

**DISEÑO DE UN PLAN DE CONTINGENCIA PARA EL ACUEDUCTO RURAL  
“ACUACOMBIA” EN EL CORREGIMIENTO COMBIA BAJA, MUNICIPIO DE  
PEREIRA DEPARTAMENTO DE RISARALDA**

**NERY ZENEIDA MELO MORÁN  
DIANA PATRICIA SALAZAR VALENCIA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
ADMINISTRACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE  
PEREIRA  
2009**

**DISEÑO DE UN PLAN DE CONTINGENCIA PARA EL ACUEDUCTO RURAL  
“ACUACOMBIA” EN EL CORREGIMIENTO COMBIA BAJA, MUNICIPIO DE  
PEREIRA DEPARTAMENTO DE RISARALDA**

**NERY ZENEIDA MELO MORÁN  
DIANA PATRICIA SALAZAR VALENCIA**

**Proyecto de Grado para Optar al Título de Administradora del Medio  
Ambiente**

**DIRECTOR  
ING. DIEGO PAREDES CUERVO  
GRUPO DE INVESTIGACION EN AGUA Y SANEAMIENTO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
ADMINISTRACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE  
PEREIRA  
2009**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

Pereira, Octubre de 2009

Nery

Dedico este proyecto a Dios por haberme dado la vida, a mis padres por su amor, cariño, confianza y apoyo que me brindaron en toda la carrera, a mis hermanas por sus consejos, a mis sobrinitos Daniel Alejandro y David Santiago por que han sido mi motivación para continuar y a mi tío Alirio por su amor y apoyo incondicional en el desarrollo de esta etapa de mi vida. Por último a todas las personas que han sido testigos de mi esfuerzo.

Diana

Dedico este proyecto a mi Madre por la comprensión y apoyo incondicional que me ha brindado en todas las etapas de mi vida, a mis abuelos por que han sido fuente de inspiración y a mi primo Álvaro Reyes por haberme motivado y ayudado siempre que lo necesite.

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro Director de Proyecto de Grado, Diego Paredes Cuervo, por el apoyo que nos brindó durante el proceso.

Al Gerente del Acueducto Acuacombia Darío Vélez y al Ingeniero Andrés Castrillón, por su ayuda incondicional y la valiosa información que pusieron a nuestra disposición.

A Juliana Valencia Quintero por sus valiosos aportes y contribución para el desarrollo de este trabajo.

A todas aquellas personas que fueron participes en la elaboración de este trabajo.

## CONTENIDO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Introducción .....  | 8  |
| 2     | Planteamiento del Problema .....  | 9  |
| 2.1   | Formulación del Problema.....   | 9  |
| 2.2   | Justificación .....   | 10 |
| 2.3   | Objetivos.....  | 12 |
| 2.3.1 | Objetivo General.....   | 12 |
| 2.3.2 | Objetivos Específicos .....   | 12 |
| 3     | Marco Teorico y Antecedentes.....   | 12 |
| 3.1   | Prestación de los Servicios Públicos en Colombia .....  | 12 |
| 3.2   | Acueductos Rurales.....   | 13 |
| 3.3   | Plan de Contingencia.....   | 13 |
| 3.4   | Gestión Del Riesgo.....   | 14 |
| 3.4.1 | Amenaza .....   | 15 |
| 3.4.2 | Vulnerabilidad.....   | 15 |
| 3.5   | Riesgo .....  | 16 |
| 3.6   | Riesgo Sanitario .....  | 16 |
| 3.7   | Marco Normativo del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y<br>Riesgo Sanitario en Acueductos ..... | 16 |
| 4     | Area de Estudio.....  | 19 |
| 4.1   | Generalidades del Acueducto Acuacombia .....  | 21 |
| 5     | Metodología .....   | 26 |
| 5.1   | Objetivo Especifico N° 1. ....  | 27 |
| 5.1.1 | Reconocimiento del Sistema .....  | 27 |
| 5.1.2 | Levantamiento de información primaria y secundaria .....  | 27 |
| 5.1.3 | Análisis de calidad del agua .....  | 34 |
| 5.1.4 | Nivel de Riesgo del Agua para el Consumo Humano Suministrada<br>por la Red de Distribución.....           | 36 |
| 5.2   | Objetivo Especifico N° 2. ....  | 37 |
| 5.2.1 | Medidas Estructurales .....   | 38 |
| 5.3   | Medidas No Estructurales.....   | 38 |
| 5.4   | Reducción de la Amenaza.....  | 38 |
| 5.4.1 | Reducción de la Vulnerabilidad .....  | 39 |
| 6     | Resultados y Análisis.....  | 40 |
| 6.1   | Amenazas por Presencia de Sustancias por Fenómenos Naturales y<br>Socionaturales.....                     | 40 |
| 6.1.1 | Amenaza Volcánica.....  | 40 |
| 6.1.2 | Amenaza Sísmica.....  | 41 |
| 6.1.3 | Amenaza Geotécnica .....  | 42 |
| 6.1.4 | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales .....  | 45 |
| 6.2   | Amenazas por Presencia de Sustancias Originadas en la Actividad<br>Humana                                 | 45 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| <b>6.2.1</b> | Aporte de Contaminantes de Forma Permanente .....   | 45  |
| <b>6.2.2</b> | Contaminantes Originados por Actividades Agrícolas y Pecuarias ..   | 52  |
| <b>6.2.3</b> | Contaminantes Originados por Actividades Mineras e Industriales..   | 57  |
| <b>6.2.4</b> | Aporte de Contaminantes Puntuales y Transitorios.....   | 58  |
| <b>6.2.5</b> | Calidad del Agua en la Red de Distribución .....  | 58  |
| <b>6.3</b>   | Calificación de la Amenaza .....  | 62  |
| <b>6.4</b>   | Vulnerabilidad.....   | 67  |
| <b>6.4.1</b> | Capacidad de Identificar las Sustancias que Afectan la Calidad del Agua – Laboratorios y Puntos de Monitoreo..... | 67  |
| <b>6.4.2</b> | Capacidad Instalada para Optimizar la Calidad del Agua .....  | 69  |
| <b>6.4.3</b> | Capacidad financiera para tratar o remover los elementos que deterioran la calidad del agua .....                 | 71  |
| <b>6.4.4</b> | Disponibilidad de manual de procesos y procedimientos para tratar contaminantes.....                              | 72  |
| <b>6.4.5</b> | Capacidad humana y técnica .....  | 72  |
| <b>6.5</b>   | Riesgo .....  | 73  |
| <b>7</b>     | Plan de Contingencia.....   | 76  |
| <b>7.1</b>   | Línea de Acción 1 .....   | 76  |
| <b>7.1.1</b> | Acción Participativa .....  | 77  |
| <b>7.1.2</b> | Gestión y responsabilidad por autoridades ambientales y Acuacombia  | 77  |
| <b>7.2</b>   | Línea de Acción 2.....  | 79  |
| <b>7.2.1</b> | Gestión integral para el manejo de taludes inestables .....   | 79  |
| <b>7.3</b>   | Línea de Acción 3.....  | 80  |
| <b>7.3.1</b> | Fortalecer el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Agua. ....  | 81  |
| <b>7.3.2</b> | Mejorar el Tratamiento del Agua .....   | 82  |
| <b>7.3.3</b> | Creación de Manual de Procesos y Procedimientos para Tratar Contaminantes.....                                    | 83  |
| <b>7.3.4</b> | Mejora de la Capacidad Humana y Técnica.....  | 84  |
| <b>7.4</b>   | Acciones para Situaciones de Emergencia .....   | 100 |
| <b>7.4.1</b> | Activación de Alarmas .....   | 101 |
| <b>7.4.2</b> | Suspensión del Servicio .....   | 101 |
| <b>7.4.3</b> | Tratamiento de Agua Para Eliminar la Sustancia que Altera la Calidad del Agua.                                    | 102 |
| <b>7.4.4</b> | Establecimiento de Métodos Alternos para Dotar de Agua Apta para el Consumo Humano a la Población.....            | 102 |
| <b>7.4.5</b> | Limpieza de la Infraestructura Afectada.....  | 102 |
| <b>7.4.6</b> | Restablecimiento de las Condiciones de Normalidad.....  | 103 |
| <b>8</b>     | Conclusiones y Recomendaciones .....  | 103 |
| <b>9</b>     | Bibliografía .....  | 106 |
| <b>10</b>    | Anexos .....  | 114 |

## LISTA DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Cuadro 1</b> Distribución de Categorías y Tarifas Acuacombia .....  | 21 |
| <b>Cuadro 2</b> Secuencia Metodológica .....   | 26 |
| <b>Cuadro 3</b> Semáforo para Calificar el Tipo de Amenaza en las Cuencas Abastecedoras .....                                | 30 |
| <b>Cuadro 4</b> Semáforo para Calificar el Tipo de Amenaza en la Infraestructura del Sistema de Acueducto .....              | 31 |
| <b>Cuadro 5</b> Parámetros Evaluados y Puntos de Muestreo .....  | 35 |
| <b>Cuadro 6</b> Puntaje de Riesgo .....  | 36 |
| <b>Cuadro 7</b> Clasificación del Nivel de Riesgo en Salud Según el IRCA por Muestra .....                                   | 37 |
| <b>Cuadro 8</b> Deslizamientos en la Quebrada Pavas.....   | 42 |
| <b>Cuadro 9</b> Relación de daños y localización de deslizamientos presentados el 2 de Diciembre de 2008.....                | 43 |
| <b>Cuadro 10</b> Resultados de Análisis de Calidad de Agua de la Fuentes Abastecedoras del Acueducto .....                   | 48 |
| <b>Cuadro 11</b> Características Generales de las Quebradas Pital, San Vicente, Bejucos y Pavas. ....                        | 53 |
| <b>Cuadro 12</b> Fertilizantes y Plaguicidas Usados en las Fincas Aledañas a las Cuencas Abastecedoras .....                 | 55 |
| <b>Cuadro 13</b> Principales Características de los Plaguicidas Utilizados en los Cultivos Aledaños a las Microcuencas. .... | 56 |
| <b>Cuadro 14</b> Resultados de Análisis de Calidad de Agua en la Red de Distribución .....                                   | 59 |
| <b>Cuadro 15</b> Vida Útil Asbesto Cemento y Hierro Galvanizado .....  | 61 |
| <b>Cuadro 16</b> Calificación de Tipo de Amenaza en las Cuencas Abastecedoras.....   | 63 |
| <b>Cuadro 17</b> Calificación de Tipo de Amenaza en las Unidades del Sistema .....   | 64 |
| <b>Cuadro 18</b> Puntos de monitoreo en la cuenca .....  | 68 |
| <b>Cuadro 19</b> Puntos de monitoreo en la Red .....   | 69 |
| <b>Cuadro 20</b> Evaluación de la Capacidad Instalada para Optimizar los Contaminantes en el Circuito Pital.....             | 70 |
| <b>Cuadro 21</b> Evaluación de la Capacidad Instalada para Optimizar los Contaminantes en el Circuito San Vicente.....       | 70 |
| <b>Cuadro 22</b> Evaluación de la Capacidad Financiera .....   | 71 |
| <b>Cuadro 23</b> Evaluación de los Procesos y Procedimientos .....   | 72 |
| <b>Cuadro 24</b> Evaluación de la Capacidad Humana y Técnica .....   | 72 |
| <b>Cuadro 25</b> Puntaje de Riesgo Asignado a las Características no Aceptables Circuito San Vicente .....                   | 73 |
| <b>Cuadro 26</b> Puntaje de Riesgo Asignado a todas las Características Analizadas Circuito San Vicente .....                | 74 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Cuadro 27</b> Puntaje de Riesgo Asignado a las Características no Aceptables<br>Circuito Pital.....    | 75 |
| <b>Cuadro 28</b> Puntaje de Riesgo Asignado a todas las Características Analizadas<br>Circuito Pital..... | 75 |
| <b>Cuadro 29</b> Línea de Acción 1.....   | 85 |
| <b>Cuadro 30</b> Línea de Acción 2.....   | 86 |
| <b>Cuadro 31</b> Línea de Acción 3.....   | 87 |
| <b>Cuadro 32</b> Resumen Presupuesto Plan de Contingencia Acuacombia Anual-2009<br>.....                  | 89 |
| <b>Cuadro 33</b> Cronograma de Actividades Anual Plan de Contingencia Acuacombia a<br>10 Años.....        | 95 |
| <b>Cuadro 34</b> Numeración de Actividades del Plan de Contingencia de Acuacombia<br>.....                | 97 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> Momentos de la Gestión del Riesgo .....     | 15 |
| <b>Figura 2</b> Localización Área de Estudio.....           | 19 |
| <b>Figura 3</b> Esquema Estructura de Acuacombia .....      | 25 |
| <b>Figura 4</b> Clasificación de las Amenazas .....         | 29 |
| <b>Figura 5</b> Factores de la Vulnerabilidad.....          | 33 |
| <b>Figura 6</b> Esquema de Reducción del Riesgo .....       | 37 |
| <b>Figura 7</b> Esquema Reducción de la Amenaza. ....       | 38 |
| <b>Figura 8</b> Esquema Reducción de la Vulnerabilidad..... | 39 |

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Foto 1</b> Deslizamientos a la orilla Quebrada Las Pavas .....                                     | 43 |
| <b>Foto 2</b> Estado de los tanques sépticos aledaña a la quebrada Pavas .....                        | 47 |
| <b>Foto 3</b> Cultivos Limpios y Deforestación en los alrededores de la Quebrada Pital                | 50 |
| <b>Foto 4</b> Pastos manejados y Deforestación En los alrededores de la Quebrada San Vicente .....    | 50 |
| <b>Foto 5</b> Cultivos Limpios y Deforestación En los Alrededores de la Quebrada San Vicente .....    | 51 |
| <b>Foto 6</b> Cultivos de Plátano cerca de la bocatoma el Pital. ....                                 | 52 |
| <b>Foto 7</b> Actividades Agrícolas Cultivos (Café y Plátano) Alrededor de la Bocatoma el Pital. .... | 53 |

## LISTA DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Anexo 1</b> Mapa Acuacombia-Usos del Suelo .....   | 115 |
| <b>Anexo 2</b> Mapa Base de la Infraestructura del Acueducto Acuacombia .....   | 116 |
| <b>Anexo 3</b> Formato de la Encuesta .....   | 117 |
| <b>Anexo 4</b> Mapa de Amenaza Volcánica Potencial del Nevado del Ruiz y Mapa de Amenaza Volcánica Potencial del Nevado Santa Isabel.....     | 119 |
| <b>Anexo 5</b> Metadatos y Mapa de Amenaza Sísmica y Valores de Aa.....   | 120 |
| <b>Anexo 6</b> Registro Fotográfico de Daños Causados en el Acueducto por Invierno. ....  | 123 |
| <b>Anexo 7</b> Plano N° 7 del Acuerdo 18 del 2000 del Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira .....                                       | 127 |
| <b>Anexo 8</b> Inventario Tanques Sépticos de las Fincas Aledañas a las Quebradas del Acueducto Acuacombia .....                              | 128 |
| <b>Anexo 9</b> Resultados de la Encuesta Sobre Plaguicidas.....   | 130 |
| <b>Anexo 10</b> Parámetros Químicos que No Representan Amenaza Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano en el acueducto Acuacombia.....  | 133 |
| <b>Anexo 11</b> Laboratorios Autorizados por el Ministerio de la Protección Social y el IDEAM Existentes en el Departamento de Risaralda..... | 136 |
| <b>Anexo 12</b> Balance General Acuacombia 2007 y 2008 .....  | 139 |
| <b>Anexo 13</b> Resumen de la Inversión por los Daños Causados en Diciembre 2 de 2008 en Acuacombia .....                                     | 142 |
| <b>Anexo 14</b> Funcionalidades del Personal Operativo.....   | 144 |
| <b>Anexo 15</b> Manejo de los Deslizamientos en la Quebrada Pavas.....  | 148 |
| <b>Anexo 16</b> Localización Puntos de Monitoreo .....  | 150 |
| <b>Anexo 17</b> Especificaciones para el Funcionamiento de una Bioalarma Temprana .....   | 152 |

## **ABSTRACT**

The rural aqueduct Acuacombia which is located in “Combia Baja” receives the water from “San Vicente, Pavas, Bejucos and Pital” streams which could be affected by permanent contaminators coming from the domestic, agricultural and pecuary activities in the area, and also, due to the natural phenomenons as landslide, tremors or strong rains.

This facts show the necessity of the elaboration of a contingence plan, which gave as result to identify the threaten and vulnerable zones not only the basin of the river but also in the aqueduct supply system. On the other hand it is important to follow rules which reduce and prevent the risk of the quality of the water for human consume at the same time some actions should be taken in the case of an emergency. In this way we make sure the residents of “Combia Baja” have the continuity of the service.

## RESUMEN

El Acueducto Rural Acuacombia localizado en el corregimiento de Combia Baja capta el agua de las Quebradas San Vicente, Pavas, Bejucos y Pital, las cuales pueden verse deterioradas por aporte de contaminantes de forma permanente generados de las actividades domésticas, agrícolas y pecuarias del sector, así como también por sustancias originadas de fenómenos naturales como deslizamientos, sismos o fuertes precipitaciones.

Estos hechos muestran la necesidad de la elaboración de un Plan de Contingencia, que a partir de este trabajo, se permitió identificar zonas de **amenaza y vulnerabilidad** tanto de la microcuenca como de todo el sistema de abastecimiento del acueducto, y al mismo tiempo dar las acciones y/o medidas curativas y preventivas que reduzcan el riesgo sobre la calidad del agua para consumo humano, igualmente se propone las acciones que se deben tomar en caso de que se presenten situaciones de emergencia y así asegurar la continuidad y la calidad del servicio prestado a la comunidad de Combia Baja.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los Ministerios de Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, han enfocado sus esfuerzos en crear una guía técnica que soporte la formulación de planes de contingencia con el fin de identificar amenazas y vulnerabilidades en la prestación del servicio de acueducto, para así formular e implementar acciones y actividades, buscando minimizar el riesgo y mejorar la calidad del agua para el consumo humano.

Los acueductos rurales del Departamento de Risaralda buscan satisfacer la necesidad de suministrar agua potable, para lo cual las entidades públicas y autoridades ambientales competentes enmarcadas por la normatividad legal vigente y territorial, deben articular esfuerzos que conlleven acciones para el cumplimiento de objetivos que contribuyan a mejorar la calidad de vida de sus comunidades.

En este sentido, es necesario incorporar la gestión del riesgo en términos de identificar amenazas y vulnerabilidades como una alternativa o un proceso donde se revierten las situaciones que generen riesgo sobre la calidad del agua para consumo humano por medio de la implementación de actividades y/o acciones que se deben tomar en caso de alteraciones o fallas en los que se vea involucrada la calidad del servicio que se le presta a la comunidad del Corregimiento de Combia Baja.

En consecuencia, este trabajo va a tomar el acueducto de Combia Baja denominado Acuacombia como caso de estudio para diseñar el Plan de Contingencia como una herramienta para reducir el riesgo sobre la calidad del agua para consumo humano incorporando también variables asociadas a la continuidad en el servicio, conforme lo establecido en el Decreto 1575 de 2007.

En este orden de ideas, el trabajo de estudio aquí presentado permitió identificar los riesgos en términos de amenaza y vulnerabilidad del sistema de acueducto Acuacombia asociados a la calidad del agua suministrada. Además, de la formulación de las acciones que se deben tomar para la disminución de estos que garanticen a la comunidad la calidad y la continuidad del servicio y al mismo tiempo mejorar la calidad de vida de las personas abastecidas por el acueducto, ya que de esta manera se disminuye la probabilidad de sufrir enfermedades de origen hídrico y por ende la mortalidad infantil.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según el Instituto Municipal de Salud y Fundación Hábitat (2004), en el Corregimiento de Combia Baja se han evidenciado enfermedades asociadas a factores como una deficiente infraestructura sanitaria, condiciones no adecuadas de vivienda y la mala nutrición, prueba de esto es que una de las más frecuentes causas de consulta médica se asocia a factores ambientales y de calidad del agua, relacionados con la afectación de los dientes de los pobladores del Corregimiento. Igualmente, en el año 2003 se presentaron en el Crucero de Combia enfermedades asociadas al agua como infecciones intestinales con una morbilidad dentro del puesto de salud de 2.28% y parasitosis Intestinal con una morbilidad dentro del puesto de salud de 1.70%. Esta situación se muestra en las diferentes áreas rurales del municipio, en donde se observa que entre las 10 primeras causas de morbilidad se presentan este tipo de enfermedades, que se ven agravadas por los problemas de saneamiento básico de las Veredas del Municipio de Pereira.

La calidad del agua de fuentes superficiales se ve deteriorada frecuentemente por los aportes de contaminantes de forma permanente, puntual y/o transitoria, generados de residuos por actividades humanas como domésticas, industriales, mineras, pecuarias y agrícolas, que tienen, dependiendo de su naturaleza, efectos sobre la salud. En adición, los aspectos geológicos, hidrológicos y sismológicos tienen gran relevancia, puesto que estos factores confluyen generando problemas ambientales, que sumados a las actividades agrícolas y pecuarias, la deforestación y degradación de la zona boscosa, ejercen presión sobre los suelos aumentando la erosión, el escurrimiento de sedimentos a los cuerpos de agua y la probabilidad de que se presenten deslizamientos, en especial sobre la infraestructura del acueducto generando riesgos al suministro de agua potable.

El acueducto comunitario Acuacombia, localizado en el corregimiento de Combia Baja que abastece a la población de las veredas San Vicente, El Pital, La Bodega, El Pomo, Aguas Claras, El Crucero, El Chaquiro, La Suecia, Santander, La Carmelita y San Marino, se encuentra conformado por tres Circuitos los cuales son:

- San Vicente: El cual contiene tres bocatomas, un tanque de almacenamiento, caseta de cloración y red de aducción y conducción, y se abastece de las Quebradas Pavas, San Vicente y Bejucos.

- Pital: Posee bocatoma, desarenador, caseta de cloración y red de aducción y conducción. Este circuito recibe el agua de la Quebrada Pital.
- Monos: Cuenta con bocatoma, desarenador y tanque de almacenamiento, y capta el agua de la Quebrada los Monos.

Este Acueducto puede ver afectada la calidad de las Quebradas de las cuales se abastece (Pavas, Bejucos y San Vicente) por la actividad agrícola, que según el Mapa de Usos del Suelo, elaborado por el Laboratorio SIG de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, 2009 (Anexo 1, Mapa 1), se evidencia que en los alrededores de las mismas, el uso del suelo que mas predomina es esta actividad representada en cultivos de café y en algunos sectores café asociado con plátano, lo cual podría generar riesgo sobre la calidad del agua para consumo humano.

Así mismo, los aspectos geológicos, hidrológicos y sismológicos tienen gran relevancia en la zona, puesto que estos factores confluyen generando problemas ambientales, que sumados a las actividades agrícolas y pecuarias del sector, ejercen presión sobre los suelos aumentando la erosión, el escurrimiento de sedimentos a los cuerpos de agua y la probabilidad de que se presenten deslizamientos en el sector, en especial sobre la infraestructura del acueducto causando desabastecimiento de agua. Prueba de esto fueron los deslizamientos que causaron múltiples daños en la infraestructura del acueducto debido a las fuertes lluvias que se presentaron el 2 de diciembre de 2008.

Estos hechos muestran la necesidad de generar Planes de Contingencia que ayuden a mejorar la calidad y la cantidad del recurso hídrico por medio de acciones que permitan proteger las fuentes hídricas, disminuir las enfermedades en la población de origen hídrico y atender emergencias de manera inmediata ante eventos inesperados que puedan afectar la calidad del recurso y la salud humana.

## **2.2 JUSTIFICACIÓN**

Según Vargas, en el año 2001, la mayoría de los acueductos comunitarios en Pereira (55 acueductos), construidos hace muchos años, se surten en su mayoría, de redes de conducción construidas por el Comité de Cafeteros y/o entidades del orden municipal o por esfuerzos particulares, a medida que el municipio se fue poblando. En general la comunidad se organizó para construir sus propios sistemas de abasto, puesto que el municipio no tenía la suficiente capacidad para prestar este servicio. Sin embargo, por el estado de sus acueductos, los riesgos en las fuentes, la falta de recursos y el débil apoyo del sector y la falta de tratamiento, la calidad no es apta para el consumo. De los 55 acueductos, 25

aplican cloro como única barrera para el riesgo Bacteriológico; en los otros, la gente hierve el agua o compra para beber agua en bolsa.

En este sentido y dando cumplimiento a lo establecido en el decreto 1575 del 2007, las entidades prestadoras del servicio público de acueducto deben de tener como prioridad la elaboración e implementación del plan de contingencia, que en este caso es el del acueducto Acuacombia el cual estará liderado y acompañado de la Secretaria de Planeación Municipal bajo el cumplimiento de funciones de: Coordinación, seguimiento y evaluación del sistema de acueductos rurales.

Además, se evidencia la necesidad de diseñar el Plan de Contingencia de algunas zonas de **amenaza y vulnerabilidad** tanto de la microcuenca como del sistema de abastecimiento del acueducto, lo cual reducirá las probabilidades de que se presenten situaciones de emergencia y disminuir los impactos que ponga en riesgo la calidad y el suministro del agua para consumo humano.

Con este trabajo se pretende formular una propuesta que responda a las funciones establecidas por las leyes que rigen el abastecimiento de agua potable y saneamiento básico, mantenimiento y operación del sistema de acueductos rurales y que a su vez, sea una propuesta para la reducción de riesgos sanitarios y geológicos a los que pueden estar expuestas las comunidades atendidas a través del sistema de abastecimiento.

En este contexto el Administrador del Medio Ambiente en su perfil ocupacional está llamado a plantear soluciones a los problemas ambientales que aquejan a la comunidad, así como administrar proyectos de impacto ambiental y control de la contaminación, que conlleven a mejorar el bienestar y la calidad de vida, y al mismo tiempo promover un uso racional y sostenible de los recursos naturales.

Los planes de contingencia elaborados a los sistemas de abastecimiento es una excelente oportunidad para que los Administradores del Medio Ambiente apliquen conocimientos técnicos y administrativos desarrollando planes que por medio de la ejecución de proyectos y con la intervención de entes ambientales, instituciones, empresas prestadoras del servicio y usuarios conduzcan a la conservación y preservación del Recurso Hídrico y demás Recursos Naturales que hoy en día son motivo de explotación.



## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo General**

Diseñar el Plan de Contingencia para el acueducto rural de Acuacombia en el Corregimiento Combia Baja, Municipio de Pereira.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los factores de amenaza y vulnerabilidad en las fuentes abastecedoras y Sistema de Acueducto que puedan afectar la calidad del agua para consumo humano.
- Proponer acciones correctivas y/o preventivas para la reducción del riesgo sanitario asociado a la calidad del agua suministrada por el acueducto, basado en los criterios del Plan de Contingencia.

## **3 MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES**

### **3.1 Prestación de los Servicios Públicos en Colombia**

Según Uribe y Domínguez (2005), la prestación de los Servicios Públicos en Colombia se reglamenta a partir de la Constitución de 1991, abriendo el camino para la prestación de los mismos por parte de agentes no estatales. Este proceso de apertura fue consagrado posteriormente por la Ley 142 de 1994 redefiniendo completamente el esquema institucional y de prestación de los servicios públicos domiciliarios en Colombia. Como consecuencia de lo anterior la autonomía de los acueductos quedó en manos de los municipios, sin embargo, la administración de la mayoría de estos que se encuentran en las zonas rurales del país, es realizada por organizaciones comunitarias las cuales poseen la capacidad de gestionar proyectos liderados por las juntas dentro de cada corregimiento.

La prestación del servicio de agua y saneamiento en Colombia se ha caracterizado por cubrir un área territorial específica debido a la dispersidad geográfica de las diferentes localidades, existiendo muy pocos sistemas con cobertura regional, generando que en el país haya una multiplicidad de entes prestadores de Servicios Públicos. Es importante destacar que en los municipios pequeños del país es frecuente encontrar que quienes asumen la prestación de servicios públicos de agua y saneamiento son los gobiernos municipales a pesar de la apertura de participación a otros prestadores, situación que contrasta con las

veredas y corregimientos, donde según el Inventario Sanitario Rural del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, la administración del servicio público de agua está en manos de aproximadamente 11.000 organizaciones comunitarias (Tamayo y García, 2006).

