12. INS (Instituto nacional de salud). Disponible en: <http://www.ins.gov.co/>
13. Nava Tovar, Gerardo; Instituto Nacional de Salud. Manual para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio. Séptimo Borrador. Septiembre de 2009.

14. CRC (Corporación autónoma regional del cauca). (2007). Términos de referencia Para Los Planes De Uso Eficiente y Ahorro Del Agua. Documento preparado para la oficina de Administración de Recurso Hídrico, Popayán, Colombia.
15. MAVDT (Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial). RAS 2000.
16. APHA, AWWA, WEF, "Métodos Estándar para el examen de agua y aguas residuales, 21a Edición, Edición del Centenario, Washington DC, 2005.
17. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 3650-5 "Calidad del agua. Parte 5. 2007-03-21.
18. SIVICAP (Sistema de información de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano). (2012). Disponible en:  
<http://www.sivicap@ins.gov.co>. <http://sivicap@ins.gov.co/> Web Word.
19. JIMÉNEZ Ana María. control y seguimiento a la calidad del agua de la empresa de servicios tribunas Córcega de la ciudad de Pereira. Pereira Colombia 2011.
20. ZAMORA Mayra Andrea. Estudio del agua para consumo humano de la planta de tratamiento de filtración lenta en arena del acueducto de rio negro, municipio de Popayán. Popayán Colombia 2010.
21. Presidente de la Republica. DECRETO NÚMERO 1541 DE 1978. Reglamenta la parte III del libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "de las aguas no marítimas". Bogotá D.C. 1978.

22. Congreso de la República. LEY 99 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. Bogotá D.C 1993.
23. Agencia catalana del agua, "Índices de Calidad," 2003.
24. S. H. Dinius, Design of an Index of Water Quality, vol. 23, 1987.
25. UNEP, *Global Drinking Water Quality Index Development and Sensitivity Analysis Report. Ontario, Canada, 2007.*

## 12. ANEXOS

En esta sección se presentan las fotografías tomadas en el desarrollo de la pasantía.

### ANEXO A. Sitios de muestreo



**Figura 1.** Bocatoma ubicada en la Vereda la Estrella la cual abastece el Acueducto regional Piendamó – Morales. Autora: Marcela Jojoa.



**Figura 2.** Dispositivo ubicado en la planta de tratamiento.  
Autora: Marcela Jojoa.



**Figura 3.** Dispositivo ubicado en Villa Mercedes.  
Autora: Marcela Jojoa.

Autora: Marcela Jojoa.



**Figura 4.** Dispositivo ubicado en la Alcaldía de Morales.

Autora: Marcela Jojoa.



**Figura 5.** Dispositivo ubicado en la planta de sacrificio de Morales.



**Figura 6.** Dispositivo ubicado en la Vv. Juvenal Aranda.

Autora: Marcela Jojoa.

## **ANEXO B.** Ejecución del programa de uso eficiente y ahorro del agua

### **Reforestación**







**Figura 7.** Registro fotográfico del contrato de prestación de servicios 2010 actividad limpia y fertilización y reposición de material vegetal en la bocatoma del acueducto Piendamó – Morales limpia y fertilización.





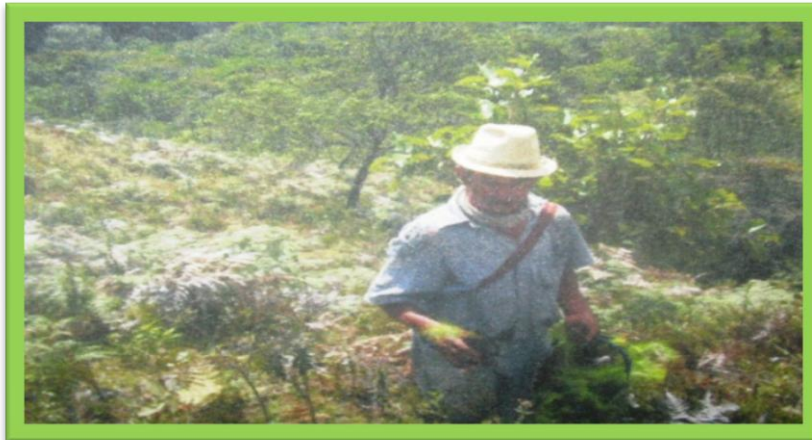


**Figura 8.** Reposición material vegetal y fertilización





**Figura 9.** Registro fotografico del contrato de plantacion 2011 sector vereda la estrella zona de influencia directa de la bocatoma



**Figura 10.** Actividades de plantacion.



## Campañas educativas



Figura 11. Visitas a colegios y comunidades.

Autora: Marcela Jojoa.

## ANEXO C. Folletos dirigidos a la población abastecida por el Acueducto regional Piendamó.

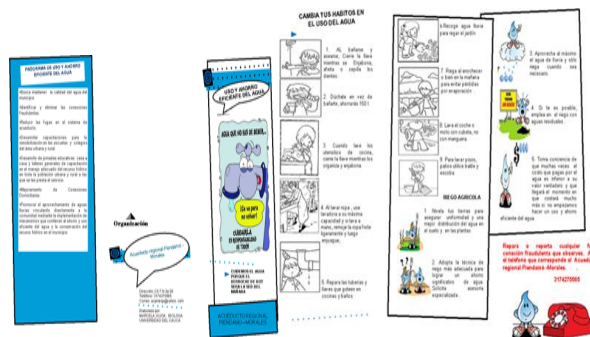


Figura 12. Folletos realizados para distribuir sobre el ahorro y cuidado del agua a la comunidad. Autora: Marcela Jojoa.



**Figura 13.** Videos sobre el uso y ahorro del agua.

Autora: Marcela Jojoa.