### **3.2 Acueductos Rurales**

Según Quintana et al., (2006), los habitantes de las zonas rurales de los centros poblados han construido, durante muchos años, sus propios sistemas de abastecimiento de agua, de manera individual desde un nacimiento cercano a la finca donde habitan, o, en forma colectiva cuando las captaciones se realizan de corrientes con mayor capacidad hídrica. Para la administración de estos, los pobladores rurales se agrupan en asociaciones de vecinos de un mismo sector, o estructuras formales como asociaciones, juntas administradoras, comité de acueductos de las Juntas de Acción Comunal o cooperativas buscando dar cumplimiento a las labores de mantenimiento, limpieza de los tanques, adecuación de redes domiciliarias, labores de limpieza y siembra de árboles de la zona que circunda la cuenca abastecedora.

Según la OMPAD (2005), el Municipio de Pereira, Risaralda posee una importante población rural que alcanza los 46.000 habitantes distribuidos en aproximadamente 6.200 predios, los cuales en su mayoría se surten de redes conductoras de agua construidas por el Comité de Cafeteros y/o entidades del orden municipal, quienes dentro de las políticas de descentralización entregaron la administración de estas redes a la comunidad, que en algunos casos no se encontraban, y aun no se encuentran, preparadas para asumir esta responsabilidad, lo cual ha generado vulnerabilidades frente al suministro de agua potable a las mismas.

Es por esto que las entidades responsables del agua y saneamiento básico, en el Municipio lideradas por la secretaria de planeación municipal, han iniciado un proceso de coordinación, seguimiento y evaluación de estos sistemas de acueductos rurales, con el fin de optimizar las inversiones del ente territorial, pero también jalonar los procesos de organización comunitaria frente al manejo del recurso agua el cual es el alma del acuerdo 068 de 2004 y, donde la OMPAD es responsable de realizar seguimiento a los planes de contingencia frente a emergencias y desastres de cada uno de los acueductos rurales.

### **3.3 Plan de Contingencia**

Los planes de contingencia se hacen necesarios en los sistemas de acueductos debido a los crecientes riesgos cotidianos que conllevan las formas de operación y

el estado actual de las instalaciones, que requieren de la prevención de emergencias en el curso normal de la prestación del servicio de agua potable, y al mismo tiempo deben contener las acciones a tomar para la disminución de las amenazas y las vulnerabilidades que puedan afectar la calidad del agua.

El Decreto 1575 de 2007 establece en el **artículo 29**, que las personas que realicen estudios para un sistema de suministro de agua deben incluir un *análisis de vulnerabilidad* donde se establezca los riesgos y peligros potenciales, naturales y provocados, teniendo en cuenta los mapas de riesgos realizado en la zona. En consecuencia, el **artículo 31** declara la *activación de un plan de contingencia* en el momento en que ocurra alguna anomalía que deteriore la calidad de agua en donde se tomaran algunas medidas necesarias para restablecer la prestación del servicio y asegurar la calidad del agua para consumir. Cabe anotar la responsabilidad de los Ministerios de Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en donde de manera coordinada diseñaran la guía de criterios y actividades mínimas que deben contener los estudios de riesgos, programas de reducción de riesgos y planes de contingencia (**Art. 5**).

### **3.4 Gestión Del Riesgo**

Según la Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano (2008), la gestión del riesgo, se considera como la capacidad de los actores sociales de desarrollar y conducir una propuesta de intervención consciente, concertada y planificada, para prevenir, mitigar o reducir el riesgo existente, y encaminar así a la localidad, hacia su desarrollo sostenible. Es un proceso concatenado de análisis de amenazas, conocimiento de las vulnerabilidades, atención de las emergencias y rehabilitación y reconstrucción de zonas en desastre. Además, actúa en tres momentos identificados que se diferencian entre sí por la ocurrencia de una emergencia o desastre los cuales son: momento anterior, durante y posterior (ver Figura 1)

**Figura 1** Momentos de la Gestión del Riesgo



**Fuente:** Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano. Ministerio de la Protección Social y Minambiente, 2008.

### 3.4.1 Amenaza

Las amenazas se relacionan con el peligro latente, que representa la probable manifestación de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura y los bienes y servicios. Este factor se expresa como la probabilidad de que un fenómeno se presente, con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo definido.

*Amenaza por presencia de sustancias por fenómenos naturales y socionaturales:* Son sustancias que alteran la calidad del agua, afectando sus características físicas, químicas y microbiológicas; estos pueden ser: Aportes de contaminantes directos y aportes de contaminantes indirectos.

*Amenaza por presencia de sustancias originadas en la actividad humana:* Se relaciona con la denominada en los textos de riesgos como antrópica o antropogénica, y se asocian en dos grupos: Aporte de contaminantes de forma permanente y aportes de contaminantes puntuales y transitorios.

### 3.4.2 Vulnerabilidad

Se refiere a la susceptibilidad o el grado de desprotección o exposición de los componentes social, físico, político, económico o institucional ante una amenaza dada y el grado de resistencia y su capacidad de sobreponerse al impacto de un evento peligroso.

La vulnerabilidad puede ser de carácter físico, que se basa en la exposición y resistencia de los elementos a los efectos adversos de las diversas amenazas. La vulnerabilidad social está relacionada con los agentes condicionantes que hacen más o menos vulnerables a la sociedad en su conjunto y a los individuos.

La vulnerabilidad institucional se relaciona con la aptitud del ente prestador del servicio para incluir en sus labores misionales la gestión del riesgo, así como los efectos de sus capacidades técnicas, administrativas, financieras y legales para conocer y reducir el riesgo, y para atender emergencias.

### **3.5 Riesgo**

El riesgo se considera como la coincidencia en tiempo y espacio de la amenaza y la vulnerabilidad, por tanto, es necesario definir la amenaza y la vulnerabilidad para poder determinar el riesgo existente.

La función del riesgo (R) se expresa como el producto de la amenaza (A) y la vulnerabilidad (V):

$$F(R) = A \cdot V$$

### **3.6 Riesgo Sanitario**

Está orientado directamente con la expansión e indirectamente con la calidad del agua, los cuales no deben tener efectos adversos a los consumidores, es decir, agua no tratada consumida” (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008).

### **3.7 Marco Normativo del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico y Riesgo Sanitario en Acueductos**

El sector de agua potable y saneamiento básico es fundamental dado que contribuye en forma determinante en la calidad de vida de la población, por causa del mejoramiento de las condiciones de salubridad y el desarrollo económico de las regiones. En este contexto, el sector es variable fundamental para el crecimiento económico territorial, al generar condiciones para la expansión de la actividad urbana, comercial e industrial en las ciudades. (DNP, 2008)

La Constitución Política Nacional de Colombia de 1991 expedida por la Asamblea Nacional Constituyente, determina el deber del estado frente a los habitantes del territorio, consolidados en los siguientes artículos:

**Artículo 365.** Es deber del estado asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos a todos los habitantes del territorio.

**Artículo 366.** El estado velara en la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.

**Artículo 367.** El municipio como entidad administrativa será el directamente responsable en la prestación de los servicios públicos domiciliarios en criterios como cobertura, calidad y financiación.

**Artículo 368.** Los municipios y las entidades descentralizadas podrán conceder subsidios, en sus respectivos presupuestos, para que las personas de menores ingresos puedan pagar las tarifas de los servicios públicos domiciliarios que cubran sus necesidades básicas.

**Artículo 369.** Los usuarios podrán participar en la gestión y fiscalización de las empresas y entidades que presten servicios públicos domiciliarios.

**Artículo 370.** Corresponde al Estado señalar, las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios y ejercer por medio de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el control, la inspección y vigilancia de las entidades que los presten.

En Colombia se ha reglamentado la Ley 142 de 1994, la cual establece el Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios esta se fundamenta en que los servicios públicos domiciliarios son esenciales a la finalidad social del estado y que el municipio es la entidad política y regional responsable de organizar su prestación, la nación y los departamentos cumplirán funciones de apoyo a la gestión.

Adicionalmente, el decreto 1575 de 2007 por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano, y la Resolución Reglamentaria 2115 de 2007 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano; Aparece la gestión del riesgo en la reglamentación de los criterios sanitarios de la calidad del agua. Se establece y define instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano definido en un índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA)\* y un índice de riesgo por abastecimiento de agua para

---

\* Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano – IRCA-. Es 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.

consumo humano municipal (IRABAm)\*. Mostrando que la incorporación de estos criterios es adecuada y va en la línea de las principales reglamentaciones referentes a criterios sanitarios, que se están implementando durante los últimos años tanto a nivel europeo como a nivel mundial. (Sánchez, 2007)

Ahora bien, a nivel Municipal mediante el acuerdo No. 068 de 2004 se crea el Reglamento para el Manejo, Operación, de los Acueductos Rurales en el Municipio de Pereira, con el fin de direccionar el manejo, operación, expansión, reposición y tratamiento de los servicios de agua potable y saneamiento hídrico en los acueductos de la Zona Rural del Municipio de Pereira. Se establece que el cumplimiento de los objetos específicos de la coordinación estará a cargo de la Secretaria de Planeación Municipal (Art. 4). Este acuerdo promueve la implementación de un Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema (Titulo IX) y según el artículo 29 “...Las empresas o personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios en la Zona Rural deben implementar los sistemas de pretratamiento y tratamiento necesarios en cada uno de ellas, para garantizar un suministro de agua apta para el consumo humano”. Esta reglamentación será de vital importancia en sistemas de acueductos que tengan problemas en la prestación del servicio de agua potable y saneamiento básico para que la administración municipal en responsabilidad de sus funciones sea el encargado de hacer cumplir el desarrollo del reglamento.

Por otro lado, esta reglamentación tiene como apoyo la Ley 715 de 2001 la cual financia proyectos de interés municipal por medio del Sistema General de Participaciones como la construcción, ampliación rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura de servicios públicos en este caso de los acueductos rurales.

De manera específica con respecto al tema de valores aceptables en las características físicas, químicas y microbiológicas en calidad del agua para consumo humano se ha expedido la Resolución 2115 de 2007 como eje estructurante para el análisis de la calidad del recurso y el establecimiento de medidas que logren disminuir las condiciones de riesgo que puedan afectar la calidad de la misma.

Por su parte, el Decreto 1594 de 1984 sobre usos del agua y residuos líquidos especifica en el **artículo 20** sustancias de interés sanitario que puedan ser detectadas en los análisis de agua, además, los criterios de calidad son guías para

---

\* Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano - IRABAm. Es la ponderación de los factores de: 1. Tratamiento y continuidad del servicio de los sistemas de acueducto, y 2. Distribución del agua en el área de jurisdicción del municipio correspondiente, que pueden afectar indirectamente la calidad del agua para consumo humano y por ende la salud humana. Este índice tiene por objeto asociar el riesgo a la salud humana causado por los sistemas de abastecimiento y establecer los respectivos niveles de riesgo.

ser utilizados como base de decisión en la asignación de usos al recurso y determinación de las características del agua para cada uso (**Art. 4**).

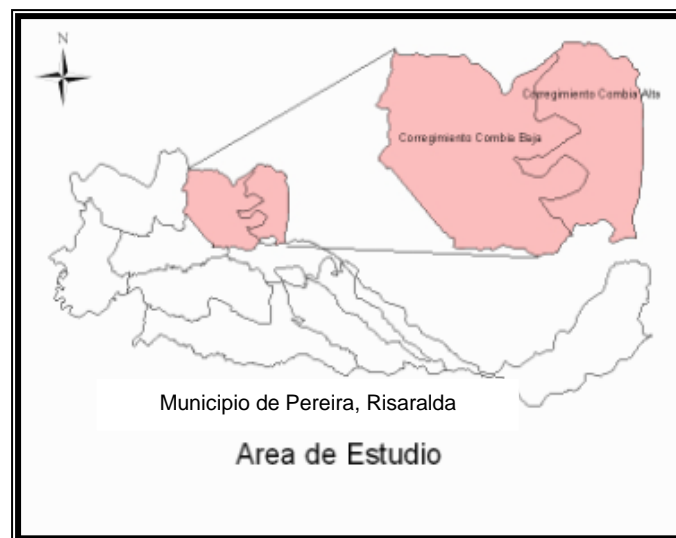
En cuanto a intervención en cuencas se establece el Decreto 1729 de 2002 en donde la reducción del riesgo deberá estar articulada a los planes de ordenación de cuencas hidrográficas en su artículo 4. “...La ordenación así concebida constituye el marco para planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica. Bajo los principios y directrices uno de ellos “Considerar las condiciones de amenazas, vulnerabilidad y riesgos ambientales que puedan afectar el ordenamiento de la cuenca.”

De esta manera, es necesario conocer a grandes rasgos el marco normativo que rige el sector de agua potable y saneamiento básico con referencia en la reducción del riesgo sobre la calidad del agua para consumo humano, como factor determinante en la salud pública a nivel regional y municipal.

#### 4 AREA DE ESTUDIO

El Acueducto Comunitario Acuacombia se encuentra ubicado en el Corregimiento de Combia Baja del Municipio de Pereira que limita al norte con el Parque Regional el Nudo y El Municipio de Marsella, al Oriente con el mismo Parque y con el Municipio de Dosquebradas, al sur y al occidente con la Cuenca del Río Otún. (Meza, 1999) (Figura 2).

**Figura 2** Localización Área de Estudio



**Fuente:** Laboratorio SIG Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.



El acueducto abastece las Veredas de San Vicente, El Pital, La Bodega, El Pomo, Aguas Claras, El Crucero, El Chaquiro, La Suecia, Santander, La Carmelita y San Marino. Además, los componentes de captación son cinco (5) en total, de los cuales tres se encuentran localizados en la vereda San Vicente que tienen en común un desarenador de placas paralelas; otra está localizada en la vereda el Pital y posee un desarenador convencional junto con un filtro tipo galería y por último la captación que se encuentra en la Quebrada Los Monos ubicada en la vereda La Renta (Meza, 1997).

En el Mapa Base de la Infraestructura del Acueducto Acuacombia, se presenta la ubicación de las bocatomas, sistemas de aducción, Desarenadores, tanques de almacenamiento y casetas de cloración de los Circuitos San Vicente y Pital, dejando por fuera la infraestructura del Circuito los Monos puesto que se encuentra en proceso de construcción (Anexo 2, Mapa 2).

Según el Gerente de Acuacombia Darío Vélez\*, el sistema cuenta con dos (2) tanques de almacenamiento y con un sistema de dosificación de cloro como único proceso de tratamiento del agua. Además, de poseer una extensión de 40 Km. repartidos en tres redes de distribución, dos a partir del tanque San Vicente una hacia el Crucero y la otra hacia la vereda Suecia, y la tercera que sale de la bocatoma del Pital la cual abastece las veredas La Siria y El Placer.

Además de esto, el sistema de acueducto se encuentra dividido en tres circuitos los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- **Circuito 1, San Vicente:** Que se encuentra en la Vereda San Vicente y capta de las Quebradas Pavas, Bejucos y San Vicente, abastecen un tanque de 140.000 l/s, 140m<sup>3</sup>; y suministra a 12 asentamientos y/o Veredas.
- **Circuito 2, El Pital:** Ubicado en la Vereda El Pital y posee una tanque de 70 m<sup>3</sup> que es abastecido por la Quebrada El Pital y abastece a tres veredas las cuales son: La Siria, El Placer y Oriente.
- **Circuito 3, Los Monos:** Este se encuentra en proceso de construcción y por el momento solo cuenta con obras civiles iniciales que son la bocatoma, desarenador y tanque de almacenamiento de 72000 l/s, con sus respectivas válvulas. Este circuito se encuentra abastecido por la Quebrada Los Monos y pretende abastecer la Vereda La Renta, ya que esta cuenta un agua de baja

---

\* Entrevista con el Sr. Darío Vélez, gerente del acueducto acuacombia realizada el miércoles 27 de agosto de 2008.

calidad y al mismo tiempo será atravesada por la red de distribución de este circuito.

Sin embargo, este último circuito no fue incluido en el alcance de este proyecto puesto que este se encuentra en fase de construcción

#### 4.1 Generalidades del Acueducto Acuacombia

Acuacombia en la actualidad cuenta con 785 suscriptores, todos con micromedición, que representan alrededor de 4000 personas. La macromedición solo se encuentra en el circuito Los Monos, aunque está previsto instalar otro en el circuito de San Vicente. Estos suscriptores se les aplican unas tarifas distribuidas en diferentes categorías referenciadas en el Cuadro 1

**Cuadro 1** Distribución de Categorías y Tarifas Acuacombia

| Categoría   | Subcategoría | Nº de Suscriptores | Valor Tarifa Cargo Fijo (\$) |
|-------------|--------------|--------------------|------------------------------|
| Comercial   | Única        | 51                 | 7.500                        |
| Oficial     | Única        | 12                 | 7.500                        |
| Residencial | Bajo-bajo    | 51                 | 3.500                        |
|             | Bajo         | 56                 | 4.000                        |
|             | Medio-bajo   | 184                | 5.500                        |
|             | Medio        | 383                | 6.500                        |
|             | Medio-alto   | 48                 | 7.500                        |

**Fuente:** Elaboración propia, basada en información suministrada por el Gerente de Acuacombia

El ente administrador del acueducto es la asociación de usuarios que cumple con toda la documentación legal para su funcionamiento, además el cobro de tarifa de los suscriptores se realiza por estratos que van del uno al cuatro y se clasifican en usuarios de tipo comercial y oficial, en donde se cobra un cargo fijo por suscriptor, un cargo básico por metro cúbico que es hasta 20m<sup>3</sup> con un valor de \$ 320 por metro cúbico, cargo complementario que va desde los 21m<sup>3</sup> hasta los 40m<sup>3</sup> (\$430 por metro cúbico), y por último, si se sobrepasa los 40m<sup>3</sup> se cobra un cargo suntuario por usuario (\$550 por metro cúbico), de acuerdo a lo establecido en la Ley 142 de 1994 (IMS y Fundación Hábitat, 2004).

Las generalidades de los circuitos del acueducto Acuacombia son:

**Circuito San Vicente:** Conformado por tres bocatomas surtidas independientemente por tres Quebradas, Pavas, San Vicente y Bejucos, en donde las dos primeras fueron construidas por el Comité de Cafeteros en 1954 y

renovadas hace 30 años, mientras que la Bocatoma Bejucos fue construida hace 8 años. Estas bocatomas constan de:

- Embalses, diques, muros laterales, aletas de amortiguación, cámara de gravas, caja de válvulas con sus respectivas tapas.
- Rejilla de captación en varilla redonda y marco en ángulo.
- Válvula de compuerta para salida al desarenador y para lavado.

*Desarenador:* Este circuito cuenta con un desarenador que recibe el caudal proveniente de las tres quebradas antes mencionadas y está ubicado en el mismo sitio donde se encuentra el tanque de almacenamiento. Adicionalmente, el Comité de Cafeteros construyó un desarenador en zona adyacente a la bocatoma de la quebrada "bejucos".

*Tanque de Almacenamiento:* Tiene una capacidad de 140 m<sup>3</sup> y está construido en concreto hace 8 años, en predio adquirido por el Acueducto de Combia Acuacombia. El tanque recibe el caudal de las quebradas San Vicente, Bejucos y Pavas en tubería de P.V.C de 6" y la distribuye en tubería de las mismas características. Además, cuenta con By Pass y las respectivas válvulas para su mantenimiento.

*Caseta de Cloración:* Construida anexa al tanque de almacenamiento en ladrillo revocado y enchapado en un 60% en cerámica hace 8 años, con techo en asbesto cemento, puerta y ventana de hierro, mesón de concreto para el tanque mezclador de cloro. Cuenta con instalación eléctrica para dosificador a 110V.

*Red de Aducción:* Construida en tubería de 3 pulgadas en P.V.C con una extensión de 2,36km, con algunos tramos en Hierro Galvanizado (H.G) con una extensión de 0,1km

*Red de Distribución:* Está construida en P.V.C diferentes diámetros y RD desde 6" hasta 11" con una extensión de 7,702km y pequeños tramos al final de esta en Hierro Galvanizado (GH) en tubería de 4" con una extensión de 1,018km.

**Circuito Pital:** La fuente abastecedora del circuito es la quebrada El Pital, posee estructura de captación de dique-toma en buen estado, la tubería de aducción es de Hierro Galvanizado (HG) de 49 años de existencia. Además, este circuito Abastece a cincuenta y dos viviendas de la vereda el Pital el sector los Mangos, con una cobertura del 44.83% (Instituto Municipal de Salud de Pereira y la Fundación Hábitat, 2004). El sistema está constituido así:

- Bocatoma con filtro construido en la misma quebrada con piedra- gravas y arena.
- Desarenador en concreto con capacidad aproximada de 35 m<sup>3</sup>, el cual conduce el agua hacia un filtro grueso rudimentario, con dos lechos filtrantes uno grueso en piedra en la parte superior y otro de grava en la parte inferior del filtro
- Redes de aducción en Hierro Galvanizado (HG) de 4" con una extensión de 0,1km.
- Tanque de almacenamiento de 60 m<sup>3</sup> construido en concreto aquí se realiza el proceso de cloración
- Red de distribución que tiene una extensión de 1,5km construidos en Asbesto Cemento (AC) y 18,4km construidos en tubería de PVC de 4".
- Tanque regulador de presión con una capacidad aproximada de 20 m<sup>3</sup>
- La caseta de cloración está construida en ladrillo enchapado y cubierta de concreto (loza), este sistema de cloración se hace por bombeo eléctrico las 24 horas del día.

Todos estos componentes descritos del Circuito Pital fueron construidos hace 15 años por el acueducto Acuacombia.

**Circuito los Monos:** Este circuito está en la terminación del proceso de construcción, capta el agua de la quebrada Los Monos y está compuesto por:

- Bocatoma en concreto con sistema de dique-toma sobre la quebrada Los Monos
- Desarenador construido en concreto y su capacidad aproximada es de 25 m<sup>3</sup>
- Redes de aducción en PVC y HG 3"
- Tanque de almacenamiento posee dos paredones a la vista y dos bajo tierra, construido en concreto y su capacidad es de 72 m<sup>3</sup>
- Red de distribución este mide 4850 metros, tendida en PVC de 4" RD 21. Cuenta con tres válvulas reguladoras de presión, tres de cortina y macromedidor.
- Caseta de cloración está construida en ladrillo y cubierta de eternit.

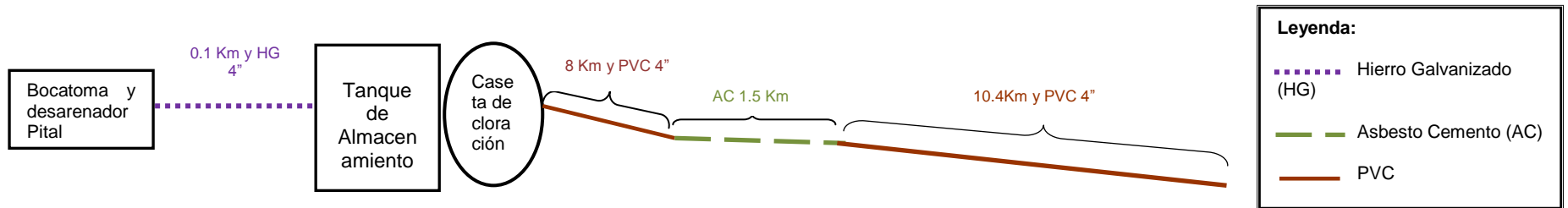
En

la

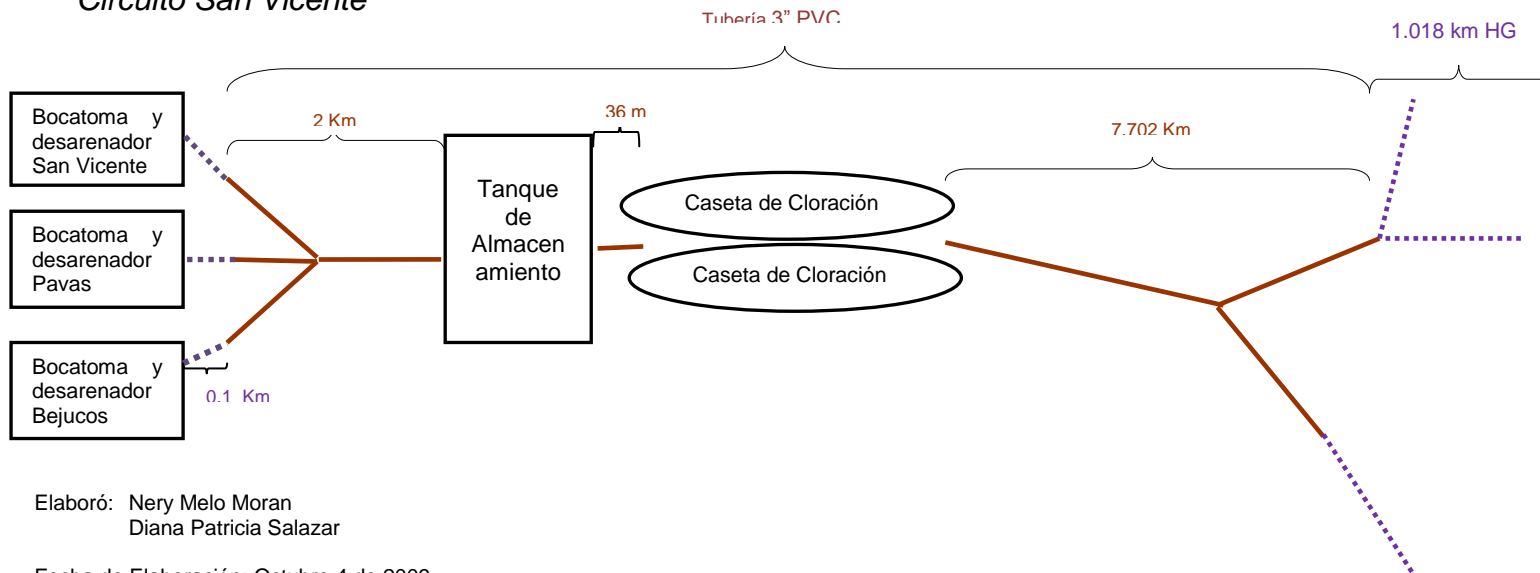
Figura 3 se aprecia un esquema de la estructura de Acuacombia donde se muestran los Circuitos Pital y San Vicente, incluyendo la extensión de la red de aducción y distribución con el tipo del material con que es construido.

**Figura 3** Esquema Estructura de Acuacombia

*Circuito Pital*



*Circuito San Vicente*



Elaboró: Nery Melo Moran  
Diana Patricia Salazar

Fecha de Elaboración: Octubre 4 de 2009

## 5 METODOLOGÍA

La secuencia metodológica que se siguió en el presente trabajo da respuesta a los objetivos específicos planteados, por medio de momentos que pretenden diagnosticar el riesgo sobre la calidad del agua para consumo humano y proponer las acciones correctivas y/o preventivas que permitan reducir el mismo, a través de unas actividades planteadas que utilizan diferentes técnicas que conducen a la obtención de un producto final tal como lo relaciona el Cuadro 2.

**Cuadro 2** Secuencia Metodológica

| OBJETIVO ESPECIFICO  | MOMENTOS   | ACTIVIDADES  | TÉCNICA   | PRODUCTO   |
|--|--|--|---|--|
| Identificar los factores de amenaza y vulnerabilidad en las fuentes abastecedoras y Sistema de Acueducto que puedan afectar la calidad del agua para consumo humano. | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Reconocimiento del Sistema de Abastecimiento</li> <li>* Levantamiento de información primaria y secundaria</li> <li>* Análisis de calidad del agua</li> <li>* Identificación y clasificación de Amenazas y Vulnerabilidades en todo el sistema de Acueducto</li> <li>* Semáforo para calificar el tipo de Amenaza en las áreas del sistema</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión de información secundaria</li> <li>* Salidas de campo y levantamiento de información primaria</li> <li>* Entrevistas Estructuradas y semiestructuradas</li> <li>* Comparación del análisis de la calidad del agua del laboratorio con los criterios de calidad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de documentación</li> <li>* Observación directa</li> <li>* Mapas cartográficos</li> <li>* Análisis de laboratorio de aguas</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Información básica</li> <li>* Escenario de amenazas y vulnerabilidad</li> </ul> |
| Proponer acciones correctivas y/o preventivas para la reducción del riesgo sanitario asociado a la calidad del agua suministrada                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Proposición de ejes estratégicos con sus respectivos programas y actividades por cada línea de acción que conforma el plan de contingencia</li> <li>* Acciones para situaciones de emergencia</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* las actividades están incluidas en el Plan de Contingencia</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Conforme a la Resolución 2115 de 2007 art. 18</li> <li>* Conforme al Decreto 1843 de 1991</li> <li>* Conforme a la Resolución 061 de 2007</li> <li>* Establecer puntos de monitoreo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Plan de contingencia</li> <li>* Reducción de amenaza</li> </ul>                 |

|   |  |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
| por el acueducto, basado en los criterios del Plan de Contingencia. |  |  | *Seguimiento de la calidad del agua<br><br>*Conforme al Plan de Desarrollo del Corregimiento de Combia Baja 2007-2017 |  |
|---|--|--|---|--|

Fuente: Elaboración propia

## 5.1 Objetivo Especifico N° 1. Identificar Factores de Amenaza y Vulnerabilidad

Para el cumplimiento del primer objetivo específico se tuvieron en cuenta tres momentos:

### 5.1.1 Reconocimiento del Sistema

Consistió en un acercamiento directo al Sistema de Abastecimiento de Agua por medio de la realización de visitas de campo con el acompañamiento de funcionarios de la secretaria de salud; además de entrevistas no estructuradas al personal administrativo y a los fontaneros encargados del mantenimiento y operación del acueducto.

### 5.1.2 Levantamiento de información primaria y secundaria

La información primaria fue recopilada por medio de entrevistas semi-estructuradas al gerente de la empresa, encuestas estructuradas a los habitantes del sector, observación directa al sistema y una revisión a la documentación existente, incluyendo mapas cartográficos.

- **Entrevistas Semi-estructuradas:** Con la finalidad de obtener información sobre las características técnicas, operativas y de administración del Sistema de Abastecimiento de Agua, las entrevistas estuvieron dirigidas al señor Darío Vélez quien se desempeña como gerente del Acueducto Acuacombia y a los Fontaneros del mismo en el momento de realizar las visitas de campo a las quebradas de las cuales se abastece el sistema.
- **Encuestas Estructuradas:** Se realizaron a los habitantes del sector con el propósito de conocer los productos fitosanitarios (fertilizantes y plaguicidas) más utilizados en la zona para la producción de los cultivos predominantes



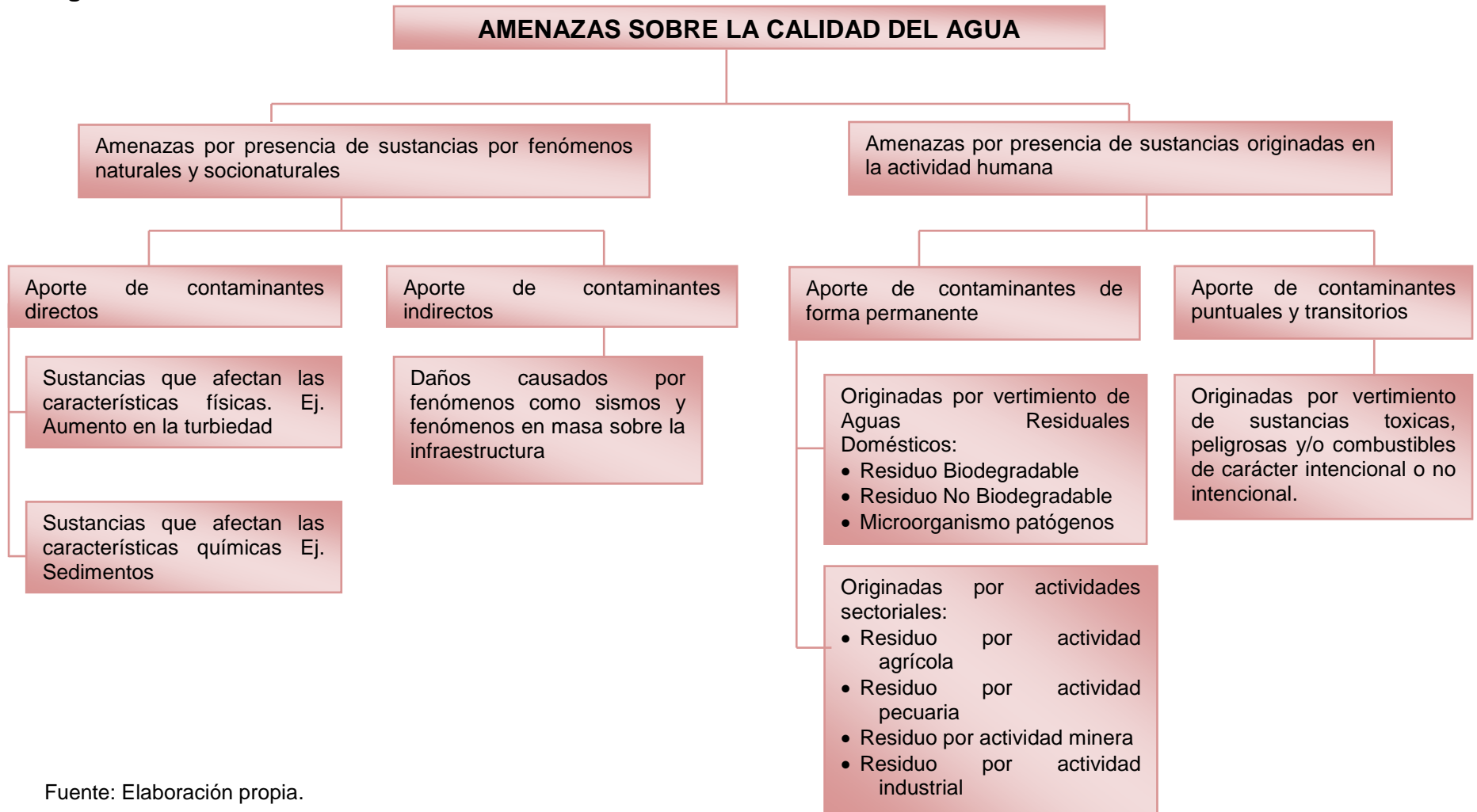
(Plátano y Café) en las fincas aledañas a las Quebradas de las cuales se surte el Acueducto (Anexo 3).

- **Observación directa al sistema:** Se realizó la inspección a cada una de las bocatomas, la parte media y alta de las quebradas que abastecen al acueducto, los tanques de almacenamiento y dosificadores de cloro, con el fin de conocer el sistema y su funcionamiento. Esta actividad fue ejecutada con el apoyo y acompañamiento de los fontaneros de la planta y funcionarios de la Secretaría de Salud. Además, se efectuó la revisión del estado de los sistemas sépticos construidos en las fincas aledañas a las Quebradas de las cuales se abastece el Acueducto.
- **Revisión de documentación:** Se analizaron los conceptos de amenaza y vulnerabilidad para la determinación de las mismas al confrontarlas con la información primaria recopilada.

Las amenazas y vulnerabilidades fueron determinadas de acuerdo a lo establecido en la Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano, por lo tanto se realizó la clasificación de las amenazas (Figura 4), esto conllevó a efectuar la calificación de la misma utilizando como técnica la elaboración de un semáforo de colores donde muestra el grado de la amenaza (alta, baja y no existe amenaza) considerando los áreas territoriales (Cuencas Abastecedoras y Red de distribución) (Cuadro 3). Además, para la revisión de la documentación, se tuvieron en cuenta factores como elemento de la vulnerabilidad (Cuadro 4).

La documentación revisada para identificar las Amenazas por presencia de sustancias por fenómenos naturales y socionaturales fue obtenida de las siguientes fuentes: Mapas tomados de la Página Web del Instituto Colombiano de Minería y Geología INGEOMINAS: Mapa de Amenaza Volcánica Potencial del Nevado del Ruíz, Mapa de Amenaza Volcánica Potencial del Nevado Santa Isabel. Así mismo, se revisó los metadatos del Mapa de Amenaza Sísmica y Valores de Aa de Colombia, como también documentos como: La Base Ambiental con Énfasis en Riesgos de Pereira, el Proyecto para la Mitigación del Riesgo Sísmico de Dosquebradas y Santa Rosa, el Estudio de Geología Ambiental del Corregimiento de Combia Alta y Combia Baja, y el Plano N° 7 Acuerdo 18 del 2000 del Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira. Además, para la identificación de las actividades agrícolas del sector se hizo uso de la herramienta cartográfica ArcView GIS 3.2, utilizando información en formato shp (Usos potencial, actual, conflicto de uso e hidrografía de la Quebrada Combia, que es surtida por los afluentes de los que capta el agua Acuacombia). Estos shp fueron suministrados por la CARDER.

**Figura 4** Clasificación de las Amenazas






Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 3** Semáforo para Calificar el Tipo de Amenaza en las Cuencas Abastecedoras

| Tipo de Amenaza<br>Área      | Aporte de contaminantes directos originados en fenómenos naturales y siconaturales | Aporte de contaminantes indirectos por daños causados por fenómenos naturales y siconaturales en infraestructura | Aporte de contaminantes puntuales y transitorios originados en la actividad humana                                   | Aporte de contaminantes de forma permanente originados en la actividad humana |
|------------------------------|--|--|--|---|
| <b>Cuencas Abastecedoras</b> | Amenaza Volcánica  | Amenaza Sísmica  | Amenaza por vertimientos de sustancias tóxicas, peligrosas y/o combustibles de carácter intencional o no intencional | Vertimientos de Aguas Residuales Domésticas                                   |
|                              | Amenaza Geotécnica   |  |  | Contaminantes Originados por Actividades Agrícolas y Pecuarias                |
|                              | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales                         |  |  | Mineras e Industriales.   |

Fuente: Elaboración propia

**Convenciones:**

-  Amenaza alta
-  Amenaza Baja
-  No Existe Amenaza

**Cuadro 4** Semáforo para Calificar el Tipo de Amenaza en la Infraestructura del Sistema de Acueducto

| <b>Área</b><br><br><b>Tipo de Amenaza</b>  | <b>Bocatoma y Desarenadores</b>  | <b>Aducción</b>  | <b>Tanque de Almacenamiento</b>  | <b>Caseta de Cloración</b>   | <b>Red de Distribución</b>   |
|--|--|--|--|--|--|
| <b>Aporte de contaminantes directos originados en fenómenos naturales y socionaturales</b>                               | Amenaza Volcánica  | Amenaza Volcánica  | Amenaza Volcánica  | Amenaza Volcánica  | Amenaza Volcánica  |
|  | Amenaza Geotécnica   | Amenaza Geotécnica   | Amenaza Geotécnica   | Amenaza Geotécnica   | Amenaza Geotécnica   |
|  | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   |
| <b>Aporte de contaminantes indirectos por daños causados por fenómenos naturales y socionaturales en infraestructura</b> | Amenaza Sísmica  | Amenaza Sísmica  | Amenaza Sísmica  | Amenaza Sísmica  | Amenaza Sísmica  |
| <b>Aporte de contaminantes puntuales y transitorios originados en la actividad humana</b>                                | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. |
| <b>Aporte de contaminantes de</b>  | Características Físicas  | Características Físicas  | Características Físicas  | Características Físicas  | Características Físicas  |

|   |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |
|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>forma permanente originados en la actividad humana</b> | Características Químicas        | Características Químicas        | Características Químicas        | Características Químicas        | Características Químicas        |
|   | Características Microbiológicas | Características Microbiológicas | Características Microbiológicas | Características Microbiológicas | Características Microbiológicas |

Fuente: Elaboración propia

**Convenciones:**



Amenaza alta



Amenaza Baja

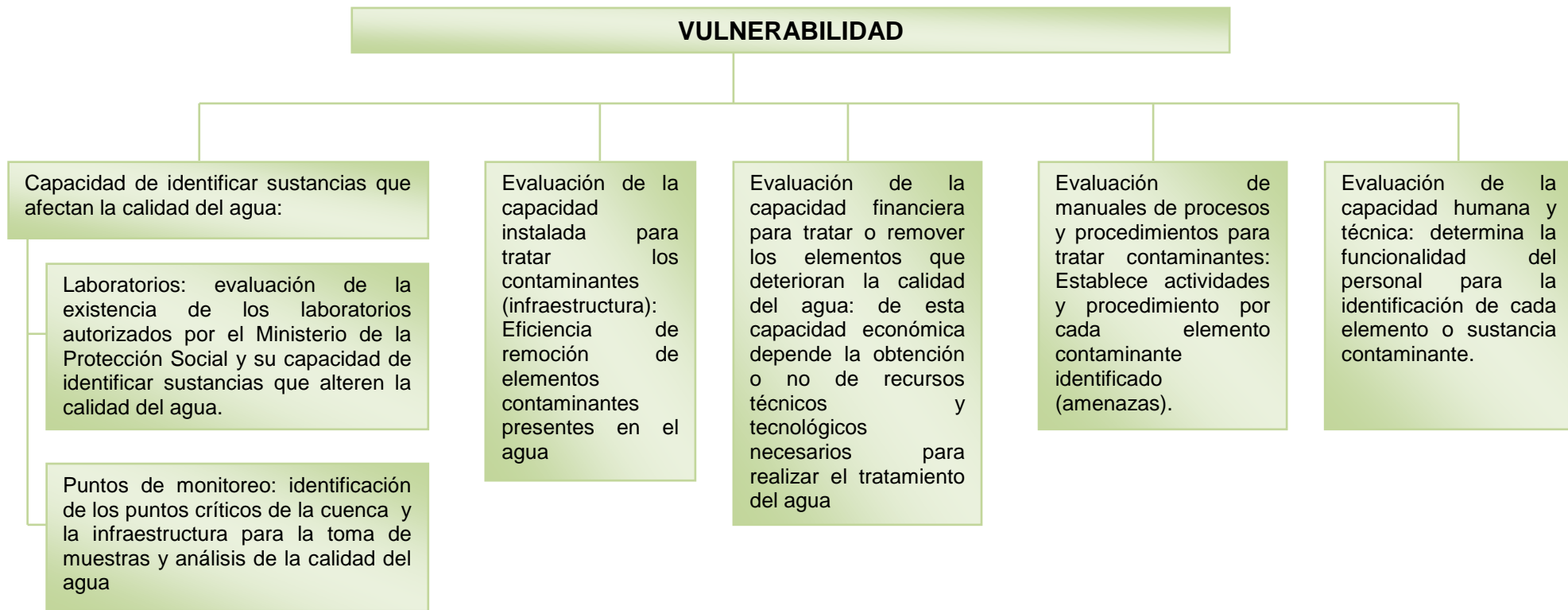


No Existe Amenaza



No Aplica

**Figura 5** Factores de la Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia.

### **5.1.3 Análisis de calidad del agua**

Para conocer la calidad de las quebradas de las cuales se abastece Acuacombia y como estas pueden ser afectadas por actividades humanas la Corporación Autónoma Regional de Risaralda -CARDER- realizó el 28 de Octubre de 2008 análisis de los parámetros como DBO, DQO y SST antes de la bocatoma de las cuatro quebradas que abastece a Acuacombia. Los análisis de Coliformes Totales y E. Coli en las bocatomas y red de distribución de los circuitos Pital y San Vicente fueron realizados por el Laboratorio de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales el 5 de Febrero de 2009, con la finalidad de saber el estado real de la calidad del agua que entrega el sistema de abastecimiento.

Así mismo, para conocer la calidad de las quebradas y como esta se podría deteriorar por actividades de origen agrícola y pecuario la CARDER realizó análisis de nitratos y fosfatos en las fuentes abastecedoras del Acueducto Acuacombia.

Los demás parámetros químicos no fueron analizados por el acueducto Acuacombia debido a la falta de recursos económicos. Sin embargo, se usó como referencia unos análisis de agua que contenían estos parámetros en la red de distribución realizados por la Secretaria de Salud Municipal tomados en el mes de Junio del 2008. Los parámetros evaluados y los puntos de muestreo se especifican en el Cuadro 5 y son aquellos cuyas características químicas tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis de aguas se procedió a calificar las amenazas sobre las fuentes abastecedoras de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000 y el Decreto 1594 de 1984, luego se calificó las amenazas sobre la Red de Distribución, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 2115 de 2007.

**Cuadro 5** Parámetros Evaluados y Puntos de Muestreo

| <b>Tipo de Amenaza a Identificar</b>   | <b>Tipo de Análisis</b>   | <b>Finalidad</b>   | <b>Lugar de Muestreo</b>   | <b>Elevación (msnm)</b> | <b>Coordenadas Geográficas</b>   |
|--|---|--|--|-------------------------|--|
| <b>Incidencia de las actividades humanas domésticas sobre la calidad del agua en las Quebradas</b>             | DBO<br>DQO<br>SST<br>Coliformes totales<br>E. coli (COLIFORMES FECALES)   | Verificar la afectación que pueda existir sobre la calidad del agua de las Quebradas por ARD (Aguas Residuales Domesticas)   | Antes de la bocatoma de la Quebrada Pavas<br>En el puente entre las fincas La Habana y Holanda | 1548                    | N 4°52'46,3"<br>O 75°44'38,4"  |
|  |   |  | Antes de la bocatoma de la Quebrada Pital en el Mango  | 1548                    | N 4°51'31"<br>O 75°44'39,5"  |
|  |   |  | Antes de la Bocatoma   | 1498                    | N 4°52'47,1"<br>O 75°44'56,5"  |
|  |   |  | Antes de la Bocatoma   | 1487                    | N 4°53'07,0"<br>O 75°44'35,7"  |
| <b>Incidencia de las actividades agrícolas y/o pecuarias sobre la calidad del agua en las Quebradas</b>        | Coliformes totales<br>E. coli (COLIFORMES FECALES)  | Verificar la afectación que pueda existir sobre la calidad del agua de las Quebradas por actividades sectoriales que generen presencia de sustancias asociadas a actividades agrícolas, pecuarias. | Vereda San Vicente Tienda "La Bodega" Red de distribución Circuito San Vicente                 | 1260                    | N 4° 51' 26"<br>O 75° 45' 28,5"  |
|  |   |  | Corregimiento Crucero de Combia, frente al puesto de salud. Red de distribución Circuito Pital | 1242                    | N 4° 49' 50.7"<br>O 75° 45' 25.5"  |
|  | Nitratos<br>Fosfatos  |  | Antes de las Bocatomas de las Quebradas Pavas, Bejucos, San Vicente y Pital                    | 1548, 1498, 1487        | N 4°52'46,3" O 75°44'38,4"<br>N 4°51'31" O 75°44'39,5"<br>N 4°52'47,1" O 75°44'56,5"<br>N 4°53'07,0" O 75°44'35,7" |
| <b>Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana</b> | Cloro Residual Libre<br>Alcalinidad Total<br>Cloruros<br>Dureza Total<br>Hierro Toral<br>Magnesio<br>Calcio<br>Fosfatos<br>Sulfatos<br>Nitritos | Para evaluar el agua para consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud                                       | Vereda San Vicente Tienda "La Bodega" Red de distribución Circuito San Vicente                 | 1260                    | N 4° 51' 26"<br>O 75° 45' 28,5"  |
|  |   |  | Corregimiento Crucero de Combia, frente al puesto de salud. Red de distribución Circuito Pital | 1242                    | N 4° 49' 50.7"<br>O 75° 45' 25.5"  |

Fuente: Elaboración Propia.



#### 5.1.4 Nivel de Riesgo del Agua para el Consumo Humano Suministrada por la Red de Distribución.

Para identificar el nivel de riesgo del agua para el consumo humano suministrada por la red de distribución, se tomó como base la clasificación que hace la Resolución 2115 de 2007 en el Art. 15, y se aplicó la fórmula del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano IRCA por muestra, tomada en los Circuitos San Vicente y Pital, utilizando la siguiente expresión:

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

Los puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas y a las no aceptables, se determinaron de acuerdo a lo establecido en el Cuadro 6

**Cuadro 6** Puntaje de Riesgo

| Características                 | Puntaje de Riesgo |
|---------------------------------|-------------------|
| Color Aparente                  | 6                 |
| Turbiedad                       | 15                |
| pH                              | 1.5               |
| Cloro Residual Libre            | 15                |
| Alcalinidad Total               | 1                 |
| Calcio                          | 1                 |
| Fosfatos                        | 1                 |
| Manganeso                       | 1                 |
| Molibdeno                       | 1                 |
| Magnesio                        | 1                 |
| Zinc                            | 1                 |
| Dureza total                    | 1                 |
| Sulfatos                        | 1                 |
| Hierro total                    | 1.5               |
| Cloruros                        | 1                 |
| Nitratos                        | 1                 |
| Nitritos                        | 3                 |
| Aluminio                        | 3                 |
| Fluoruros                       | 1                 |
| COT                             | 3                 |
| Coliformes totales              | 15                |
| Escherichia Coli                | 25                |
| Sumatoria de Puntajes Asignados | 100               |

**Fuente:** Resolución 2115 de 2007.

El valor del IRCA es cero cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.

De los resultados obtenidos de la fórmula del IRCA por muestra se definió la clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por Acucambia y se señalan las acciones que debe realizar la autoridad sanitaria competente de acuerdo a lo establecido en el Cuadro 7:

**Cuadro 7** Clasificación del Nivel de Riesgo en Salud Según el IRCA por Muestra

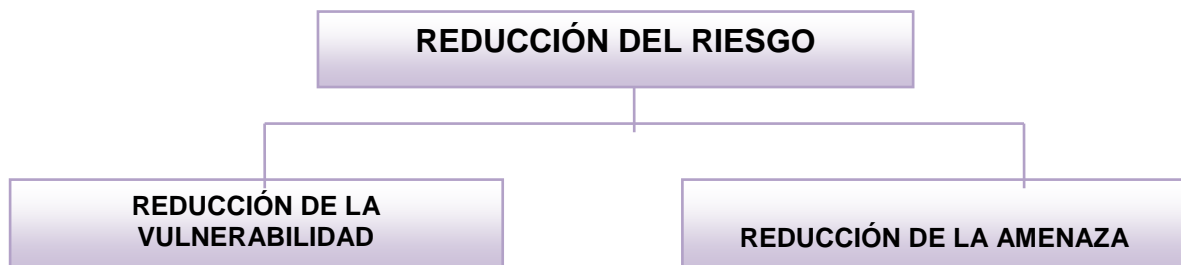
| <b>Clasificación IRCA (%)</b> | <b>Nivel de Riesgo</b>   | <b>IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)</b>                                 |
|-------------------------------|--------------------------|--|
| 80.1 -100                     | INVIABLE SANITARIA MENTE | Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General. |
| 35.1 – 80                     | ALTO                     | Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.   |
| 14.1 – 35                     | MEDIO                    | Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador.  |
| 5.1 – 14                      | BAJO                     | Informar a la persona prestadora y al COVE.  |
| 0 – 5                         | SIN RIESGO               | Continuar el control y la vigilancia.  |

**Fuente:** Resolución 2115 de 2007.

### 5.2 Objetivo Específico Nº 2. Acciones Correctivas y/o Preventivas para la Reducción del Riesgo Sanitario Asociado a la Calidad del Agua suministrada por el acueducto, basado en los criterios del Plan de Contingencia

El logro de estos objetivos específicos se relacionó con la reducción de la amenaza y la vulnerabilidad a través de la implementación de medidas estructurales y no estructurales tal como lo muestra la Figura 6.

**Figura 6** Esquema de Reducción del Riesgo



**Fuente:** Elaboración propia.

### 5.2.1 Medidas Estructurales

Son aquellas que apuntan a modificar en el corto plazo la incidencia directa de los riesgos y generalmente se asocia a obras civiles. Estas medidas consideraron aspectos como la existencia o no de amenaza por deslizamientos, inventario y estado de tanques sépticos en las fincas aledañas a las Quebradas, la capacidad técnica para identificar y tratar contaminantes en el agua y la eficiencia en la preservación de las microcuencas.

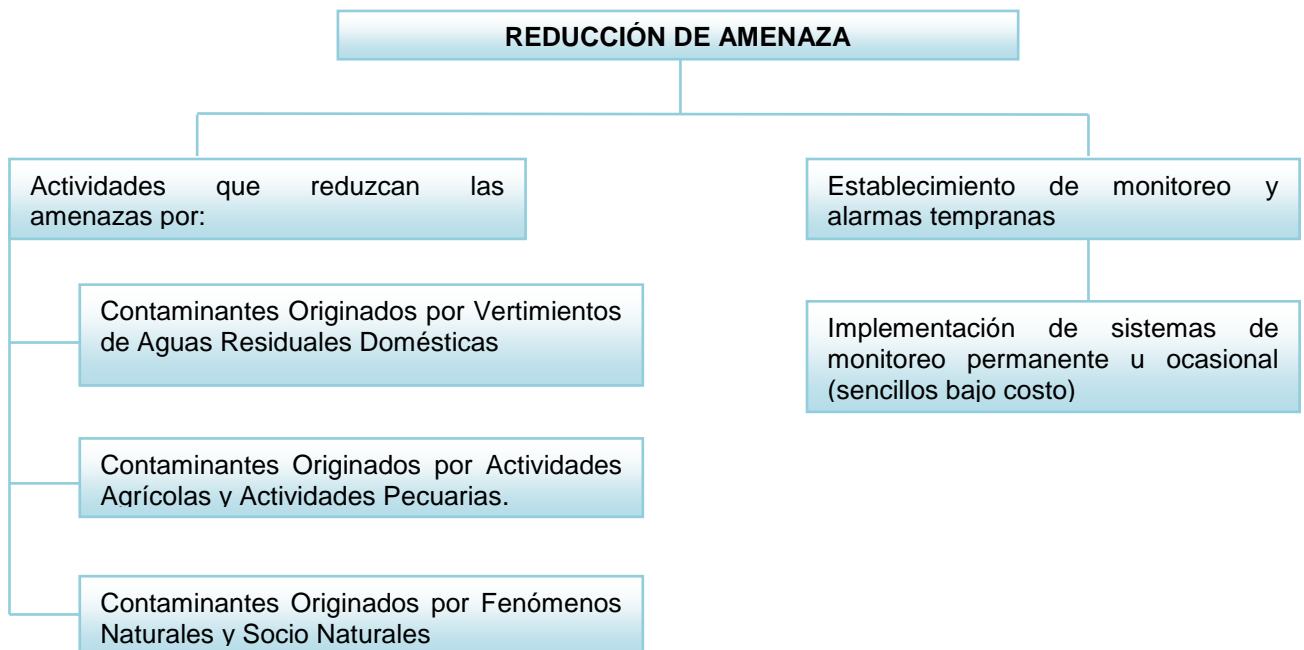
### 5.3 Medidas No Estructurales

Afectan en el mediano y largo plazo la dinámica de los riesgos, incluyen leyes, regulaciones, reglamentaciones frente al uso del suelo, campañas educativas y procesos de participación ciudadana entre otras.

### 5.4 Reducción de la Amenaza

A partir de las medidas anteriormente mencionadas, la reducción de la amenaza se enfocó en implementar medidas relacionadas en la Figura 7:

**Figura 7** Esquema Reducción de la Amenaza.

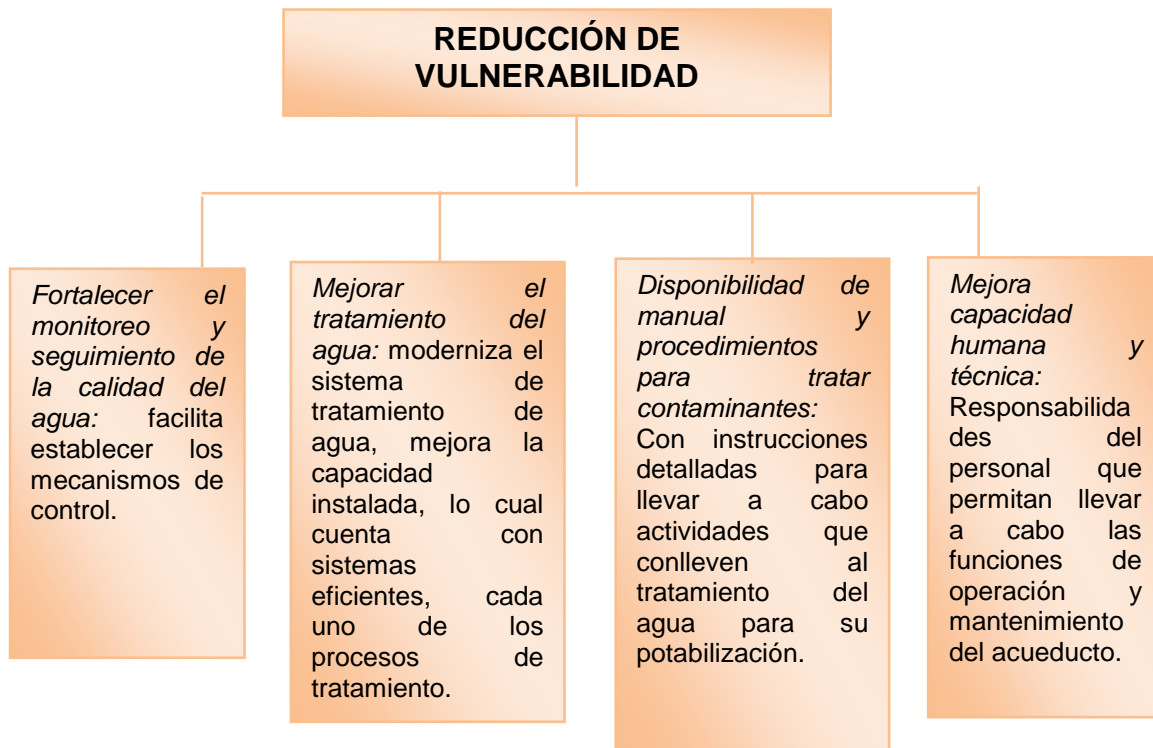


**Fuente:** Elaboración propia

### 5.4.1 Reducción de la Vulnerabilidad

Para la reducción de la vulnerabilidad el enfoque fue determinado así:

**Figura 8** Esquema Reducción de la Vulnerabilidad.



Fuente: Elaboración propia

Para reducir el riesgo sanitario sobre la calidad del agua, se debe analizar cada uno de los factores que contienen los esquemas planteados para reducir la amenaza y vulnerabilidad, lo cual tiende a proponer acciones que conforman el Plan de Contingencia encaminado a disminuir en cierta medida el riesgo sobre la calidad del agua. Además, su ejecución y funcionamiento será una herramienta valiosa que permitirá mejorar el bienestar de la comunidad abastecida y la eficiencia del sistema de acueducto.

## 6 RESULTADOS Y ANÁLISIS

- **Objetivo Específico N° 1 Identificar los Factores de Amenaza y Vulnerabilidad en las Fuentes Abastecedoras y Red de Distribución que Puedan Afectar la Calidad del Agua para Consumo Humano**

### **6.1 Amenazas por Presencia de Sustancias por Fenómenos Naturales y Socionaturales.**

#### **6.1.1 Amenaza Volcánica**

En el municipio de Pereira este tipo de riesgo es originado por la presencia del Nevado Santa Isabel; el cual no es un volcán típico con cráter visible; se trata de un conjunto de domos y domos coladas que crecieron en la intersección de fallas geológicas, es denominado "Complejo de Domos de Santa Isabel" (Gil, 2001).

Para evaluar la amenaza volcánica potencial del Complejo de Domos Santa Isabel, se hace necesario evaluar los eventos históricos y los productos de sus erupciones; para lo cual la CARDER y el INGEOMINAS elaboraron en el año de 1993 un estudio de amenaza volcánica del Nevado Santa Isabel, en donde una de sus conclusiones fue que el grado de actividad de este es baja como también la probabilidad de que ocurra una erupción a corto o mediano plazo.

Respecto a los productos de sus erupciones, se considera que los eventos originados por la actividad volcánica en el complejo de domos de Santa Isabel, como erupciones de carácter efusivo, amenazas por flujos de lava, flujos piroclásticos, flujos de lodo (lahares), colapsos de Domos, no afectarían la ciudad de Pereira y por consiguiente el corregimiento de Combia Baja. Además, por las condiciones topográficas y el relieve es poco probable que un flujo de lodo descienda por el valle del Río Otún (Gil, 2001).

Las lluvias de piroclastos, específicamente las cenizas volcánicas llegarían transportadas por los vientos.

Con base a los planteamientos anteriormente expuestos se considera que el municipio de Pereira posee una amenaza volcánica baja por lluvia de piroclastos y baja amenaza por flujos de lodo (lahares) (CARDER y FOREC, 2000).

Además, los mapas de Amenaza Volcánica Potencial del Nevado del Ruiz y Santa Isabel, elaborados por el INGEOMINAS demuestran claramente que los radios de

influencia de estos volcanes no afectan de manera significativa la zona rural de la ciudad de Pereira donde se encuentra ubicado Acuacombia, encontrándose por fuera del radio de influencia que indica una baja amenaza de que se presenten materiales como flujos de lava, piroclásticos y lahares que puedan afectar la calidad del agua para consumo humano (Anexo 4).

Por consiguiente, se considera que la amenaza volcánica sobre las Quebradas Pavas, San Vicente, Bejucos y Pital es baja. Así mismo, en el caso de que se llegaran a presentar lluvias de piroclastos (cenizas volcánicas) y logren entrar al sistema de acueducto transportadas por los vientos, existe la posibilidad de que las cenizas obstruyan las obras de captación, desarenadores y tuberías de conducción del agua cruda, tanques de almacenamiento y red de distribución, (CRID, 2000). Sin embargo, como ya se mencionó la probabilidad de que ocurra este fenómeno es baja, por consiguiente se deduce que la amenaza volcánica en estas unidades del sistema es baja.

### **6.1.2 Amenaza Sísmica**

El Proyecto para la Mitigación del Riesgo Sísmico de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal (Guzmán y Ochoa, 1998), en su etapa de reconocimiento y caracterización de segmentos de fallas activas, identifica en cercanías de Combia, varios segmentos activos, que son los denominados Dosquebradas, para la falla Silvia – Pijao y Matecaña y Matecaña 2, para la Falla cauca – Almaguer, lo cual resalta que dichos segmentos pueden producir sismos de magnitudes máximas probables entre 6.2 y 6.4 ( $M_w^1$ ), calculadas con base en longitudes de ruptura superficial (Gil, 2001).

Por consiguiente, y en base a los metadatos obtenidos del Mapa de Amenaza Sísmica y Valores de  $Aa^2$  ( $Aa$ : Aceleración Pico Efectiva) de Colombia emitido por el Ingeominas, el grado de amenaza de aceleración sísmica se califica alto con un valor de 0.250 gravedad terrestre (cm/s). Lo cual significa que en esta zona se

---

<sup>1</sup>  $M_w$ : Kanamori definió la magnitud espectral, basada en el Momento Sísmico (parámetro que relaciona las dimensiones de la fuente sísmica: rigidez del medio donde se produce el movimiento ( $\mu$ ), el área de dislocación (S) y el desplazamiento medio de la misma (D)). Además de esto cuando el sismo sobre pasa el valor de 6.9, las escalas mb (Magnitud de telesismos, sismos ubicados a distancias mayores a 500 km) y  $M_s$  (magnitud basada en la amplitud de ondas superficiales no son usadas y se usa la Magnitud de momento sísmico  $M_w$  que permite cuantificar sismos de gran magnitud (Zamudio, 2007).

<sup>2</sup>  $Aa$ : Se utiliza para definir las cargas sísmicas de diseño que exige el reglamento de construcciones sismorresistentes (Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente NSR-98)

esperan temblores muy fuertes con valores de aceleración pico efectiva mayores de 0.20 g (Anexo 5).

Dado el alto grado de amenaza sísmica presente en la región en la que se encuentra el acueducto, existe la posibilidad de que haya desabastecimiento del servicio y aporte de contaminantes indirectos en el agua para el consumo humano por daños en la infraestructura (bocatomas, Desarenadores, aducción, tanques de almacenamientos, y red de distribución). Igualmente, se pueden presentar aportes de sólidos en suspensión y aumento de turbiedad y color por fenómenos de remoción en masa causados por sismos.

### 6.1.3 Amenaza Geotécnica

La amenaza geotécnica en Combia Baja se representa por movimientos de masa superficiales encontrados en diferentes cortes de taludes de las carreteras que lo cruzan, debido a las constantes precipitaciones del sector que conlleva a acelerar procesos erosivos del material presente en los taludes de gran altura y pendiente (Gil, 2001).

Por otra parte, por medio de datos obtenidos en campo el día 3 de Octubre del 2008, se evidenció que la quebrada Pavas presenta deslizamientos en las laderas derecha e izquierda desde la parte media de la misma hasta antes de la bocatoma del acueducto (Cuadro 8 y Foto 1), sin embargo, estos se presentan solo en épocas de lluvia que en el sector de la quebrada Combia registra una precipitación media anual de 2070 mm de tipo bimodal, con dos periodos de lluvia (abril-mayo, septiembre-noviembre) y dos periodos de tiempo seco en los meses restantes (OMPAD, 2005).

**Cuadro 8** Deslizamientos en la Quebrada Pavas.

| Quebrada | Ubicación        | Coordenadas Geográficas     |
|----------|------------------|-----------------------------|
| Pavas    | Ladera derecha   | N 4°52'48,9"; O 75°44'40,6" |
|          | Ladera Izquierda | N 4°52'48,9"; O 75°44'40,6" |
|          | Ladera derecha   | N 4°52'49,2"; O 75°44'39,9" |
|          | Ladera Izquierda | N 4°52'50,9"; O 75°44'39,5" |
|          | Ladera derecha   | N 4°52'47,1"; O 75°44'39,5" |

**Fuente:** Elaboración Propia

**Foto 1** Deslizamientos a la orilla Quebrada Las Pavas



Como una situación particular y determinante de la fragilidad de la zona, el día 2 de diciembre de 2008 se presentaron múltiples deslizamientos en el Corregimiento de Combia consecuencia de las fuertes precipitaciones que causaron graves daños en gran parte de la infraestructura del acueducto conformado por bocatoma, Desarenadores, aducción y red de distribución. Una relación de los daños se presenta en el Cuadro 9 y en el Anexo 6.

**Cuadro 9** Relación de daños y localización de deslizamientos presentados el 2 de Diciembre de 2008

| Quebrada    | Ubicación            | Elevación (msnm) | Coordenadas Geográficas       | Estado  |
|-------------|----------------------|------------------|-------------------------------|---|
| San Vicente | Bocatoma             | 1536             | N 4°52'37"<br>O 75°44'44'     | Se destruyó la red de aducción (tubería de HG 3") en un tramo de 18 metros.<br>El curso de la quebrada cambio por un deslizamiento y se tapó la bocatoma. |
|             | Red de distribución  | 1491             | N 4°52'20.8"<br>O 75°44'42.7" | Se destruyó la red de distribución  |
|             | Viaducto San Vicente | 1436             | N 4°52'15.8"<br>O 75°44'15.6" | Hundimiento de la estructura (columnas) y rompimientos de cerca. Daño de tubería de 6" Tramo de 6 metros  |
|             | Viaducto La Bodega   | 1301             | N 4°51'22.99"<br>O 75°45'27"  | Se perdieron los anclajes y la cerca se destruyó. 15 metros tubería 4" HG.  |



|                 |  |      |                               |  |
|-----------------|--|------|-------------------------------|--|
|                 | Red San Vicente -Viaducto el Pomo-     | 1249 | N 4°51'7"<br>O 75°45'18.5"    | El viaducto de 15 metros de largo, se destruyó, sin embargo, la cerca y el tubo en 4" HG se recuperó provisionalmente por el acueducto.  |
|                 | Red San Vicente - Viaducto San Marino- | 1193 | N 4°50'27.5"<br>O 75°46'39.3" | 36 metros de cerca de hierro destruido y tubería de 3" HG y PVC. La Quebrada Combia se creció aproximadamente 8 metros destruyendo completamente el viaducto que contenía la red de distribución que se encontraba a la altura del puente de la carretera principal de la Vereda San Marino. |
| <b>El Pital</b> | Bocatoma                               |      |                               | Presenta averías en la cubierta del filtro en concreto de 4x6 metros aproximadamente. Toda la infraestructura de filtración está cargada de lodo y grava.  |
|                 | Viaducto La Renta                      | 1262 | N 4°50'7.5"<br>O 75°45'8"     | La fuerza del agua arrasó con toda la estructura del viaducto no cuenta con cerca, el tubo de 4" HG esta sostenido por caja de concreto y guadua.  |

**Fuente:** Elaboración Propia Basada en Visita de Campo en Enero 28 de 2009.

Así mismo, el Plano N° 7 del Acuerdo 18 del 2000 del Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira denominado *Áreas Susceptibles de Fenómenos de Remoción en Masa*, muestra que en el área donde nacen las quebradas San Vicente, Bejucos, Pavas y Pital presenta susceptibilidad alta a sufrir fenómenos de remoción en masa (Anexo 7), lo cual significa que existe una amenaza alta de que se contaminen las aguas por aporte de contaminantes directos ya sea directamente en las quebradas o en el sistema de acueducto.

#### **6.1.4 Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales**

Según Gil, (2001). La amenaza hidrológica en el Corregimiento de Combia Baja se presenta específicamente en Las quebradas la Arenosa y Los Monos que presentan llanuras de inundación relativamente amplias. Sin embargo, el acueducto en la actualidad no se surte de ninguna de estas dos quebradas a pesar de tener en fase de construcción un tercer circuito denominado Los Monos que tendría captación en la microcuenca que lleva este nombre, hecho por el cual no se tuvo en cuenta en la elaboración del presente trabajo.

Pero como ya se mencionó anteriormente las fuertes precipitaciones que se presentaron en la zona en los primeros días del mes de Diciembre evidenciaron una fuerte amenaza hidrológica sobre todo el sistema de abastecimiento, debido a que provocó una creciente en las quebradas que sumadas a los deslizamientos de la zona provocaron daños en la loza que cubría la Bocatoma del Circuito Pital, haciendo que se colmatara el filtro de grava y gravilla que esta contenía, además todos los viaductos que pasaban por la quebradas que contenían la red de distribución fueran arrastrados por la avalancha provocando una emergencia social en la zona (Anexo 6). Por lo que se deduce que la amenaza hidrológica sobre las Bocatomas, Aducción y Red de Distribución de Acuacombia se califica como alta. Sin embargo, para los componentes del sistema de acueducto como el tanque de almacenamiento y la caseta de cloración no existe amenaza por este fenómeno, debido a que no existe incidencia directa de las quebradas sobre estos.

#### **6.2 Amenazas por Presencia de Sustancias Originadas en la Actividad Humana**

Este tipo de amenaza se relaciona con los riesgos antrópica o antropogénica, los cuales se asocian en dos grupos:

1. Aporte de contaminantes de forma permanente
2. Aporte de contaminantes puntuales y transitorios

##### **6.2.1 Aporte de Contaminantes de Forma Permanente**

Los aportes de contaminantes que afectan la calidad del agua en la fuente de forma permanente, son originados por actividades agrícolas, pecuarias, domésticas, mineras e industriales. Por consiguiente, para la identificación de estos se realizaron análisis de calidad de agua en las Quebradas de las que se abastece el acueducto. Así mismo, se realizaron análisis de calidad de agua en la

Red de Distribución con la finalidad de conocer el estado real de la misma entregada por el acueducto. Los resultados de estos análisis se referencian en el Cuadro 10 y en el Cuadro 14 (este cuadro se referencia cuando se habla de la calidad del agua en la red de distribución)

#### **6.2.1.1 Contaminantes Originados por Aportes de Aguas Residuales Domésticas**

Estos aportes son generados por actividades cotidianas del ser humano como la limpieza, preparación de alimentos y necesidades fisiológicas, compuestos por tres tipos de residuos biodegradables (materia fecal, restos de alimentos, aceites y grasas), no biodegradables (detergentes, sales, sedimentos) y microorganismos patógenos. La calidad de las Quebradas San Vicente, Pavas, Bejucos y Pital, se analizó a partir de los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, la Demanda Química Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes totales y E-Coli, antes de las bocatomas.

De acuerdo a lo establecido por el Centro Nacional de Producción Más Limpia<sup>3</sup>, El vertimiento de aguas residuales domésticas incrementa el contenido de materia orgánica en el agua, aumentando la DQO y la DBO con la consecuente disminución del oxígeno disuelto, lo que afecta la vida acuática y La calidad en general del recurso. Según el RAS (2000) una fuente aceptable tiene el parámetro de DBO entre 1 y 3 mg/L, lo cual indica según los resultados expuestos en el Cuadro 10 que la calidad de las fuentes hídricas superficiales de las que se abastece Acuacombia es aceptable.

Sin embargo, el Decreto 1594 de 1984 define en el Artículo 39 los criterios de calidad admisibles para consumo humano y doméstico para aguas cuyo único tratamiento de potabilización es la desinfección con cloro, dispone que el valor de Coliformes Totales en las fuentes hídricas no debe sobrepasar de 1000 unidades formadoras de colonia en 100 mililitros de agua (UFC/100mL). Por consiguiente, al comparar este Decreto con los resultados del Cuadro 10, encontramos que la Quebrada que menos Coliformes totales contiene es Pital con un valor de 1060 UFC/100mL, sobrepasando los valores permitidos y evidenciando la necesidad de desarrollar un tratamiento de potabilización del agua.

---

<sup>3</sup> Ponencia Evaluación de la Calidad del Agua. En Internet: <http://www.cnpml.org/html/archivos/Ponencias/Ponencias-ID74.pdf>. Fecha de Consulta: Octubre 10 de 2008

Estos valores de Coliformes Totales pueden ser originados por la incidencia de las actividades humanas domésticas, lo cual ha hecho que en la mayoría de las casas aledañas a las quebradas se instalen sistemas sépticos para la disposición de sus residuos que en algunos casos no se les realiza el respectivo mantenimiento, generando riesgos de contaminación y de salud pública a los habitantes del lugar (Ver foto 2); Además, existen 9 de viviendas que no cuentan con ningún sistema para la disposición de residuos, por lo que estos son vertidos directamente a las quebradas (Anexo 8)

**Foto 2** Estado de los tanques sépticos aledaña a la quebrada Pavas



En Combia Alta y Baja, 323 viviendas vierten sus aguas servidas a los cuerpos de agua que abastecen los acueductos rurales, y 208 lo hacen a través de drenajes al exterior de las viviendas que finalmente pueden llegar a las quebradas, esta situación es agravada además por la baja cobertura de las redes de alcantarillado y la inadecuada utilización y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domesticas (Fundación Hábitat y el Instituto Municipal de Salud, 2004).

**Cuadro 10** Resultados de Análisis de Calidad de Agua de la Fuentes Abastecedoras del Acueducto

| <i>Tipo de Amenaza a Identificar</i>   | <i>Quebrada</i>                    | <i>Parámetro</i>                   | <i>Valor</i>       | <i>Calidad</i> | <i>Fuente</i>  |
|--|------------------------------------|------------------------------------|--------------------|----------------|--|
| <b>Incidencia de las actividades humanas domésticas sobre la calidad del agua en las Quebradas</b> | San Vicente (Antes de la Bocatoma) | D.Q.O (mg/L)                       | <21.3 <sup>4</sup> |                | Laboratorio de la CARDER, (Resultados muestra puntual, Octubre 28 de 2008)   |
|  |                                    | DBO5 (mg/L)                        | 0.73               | Aceptable      |  |
|  |                                    | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) | 8.3                |                |  |
|  |                                    | Coliformes Totales (UFC/100mL)     | 2560               |                | Laboratorio de Química Ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira, (Resultados muestra puntual, Febrero 15 de 2009) |
|  |                                    | E-Coli (UFC/100mL)                 | 160                |                |  |
|  | Bejucos (Antes de la Bocatoma)     | D.Q.O (mg/L)                       | <21.3              |                | Laboratorio de la CARDER, Octubre (Resultados muestra puntual, Octubre 28 de 2008)                                     |
|  |                                    | DBO5 (mg/L)                        | 0.43               | Aceptable      |  |
|  |                                    | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) | 3.8                |                |  |
|  |                                    | Coliformes Totales (UFC/100mL)     | 1740               |                | Laboratorio de Química Ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira, (Resultados muestra puntual, Febrero 15 de 2009) |
|  |                                    | E-Coli (UFC/100mL)                 | 30                 |                |  |
|  | Pavas (Antes de la Bocatoma)       | D.Q.O (mg/L)                       | <21.3              |                | Laboratorio de la CARDER, (Resultados muestra puntual, Octubre 28 de 2008)   |
|  |                                    | DBO5 (mg/L)                        | 0.02               | Aceptable      |  |
|  |                                    | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) | 5.5                |                |  |
|  |                                    | Coliformes Totales (UFC/100mL)     | 1800               |                | Laboratorio de Química Ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira,  |
|  |                                    | E-Coli (UFC/100mL)                 | 60                 |                |  |

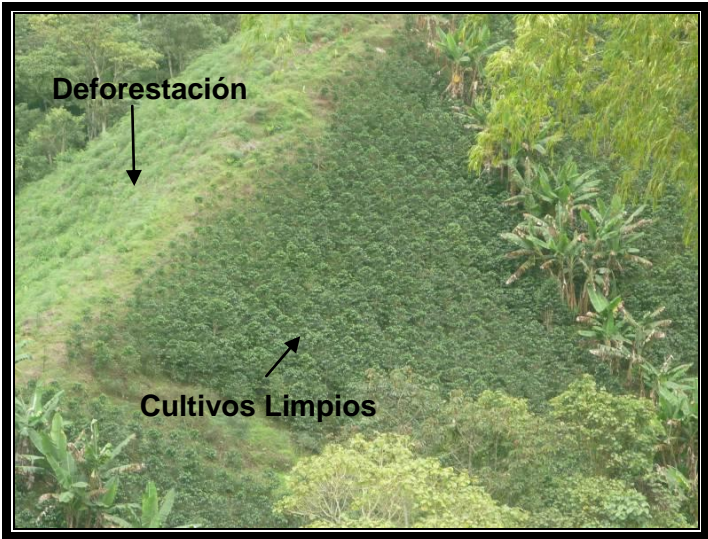
<sup>4</sup> Es el valor mínimo que el Método de Reflujo Cerrado permite leer para el análisis de la DQO

|   |                                    |  |       |           |  |
|---|------------------------------------|--|-------|-----------|--|
|   |                                    |  |       |           | (Resultados muestra puntual, Febrero 15 de 2009)   |
|   | Pital (Antes de la Bocatoma)       | D.Q.O (mg/L)                           | <21.3 |           | Laboratorio de la CARDER, (Resultados muestra puntual, Octubre 28 de 2008)   |
|   |                                    | DBO5 (mg/L)                            | 1.46  | Aceptable |  |
|   |                                    | Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)     | 3.0   |           | Laboratorio de Química Ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira, (Resultados muestra puntual, Febrero 15 de 2009) |
|   |                                    | Coliformes Totales (UFC/100mL)         | 1060  |           |  |
|   |                                    | E-Coli (UFC/100mL)                     | 30    |           |  |
| <b>Incidencia de las actividades agrícolas y/o pecuarias sobre la calidad del agua en las Quebradas</b> | San Vicente (Antes de la Bocatoma) | Nitratos N-NO <sub>3</sub>             | 1.92  | Aceptable | Laboratorio de la CARDER, (Resultados muestra puntual, Octubre 28 de 2008)   |
|   |                                    | Fosfatos PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | 0.09  | Aceptable |  |
|   | Bejucos (Antes de la Bocatoma)     | Nitratos N-NO <sub>3</sub>             | 0.60  | Aceptable |  |
|   |                                    | Fosfatos PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | <0.09 | Aceptable |  |
|   | Pavas (Antes de la Bocatoma)       | Nitratos N-NO <sub>3</sub>             | 1.24  | Aceptable |  |
|   |                                    | Fosfatos PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | <0.09 | Aceptable |  |
|   | Pital (Antes de la Bocatoma)       | Nitratos N-NO <sub>3</sub>             | <10   | Aceptable |  |
|   |                                    | Fosfatos PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> | <0,5  | Aceptable |  |

Fuente: Elaboración Propia.

Adicional a esto la deforestación, los cultivos limpios, los pastos manejados y la falta de respeto a las franjas de protección de las quebradas (Foto 3, Foto 4 y Foto 5); son factores que contribuyen a la contaminación del agua por vertimientos dispersos como los originados por cultivos, puesto que estos logran llegar directamente a los cauces por escorrentía.

**Foto 3** Cultivos Limpios y Deforestación en los alrededores de la Quebrada Pital



**Foto 4** Pastos manejados y Deforestación En los alrededores de la Quebrada San Vicente





**Foto 5** Cultivos Limpios y Deforestación En los Alrededores de la Quebrada San Vicente



Adicional a esto, el Instituto Municipal de Salud de Pereira y la Fundación Hábitat en el Informe Final de Caracterización de las Condiciones Ambientales y Sanitarias del Sector Rural del Municipio de Pereira, 2004, afirma que los problemas que se presentan por aguas residuales domésticas se derivan principalmente de los asentamientos aledaños a las Quebradas Pital y Pavas:

- **En la Quebrada Pital:** Se encuentran más de cuarenta viviendas que en su mayoría cuentan con pozos sépticos construidos por el Comité de Cafeteros, sin embargo, tres de estas no cuentan aún con un sistema adecuado de disposición de las aguas residuales, razón por la cual estas aguas son vertidas directamente a la quebrada.
- **En la Quebrada Pavas:** No se tiene un dato exacto de las viviendas existentes pero en su mayoría cuentan con sistemas de disposición de aguas servidas, las que no lo tienen realizan vertimientos a la quebrada.



## 6.2.2 Contaminantes Originados por Actividades Agrícolas y Pecuarias

Las cuencas abastecedoras en general se ven fuertemente afectadas de forma recurrente por el aporte de aguas residuales de zonas de producción agrícola y ganadera, ya que contienen fertilizantes como nitratos, fosfatos y plaguicidas que terminan en los cuerpos de agua.

Estos parámetros a excepción de plaguicidas, fueron analizados en las Quebradas de las que se abastece el acueducto Acuacombia, cuyos resultados se encuentran referenciados en el Cuadro 10.

Los nitratos y fosfatos dentro de su clasificación según la Resolución 2115 de 2007, son características químicas que tiene implicaciones sobre la salud humana; sin embargo para el caso de Acuacombia, no se detectaron amenazas por presencia de nitratos, ya que según el Decreto 1594 de 1984 este no debe sobrepasar un valor de 10.

En cuanto a lo que se refiere al parámetro de plaguicidas, no fue evaluado por el acueducto Acuacombia, ni por los análisis de aguas realizados por la CARDER, debido a que estas entidades no cuentan con los recursos económicos para realizar las pruebas necesarias y correspondientes para la detección de plaguicidas. Sin embargo, en el área de estudio es evidente la predominancia de cultivos como café y plátano, que en algunas ocasiones se presentan en las franjas de las quebradas, sin respetar el área de protección de las mismas, tal como lo muestra la Foto 6 y la Foto 7 .

**Foto 6** Cultivos de Plátano cerca de la bocatoma el Pital.



**Foto 7** Actividades Agrícolas Cultivos (Café y Plátano) Alrededor de la Bocatoma el Pital.



Así mismo, el Instituto Municipal de Salud de Pereira y la Fundación Hábitat en el Informe Final de Caracterización de las Condiciones Ambientales y Sanitarias del Sector Rural del Municipio de Pereira, 2004, presentan un diagnóstico de las quebradas de las que se surten los acueductos rurales del municipio, en donde se especifica el estado de las franjas de protección y los usos del suelo, tal como se muestra en el Cuadro 11.

**Cuadro 11** Características Generales de las Quebradas Pital, San Vicente, Bejucos y Pavas.

| Quebrada     | Franja de Protección  | Usos del suelo  | Observaciones  |
|--------------|---|---|--|
| <b>Pital</b> | Se encuentra presionada por zonas de cultivos de café y plátano principalmente, además de presentar rastrojo. | La cobertura vegetal en el lugar de la captación es rastrojo, además de presentar café y plátanos en los alrededores de la quebrada. Aguas arriba existen procesos de deforestación y pastoreo. | Aguas arriba la quebrada se encuentra altamente intervenida por la deforestación, que puede generar disminuciones en el caudal. Además, los cultivos hasta el borde de la quebrada especialmente de café y plátano, en ocasiones son fumigados, produciendo la contaminación del agua. |
| <b>Pavas</b> | La franja protectora es de quince metros a lado y lado de la quebrada en buenas condiciones.                  | El área circundante a la franja de protección se encuentra cultivos de café, plátano y yuca, aguas arriba de la bocatoma se   | Hay evidencias de erosión que va de moderada a ligera debido a la alta pendiente del terreno y a la presencia de zonas de cultivos cerca al  |

|                    |  |   |   |
|--------------------|--|---|---|
|                    |  | hallan algunas zonas con pastos y cultivos hasta la orilla de la quebrada.  | cauce de la quebrada, el acueducto cuenta con la asesoría del Plan Metropolitano de Reforestación.  |
| <b>San Vicente</b> | Se encuentra fuertemente intervenida por la presencia de cultivos de café y plátano en su mayoría. | En la parte alta se producen procesos de deforestación, cultivos de plátano, yuca y café hasta la ribera del cauce, pastos manejados. | A todo lo largo de la quebrada se encuentran altas pendientes que sumadas a la presencia de los cultivos propician la ocurrencia de procesos erosivos. Además estos en ocasiones son fumigados, produciendo la contaminación del agua. Existe reforestación en la microcuenca realizada por el Plan Metropolitano de Reforestación. |
| <b>Bejucos</b>     | La franja de protección presenta variaciones de ancho, a lo largo de la Quebrada.                  | La parte alta antes de la bocatoma presenta procesos de deforestación, cultivos hasta el cauce de la quebrada.                        | En la bocatoma como aguas arriba de ella se presentan fuertes pendientes que con la presencia de cultivos limpios aumentan la probabilidad de la ocurrencia de procesos erosivos y de contaminación de aguas por residuos de plaguicidas.   |

**Fuente:** Elaboración Propia. Basada en Instituto Municipal de Salud de Pereira y la Fundación Hábitat, 2004.

Las altas pendientes, los cultivos de café y plátano en su mayoría en los alrededores de las quebradas sin respetar la franja de protección de las mismas son factores que presumen la existencia de una amenaza por presencia de plaguicidas en las aguas, ya que es posible que estos lleguen por escorrentía natural o vía aérea arrastrados por los vientos, debido a las prácticas de fumigación.

Como ya se mencionó anteriormente, no se realizaron pruebas de laboratorio para análisis de plaguicidas, sin embargo, se efectuaron encuestas a los habitantes de las fincas aledañas a las quebradas de las que se abastece Acuacombia con el propósito de obtener la información necesaria para establecer de manera precisa el uso de plaguicidas. Se indagó acerca del nombre común o comercial del producto utilizado en cada cultivo, el área del cultivo y el método de fumigación; información necesaria para realizar un análisis detallado sobre el uso de fertilizantes y plaguicidas en el área de estudio (Anexo 9 y Ver Cuadro 12).

**Cuadro 12** Fertilizantes y Plaguicidas Usados en las Fincas Aledañas a las Cuencas Abastecedoras

| Microcuenca        | Finca       | Cultivo        | Área de cultivo | Fertilizantes y Plaguicidas Usados (Nombre Comercial)   | Frecuencia                             |
|--------------------|-------------|----------------|-----------------|---|--|
| <b>Pavas</b>       | Monte Rey   | Café y Plátano | 5 Ha Aprox.     | No se aplica plaguicidas, ni se abona por falta de recursos.  |  |
|                    | El Diamante | Café y Plátano | 2 Ha            | Producción 17-6-18-2, Urea 46-0-0, CKL, Fosfato DAP.  | <b>Cada mes y medio</b>                |
|                    | El Paraíso  | Café y Plátano | No sabe         | Urea 46-0-0, Producción 17-6-18-, Alto 100  | <b>Cada 6 meses</b>                    |
|                    | Villa Elena | Café y Plátano |                 | Producción 17-6-18-2, gallinaza   | <b>Cada 3 y 6 meses</b>                |
|                    | La Habana   | Café y Plátano | 20 Ha aprox.    | Urea 46-0-0, Inoculante Biológico de Suelos, Fosfato DAP 18-46-0, KCL, Thiodan, Herbicida Dithane M45 | <b>Cada mes y medio y cada 6 meses</b> |
| <b>San Vicente</b> | Potosí      | Café y Plátano | 20 Ha           | DAP 18-46-0, Fosfato DAP, Kompostar, Urea Granulada   | <b>Cada 6 meses</b>                    |
|                    | La Habana   | Café y Plátano | 20 Ha aprox.    | Úrea 46-0-0, Inoculante Biológico de Suelos, Fosfato DAP 18-46-0, KCL, Thiodan, Herbicida Dithane     | <b>Cada mes y medio y cada 6 meses</b> |
| <b>Bejucos</b>     | Potosí      | Café y Plátano | 20 Ha           | DAP 18-46-0, Fosfato Diamónico, Kompostar, Urea Granulada   | <b>Cada 6 meses</b>                    |
|                    | El Paraíso  | Café y Plátano | No sabe         | Urea 46-0-0, Producción 17-6-18-2, Alto 100   | <b>Cada 6 meses</b>                    |
|                    | Villa       | Café y         |                 | Producción 17-6-  | <b>Cada 3 y 6</b>                      |

|              |            |                      |             |  |                     |
|--------------|------------|----------------------|-------------|--|---------------------|
|              | Elena      | Plátano              |             | 18-2, gallinaza  | <b>meses</b>        |
| <b>Pital</b> | La Paz     | Café y Plátano       | 6 Ha Aprox. | No se aplica plaguicidas, ni se abona por falta de recursos. |                     |
|              | El Oriente | Café, Plátano y yuca | 7 Ha Aprox. | Roundup, gallinaza y producción 25-4-24                      | <b>Cada 6 meses</b> |

**Fuente:** Elaboración propia

La cantidad de producto utilizado en los cultivos es aproximadamente 80gr a 100gr por planta y la técnica utilizada para fumigar es por bombeo.

De acuerdo con la información relacionada en el Cuadro 12 muestra el uso con el mayor número de veces del fertilizante Producción 17-6-18-2 (comercializado con el nombre de Remital), que según el Cuadro 13 los ingredientes activos de este son: nitrógeno total N 17%, Fósforo asimilable P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 6%, Potasio K<sub>2</sub>O 18% y 2% de elementos menores. El Remital, es aplicado en la mayoría de las fincas aledañas a la quebrada Pavas, utilizado para el abonamiento de los cultivos de café en producción. Lo cual infiere una potencial presencia de plaguicidas en especial en esta Quebrada.

**Cuadro 13** Principales Características de los Plaguicidas Utilizados en los Cultivos Aledaños a las Microcuencas.

| <b>CLASE DE FERTILIZANTES Y PLAGUICIDAS</b>       | <b>INGREDIENTE ACTIVO</b>  |
|---|--|
| CLORURO POTASIO (KCl) 0-0-60 50 KG (Fertilizante) | Fertilizante Inorgánico, tipo potasico con 60% de K y 45 de Cl   |
| FOSFATO DAP 50 KG 18-46-0 (Fertilizante)          | Fertilizante con 18% de Nitrógeno, 46% de fósforo estructura granular. Fertilizante súper-concentrado apropiado como fuente fosfatada y nitrogenada en suelos bien abastecidos con Potasio. Eficaz para una amplia gama de cultivos, particularmente para arroz-riego en aplicaciones post-siembra. Cuando se aplica en la siembra debe evitarse el contacto con la semilla. |
| PRODUCCION 25-4-24 X 50KG (Fertilizante)          | Especialmente preparado para el cultivo de café, con concentración en 25% de N   |
| UREA 46% 46-0-0 X 50 KGS (Fertilizante)           | Fertilizante Inorgánico, tipo nitrogenado con 45% de N, Biuret 1.5 %, Humedad 1%   |
| REMITAL 17-6-18-2 X 50 KG (Fertilizante)          | Fertilizante compuesto formulado así: nitrógeno total N 17%, Fósforo asimilable P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 6%, Potasio K <sub>2</sub> O 18% y 2% de elementos menores   |

|  |   |
|--|---|
| ALTO 100 SL POR LITRO<br>(Fungicida)     | Cyproconazole 10% (100g/l). Concentrado soluble.<br>Símbolo N, XN |
| Dithane M45 (Fungicida)                  | Fungicida, Mancozeb   |
| ROUNDUP SPECTRA POR<br>LITRO (Herbicida) | Glifosato 648 g/l IV SL   |
| Thiodan (Insecticida)                    | Insecticida, Endosulfan   |

**Fuente:** Elaboración propia

Cabe aclarar, que la información obtenida es suministrada en algunos casos por sus propietarios o los habitantes y/o trabajadores de las fincas, es decir, que para los resultados de la encuesta y el análisis sobre plaguicidas se asumió de la buena fe suministrada por los entrevistados.

De acuerdo con lo descrito en el Cuadro 12, se evidenció que el uso de plaguicidas no se presenta con mucha frecuencia en el sector, debido a que la mayoría de los habitantes de las fincas no cuentan con la capacidad económica requerida para hacerlo. Sin embargo, cada que esto se realiza se presenta una amenaza sobre la calidad del agua para consumo humano ya que estos tienen la probabilidad de que lleguen a los cuerpos de agua por escorrentía. Razón por la cual, la amenaza por contaminantes originados en actividades agrícola y pecuarias se califica como Baja.

### **6.2.3 Contaminantes Originados por Actividades Mineras e Industriales.**

Las características químicas que alteran la calidad del agua que deben ser evaluadas para saber la destinación del recurso para consumo humano y doméstico según el Decreto 1594 de 1984 son:

- Antimonio
- Arsénico
- Bario
- Cadmio
- Cianuro libre y disociable
- Cobre
- Cromo total
- Mercurio
- Plomo
- Selenio

En los alrededores del acueducto Acuacombia no se presentan actividades del sector minero e industrial, debido a las características de los parámetros químicos descritas en el Anexo 10 por lo que se infiere que no existe amenaza sobre la

calidad del agua para consumo humano en el acueducto acuacombia por aporte de sustancias químicas de los vertimientos que ahí se generan.

#### **6.2.4 Aporte de Contaminantes Puntuales y Transitorios**

Según la Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2008. Este tipo de amenazas se relaciona con aporte de contaminantes a las fuentes abastecedoras o al interior de la infraestructura de acueducto, de forma puntual desde el punto de vista espacial y casual o transitorio desde el punto de vista temporal. También, se relacionan con vertimientos de sustancias tóxicas, peligrosas y/o combustibles de carácter intencional o no intencional.

Los eventos asociados a estas amenazas hacen referencia a posibles derrames de combustibles, originados en atentados sobre la infraestructura para su transporte de poliductos, gasoductos y oleoductos.

Otro factor es el transporte terrestre y fluvial de sustancias de la industria química del país, que accidentalmente son derramadas debido especialmente a incidentes vehiculares en las vías terrestres o daños de la embarcación fluvial de carga.

Igualmente, se identifican los atentados que vierten directamente elementos tóxicos, como venenos a las fuentes abastecedoras o directamente a la infraestructura.

En el corregimiento de Combia Baja no se presenta ninguna de las situaciones anteriormente mencionadas, por lo que se determina que no existe ninguna amenaza por aporte de contaminantes puntuales y transitorios que puedan afectar la infraestructura y la calidad del agua para consumo humano de las fuentes abastecedoras.

#### **6.2.5 Calidad del Agua en la Red de Distribución**

El análisis de las amenazas sobre la calidad del agua para consumo humano se efectuó en las quebradas que abastecen Acuacombia como se analizó anteriormente y en la red de distribución.

Para tal fin en el Laboratorio de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias Ambientales realizó análisis de Coliformes Totales y E-Coli; y la Secretaría de Salud y Protección Social de Pereira realizó análisis de cloro residual, alcalinidad total, dureza total, Hierro, Magnesio, Calcio, Nitritos y Fluoruros en los dos circuitos de distribución (San Vicente y Pital) estos resultados se relacionan en el

Cuadro 14 donde es evidente la presencia de Coliformes totales y E-Coli en el Circuito Pital.

**Cuadro 14** Resultados de Análisis de Calidad de Agua en la Red de Distribución

| Tipo de Amenaza a Identificar  | Circuito    | Parámetro                                      | Valor | Valores Aceptables (Según Resolución 2115/07) | Calidad      | Fuente   |
|--|-------------|--|-------|---|--------------|--|
| <b>Calidad Microbiológica</b>  | San Vicente | Coliformes Totales (UFC/100mL)                 | 0     | 0   | Aceptable    | Laboratorio de Química Ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira, (Resultados muestra puntual, Febrero 15 de 2009) |
|  |             | E-Coli (UFC/100mL)                             | 0     | 0   | Aceptable    |  |
|  | Pital       | Coliformes Totales (UFC/100mL)                 | 510   | 0   | No Aceptable |  |
|  |             | E-Coli (UFC/100mL)                             | 30    | 0   | No Aceptable |  |
| <b>Características Físicas</b>   | San Vicente | Color Aparente (UPC)                           | 10.0  | $\leq 15$                                     | Aceptable    | Secretaría de Salud y Protección social de Pereira, (Resultados muestra puntual, Noviembre 13 de 2008)                 |
|  |             | Turbiedad (UNT)                                | 3.7   | $\leq 5$                                      | Aceptable    |  |
|  |             | Olor   |       |   | Aceptable    |  |
|  | Pital       | Color Aparente (UPC)                           | 10.0  | $\leq 15$                                     | Aceptable    |  |
|  |             | Turbiedad (UNT)                                | 1.6   | $\leq 5$                                      | Aceptable    |  |
|  |             | Olor   |       |   |              |  |
| <b>Características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana</b> | San Vicente | Cloro Residual Libre (mg/L)                    | 2.7   | $\geq 0.3$ y $\leq 2$                         | No Aceptable |  |
|  |             | Alcalinidad Total (mg/L de CaCO <sub>3</sub> ) | 73    | $\leq 200$                                    | Aceptable    |  |
|  |             | Cloruros (mg/L de Cl)                          | 6     | $\leq 250$                                    | Aceptable    |  |
|  |             | Dureza Total (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )      | 79    | $\leq 300$                                    | Aceptable    |  |
|  |             | Hierro Total (mg/L de Fe)                      | 0.27  | $\leq 0.3$                                    | Aceptable    |  |
|  |             | Magnesio (mg/L de Mg)                          | 9     | $\leq 36$                                     | Aceptable    |  |
|  |             | Calcio (mg/L de Ca)                            | 17.0  | $\leq 60$                                     | Aceptable    |  |
|  |             | Fosfatos                                       | 0.1   | $\leq 0.5$                                    | Aceptable    |  |



|  |       |   |      |             |           |
|--|-------|---|------|-------------|-----------|
|  |       | (mg/L de PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )          |      |             |           |
|  |       | Sulfatos (mg/L de SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | 0    | <=250       | Aceptable |
|  |       | Nitritos (mg/L de NO <sub>2</sub> )               | 0.00 | <=0.1       | Aceptable |
|  | Pital | Cloro Residual Libre (mg/L)                       | 1.9  | >=0.3 y <=2 | Aceptable |
|  |       | Alcalinidad Total (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )    | 40   | <=200       | Aceptable |
|  |       | Cloruros (mg/L de Cl)                             | 2    | <=250       | Aceptable |
|  |       | Dureza Total (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )         | 40   | <=300       | Aceptable |
|  |       | Hierro Total (mg/L de Fe)                         | 0.08 | <=0.3       | Aceptable |
|  |       | Magnesio (mg/L de Mg)                             | 3    | <=36        | Aceptable |
|  |       | Calcio (mg/L de Ca)                               | 10.0 | <=60        | Aceptable |
|  |       | Nitritos (mg/L de NO <sub>2</sub> )               | 0.00 | <=0.1       | Aceptable |
|  |       | Fluoruros (mg/L de F <sup>-</sup> )               | 0.1  | <=1         | Aceptable |

**Fuente:** Elaboración Propia

Según el Artículo 11 de la Resolución 2115 de 2007 (características microbiológicas del agua para consumo humano), cuando se usa la técnica filtración de membranas, el resultado para Coliformes totales y fecales debe de ser 0 (cero) Unidad Formadora de Colonia (UFC) en 100 cm<sup>3</sup> de muestra, con límites de confianza del 95%.

Los resultados de los análisis de laboratorio a las muestras tomadas indican que el tratamiento realizado por el proceso de cloración no es suficiente para la desinfección del agua, demostrando que existe baja eficiencia en la remoción de los contaminantes aportados por las aguas residuales domesticas y actividades agrícolas y/o pecuarias, específicamente en el Circuito Pital en donde la cantidad de UFC de E-Coli es la misma que se encuentra presente en la Quebrada Pital que es la que abastece este Circuito.

Por otra parte al comparar los resultados arrojados por la Secretaría de Salud (entidad encargada de hacer seguimiento de la calidad del agua entregada por los acueductos del municipio) con la Resolución 2115 de 2007 emitida por el

Ministerio de Protección Social Vivienda y Desarrollo Territorial los parámetros analizados no representan una amenaza sobre la calidad del agua para su consumo a excepción del cloro residual libre encontrado en la red final del circuito San Vicente, el cual se clasifica en el nivel de riesgo medio desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico.

El exceso de cloro residual libre en el agua contribuye a la formación de trihalometanos totales y ácidos acéticos halogenados principalmente, los cuales pueden traer consecuencias sobre la salud humana ya sea por la ingestión, inhalación o absorción dérmica como daños en las funciones reproductoras y el desarrollo de enfermedades como el cáncer (Sánchez, 2008).

De acuerdo a lo anterior, se muestra la posibilidad de la existencia de problemas en la dosificación del cloro para la desinfección del agua, puesto que en el Circuito San Vicente se presentó exceso de este y en el Circuito Pital baja eficiencia en la desinfección del agua, es decir que se aplica una dosis menor de la requerida.

Además de esto, como ya se mencionó en las generalidades del Acueducto Acuacombia, la red de distribución y aducción no ha sido renovada en algunos tramos presentando materiales como Asbesto Cemento (AC) y Hierro Galvanizado (HG) en los Circuitos San Vicente y Pital, generando riesgo sobre la salud humana, consecuencia de que estos materiales ya han sobrepasado sus años de vida útil (CRISOTILO, 2005) como se observa en el Cuadro 15.

**Cuadro 15** Vida Útil Asbesto Cemento y Hierro Galvanizado

| Redes de Agua Potable     | Vida Útil     |
|---------------------------|---------------|
|                           | Normal (Años) |
| Cemento Asbesto (Rocalit) | 30            |
| Hierro Galvanizado        | 30            |

Fuente: Instituto del CRISOTILO, 2005

La utilización del Asbesto Cemento trae consecuencias perjudiciales sobre la Salud Humana y se considera como una amenaza sobre la misma, más aun cuando el material sufre daño (por rasgado, rotura, roce del material o en su manipulación e instalación) o deterioro con el tiempo, puesto que deja liberar minúsculas fibras pueden resultar en problemas de salud por inhalación de estas o al ingerir agua contaminada con este tipo de material, causando enfermedades como cáncer de pulmones, cáncer del revestimiento del pecho o de la cavidad abdominal (mesotelioma) (U.S. Environmental Protection Agency, 2009).

El Hierro Galvanizado es un proceso de recubrimiento de varias capas de la aleación de hierro, zinc y cromo, proporcionándole al hierro resistencia a la

abrasión y a la corrosión, sin embargo al perder su vida útil, la presencia de cloro libre residual, el oxígeno y la velocidad de circulación del agua son unos de los factores que hacen que este se deteriore y sufra de corrosión la cual genera la disolución del material metálico o zinc dando lugar a la formación de óxidos que se acumulan en forma de pequeños montículos que crecen en volumen a medida que la partícula avanza a través de la pared metálica del tubo (Ordóñez, 2008). El exceso de zinc en el agua puede traer consecuencias a la salud humana debido a que causan úlcera de estómago, irritación de la piel, vómitos, náuseas y anemia. Niveles alto de Zinc pueden dañar el páncreas y disturbar el metabolismo de las proteínas, y causar arterioesclerosis (Lenntech, 2008).

En síntesis, la calidad del agua para consumo humano se ve amenazada en la red de distribución y aducción en los Circuitos San Vicente y Pital debido a que el 7,5% se encuentra construida en Asbesto Cemento y el 15% en Hierro Galvanizado desde 1954, superando el periodo de vida útil de estos componentes del acueducto, hecho que hace suponer la presencia de elementos como zinc, cromo y asbesto en el agua. Sin embargo, esto no puede ser afirmado debido a que no se realizaron las pruebas pertinentes para la identificación de los mismos.

### **6.3 Calificación de la Amenaza**

Para la calificación de las amenazas se tuvo en cuenta dos áreas que constituyen todo el sistema de abastecimiento de Acuacombia (cuencas abastecedoras y unidades del sistema), las cuales se analizaron en el Cuadro 16 y Cuadro 17.

La calificación de la amenaza en las cuencas abastecedoras se encuentra especificada en el Cuadro 16 y está distribuida de acuerdo a:

- Aporte de contaminantes directos originados en fenómenos naturales y socionaturales.
- Aporte de contaminantes indirectos por daños causados por fenómenos naturales y socionaturales.
- Aporte de contaminantes puntuales y transitorios originados en la actividad humana.
- Aporte de contaminantes de forma permanente originados en la actividad humana.

Así mismo, la calificación de la amenaza en las unidades del sistema se encuentra especificada en el Cuadro 17 y está distribuida de acuerdo a:




- Aporte de contaminantes directos originados en fenómenos naturales y socionaturales.

- Aporte de contaminantes indirectos por daños causados por fenómenos naturales y siconaturales en infraestructura
- Aporte de contaminantes puntuales y transitorios originados en la actividad humana.
- Aporte de contaminantes de forma permanente originados en la actividad humana.

**Cuadro 16** Calificación de Tipo de Amenaza en las Cuencas Abastecedoras

| Tipo de Amenaza<br>Área | Aporte de contaminantes directos originados en fenómenos naturales y siconaturales | Aporte de contaminantes indirectos por daños causados por fenómenos naturales y siconaturales | Aporte de contaminantes puntuales y transitorios originados en la actividad humana                                   | Aporte de contaminantes de forma permanente originados en la actividad humana |
|-------------------------|--|---|--|---|
| Cuencas Abastecedoras   | Amenaza Volcánica  | Amenaza Sísmica   | Amenaza por vertimientos de sustancias tóxicas, peligrosas y/o combustibles de carácter intencional o no intencional | Aportes de Aguas Residuales Domésticas  |
|                         | Amenaza Geotécnica   |   |  | Contaminantes Originados por Actividades Agrícolas y Pecuarias                |
|                         | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales                         |   |  | Mineras e Industriales.   |

Fuente: Elaboración Propia

-  Amenaza alta
-  Amenaza baja
-  No existe amenaza

**Cuadro 17** Calificación de Tipo de Amenaza en las Unidades del Sistema

| Unidades<br>Tipo de Amenaza   | Bocatoma y Desarenadores   | Aducción   | Tanque de Almacenamiento   | Caseta de Cloración  | Red de Distribución  |
|---|--|--|--|--|--|
| Aporte de contaminantes directos originados en fenómenos naturales y socionaturales                               | Amenaza Volcánica  | Amenaza Volcánica  | Amenaza Volcánica  | Amenaza Volcánica  | Amenaza Volcánica  |
|   | Amenaza Geotécnica   | Amenaza Geotécnica   | Amenaza Geotécnica   | Amenaza Geotécnica   | Amenaza Geotécnica   |
|   | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   | Amenaza Hidrológica por Inundación o Avenidas Torrenciales   |
| Aporte de contaminantes indirectos por daños causados por fenómenos naturales y socionaturales en infraestructura | Amenaza Sísmica  | Amenaza Sísmica  | Amenaza Sísmica  | Amenaza Sísmica  | Amenaza Sísmica  |
| Aporte de contaminantes puntuales y transitorios originados en la actividad humana                                | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. | Amenaza por derrames de combustible originados en atentados sobre poliductos, gasoductos y oleoductos. |
| Aporte de contaminantes de  | Características Físicas  | Características Físicas  | Características Físicas  | Características Físicas  | Características Físicas  |

|   |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |
|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>forma permanente originados en la actividad humana</b> | Características Químicas        | Características Químicas        | Características Químicas        | Características Químicas        | Características Químicas        |
|   | Características Microbiológicas | Características Microbiológicas | Características Microbiológicas | Características Microbiológicas | Características Microbiológicas |

Fuente: Elaboración Propia



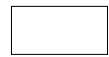
Amenaza alta



Amenaza baja



No existe amenaza



No Aplica

Las amenazas altas sobre las cuencas abastecedoras y las unidades del sistema de abastecimiento del Acueducto Acuacombia se presentan principalmente por factores geotécnicos, hidrológicos y sísmicos que pueden aportar contaminantes de forma directa e indirecta al sistema de abastecimiento y causar efectos sobre la salud humana.

Así mismo, es evidente la amenaza alta por aporte de contaminantes de forma permanente en la Red de Distribución por la presencia de Coliformes totales y Fecales (características Microbiológicas).

Por otra parte, la ausencia de transporte terrestre o fluvial de sustancias químicas, poliductos, gasoductos y oleoductos; hacen que no exista amenaza sobre el sistema de abastecimiento por aporte de contaminantes puntuales y transitorios originados en la actividad humana.

En cuanto a lo que se refiere la amenaza baja, en las fuentes abastecedoras y las unidades del sistema de acueducto se presenta por:

- Amenaza Volcánica: por la existencia de la posibilidad de que lleguen a las Quebradas lluvias de piroclastos, específicamente cenizas volcánicas transportadas por los vientos y puedan causar taponamientos en la infraestructura.
- Aportes de Aguas Residuales Domésticas en las Quebradas de las cuales se abastece Acuacombia: por la falta de 9 Sistema Sépticos y ausencia de mantenimiento de los ya existentes.
- Contaminantes Originados por Actividades Agrícolas y Pecuarias: por la deforestación y las malas prácticas agrícolas, a esto se suma los aportes por los abonos orgánicos a los cultivos, por descomposición de material vegetal y heces animal que por escorrentía pueden acabar en los cuerpos de agua.
- La amenaza baja sobre la Red de Distribución se presenta por el exceso de cloro residual libre, el cual puede traer consecuencias sobre la salud humana. Además, se presenta este tipo de amenaza debido a los materiales de construcción (Asbesto Cemento y Hierro Galvanizado) en la Red de Aducción y Distribución puesto que ya han superado su periodo de vida útil, lo cual podría permitir la presencia de estas sustancias en el agua para consumo humano.

Por su parte, las amenazas que no fueron calificadas con los colores propuestos en el semáforo (verde, amarillo y rojo) en las unidades del sistema, fueron las correspondientes a las amenazas por aporte de contaminantes de forma permanente originados en la actividad humana, debido a que las características

físicas, químicas y microbiológicas no fueron analizadas en estos puntos por los costos que esto requería. Además, para los alcances de este trabajo de grado solo se pretendía conocer la calidad del agua entregada al usuario (en la red de distribución).

## **6.4 Vulnerabilidad**

Para el análisis de la vulnerabilidad se determinaron componentes susceptibles de daño en el sistema, que pueda impedir que se mantenga la calidad del agua en óptimas condiciones.

Para el caso de la calidad del agua para consumo humano, se consideraron como elementos de la vulnerabilidad: La capacidad de identificar las sustancias que afectan la calidad del agua (laboratorios y puntos de monitoreo), capacidad instalada para optimizar la calidad del agua, capacidad financiera para tratar o remover los elementos que deterioran la calidad del agua, disponibilidad de manual de procesos y procedimientos para tratar contaminantes, y por último la capacidad humana y técnica.

### **6.4.1 Capacidad de Identificar las Sustancias que Afectan la Calidad del Agua – Laboratorios y Puntos de Monitoreo**

Para identificar las sustancias o elementos que afectan la calidad del agua para consumo humano, existen en el Municipio de Pereira dos organizaciones principales para la realización de dicha labor: La Corporación Autónoma Regional de Risaralda -CARDER-, que desempeña actividades en apoyo a proyectos de saneamiento hídrico en zonas rurales y la Alcaldía Municipal que por medio de la Secretaría de Salud y Seguridad Social de Pereira con la Dirección Operativa de Salud cohesionan esfuerzos que permiten controlar los factores de riesgo para la salud presentes en el ambiente y consumo del recurso.

Para identificar este tipo de sustancias que afectan la calidad del agua es necesario tener en cuenta dos aspectos importantes: Los laboratorios y los puntos de monitoreo, los cuales se relacionan a continuación:

- **Laboratorios**

Los laboratorios son instrumento primordiales para analizar la calidad del agua en diferentes puntos del sistema. En el Departamento de Risaralda se han identificado 9 laboratorios autorizados según la Resolución 01426 del 25 de Abril de 2008 expedida por el Ministerio de Protección Social. Además, el Instituto de



Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM- y el Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial autorizaron dos laboratorios más de los que ya había autorizado el Ministerio de Protección Social (Ver Anexo 11); Por lo tanto, el Departamento de Risaralda cuenta en total con 11 laboratorios que realizan los análisis de agua necesarios, con una funcionalidad completa gracias a que cuentan con equipos modernos que identifican sustancias que pueda alterar la calidad del agua.

En el acueducto Acuacombia no existe ningún laboratorio donde se realice los análisis de agua; sin embargo, estos se efectúan en los laboratorios existentes del Municipio de Pereira.

- **Puntos de Monitoreo**

Los puntos de monitoreo son una pieza clave puesto que definen lugares críticos en la cuenca y la infraestructura para la toma de muestras y sus respectivos análisis de calidad del agua.

Según el MAVDT y el IDEAM, 2002. El propósito de monitoreo del recurso hídrico es reconocer mediante la captura sistemática de información, el estado (en cantidad y calidad) del recurso hídrico en los ambientes continental (subterráneo, superficial) y marino, y su afectación por actividades antrópicas para soportar acciones y estrategias de protección para el manejo y desarrollo del recurso.

En el acueducto Acuacombia no se tienen puntos de monitoreo en la cuenca lo que significa que puede tener un alto riesgo de que ingrese al acueducto agua contaminada por cualquier sustancia o elemento que pueda afectar la calidad del agua sin que se detecte antes, y que tampoco sea posible una acción previa para evitar el riesgo de contaminación del recurso antes de que pueda llegar al acueducto (Ver Cuadro 18)

**Cuadro 18** Puntos de monitoreo en la cuenca

| <b>Funcionalidad</b>          | <b>SI</b> | <b>NO</b> |
|-------------------------------|-----------|-----------|
| ¿Existen?                     |           | X         |
| ¿Se usan?                     |           | X         |
| ¿Que determinan?              |           | ---       |
| ¿Entidad encargada del punto? |           | ---       |

**Fuente:** Elaboración propia, basado en Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Sin embargo, existen puntos de monitoreo vigentes en la red de distribución los cuales cumplen con la función de seguimiento y control del agua Cuadro 19),

estos estarían en la capacidad para determinar elementos contaminantes como color aparente, turbiedad, olor, sabor y pH, que puedan alterar la calidad del agua y logren entrar a la red de distribución y por ende llegar a todos los usuarios que abastece el acueducto; lo que significa que se determinaría a tiempo acciones preventivas ante una posible emergencia por contaminación del agua. La labor de implementar y hacer el seguimiento del punto de monitoreo está a cargo del acueducto Acuacombia y la Secretaria de Salud.

**Cuadro 19** Puntos de monitoreo en la Red

| <b>Funcionalidad</b>          | <b>SI</b>   | <b>NO</b> |
|-------------------------------|---|-----------|
| ¿Existen?                     | X   |           |
| ¿Se usan?                     | X   |           |
| ¿Que determinan?              | E-coli, Coliformes Totales, Cloro Residual Libre (Bimensual), pH y Cloro Residual Libre (Dos veces al día). |           |
| ¿Entidad encargada del punto? | El Acueducto Acuacombia y la Secretaria de Salud.   |           |

**Fuente:** Elaboración propia, basado en Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Cabe aclarar que para detectar agentes contaminantes de carácter químicos y microbiológicos de sustancias que alteren la calidad del agua se necesita hacer pruebas de laboratorio para dicha labor se encuentra a disposición los laboratorios autorizados por el Ministerio de Protección Social.

#### **6.4.2 Capacidad Instalada para Optimizar la Calidad del Agua**

La infraestructura con la que cuenta el acueducto para optimizar la calidad del agua son cuatro desarenadores ubicados en las bocatomas de las quebradas Pavas, San Vicente, Bejucos, y Pital los cuales cumplen la función de filtrar arenas y otros sólidos presentes en el agua. Igualmente, el sistema cuenta con dos tanques de almacenamiento que incluyen dosificador eléctrico ubicados en las Veredas San Vicente y Pital que realiza la función de desinfección del agua como único tratamiento de la misma.

Los Cuadro 20 y Cuadro 21, pretenden evaluar la capacidad instalada para tratar los contaminantes en los circuitos Pital y San Vicente respectivamente, en donde se evidencia una baja capacidad de la infraestructura para tratar los contaminantes puesto que el sistema solo cuenta con el proceso de cloración como única forma de tratamiento del agua que llega al sistema de abastecimiento.

Además, como se demostró en la identificación de la amenaza en los resultados de análisis de agua cruda elaborados por el Laboratorio de Química Ambiental de la Universidad Tecnológica de Pereira el día 15 de febrero de 2009, las características microbiológicas de las quebradas de las que se abastece Acuacombia muestran la necesidad de un tratamiento de potabilización convencional según lo indica la Resolución 1594 de 1984.

**Cuadro 20** Evaluación de la Capacidad Instalada para Optimizar la Calidad del Agua en el Circuito Pital.

| EVALUACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD DEL AGUA |        |    |          |    |            |    |   |
|---|--------|----|----------|----|------------|----|---|
| Proceso   | Existe |    | Funciona |    | Es moderno |    | Eficiencia de remoción  |
|   | Si     | No | Si       | No | Si         | No |   |
| Sedimentación   |        | X  |          | X  |            | X  | No aplica   |
| Floculación   |        | X  |          | X  |            | X  | No aplica   |
| Filtrado  |        | X  |          | X  |            | X  | No aplica   |
| <b>Cloración</b>  | X      |    | X        |    | X          |    | Presencia de Coliformes fecales y totales en la red de distribución |

**Fuente:** Elaboración propia, basado en Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2008

**Cuadro 21** Evaluación de la Capacidad Instalada para Optimizar la Calidad del Agua en el Circuito San Vicente.

| EVALUACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD DEL AGUA |        |    |          |    |            |    |  |
|---|--------|----|----------|----|------------|----|--|
| Proceso   | Existe |    | Funciona |    | Es moderno |    | Eficiencia de remoción   |
|   | Si     | No | Si       | No | Si         | No |  |
| Sedimentación   |        | X  |          | X  |            | X  | No aplica  |
| Floculación   |        | X  |          | X  |            | X  | No aplica  |
| Filtrado  |        | X  |          | X  |            | X  | No aplica  |
| <b>Cloración</b>  | X      |    | X        |    | X          |    | No hay presencia de Coliformes fecales y totales, remoción eficiente |

**Fuente:** Elaboración propia, basado en Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Los procesos de sedimentación, floculación y filtrado no son realizados en Acuacombia debido a que no existe la infraestructura física para realizarlos, y el único que si es realizado no es eficiente en la remoción en el circuito Pital.

Sin embargo, para dar un resultado más acertado sobre la capacidad instalada para remover los Coliformes fecales y totales se requiere mínimo de 3 muestras

mensuales por poseer aproximadamente 4000 usuarios como lo indica Artículo 22 de la Resolución 2115 de 2007 en un periodo considerable de tiempo

#### 6.4.3 Capacidad financiera para tratar o remover los elementos que deterioran la calidad del agua

La evaluación de la capacidad financiera se presenta en el Cuadro 22. Acuacombia solo cuenta con un ingreso por recaudos mensuales de \$13.600.000 aproximadamente, que representa el 80% de lo que facturan. Con este ingreso el Acueducto realiza la desinfección como única forma de tratamiento del agua, mantenimiento y operación del sistema de abastecimiento.

**Cuadro 22** Evaluación de la Capacidad Financiera

| <b>Evaluación de la capacidad financiera</b>  |           |           |
|---|-----------|-----------|
| <b>Ítem</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b> |
| Cuenta la entidad con los recursos económicos para el funcionamiento de la planta                   | X         |           |
| Cuenta la entidad con los recursos económicos para la compra de insumos químicos                    | X         |           |
| Se utilizan estos recursos efectivamente en el tratamiento de agua                                  | X         |           |
| Cuenta con elementos en sus almacenes de forma permanente, para dar redundancia a la potabilización |           | X         |

**Fuente:** Elaboración propia, basado en Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano

Para la obtención del Cloro utilizado para la desinfección del agua en los sistemas de abastecimiento El Pital y San Vicente, la empresa de servicios públicos Aguas y Aguas de Pereira hasta Junio de 2008 lo suministraba mensualmente. Actualmente este es financiado por la empresa de acueducto Acuacombia.

En general Acuacombia presenta un estado financiero estable, lo que se ha evidenciado en los balances generales del Acueducto de los años 2007 y 2008 (Anexo 12) que muestran cómo este ha reducido su nivel de endeudamiento, es decir que ha cumplido con los compromisos de pago de manera oportuna y por ende ha aumentado su rentabilidad financiera.

Además de esto, después de los eventos presentados en el acueducto Acuacombia en el mes de Diciembre de 2008 (múltiples deslizamientos producto de fuertes precipitaciones) la alcaldía proporcionó 400 millones de pesos para distribuir a 7 acueductos entre los cuales se encontraba Acuacombia. Para el acueducto estos dineros fueron destinados específicamente en la reparación, adecuación y mantenimiento de la infraestructura (bocatomas y red de

distribución) valorados según la interventora del proyecto Jhanet García Rojas en 207.019.708 millones de pesos (Anexo 13).

#### 6.4.4 Disponibilidad de manual de procesos y procedimientos para tratar contaminantes

Estos manuales establecen las actividades y sus respectivos procedimientos para cada elemento contaminante que identifique el acueducto. La evaluación realizada se presenta en el Cuadro 23:

**Cuadro 23** Evaluación de los Procesos y Procedimientos

| Evaluación de los Procesos y Procedimientos                          |    |    |
|--|----|----|
|  | Si | No |
| ¿Existe procesos y procedimientos definidos?                         |    | X  |
| ¿Son socializados a nivel interno estos procesos y procedimientos?   |    | X  |
| ¿Son interiorizados estos procesos y procedimientos por el personal? |    | X  |

**Fuente:** Elaboración propia, basado en Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano

No existe un manual de procesos y procedimientos que logre identificar elementos contaminantes en la prestación del servicio, por lo tanto este sistema es vulnerable en este aspecto. Sin embargo, el acueducto tiene unos estatutos donde se establecen las funciones del Gerente, Fontanero y la Secretaría Auxiliar contable, tal como lo muestra el Anexo 14.

#### 6.4.5 Capacidad humana y técnica

Es necesario evaluar la capacidad del personal para identificar los elementos contaminantes y realizar el respectivo tratamiento del agua. Si los operarios cumplen con los perfiles y experiencias requeridas para el desempeño de los procesos y procedimientos establecidos. Los resultados de la evaluación se presentan en el Cuadro 24:

**Cuadro 24** Evaluación de la Capacidad Humana y Técnica

| Evaluación de la Capacidad Humana y Técnica  |    |    |
|--|----|----|
| Ítem   | SI | NO |
| ¿Existe el personal capacitado?  |    | X  |
| ¿El personal técnico cumple con el perfil requerido de acuerdo con los procesos y procedimientos establecidos? |    | X  |

|  |  |   |
|--|--|---|
| El personal capacitado presta sus labores en los temas relacionados con el tratamiento |  | X |
|--|--|---|

**Fuente:** Elaboración propia, basado en Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano

En el acueducto Acuacombia no existe un personal humano y técnico capacitado ni certificado que cumpla con labores para tratar o remover elementos que deterioran la calidad del agua.

No obstante, los dos fontaneros han asistido a diferentes capacitaciones ofrecidas por el Servicio Nacional de Educación -SENA-, pero no es suficiente aprendizaje para realizar dichas tareas de identificación de elementos contaminantes que existen en el agua del sistema de abastecimiento.

Por consiguiente se considera que el sistema de acueducto Acuacombia es vulnerable. Esto implica que uno o varios de los elementos evaluados no son funcionales, y por tanto no es posible que las sustancias contaminantes sean removidas.

Siguiendo los requisitos de la Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano elaborado por el Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial la vulnerabilidad se califica **MUY ALTA** puesto que existen más de una respuesta negativa en los factores de evaluación.

## 6.5 Riesgo

Con base en la Resolución 2115 de 2007 el análisis del riesgo sobre la calidad del agua para consumo humano en la Red de Distribución se hace a partir del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua Para Consumo Humano IRCA, según el artículo 13 de dicha Resolución. El procedimiento para el cálculo del IRCA del circuito San Vicente se aprecia en el Cuadro 25 y Cuadro 26. Igualmente, para el circuito Pital relacionado en el Cuadro 27 y Cuadro 28

**Cuadro 25** Puntaje de Riesgo Asignado a las Características no Aceptables Circuito San Vicente

| Característica       | Puntaje de Riesgo |
|----------------------|-------------------|
| Cloro Residual Libre | 15                |
| <b>TOTAL</b>         | <b>15</b>         |

**Cuadro 26** Puntaje de Riesgo Asignado a todas las Características Analizadas Circuito San Vicente

| <b>Característica</b>                 | <b>Puntaje de Riesgo</b> |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Cloro Residual Libre                  | 15                       |
| Coliformes Totales                    | 15                       |
| Coliformes Fecales (Escherichia Coli) | 25                       |
| Nitratos                              | 1                        |
| Fosfatos                              | 1                        |
| Color Aparente                        | 6                        |
| Turbiedad                             | 15                       |
| pH                                    | 1.5                      |
| Alcalinidad Total                     | 1                        |
| Cloruros                              | 1                        |
| Dureza Total                          | 1                        |
| Hierro Total                          | 1.5                      |
| Magnesio                              | 1                        |
| Calcio                                | 1                        |
| Sulfatos                              | 1                        |
| Nitritos                              | 3                        |
| Fluoruros                             | 1                        |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>88</b>                |

**IRCA por Muestra Red de Distribución San Vicente**

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{15}{88} \times 100 = 17.04$$

El Artículo 15 de esta misma resolución define que para el resultado de que la clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por el Circuito San Vicente es de un nivel de riesgo MEDIO por lo que se recomienda hacer notificación de esto al Acueducto, COVE<sup>5</sup>, Alcalde y Gobernador.

---

<sup>5</sup> COVE: Comité de Vigilancia Epidemiológica.

**Cuadro 27** Puntaje de Riesgo Asignado a las Características no Aceptables  
Circuito Pital

| <b>Característica</b>                 | <b>Puntaje de Riesgo</b> |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Coliformes Totales                    | 15                       |
| Coliformes Fecales (Escherichia Coli) | 25                       |
| <b>Total</b>                          | <b>40</b>                |

**Cuadro 28** Puntaje de Riesgo Asignado a todas las Características Analizadas  
Circuito Pital

| <b>Característica</b>                 | <b>Puntaje de Riesgo</b> |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Cloro Residual Libre                  | 15                       |
| Coliformes Totales                    | 15                       |
| Coliformes Fecales (Escherichia Coli) | 25                       |
| Nitratos                              | 1                        |
| Fosfatos                              | 1                        |
| Color Aparente                        | 6                        |
| Turbiedad                             | 15                       |
| pH                                    | 1.5                      |
| Alcalinidad Total                     | 1                        |
| Cloruros                              | 1                        |
| Dureza Total                          | 1                        |
| Hierro Total                          | 1.5                      |
| Magnesio                              | 1                        |
| Calcio                                | 1                        |
| Sulfatos                              | 1                        |
| Nitritos                              | 3                        |
| Fluoruros                             | 1                        |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>88</b>                |

**IRCA por Muestra Red de Distribución Pital**

$$\text{IRCA (\%)} = \frac{40}{88} \times 100 = 45.45 \%$$

Teniendo en cuenta los resultados del IRCA por muestra, se define según el artículo 15 de la misma Resolución que la clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por el Circuito Pital es de un nivel de riesgo



ALTO por lo que se recomienda hacer notificación de esto al Acueducto, COVE<sup>6</sup>, Alcalde, Gobernador y a la SSPD<sup>7</sup>.

Finalmente, los resultados del IRCA por muestra determinada en la red de distribución de los circuitos San Vicente y Pital, son un insumo para la elaboración de los mapas de riesgos de la calidad del agua tal como lo menciona el Artículo 4 de la Resolución 0082 del 16 de Enero de 2009 en donde se especifica que la autoridad sanitaria identificará y convocará a la autoridad ambiental competente para la elaboración del respectivo mapa de riesgo del municipio en estudio.

## 7 PLAN DE CONTINGENCIA

Con base a los resultados expuestos anteriormente en la identificación de amenazas y vulnerabilidades que pueden afectar la calidad del agua para el consumo humano en el acueducto Acuacombia, se propone tres líneas de acción que pretenden dar cumplimiento al objetivo específico 2 con sus respectivos ejes estratégicos, programas, proyectos y actividades los cuales se pueden clasificar en diferentes tipos de medidas: Estructurales y No Estructurales que pueden ser preventivas y curativas que se podrían tomar para evitar o reducir el riesgo.

El Plan de Contingencia está proyectado a 10 años, teniendo en cuenta que algunas medidas preventivas serán fortalecidas cada 5 años, o cada año según como lo ameriten las actividades ya programadas. Además, este Plan conduce a unas acciones para situaciones de emergencia puedan presentarse en el acueducto Acuacombia.

Finalmente este debe ser liderado principalmente por el acueducto Acuacombia en compañía de un Administrador del Medio Ambiente o un profesional con los conocimientos afines para ejecutar todos los programas y proyectos aquí propuestos.

### **7.1 Línea de Acción 1:** Reducción de la Amenaza por Contaminantes Originados por Aportes de Aguas Residuales Domésticas, Actividades Agrícolas y Actividades Pecuarias

Los ejes estratégicos que orientan las acciones que reduzcan la amenaza por contaminantes originados por aportes de aguas residuales domesticas,

---

<sup>6</sup> COVE: Comité de Vigilancia Epidemiológica.

<sup>7</sup> SSPD: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

actividades agrícolas y actividades pecuarias son: Acción participativa y gestión y responsabilidad por autoridades ambientales y Acuacombia (Cuadro 29)

### **7.1.1 Acción Participativa**

De la población en general, organizaciones sociales presentes en el sector y Acuacombia que permita articular esfuerzos con el fin de crear actividades para el manejo de la disposición adecuada de las Aguas Residuales Domesticas y control de contaminantes por aportes de actividades agrícolas y pecuarias.

#### **Objetivo**

Generar con la comunidad que reside en la parte alta de las quebradas San Vicente, Pavas, Bejucos y Pital, el acueducto Acuacombia y las organizaciones sociales del sector un proceso participativo en la creación de medidas que reduzcan la amenaza sobre los cuerpos de agua por el aporte de Aguas Residuales Domesticas y por contaminantes originados en actividades agrícolas y pecuarias.

#### **Justificación**

Es fundamental la integración y participación concertada de la comunidad beneficiada por el servicio, la administración del acueducto Acuacombia y las organizaciones sociales del sector, puesto que planificarán actividades que con responsabilidad y compromiso, deben conllevar a la atención de la amenaza que se presenta por el mal manejo en la disposición de las ARD y la falta de respeto por las franjas de protección de las Quebradas abastecedoras del Acueducto.

También, se hace necesaria la integración de la comunidad para la difusión de la necesidad de buenas prácticas agrícolas más amigables con el ambiente y al mismo tiempo incentiven el respeto por las franjas de protección de las Quebradas Pavas, San Vicente, Bejucos y Pital.

### **7.1.2 Gestión y responsabilidad por autoridades ambientales y Acuacombia**

Para que las instituciones competentes asuman su rol como entes administradores y vigilantes de calidad del recurso hídrico.

## **Objetivo**

Reconocer el rol de cada uno de los actores para elaborar programas pertinentes que conlleven a dar alternativas de solución que respondan a la disminución de la amenaza y vulnerabilidades sobre la calidad del agua.

## **Justificación**

Para poder ejercer vigilancia y control sobre la calidad del recurso hídrico es indispensable que Acuacombia trabaje en conjunto con las autoridades ambientales competentes como la CARDER y la Secretaria de Salud en concordancia con las entidades municipales y/o departamentales para que cumplan con su función institucional en el fortalecimiento de los proyectos que conduzcan al saneamiento ambiental, la protección de los recursos naturales comprometidos y al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes beneficiados por el servicio.

Para mejorar las condiciones sanitarias se planteó dentro del Plan de Contingencia la construcción de 9 sistemas sépticos en igual número de fincas aledañas a las quebradas que abastecen al acueducto Acuacombia que no cuentan con ningún tratamiento. 6 fincas se encuentran localizadas en la vereda Maracaibo y 3 fincas en la vereda Alto Pital.

En cuanto a la adopción de la franja de protección de las quebradas Pavas, Bejucos, San Vicente y Pital, se propone realizar la demarcación forestal de las quebradas por parte de la CARDER, para declarar las áreas forestales protectoras de los nacimientos y corrientes de agua. En caso de incumplimiento, se sugiere gestionar ante la CARDER la imposición de las medidas preventivas y sanciones previstas en el Artículo 85 de la Ley 99 de 1993, según lo dispone el Artículo 11 de la Resolución 061 de 2007.

Además, para mejorar las condiciones sanitarias se propuso el proyecto de servicio de operación y mantenimiento de sistemas sépticos que estará incluido dentro del portafolio de servicios de Acuacombia hacia la comunidad, teniendo en cuenta que el personal directo estará especializado para la realización de dicha labor. Con este proyecto, se pretende generar un ingreso más al acueducto para su funcionamiento. Se seleccionaron dos opciones para el manejo de los residuos sépticos considerando la mano de obra, el costo de la disposición, disponibilidad del terreno, condiciones del sitio y la distancia del transporte.

## **7.2 Línea de Acción 2:** Acciones para Reducir la Amenaza por Contaminantes Originados por Fenómenos Naturales y Socioculturales

Como se mencionó anteriormente la amenaza por fenómenos naturales y siconaturales en la zona se presentan principalmente por los procesos de remoción en masa y eventuales sismos. En el Cuadro 30 está relacionados los programas, proyectos y actividades propuestos para reducir la amenaza por contaminantes originados por fenómenos naturales y socioculturales, además se definió el siguiente eje estratégico:

### **7.2.1 Gestión integral para el manejo de taludes inestables**

A ser desarrollado por parte de las entidades institucionales como el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y el Comité Local en Prevención y Atención de Desastres como estrategia de planificación e implementación de obras y/o prácticas que permiten atender y/o disminuir la amenaza sobre la calidad del agua para consumo humano, y de esta manera aportar en la reducción de enfermedades, asegurar la continuidad del servicio, evitar la sedimentación de las quebradas, incrementar la calidad del agua y disminuir la pérdida del suelo por deslizamientos.

#### **Objetivo**

Tener en cuenta la importancia de incluir las prácticas biomecánicas que ayuden a manejar y encauzar las aguas de escorrentía y controlar las remociones masales de los suelos; esta labor será dirigida por la administración del acueducto y la CARDER como actores interesados en disminuir el riesgo por amenazas de fenómenos naturales y siconaturales alrededor de las quebradas que afecten la calidad del agua.

#### **Justificación**

El manejo de los taludes inestables que puedan originar deslizamientos de gran magnitud es una alternativa práctica a la hora de realizar un proyecto que controle la estabilidad de taludes para evitar futuros deslizamientos que puedan taponar los nacimientos o el cauce de las quebradas especialmente en los alrededores de la quebrada Pavas.

Para los fenómenos de remoción en masa que se presentan eventualmente en las zonas de derrumbes se propone incluir la construcción de canales de drenaje para reducir el exceso de aguas lluvias que se permanecen en las áreas de cultivos, disminuyendo de esta manera los riesgos susceptibles a deslizamientos desde la

corona conservando las microcuencas y evitando aportes de sedimentos a las mismas.

Uno de los programas incluidos dentro de este eje estratégico es la protección de las áreas de conservación de franjas protectoras y áreas de influencia de las microcuencas, por lo consiguiente *“Todas las empresas o personas prestadoras de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, de la Zona Rural, deberán destinar un 3% de los ingresos netos mensuales, para la protección y conservación de las microcuencas de las fuentes abastecedoras, según el Art. 9º del acuerdo 068 del 2004 en el Reglamento para el Manejo, Operación, de los Acueductos Rurales en el Municipio de Pereira.*

Para la conservación de las microcuencas abastecedoras específicamente la quebrada Pavas, se propone la compra de la finca la Holanda como único predio con intensiones de venta por parte del propietario. Esta finca posee alrededor de 9 cuadras y tiene un costo de \$ 240.000.000, que para la adquisición del este terreno, se debe tener en cuenta lo dispuesto en el Art. 6º del acuerdo 068 del 2004 en el Reglamento para el Manejo, Operación, de los Acueductos Rurales en el Municipio de Pereira, define que *“la Administración Municipal, es la encargada de vigilar, dentro del marco del artículo 111 de la ley 99 de 1.993, que se cumpla con la destinación de por lo menos el 1% de sus ingresos propios para la adquisición de las áreas estratégicas ubicadas en la cuenca y microcuencas que abastecen de agua el Acueducto Municipal y los Acueductos Rurales, de conformidad a la definición que al respecto le presente la CARDER”.*

Además, se propone la reforestación de bosque protector con especies como Quebrabarrigo-nacedero (*Trichantera gigantea*), Acacia mangium (*Acacia mangium Willd*), Bejuco Peinillo (*Entada polystachya*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*), en los alrededores de las quebradas Pavas, Bejucos, San Vicente y Pital, que se deberá realizar después de hacer cerramiento de las Quebradas como una forma de garantizar la protección sobre las mismas y el establecimiento de cercas vivas. La CARDER se encargará de donar estas especies para esta labor y el Acueducto Acuacombia solo deberá aportar con la mano de obra para la siembra de estas plantaciones, y efectuar el debido mantenimiento de las mismas cada trimestre.

**7.3 Línea de Acción 3:** Desarrollar las acciones correctivas y/o preventivas que conlleven a reducir la vulnerabilidad y que impida optimizar la calidad del agua en óptimas condiciones.

Se enfoca en desarrollar acciones correctivas y/o preventivas a los parámetros que fueron calificados de manera negativa en el análisis de la vulnerabilidad para la reducción de la misma.

Para la reducción de la vulnerabilidad se plantearon con sus respectivos programas, proyectos y actividades los siguientes ejes estratégicos: Fortalecer el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Agua, Mejorar el tratamiento del agua, Creación de manual de procesos y procedimientos para tratar contaminantes y Mejora de la capacidad humana y técnica (Ver Cuadro 31).

### **7.3.1 Fortalecer el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Agua.**

Es importante tener en cuenta el control y seguimiento sistemático del estado del recurso en cantidad, calidad y la fiabilidad del agua, así como las actividades humanas que afecten al recurso.

Además, de poseer laboratorios autorizados disponibles, es necesario el establecimiento de puntos de monitoreo para la toma y análisis periódicos de muestras obteniendo un comportamiento sobre la calidad del agua superficial que entra al sistema de abastecimiento, y también la que sale hacia la red urbana, esto facilita establecer mecanismos de control para incluir acciones y estrategias de protección, manejo y desarrollo del recurso.

#### **Justificación**

Para el Acueducto Acuacombia la red de monitoreo que se pretende instalar consta de tres puntos o sitios de muestreo ubicados en la red inicial, intermedia, final del circuito San Vicente y tres puntos o sitios de muestreo ubicados en la red inicial, intermedia y final del circuito Pital; los cuales evaluarán parámetros como pH y cloro residual libre dos veces al día y parámetros como E-coli, Coliformes totales y cloro residual libre cada dos meses.

#### **• Red de Monitoreo**

El proceso de establecer la red de monitoreo conlleva a obtener unas actividades relativas en la recolección de datos, diseñados y procesados para lograr un único objetivo. Los objetivos consisten en:

- *Seguimiento del recurso:* Permite realizar un diagnóstico sobre el estado del recurso superficial y evaluar tendencias temporales y espaciales de la cantidad y calidad del recurso a partir de series históricas.
- *Control y vigilancia:* Permite a las autoridades ambientales conocer las condiciones de cantidad, calidad y disponibilidad del agua para los diferentes

usos y evaluar los efectos que sobre el recurso tienen los diferentes proyectos que lo utilizan.

- *Modelamiento*: Permite conocer las características de los cuerpos de agua, la predicción de la variación de estas características y la verificación de ciertos acontecimientos. Este objetivo está estrechamente ligado con el seguimiento del recurso.

Identificado los objetivos del monitoreo, se deben establecer los puntos físicos o también denominados estaciones donde se van a realizar las observaciones, medir las variables, fijar las frecuencias de las observaciones, concertar la duración del programa de observación (está directamente relacionado con el objetivo que persigue la red), definir la precisión requerida de las observaciones y la oportunidad en la obtención de datos (IDEAM, 2004).

- **Frecuencia y Sitios de Monitoreo**

La implementación de los sitios de monitoreo es con el fin de ejercer control y vigilancia, sobre la calidad del agua para consumo humano. Los parámetros a evaluar son originados por aportes contaminantes de las heces animal y descomposición vegetal que llegan a los cuerpos de agua por escorrentía y por aportes generados por actividades cotidianas del ser humano como la limpieza, preparación de alimentos y necesidades fisiológicas que se derivan de las viviendas más cercanas a las cauces que abastece el acueducto. Es importante, determinar la frecuencia y número de muestras de control de la calidad física del agua para consumo humano según lo establecido en la Resolución 2115 de 2007 en el Artículo 21, donde indica que para poblaciones atendidas entre 2.501-10.000 personas, se deben hacer análisis de Turbiedad, Color aparente, pH, Cloro residual libre o residual como mínimo 3 veces al mes. Para el control de los análisis microbiológicos de Coliformes Totales y E. Coli en una población atendida por Acuacombia se debe tomar una muestra al mes en la red de distribución.

Los puntos de monitoreo estarán ubicados al inicio de la red de distribución inicial final de acuerdo a lo establecido en el Artículo 2 de la Resolución 811 de 2008.

### **7.3.2 Mejorar el Tratamiento del Agua**

Para prestar un servicio eficiente la empresa Acuacombia debe contar con una serie de labores y/o actividades de gestión que vayan acordes con lo propuesto en el Plan de Desarrollo del Corregimiento de Combia Baja 2007-2017, en el Programa Suministro de Agua Potable para los Habitantes de Combia Baja en donde se propone la construcción de una planta de tratamiento cuyo fin sea la

reducción de la contaminación por características no deseables en las aguas y reducir la vulnerabilidad sobre la calidad del agua para consumo humano proporcionada por el sistema de abastecimiento que se ve reflejada principalmente por la falta de una planta de tratamiento para la potabilización del agua.

El mejoramiento del sistema de abastecimiento de Acuacombia se realizará con la construcción de una planta de tratamiento de agua potable, ya que en el momento la infraestructura del acueducto no tiene la capacidad de remover sustancias o elementos contaminantes que alteren la calidad del agua.

Además, con el fin de disminuir riesgos sobre la calidad del agua para consumo humano se propone la renovación de 2,718km de tubería antigua de aducción y red distribución construida en material de Hierro Galvanizado y Asbesto Cemento por tubería de PVC RDE 21 de 4" en el Pital y San Vicente, debido a que esta tubería ha culminado su periodo de vida útil generando riesgos de contaminación del agua para consumo humano por presencia de Zinc, Cobre y fibras de Asbesto Cemento.

### **Justificación**

La obra de construcción de la planta de tratamiento surge por la necesidad de brindar un servicio de agua eficiente en buena calidad a todos los usuarios de Acuacombia y por ende contribuir al bienestar de los mismos.

### **7.3.3 Creación de Manual de Procesos y Procedimientos para Tratar Contaminantes**

La falta de crear un manual de procesos y procedimientos para tratar contaminantes ha sido un factor determinante que dificulta a que se mantenga la calidad del agua en óptimas condiciones.

El acueducto Acuacombia tiene la responsabilidad de crear un manual de procesos y procedimientos para sus funcionarios, además, socializarlo e interiorizarlo al personal. Este manual es indispensable en las acciones que se realizan dentro de las obligaciones de la empresa con el fin de tener mejoras y aminorar la vulnerabilidad lo cual facilita la toma de correctivos en el momento de identificarse un elemento contaminante.



## **Justificación**

La creación de una manual delimita las responsabilidades de cada uno de sus funcionarios relacionados con el proceso para su apropiación, uso y operación. Igualmente el establecimiento de procesos y procedimientos con instrucciones detalladas que lleven a cabo actividades destinadas al tratamiento del agua para su potabilización.

### **7.3.4 Mejora de la Capacidad Humana y Técnica**

La capacidad humana y técnica del personal debe estar a cargo del acueducto Acuacombia, el cual tiene la responsabilidad de instruir a quienes trabajan allí para cumplir con los perfiles necesarios que permitan llevar a cabo las funciones de operación y mantenimiento del acueducto y mejora de la calidad del agua para consumo humano.

La capacidad humana y técnica del personal debe estar a cargo del acueducto Acuacombia, el cual tiene la responsabilidad de informar y capacitar a quienes trabajan allí para cumplir con los perfiles necesarios que permitan llevar a cabo las funciones de operación y mantenimiento del acueducto y mejora de la calidad del agua para consumo humano.

## **Justificación**

Al mejorar la capacidad humana y técnica se estaría capacitando al personal encargado en la identificación de los elementos contaminantes para su posterior tratamiento del agua.

**Cuadro 29** Línea de Acción 1

| <b>Eje Estratégico</b>   | <b>Programas</b>  | <b>Proyectos</b>  | <b>Actividades</b>  | <b>Responsables</b>   | <b>Valor</b>               |
|--|---|---|---|---|----------------------------|
| <b>Acción participativa</b>  | Civismo, participación comunitaria y educación Ambiental<br><br><i>Tipo de medida: Preventiva</i> | Conformar espacios de socialización y concertación entre la comunidad ubicada aguas arriba de la captación y la atendida por Acuacombia.  | -Realizar un taller de socialización, de las causas, consecuencias y posibles soluciones que disminuyan la contaminación de las quebradas por aportes de ARD, y residuos agrícolas y pecuarias<br>- Realizar 2 talleres de capacitación y conscientización en el uso de buenas prácticas agrícolas que sean amigables con el ambiente para la vigilancia y protección de las quebradas San Vicente, Pavas, Bejucos y Pital.<br>- Realizar 1 foro de comunicación local para definir la situación actual y problemática del acueducto. | -Acuacombia<br>-Junta de Acción Comunal<br>-Centros educativos<br>-Vigías ambientales<br>-Comunidad en general<br>-Comuneros<br>-Líderes comunitarios | 4.107.200                  |
|  | Mejora de las condiciones sanitarias<br><br><i>Tipo de medida: Preventiva</i>                     | Servicio de operación y mantenimiento de sistemas sépticos por Acuacombia.<br><br>Gestionar la construcción de los pozos sépticos en las fincas que viertan sus aguas a las quebradas que abastece Acuacombia | -Mantenimiento, facturación y cobro una vez al año de los 16 sistemas sépticos existentes de las fincas aledañas a las quebradas<br><br>-Divulgar la importancia sobre la construcción de los sistemas sépticos<br>-Capacitar a los fontaneros en el mantenimiento de los sistemas sépticos (2 veces al año) con una intensidad horaria de 4 horas (2 horas Teóricas y 2 Prácticas)<br>-Construir 9 sistemas sépticos en las viviendas que no poseen sistemas de tratamientos de ARD en las veredas 6 en Maracaibo y 3 en Alto Pital  | -Acuacombia<br><br>-CARDER<br>-Secretaría de Salud<br>-Secretaría de Desarrollo Rural<br>-Generador de la actividad contaminante                      | 1.330.000<br><br>9.294.000 |
| <b>Gestión y responsabilidad por autoridades ambientales y el acueducto Acuacombia</b> | Respeto por la franja de protección<br><br><i>Tipo de medida: Curativa</i>                        | - Recuperación y preservación de la cobertura vegetal en las quebradas Pavas, Bejucos, San Vicente y Pital.   | -Reforestar con especies nativas alrededor del cauce para la protección del caudal<br>-Cerramiento de 5000 metros lineales en los alrededores de las quebradas Pavas y Bejucos<br>-Colocación de letreros que promuevan evitar el flujo de personas y la siembra de cultivos a menos de 10 metros en cada una de las laderas de las quebradas Pavas, San Vicente, Bejucos y Pital que puedan alterar la calidad del agua.   | -CARDER<br>-Acuacombia  | 28.488.000                 |

**Cuadro 30** Línea de Acción 2

| Eje Estratégico  | Programas  | Proyectos   | Actividades  | Responsables  | Valor                             |
|--|--|---|--|---|-----------------------------------|
| <p align="center"><b>Gestión integral para el manejo de taludes inestables</b></p> | <p>Construcción de obras biomecánicas (estacas, trinchos en cañas y canales de desviación y drenaje)</p> <p><i>Tipo de medida: Curativa</i></p>        | <p>Implementación de prácticas biomecánicas para el manejo de deslizamientos alrededor de la quebrada Pavas</p> | <p>-Realizar la construcción de 5 trinchos en cañas en la parte baja de los deslizamientos de la Quebrada Pavas y cubrir con vegetación de porte mediano y pequeño (gramíneas y leguminosas) según el Anexo 15 Manejo de los deslizamientos en la quebrada Pavas</p> <p>-Realizar la construcción de canales que permita el drenaje en exceso de agua lluvia</p>   | <p>-Oficina de atención y prevención de desastres</p>   | <p align="center">1.554.000</p>   |
|  | <p>Protección en las áreas de conservación de franjas protectoras y áreas de influencia de las microcuencas</p> <p><i>Tipo de medida: Curativa</i></p> | <p>Conservación de las microcuencas abastecedoras del acueducto</p>   | <p>-Demarcación de la zona forestal protectora por la CARDER acuerdo a la Resolución 061 de 2007</p> <p>-Reforestar con bosque protector en las zonas que lo requieran (establecer cercas vivas) las especies son Quebrabarrigo, Acacia, Peinillo y Matarratón</p> <p>-Mantenimiento de guaduales y cercas vivas</p> <p>-Apoyar a los PRAES para la participación en la gestión ambiental en la conservación de las microcuencas que abastecen el acueducto.</p> <p>-Compra de predio finca la Holanda</p> <p>-Realizar 1 comité comunitario que conlleve al mantenimiento por parte de la comunidad de los ecosistemas estratégicos afectados</p> <p>-Capacitar (1) a los habitantes del corregimiento en temas de normatividad ambiental</p> <p>-Gestión de convenios con instituciones (CARDER-UTP- Personería Municipal) que apoyen este programa ambiental</p> <p>-Realizar 2 campañas lúdicas estimulándolos e incentivándolos para el respeto, la conservación y cuidado de las microcuencas con los habitantes del Corregimiento de Combia Baja específicamente los que se encuentran ubicados aguas arriba de la captación de las microcuencas por parte de la CARDER y Acuacombia.</p> | <p>-CARDER</p> <p>-Acuacombia</p> <p>-Juntas de Acción Comunal</p> <p>-Centros Educativos</p> <p>-Comunidad en General</p> <p>-Líderes Comunitarios</p> | <p align="center">255.595.700</p> |

**Cuadro 31** Línea de Acción 3

| Eje Estratégico  | Programas   | Proyectos   | Actividades   | Responsables                                  | Valor     |
|--|---|---|---|---|-----------|
| Fortalecer el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Agua | Red de monitoreo y sitios de muestreo   | Establecimiento de la red de monitoreo  | -Realizar un diagnóstico del estado del recurso por medio de análisis físicos (color, turbiedad, olor) químicas (nitratos y fosfatos) y microbiológicos (E- Coli y Coliformes totales) en los 6 puntos del acueducto Acuacombia.  | -CARDER<br>-Acuacombia                        | 3.195.000 |
|  | <i>Tipo de medida: Preventiva</i>   | Instalación de Estaciones de Monitoreo  | -Instalar tres puntos de monitoreo en la red inicial, red intermedia y red final circuito San Vicente<br>-Instalar tres puntos de monitoreo en la red inicial, red intermedia y red final circuito Pital. Los puntos de monitoreo se encuentran relacionados en el Anexo 16   | -Acuacombia<br>-Secretaria de salud municipal |           |
|  | Sistema de monitoreo del agua<br><br><i>Tipo de medida: Preventiva</i>  | -Establecimiento de bioalarmas tempranas  | - Construir las peceras e introducir los peces nativos antes de las bocatomas como bioindicadores de la calidad del agua (Tener en cuenta las especificaciones de las biolarmas Ver Anexo 17; <b>Error! No se encuentra el origen de la referencia.</b> )<br>- Realizar un permanente monitoreo de pH y nivel de Cl dos veces al día y E-coli, coliformes totales y Cl residual libre cada dos meses. | Acuacombia                                    | 8.745.000 |
| Mejorar el tratamiento del agua                              | Fortalecimiento en la prestación del servicio de acuacombia mediante la aplicación de selección de tecnologías y determinando el DAP de los usuarios<br><br><i>Tipo de medida: Preventiva</i> | Selección de tecnología apropiada para la construcción, operación y mantenimiento del sistema de potabilización.                  | -Encuestas (No. De habitantes con nivel de escolaridad entre otros)<br>-Visitas a la zona<br>-Ingresar datos al modelo SELTEC (Selección de Tecnología y Análisis de Costos en Sistemas de Potabilización de Agua )<br>-Analizar información  | -Acuacombia<br>-Tesisista AMA                 | 4.500.000 |
|  |   | Determinar la Disponibilidad a Pagar de los usuarios por la planta de tratamiento mediante el Método de valoricen contingente DAP | -Aplicar el método de valoración contingente (Definir la población, Especificar los elementos de simulación del mercado, definir la modalidad de entrevista, seleccionar la muestra, redactar el cuestionario, realizar las entrevistas y estimar la disponibilidad a pagar)  | -Profesional AMA<br>-Tesisista AMA            |           |

|  |  |   |   |  |             |
|--|--|---|---|--|-------------|
|  | Suministro de agua de buena calidad a los usuarios de Acuacombia   | Construcción de las plantas de tratamiento para la potabilización del agua  | -Construcción de 2 Plantas de Tratamiento   | -Alcaldía Municipal<br>-Gobernación de Risaralda<br>-Contratista | 533.876.894 |
|  | <i>Tipo de medida: Curativa</i>  | Renovación de 1.218 Km en tubería de HG 4" por tubería de PVC de 4" y renovación de 1.5 Km en tubería de AC 4" por tubería de PVC de 4" <i>Tipo de medida: Curativa</i> | -Cambio de 2,718 km de tubería HG y AC por PVC 4"   | -Acuacombia  |             |
| <b>Creación de manual de procesos y procedimientos para Acuacombia</b> | Fortalecimiento administrativo a Acuacombia- Acuerdo 068 de 2004 Reglamento para el Manejo, Operación de los Acueductos Rurales en el Municipio de Pereira | Establecer el manual de procesos y procedimientos para tratar los contaminantes que afecten la calidad del agua   | -Tener en cuenta la función del manual para lo cual fue creado.<br>-Determinar en forma clara las responsabilidades de los funcionarios relacionados con el proceso para su apropiación, uso y operación del manual<br>-Definir los procesos y procedimientos lo cual facilita la toma de correctivos en caso de encontrarse alguna falla<br>-Socializar el manual a nivel interno para modificarse y/o actualizarse según sea el caso<br>-Interiorizar el manual con el fin de dar a conocerlo<br>-Divulgar el manual hacia los funcionarios<br>-Elaborar el Plan Operacional de Emergencias para el acueducto Acuacombia que garantice las medidas inmediatas a tomar cuando se presente una emergencia que altere la calidad del agua para consumo humano. | Acuacombia   | 6.695.400   |
| <b>Mejora de la capacidad humana y técnica</b>                         | Fortalecimiento del recurso humano y técnico para la identificación de los contaminantes   | Capacitación del personal para tratar elementos contaminantes presentes en el agua  | -Coordinar con la secretaria de salud y/o CARDER para que los dos fontaneros asistan a talleres para la detección de elementos contaminantes<br>-Capacitar al personal 2 veces al año para el cumplimiento de labores asignadas en el manual de procesos y procedimientos por medio de talleres<br>-Tener la permanencia del stock (inventario) necesario para las labores de operación y mantenimiento del acueducto en revisión de fugas, protección de tubería contra la intemperie, control de presiones (mediciones) y chequeo de conexiones clandestinas entre otras.   | Acuacombia   | 8.293.000   |

**Cuadro 32** Resumen Presupuesto Plan de Contingencia Acuacombia Anual-2009

| Programa   | Proyectos  | Actividades  | Costos Directos         | Valor Parcial                  | Costos Indirectos | Valor Parcial | Valor Parcial por Actividad | Valor del Programa | Recursos Provenientes                                |
|--|--|--|-------------------------|--------------------------------|-------------------|---------------|-----------------------------|--------------------|--|
| Civismo, participación comunitaria y educación Ambiental   | Conformar espacios de socialización y concertación entre la comunidad ubicada aguas arriba de las captaciones y la atendida por Acuacombia | Realizar un taller de socialización, de las causas, consecuencias y posibles soluciones que disminuyan la contaminación de las quebradas por aportes de ARD, y residuos agrícolas y pecuarias                          | Profesional AMA         | 150.000                        | Papelógrafo       | 110.000       | 1.011.500                   | 4.107.200          | Acuacombia   |
|  |  |  |                         |                                | Cuñas radiales    | 11.500        |                             |                    |  |
|  |  |  |                         |                                | Refrigerios       | 160.000       |                             |                    |  |
|  |  |  |                         |                                | Marcadores        | 40.000        |                             |                    |  |
|  |  |  |                         |                                | Cartulinas        | 10.000        |                             |                    |  |
|  |  |  |                         |                                | Perifoneo 4 horas | 520.000       |                             |                    |  |
|  |  |  |                         |                                | Acetatos          | 10.000        |                             |                    |  |
|  |  | <b>Subtotal</b>  | <b>150.000</b>          | <b>861.500</b>                 |                   |               |                             |                    |  |
|  |  | Realizar 2 talleres de capacitación y concientización en el uso de buenas prácticas agrícolas que sean amigables con el ambiente para la vigilancia y protección de las quebradas San Vicente, Pavas, Bejucos y Pital. | Profesional AMA         | 500.000                        | Perifoneo 6 horas | 780.000       | 1.733.800                   | 4.107.200          | Acuacombia   |
|  |  |  |                         |                                | Cuñas radiales    | 13.800        |                             |                    |  |
|  |  |  |                         |                                | Refrigerios       | 400.000       |                             |                    |  |
|  |  |  |                         |                                | Papelería         | 40.000        |                             |                    |  |
|  |  |  | <b>Subtotal</b>         | <b>500.000</b>                 | <b>1.233.800</b>  |               |                             |                    |  |
| Realizar 1 foro de comunicación local para definir la situación actual y problemática del acueducto. | administrador del acueducto  | 700.000  | TV                      | 300.000                        | 1.361.900         | 4.107.200     | Acuacombia                  |                    |  |
|  | Practicante AMA  | 250.000  | DVD                     | 90.000                         |                   |               |                             |                    |  |
|  |  |  | Papelería               | 15.000                         |                   |               |                             |                    |  |
|  |  |  | Cuñas radiales          | 6.900                          |                   |               |                             |                    |  |
| <b>Subtotal</b>  | <b>950.000</b>   | <b>411.900</b>   |                         |                                |                   |               |                             |                    |  |
| Mejora de las condiciones sanitarias   | Servicio de operación y mantenimiento de sistemas sépticos por Acuacombia  | Mantenimiento, facturación y cobro una vez al año de los 16 sistemas sépticos existentes de las fincas aledañas a las quebradas  | Fontanero de Acuacombia | 500.000                        | Pala              | 20.000        | 1.330.000                   | 10.624.000         | Acuacombia   |
|  |  |  |                         |                                | Machete           | 10.000        |                             |                    |  |
|  |  |  |                         |                                | carreta           | 80.000        |                             |                    |  |
|  |  |  |                         |                                | Cal x 50 Kg       | 720.000       |                             |                    |  |
|  | <b>Subtotal</b>  | <b>500000</b>  | <b>830000</b>           |                                |                   |               |                             |                    |  |
|  | Gestionar la construcción de los pozos sépticos en las fincas que viertan sus aguas a las  | Divulgar la importancia sobre la construcción de los sistemas sépticos   | Fontanero de Acuacombia | 500000                         | Copia de folletos | 8.000         | 508.000                     | 10.624.000         | Secretaría de Salud y Protección Social y Acuacombia |
|  |  |  | <b>Subtotal</b>         | <b>500.000</b>                 | <b>8.000</b>      |               |                             |                    |  |
| Funcionario Secretaria de Salud  |  |  | 1.500.000               | Transporte de los 2 fontaneros | 16.000            |               |                             |                    |  |
| administrador del  | 700.000  |  |                         |                                |                   |               |                             |                    |  |

|   |  |  |                          |                   |   |                  |               |                    |  |
|---|--|--|--------------------------|-------------------|---|------------------|---------------|--------------------|--|
|   | quebradas que abastece Acuacombia  | horaria de 4 horas (2 horas prácticas y 2 horas teóricas)  | acueducto                |                   |   |                  |               |                    |  |
|   |  |  | <b>Subtotal</b>          | <b>2.200.000</b>  |   |                  | <b>16.000</b> | 2.216.000          |  |
|   |  | Construir 9 sistemas sépticos en las viviendas que no poseen sistemas de tratamientos de ARD en las veredas 6 en Maracaibo y 3 en Alto Pital   | Contratista              |                   | 9 STAR a construir                              | 6.570.000        |               |                    |  |
|   |  |  | <b>Subtotal</b>          | -                 | -   | <b>6.570.000</b> | 6.570.000     |                    | CARDER - Según el PAT/2009 existen \$ 430.697 para la construcción de STARD en zona rural- |
| Respeto por la franja de protección   | Recuperación y preservación de la cobertura vegetal en las quebradas Pavas, Bejucos, San Vicente y Pital | Reforestar con especies nativas alrededor del cauce para la protección del caudal  | Funcionario de la CARDER | 1.500.000         | Nº de árboles indefinido                        |                  |               |                    | CARDER - Según el PAT/2009 existen \$281.697 para acciones de recuperación forestal-       |
|   |  |  | <b>Subtotal</b>          | <b>1.500.000</b>  |   | -                | 1500000       |                    |  |
|   |  | Cerramiento de 5000 metros lineales en los alrededores de las quebradas Pavas y Bejucos  | Contratista              | 24888000          |   | -                |               |                    |  |
|   |  |  | <b>Subtotal</b>          | <b>24.888.000</b> |   | -                | 24888000      | <b>28.488.000</b>  |  |
|   |  | Colocación de letreros que promuevan evitar el flujo de personas y la siembra de cultivos a menos de 10 metros en cada una de las laderas de las quebradas Pavas, San Vicente, Bejucos y Pital que puedan alterar la calidad del agua. | Fontanero de Acuacombia  | 500.000           | Utensilios (listones, aluminio, puntillas, etc) | 100.000          |               |                    |  |
|   |  |  | Funcionario de la CARDER | 1.500.000         |   |                  |               |                    |  |
|   |  | <b>Subtotal</b>  | <b>2.000.000</b>         |                   | <b>100.000</b>                                  | 2.100.000        |               |                    |  |
| Construcción de obras biomecánicas (estacas, trinchos en cañas y canales de desviación y drenaje) | Implementación de prácticas biomecánicas para el manejo de deslizamientos alrededor de la quebrada Pavas | Realizar la construcción de 5 trinchos en cañas en la parte baja de los deslizamientos de la Quebrada Pavas y cubrir con vegetaciones de porte mediano y pequeño (gramíneas y leguminosas) (Ver Anexo 15).                             | Ingeniero Civil          | 150.000           | Varas de guaduas rolliza                        | 24.000           |               |                    | Secretaría de Desarrollo Rural Municipal Recursos de funcionamiento -PAT 2009-             |
|   |  |  | Fontanero de Acuacombia  | 500.000           | Utensilios (alambres, puntillas, etc)           | 50.000           |               |                    |  |
|   |  |  | <b>Subtotal</b>          | <b>650.000</b>    |   | <b>74.000</b>    | 724.000       | <b>1.554.000</b>   |  |
|   |  | Realizar la construcción de canales que permita el drenaje en exceso de agua lluvia  | Técnico en Agrología     | 300.000           | Pala  | 20.000           |               |                    |  |
|   |  |  | Fontanero de Acuacombia  | 500.000           | Machete   | 10.000           |               |                    |  |
|   |  |  | <b>Subtotal</b>          | <b>800.000</b>    |   | <b>30.000</b>    | 830.000       |                    |  |
| Protección en las áreas de  | Conservación de las  | Demarcación de la zona forestal protectora por la  | Funcionario CARDER       | 1.500.000         |   | -                |               | <b>255.595.700</b> | CARDER - Según el  |

conservación de franjas protectoras y áreas de influencia de las microcuencas

microcuencas abastecedoras del acueducto

|  |   |                  |                          |                      |             |  |
|--|---|------------------|--------------------------|----------------------|-------------|--|
| CARDER acuerdo a la Resolución 061 de 2007.  | <b>Subtotal</b>                           | <b>1.500.000</b> |                          | -                    | 1.500.000   |  |
| Reforestar con bosque protector en las zonas que lo requieran (establecer cercas vivas) las especies son Quiebrabarrigo, acacia, peñillo y Matarratón  | Funcionario de Acuacombia                 | 2.000.000        | Nº de plantas indefinido | -                    |             |  |
|  |   |                  | Pala                     | 20.000               |             |  |
|  | <b>Subtotal</b>                           | <b>2.000.000</b> |                          | <b>20.000</b>        | 2.020.000   |  |
| Mantenimiento de los guaduales y cercas vivas  | Funcionario CARDER                        | 1.500.000        | Machete                  | 20.000               |             |  |
|  | Fontanero de Acuacombia                   | 1.500.000        | Pala                     | 40.000               |             |  |
|  | Técnico forestal                          | 300.000          |                          |                      |             |  |
|  | <b>Subtotal</b>                           | <b>3.300.000</b> |                          | <b>60.000</b>        | 3.360.000   |  |
| Apoyar a los PRAES para la participación en la gestión ambiental en la conservación de las microcuencas que abastecen el acueducto.  | Practicante AMA                           | 500.000          | Refrigerios              | 200.000              |             |  |
|  | conferencistas                            | 300.000          | Afiches                  | 15.000               |             |  |
|  | Funcionario CARDER                        | 3.000.000        | Perifoneo                | 9.200                |             |  |
|  | Funcionario de la secretaria de educación |                  |                          | Papelería            | 50.000      |  |
|  |   |                  |                          | Cartillas educativas | 90.000      |  |
|  |   |                  |                          | Pintura              | 35.000      |  |
|  | <b>Subtotal</b>                           | <b>6.800.000</b> |                          | <b>399.200</b>       | 7.199.200   |  |
| Compra del predio la Finca Holanda   | Contratista                               | -                | Predio                   | 240.000.000          |             |  |
|  | <b>Subtotal</b>                           | <b>-</b>         |                          | <b>240.000.000</b>   | 240.000.000 |  |
| Realizar 2 campañas lúdicas estimulándolos e incentivándolos para el respeto, la conservación y cuidado de las microcuencas con los habitantes del Corregimiento de Combia Baja específicamente los que se encuentran ubicados aguas arriba de la captación de las microcuencas por parte de la CARDER y Acuacombia. | Practicante AMA                           | 300.000          | Cuñas radiales           | 11.500               |             |  |
|  |   |                  | Refrigerios              | 200.000              |             |  |
|  |   |                  | Pintura                  | 70.000               |             |  |
|  |   |                  | Papelería                | 30.000               |             |  |

PAT/2009 existen \$96.348-

Acuacombia y CARDER - Según el PAT/2009 existen \$ 281.697 para implementar acciones de recuperación ambiental en cuencas-

Acuacombia

CARDER - Según el PAT/2009 existe \$125.000 para acciones de participación en la Gestión Ambiental-

Alcaldía Municipal - Según el PAT existen \$ 281.697 en el presupuesto del 2009 y Según los art. 6 y 9 del Acuerdo Municipal 068 de 2004-

Acuacombia



|                                       |  |  |                            |                                       |   |                |           |                                |            |
|---------------------------------------|--|--|----------------------------|---------------------------------------|---|----------------|-----------|--------------------------------|------------|
|                                       |  |  | <b>Subtotal</b>            | <b>300.000</b>                        |   | <b>311.500</b> | 611.500   |                                |            |
|                                       |  | Realizar una capacitación a los habitantes del corregimiento en temas de normatividad ambiental  | AMA especializado          | 250.000                               | Refrigerios   | 200.000        |           | CARDER y/o Comité de Cafeteros |            |
|                                       |  |  |                            |                                       | Afiches   | 250.000        |           |                                |            |
|                                       |  |  | Plegables                  | 30.000                                |   |                |           |                                |            |
|                                       |  |  | Cartillas                  | 175.000                               |   |                |           |                                |            |
|                                       |  |  | <b>Subtotal</b>            | <b>250.000</b>                        |   | <b>655.000</b> | 905.000   |                                |            |
| Red de monitoreo y sitios de muestreo | Establecimiento de la red de monitoreo   | Realizar un diagnóstico del estado del recurso por medio de análisis físicos (color, turbiedad, olor) químicas (nitratos y fosfatos) y microbiológicos (E- Coli y Coliformes totales) en los 6 puntos del acueducto Acuacombia | Fontanero de Acuacombia    | 500.000                               | Análisis de agua  | 441.000        |           | Acuacombia                     |            |
|                                       |  |  |                            |                                       | Tarros de muestra   | 24.000         |           |                                |            |
|                                       |  |  | <b>Subtotal</b>            | <b>500.000</b>                        |   | <b>465.000</b> | 965.000   | <b>3.195.000</b>               |            |
|                                       | Instalación de los Sitios de Monitoreo   | Instalar tres puntos de monitoreo en la red inicial, red intermedia y red final para los circuitos San Vicente y Pital   | Fontanero de Acuacombia    | 500.000                               | Materiales de construcción (cemento, balastro, varillas de acero, teja etc) | 1.380.000      |           |                                |            |
|                                       |  | Maestro de obra  | 350.000                    |                                       |   |                |           |                                |            |
|                                       |  | <b>Subtotal</b>  | <b>850.000</b>             |                                       | <b>1.380.000</b>  | 2.230.000      |           |                                |            |
| Sistema de monitoreo del agua         | Establecimiento de bioalarmas temprana   | Construir las peceras e introducir los peces nativos antes de las bocatomas como bioindicadores de la calidad del agua (Tener en cuenta las especificaciones de las biolarmas (Ver Anexo 17)                                   | Fontanero de Acuacombia    | 500.000                               | 4 peceras o acuarios en plástico de 50x30x50 cm                             | 160.000        |           | Acuacombia                     |            |
|                                       |  |  | Ingeniero ambiental        | 1.700.000                             | soldadura   | 49.000         |           |                                |            |
|                                       |  |  |                            |                                       | Tubos PVC   | 64.000         |           |                                |            |
|                                       |  |  | 32 Peces nativos de 2-3 cm | -                                     |   |                |           |                                |            |
|                                       |  |  | <b>Subtotal</b>            | <b>2.200.000</b>                      |   | <b>273.000</b> | 2.473.000 | <b>8.745.000</b>               |            |
|                                       | Establecer puntos de monitoreo en la red | Realizar un permanente monitoreo de pH y nivel de Cl dos veces al día y E-coli, Coliformes totales y Cl residual libre cada dos meses.   | Fontanero de Acuacombia    | 6.000.000                             | Análisis de agua (Cl residual libre)  | -              | -         |                                |            |
|                                       |  |  |                            | Análisis de agua (Coliformes totales) | 126.000   |                |           |                                |            |
|                                       |  |  |                            | Análisis de agua (E-Coli)             | 126.000   |                |           |                                |            |
|                                       |  |  |                            | Elaboración del informe               | 20.000  |                |           |                                |            |
|                                       |  | <b>Subtotal</b>  | <b>6.000.000</b>           |                                       | <b>272.000</b>  | 6.272.000      |           |                                |            |
| Fortalecimiento                       | Selección de                             | Encuestas (No. De  |                            | 3.000.000                             |   | -              | -         | <b>4.500.000</b>               | Acuacombia |

|  |   |   |   |                 |                                    |             |                  |                    |   |
|--|---|---|---|-----------------|------------------------------------|-------------|------------------|--------------------|---|
| en la prestación del servicio de Acuacombia mediante la aplicación de selección de tecnologías y determinando el DAP de los usuarios | tecnología apropiada para la construcción, operación y mantenimiento del sistema de potabilización  | habitantes con nivel de escolaridad entre otros)  | Profesional AMA   |                 |                                    |             |                  |                    |   |
|  |   | Visitas a la zona   |   |                 |                                    |             |                  |                    |   |
|  |   | Ingresar datos al modelo SELTEC (Selección de Tecnología y Análisis de Costos en Sistemas de Potabilización de Agua ) |   |                 |                                    |             |                  |                    |   |
|  |   | Analizar información y entrega del documento  |   | <b>Subtotal</b> | <b>3.000.000</b>                   | -           | 3.000.000        |                    |   |
| Determinar la Disponibilidad a Pagar de los usuarios por la planta de tratamiento mediante el Método de valorización contingente DAP | Aplicar el método de valoración contingente (Definir la población, Especificar los elementos de simulación del mercado, definir la modalidad de entrevista, seleccionar la muestra, redactar el cuestionario, realizar las entrevistas y estimar la disponibilidad a pagar) | Profesional AMA   | 1.500.000   |                 | -                                  |             |                  |                    |   |
|  |   | <b>Subtotal</b>   | <b>1.500.000</b>  |                 | -                                  | 1.500.000   |                  |                    |   |
| Suministro de agua de buena calidad a los usuarios de Acuacombia   | Construcción de las plantas de tratamiento para la potabilización del agua  | Construcción de 2 Plantas de Tratamiento  |   |                 | Contratista plantas de tratamiento | 450.000.000 | 450.000.000      | <b>450.000.000</b> | Alcaldía Municipal; Art. 9º del acuerdo 068 del 2004 y Gobernación de Risaralda |
|  | Renovación de la 1.218 Km en tubería de HG 4" por tubería de PVC de 4" y Renovación de 1.5 Km en tubería de AC 4" por tubería de PVC de 4".   | Cambio de 2,718 km de tubería HG y AC por PVC 4"  | Fontanero Acuacombia  | 100.000.000     | Tubería RDE 21 de 4 "              | 52.818.894  | 182.876.894      | <b>182.876.894</b> | Acuacombia  |
|  |   |   | Brecha y tapado/metro (Brechas de un metro de profundidad en terreno destapado) | 29.898.000      | Pica                               | 80.000      |                  |                    |   |
|  |   |   |   |                 | Pala                               | 80.000      |                  |                    |   |
| <b>Subtotal</b>  | <b>129.898.000</b>  |   | <b>52.978.894</b>   |                 |                                    |             |                  |                    |   |
| Fortalecimiento administrativo a Acuacombia- Acuerdo 068 de 2004 Reglamento para el Manejo,  | Establecer el manual de procesos y procedimientos para tratar los contaminantes que afecten la calidad del agua   | Tener en cuenta la función del manual para lo cual fue creado.  | Administrador Acuacombia  | 700.000         |                                    | -           | <b>6.695.400</b> | Acuacombia         |   |
|  |   | Determinar en forma clara las responsabilidades de los funcionarios relacionados con el proceso para su               | AMA   | 1.500.000       |                                    |             |                  |                    |   |

|  |  |   |   |                        |                           |                  |  |  |
|--|--|---|---|------------------------|---------------------------|------------------|--|--|
| Operación de los Acueductos Rurales en el Municipio de Pereira                           | apropiación, uso y operación del manual  | Definir los procesos y procedimientos lo cual facilita la toma de correctivos en caso de encontrarse alguna falla   |   | Manual                 | 40.000                    |                  |  |  |
|  |  | Socializar el manual a nivel interno para modificarse y/o actualizarse según sea el caso  |   | Papelería              | 15.000                    |                  |  |  |
|  |  | Interiorizar el manual con el fin de dar a conocerlo  |   | Refrigerios            | 14.000                    |                  |  |  |
|  |  | Divulgar el manual hacia los funcionarios   |   | Copia de folletos      | 1.400                     |                  |  |  |
|  |  | <b>Subtotal</b>   | <b>2.200.000</b>                            |                        | <b>70.400</b>             | 2.270.400        |  |  |
|  |  | Elaborar el Plan Operacional de Emergencias para el acueducto Acuacombia que garantice las medidas inmediatas a tomar cuando se presente una emergencia que altere la calidad del agua para consumo humano. | Profesional AMA administrador del acueducto | 3.000.000<br>1.400.000 | Papelería                 | 25.000           |  |  |
|  |  | <b>Subtotal</b>   | <b>4.400.000</b>                            |                        | <b>25.000</b>             | 4.425.000        |  |  |
| Fortalecimiento del recurso humano y técnico para la identificación de los contaminantes | Capacitación del personal para tratar elementos contaminantes presentes en el agua | Coordinar con la secretaria de salud y/o CARDER para que los dos fontaneros asistan al taller para la detección de elementos contaminantes  | Ingeniero sanitario                         | 500.000                | Pasajes                   | 8.000            |  |  |
|  |  | Fontanero de Acuacombia   | 1.000.000                                   |                        |                           |                  |  |  |
|  |  | <b>Subtotal</b>   | <b>1.500.000</b>                            |                        | <b>8.000</b>              | 1.508.000        |  |  |
|  |  | Capacitar al personal 2 veces al año para el cumplimiento de labores asignadas en el manual de procesos y procedimientos por medio de talleres  | Profesional AMA                             | 600.000                | Refrigerios<br>Papelería  | 40.000<br>25.000 |  |  |
|  |  | <b>Subtotal</b>   | <b>600.000</b>                              |                        | <b>65.000</b>             | 665.000          |  |  |
|  |  | Tener la permanencia del stock (inventario) necesario para las labores de operación y mantenimiento del acueducto en revisión de fugas, protección de tubería contra la intemperie, control de              | Fontanero de Acuacombia                     | 6.000.000              | Materiales y herramientas | 120.000          |  |  |
| <b>Subtotal</b>  | <b>6.000.000</b>   |   | <b>120.000</b>                              | 6.120.000              |                           |                  |  |  |
|  |  |   |   | <b>8.293.000</b>       |                           | Acuacombia       |  |  |

|  |  |                  |             |                  |             |  |  |
|--|--|------------------|-------------|------------------|-------------|--|--|
|  | presiones (mediciones) y chequeo de conexiones clandestinas entre otras. |                  |             |                  |             |  |  |
|  |  | <b>TOTAL C.D</b> | 207.236.000 | <b>TOTAL C.I</b> | 757.238.194 |  |  |

|                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| <b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>   | \$ 207.236.000        |
| <b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b> | \$ 757.238.194        |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>\$ 964.474.194</b> |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Valor Acuacombia                              | \$ 226.949.994        |
| Valor CARDER                                  | \$ 44.662.200         |
| Valor Secretaría de Salud y Protección Social | \$ 1.508.000          |
| Valor Alcaldía Municipal y Gobernación        | \$ 690.000.000        |
| Valor Secretaría de Desarrollo Municipal      | \$ 1.554.000          |
| <b>TOTAL</b>                                  | <b>\$ 964.474.194</b> |

**Cuadro 33** Cronograma de Actividades Anual Plan de Contingencia Acuacombia a 10 Años

| Numeral de Actividades | 2009       | 2010       | 2011       | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      | 2016      | 2017      | 2018      | 2019      |
|------------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1                      | 1.011.500  |            |            |           |           |           | 1.062.075 |           |           |           |           |
| 2                      | 1.733.800  |            |            |           |           |           | 1.820.490 |           |           |           |           |
| 3                      | 1.361.900  |            |            |           |           |           | 1.429.995 |           |           |           |           |
| 4                      | 1.330.000  | 1.396.500  | 1.396.500  | 1.396.500 | 1.396.500 | 1.396.500 | 1.396.500 | 1.396.500 | 1.396.500 | 1.396.500 | 1.396.500 |
| 5                      | 508.000    |            | 533.400    |           | 533.400   |           | 533.400   |           | 533.400   |           | 533.400   |
| 6                      | 2.216.000  | 2.326.800  | 2.326.800  | 2.326.800 | 2.326.800 | 2.326.800 | 2.326.800 | 2.326.800 | 2.326.800 | 2.326.800 | 2.326.800 |
| 7                      | 6.570.000  |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 8                      | 1.500.000  |            |            |           |           | 1.575.000 |           |           |           |           | 1.575.000 |
| 9                      | 24.888.000 |            |            |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 10                     |            | 23.907.413 |            |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 11                     |            |            | 81.518.155 |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 12                     | 2.100.000  |            | 2.205.000  |           | 2.205.000 |           | 2.205.000 |           | 2.205.000 |           | 2.205.000 |
| 13                     | 724.000    |            |            | 760.200   |           |           | 760.200   |           |           | 760.200   |           |
| 14                     | 830.000    |            | 871.500    |           | 871.500   |           | 871.500   |           | 871.500   |           | 871.500   |

|                      |                    |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| 15                   | 1.500.000          |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 16                   | 2.020.000          | 2.121.000          | 2.121.000          |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 17                   | 3.360.000          | 3.528.000          | 3.528.000          | 3.528.000         | 3.528.000         | 3.528.000        | 3.528.000         | 3.528.000         | 3.528.000         | 3.528.000         | 3.528.000         | 3.528.000 |
| 18                   | 7.199.200          | 7.559.160          | 7.559.160          | 7.559.160         | 7.559.160         | 7.559.160        | 7.559.160         | 7.559.160         | 7.559.160         | 7.559.160         | 7.559.160         | 7.559.160 |
| 19                   |                    | 240.000.000        |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 20                   | 611.500            |                    |                    | 642.075           |                   |                  | 642.075           |                   |                   | 642.075           |                   |           |
| 21                   | 905.000            |                    |                    | 950.250           |                   |                  | 950.250           |                   |                   | 950.250           |                   |           |
| 22                   | 965.000            | 1.013.250          | 1.013.250          | 1.013.250         | 1.013.250         | 1.013.250        | 1.013.250         | 1.013.250         | 1.013.250         | 1.013.250         | 1.013.250         | 1.013.250 |
| 23                   | 2.230.000          |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 24                   | 2.473.000          |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   | 2.596.650 |
| 25                   | 6.272.000          | 6.585.600          | 6.585.600          | 6.585.600         | 6.585.600         | 6.585.600        | 6.585.600         | 6.585.600         | 6.585.600         | 6.585.600         | 6.585.600         | 6.585.600 |
| 26 -27-28-29         | 3.000.000          |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 30                   | 1.500.000          |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 31                   |                    | 450.000.000        |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 32                   | 182.876.894        |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 33                   | 2.270.400          |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 34                   |                    |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 35                   |                    |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 36                   |                    |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 37                   |                    |                    |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 38                   |                    |                    |                    | 46.200            |                   | 46.200           |                   | 46.200            |                   | 46.200            |                   | 46.200    |
| 39                   |                    | 4.425.000          |                    |                   |                   |                  |                   |                   |                   |                   |                   |           |
| 40                   | 1.508.000          |                    |                    |                   |                   | 1.583.400        |                   |                   |                   |                   |                   | 1.583.400 |
| 41                   | 665.000            |                    | 698.250            |                   | 698.250           |                  | 698.250           |                   | 698.250           |                   | 698.250           | 698.250   |
| 42                   | 6.120.000          | 6.426.000          | 6.426.000          | 6.426.000         | 6.426.000         | 6.426.000        | 6.426.000         | 6.426.000         | 6.426.000         | 6.426.000         | 6.426.000         | 6.426.000 |
| <b>Valor por Año</b> | <b>270.249.194</b> | <b>749.288.723</b> | <b>116.828.815</b> | <b>31.187.835</b> | <b>33.189.660</b> | <b>31.993710</b> | <b>39.854.745</b> | <b>28.835.310</b> | <b>33.189.660</b> | <b>31.187.835</b> | <b>39.944.710</b> |           |

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Valor Total al 2009</b>                       | 270.249.194 |
| <b>Valor Neto al 2019 - Asumiendo IPC del 5%</b> | 38.944.710  |

Las actividades pactadas en el cronograma anterior se enumeran en el Cuadro 34:

**Cuadro 34** Numeración de Actividades del Plan de Contingencia de Acuacombia

| Ítem | Actividades  | Programa   |
|------|--|--|
| 1    | Realizar un taller de socialización, de las causas, consecuencias y posibles soluciones que disminuyan la contaminación de las quebradas por aportes de ARD, y residuos agrícolas y pecuarias  | Civismo, participación comunitaria y educación Ambiental   |
| 2    | Realizar 2 talleres de capacitación y concientización en el uso de buenas prácticas agrícolas que sean amigables con el ambiente para la vigilancia y protección de las quebradas San Vicente, Pavas, Bejucos y Pital.   |  |
| 3    | Realizar 1 foro de comunicación local para definir la situación actual y problemática del acueducto  |  |
| 4    | Mantenimiento de 16 STAR, facturación y cobro una vez al año de los sistemas sépticos de las fincas aledañas a las quebradas   | Mejora de las condiciones sanitarias   |
| 5    | Divulgar la importancia sobre la construcción de los sistemas sépticos   |  |
| 6    | Capacitar a los fontaneros en el mantenimiento de los sistemas sépticos (2 veces al año) con una intensidad horaria de 4 horas (2 horas prácticas y 2 horas teóricas)  |  |
| 7    | Construir 9 sistemas sépticos en las viviendas que no poseen sistemas de tratamientos de ARD para las veredas 6 en Maracaibo y 3 en alto pital   |  |
| 8    | Reforestar con especies nativas alrededor del cauce para la protección del caudal  | Respeto por la franja de protección  |
| 9    | Cerramiento de 5000 metros lineales (ml) en los alrededores de las Quebradas Bejucos y Pavas   |  |
| 10   | Terminación del cerramiento de 1,316 metros lineales de la quebrada Pavas y 3,487 metros lineales de la quebrada Bejucos   |  |
| 11   | Cerramiento de 2,675 metros lineales en los alrededores de la quebrada San Vicente y 13,702 metros lineales para la quebrada Pital.  |  |
| 12   | Colocación de letreros con mensajes educativos que promuevan evitar el flujo de personas y la siembra de cultivos a menos de 10 metros en cada una de las laderas de las quebradas Pavas, San Vicente, Bejucos y Pital que puedan alterar la calidad del agua. | Construcción de obras biomecánicas (estacas, trinchos en cañas, canales de desviación y drenaje) |
| 13   | Realizar la construcción de 5 trinchos en cañas en la parte baja de los deslizamientos de la Quebrada Pavas y cubrir con vegetaciones de porte mediano y pequeño (gramíneas y leguminosas).  |  |
| 14   | Realizar la construcción de canales que permita el drenaje en exceso de agua lluvia  |  |
| 15   | Demarcación de la zona forestal protectora por la CARDER acuerdo a la Resolución 061 de 2007.  | Protección y   |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 16 | Reforestar con bosque protector en las zonas que lo requieran (Establecer cercas vivas)  | conservación de las áreas de influencia de las microcuencas   |
| 17 | Mantenimiento de los guaduales y Cercas vivas  |   |
| 18 | Apoyar los PRAES para la participación en la gestión ambiental en la conservación de las microcuencas que abastecen el acueducto.  |   |
| 19 | Compra del predio la Finca Holanda   |   |
| 20 | Realizar 2 campañas lúdicas estimulándolos e incentivándolos para el respeto, la conservación y cuidado de las microcuencas con los habitantes del Corregimiento de Combia Baja específicamente los que se encuentran ubicados aguas arriba de la captación de las microcuencas por parte de la CARDER y Acuacombia. |   |
| 21 | Realizar una capacitación a los habitantes del corregimiento en temas de normatividad ambiental  | Red de monitoreo y sitios de muestreo   |
| 22 | Realizar un diagnóstico del estado del recurso por medio de análisis físicos (color, turbiedad, olor) químicas (nitratos y fosfatos) y microbiológicos (E- Coli y Coliformes totales) en los 6 puntos del acueducto Acuacombia   |   |
| 23 | Instalar tres puntos de monitoreo en la red inicial, red intermedia y red final para los circuitos San Vicente y Pital   |   |
| 24 | Construir las peceras e introducir los peces nativos antes de las bocatomas como bioindicadores de la calidad del agua   | Sistema de monitoreo del agua   |
| 25 | Realizar un permanente monitoreo de pH y nivel de Cl dos veces al día y E-coli, Coliformes totales y Cl residual libre cada dos meses.   |   |
| 26 | Encuestas (No. De habitantes con nivel de escolaridad entre otros)   | Fortalecimiento en la prestación del servicio de Acuacombia mediante la aplicación de tecnologías y determinando el DAP de los usuarios |
| 27 | Visitas a la zona  |   |
| 28 | Ingresar datos al modelo SELTEC (Selección de Tecnología y Análisis de Costos en Sistemas de Potabilización de Agua )  |   |
| 29 | Analizar información y entrega del documento   |   |
| 30 | Aplicar el método de valoración contingente (Definir la población, Especificar los elementos de simulación del mercado, definir la modalidad de entrevista, seleccionar la muestra, redactar el cuestionario, realizar las entrevistas y estimar la disponibilidad a pagar)  |   |
| 31 | Construcción de 2 Plantas de Tratamiento para la potabilización del agua   |   |
| 32 | Cambio de 2,718 km de tubería HG y AC por PVC 4''  |   |
| 33 | Tener en cuenta la función del manual para lo cual fue creado.   | Fortalecimiento administrativo a Acuacombia   |
| 34 | Determinar en forma clara las responsabilidades de los funcionarios relacionados con el proceso para su apropiación, uso y operación del manual  |   |
| 35 | Definir los procesos y procedimientos lo cual facilita la toma de correctivos en caso de encontrarse alguna falla  |   |
| 36 | Socializar el manual a nivel interno para modificarse y/o actualizarse según sea el caso   |   |
| 37 | Interiorizar el manual con el fin de dar a conocerlo   |   |
| 38 | Divulgar el manual hacia los funcionarios  |   |
| 39 | Elaborar el Plan Operacional de Emergencias para el acueducto Acuacombia que garantice las medidas inmediatas a tomar cuando se presente una emergencia que altere la calidad del agua para consumo humano   |   |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 40 | Coordinar con la secretaria de salud y/o CARDER para que los dos fontaneros asistan al taller para la detección de elementos contaminantes  | Fortalecimiento del recurso humano y técnico para la identificación de los contaminantes |
| 41 | Capacitar al personal 2 veces al año para el cumplimiento de labores asignadas en el manual de procesos y procedimientos por medio de talleres  |  |
| 42 | Tener la permanencia del stock (inventario) necesario para las labores de operación y mantenimiento del acueducto en revisión de fugas, protección de tubería contra la intemperie, control de presiones (mediciones) y chequeo de conexiones clandestinas entre otras. |  |

**Fuente:** Elaboración propia



En el Cuadro 32 está resumido el Presupuesto del Plan de Contingencia de Acuacombia para el año 2009, donde se relacionan los costos directos e indirectos de los insumos a utilizar en la ejecución de las actividades que conlleven al cumplimiento de los programas propuestos. Además, se obtuvo el monto que debe ser invertido por las entidades allí mencionadas, es importante que estos actores sean responsables con sus funciones y estén comprometidos a costear dichas actividades para cumplir con los objetivos del Plan de Contingencia diseñado para el acueducto de Acuacombia y se logre reducir el riesgo sobre la calidad del agua para consumo humano no solo en el año 2009 sino proyectado al 2019 y seguir con el proceso del Plan.

El Cuadro 33 denominado Cronograma Anual del Plan de Contingencia presenta 42 actividades resumidas en el Cuadro 34 que se reprograman cada que se requieran según la actividad. Esto es con la finalidad de planificar y proyectar a 10 años la continuidad del mismo y se pueda dar respuesta a las diferentes amenazas y vulnerabilidades que hay en todo el sistema de abastecimiento de agua que puedan alterar la calidad del agua y al mismo tiempo asegurar el cumplimiento de los programas propuestos dentro del plan.

Según los resultados arrojados en el Cuadro 33, el Plan de Contingencia para el 2009 tiene un valor de \$ 270.249.194 y para el 2019 tiene un valor de \$ 38.944.710 asumiendo un IPC del 5%, mostrando que son mayores los costos en el primer año debido a que se requiere hacer inversión inmediata en obras de carácter prioritario. Este Plan debe ser financiado por entidades como la CARDER, la Alcaldía Municipal, la Gobernación y Acuacombia por ser los directos responsables en la ejecución la mayoría de los proyectos propuestos dentro del Plan.

#### **7.4 ACCIONES PARA SITUACIONES DE EMERGENCIA**

Todo Plan de Contingencia además de conducir algunas acciones que propendan a disminuir los riesgos sobre la calidad del agua para consumo humano también debe proponer las acciones que den respuesta ante una emergencia asociada a la alteración de la calidad del agua.

Las acciones para situaciones de emergencia están estructuradas para los contaminantes puntuales y transitorios, y busca establecer mecanismos para que la toma de decisiones se efectúe de forma ágil y eficaz durante una situación de emergencia. Estas acciones son:

### **7.4.1 Activación de Alarmas**

Las alarmas tempranas consisten en crear una pequeña derivación de agua antes de las bocatomas, que alimente una pecera con peces nativos de las quebradas. Las peceras deben estar visible todo el tiempo, y en un punto donde haya presencia y vigilancia permanente de personal del acueducto Acuacombia. El funcionamiento la bioalarma temprana se puede apreciar en el Anexo 17.

Estas se activarán en el momento en el que se identifiquen elementos que alteren la calidad del agua, es decir cuando se presente la mortandad de un número considerable de peces del sistema de bioalarma temprana sin una aparente causa, se debe proceder a realizar análisis de calidad de agua para verificar si se relacionó con la presencia de algún contaminante en el agua.

Además, se debe informar a la secretaría de Salud y Protección social y al CLOPAD para coordinar las acciones a desarrollar, que deben de establecerse en el Plan Operativo de Emergencias. Así mismo, se debe dar aviso a la comunidad de manera inmediata para que estos hagan un uso restringido del recurso.

Si la alteración de la calidad del agua se llegara a presentar por creciente de las Quebradas, deslizamientos y/o sismos, el acueducto deberá informar de manera inmediata a entidades como la OMPAD, la Alcaldía Municipal, y la Secretaría de Salud y Protección Social.

### **7.4.2 Suspensión del Servicio**

Este se debe realizar de manera inmediata a la activación de la alarma.

En caso de que la alarma se active por muerte súbita de los peces de las bioalarmas tempranas, se hará cierre desde las bocatomas y se suspenderá el servicio temporalmente hasta tener los resultados de los análisis de aguas y de los peces muertos que identifiquen la sustancia contaminante.

Si el contaminante identificado es de fácil tratamiento se implementará el proceso para su remoción, y se procederá a reabrir el sistema.

En caso de registrar contaminantes en cantidades y concentraciones que amenacen la vida humana, y que requieran proceso de mayor complejidad, el sistema se mantendrá cerrado hasta superar la emergencia.

En caso de que los contaminantes se identifiquen en las redes internas, el servicio se suspenderá en el circuito respectivo hasta superar la emergencia.

Si la activación de la alarma se presenta por algún fenómeno natural, el cierre deberá realizarse en la zona de influencia del fenómeno. Es decir, si es un deslizamiento, sismo, o creciente de alguna de las Quebradas la suspensión será en la zona donde se impactó la infraestructura y se altere la calidad del agua.

#### **7.4.3 Tratamiento de Agua Para Eliminar la Sustancia que Altera la Calidad del Agua.**

Para el caso de las bioalarmas tempranas, si el elemento contaminante es de fácil tratamiento, es decir, si Acuacombia está en la capacidad humana y técnica para implementar los procesos y procedimientos para eliminar el elemento contaminante, entonces se hará el debido mantenimiento y se restablecerá el servicio.

En caso de que Acuacombia no esté en la capacidad de tratar el contaminante por sus propios medios, se mantendrá suspendido el servicio hasta que la o las cuencas absorban o eliminen la sustancia, ó se implementarán procedimientos con la ayuda de otras entidades como la Secretaría de Salud y Protección Social.

#### **7.4.4 Establecimiento de Métodos Alternos para Dotar de Agua Apta para el Consumo Humano a la Población**

Cuando la suspensión del servicio llegara a ser mayor de 48 horas, el Acueducto deberá establecer un sistema de distribución de agua a la población.

En este caso se deberá establecer un recorrido por la población afectada con carros cisternas u otro medio de transporte de agua apta para el consumo humano, para abastecer a la comunidad mientras se supera la emergencia.

#### **7.4.5 Limpieza de la Infraestructura Afectada**

Si la afectación de la calidad del agua llegara a suceder después de la bocatoma, se debe hacer el mantenimiento que consiste en realizar la purga o la limpieza a los sistemas de conducción interno de la planta con el fin de eliminar la presencia de los contaminantes en el agua.

Igual actividad se debe realizar en la afectación de tramos, esta debe purgarse hasta lograr su limpieza total. Para lo cual se debe hacer primero sectorización de la zona afectada, e iniciar la toma de análisis de pruebas de forma permanente.

No obstante, en caso de que la afectación ya sea por deslizamientos o material vulcanológico llegara ser antes de la bocatoma, deberá ser lavada la infraestructura del acueducto como bocatomas, aducción, tanque de almacenamiento y red de distribución con el fin de evitar taponamientos, afectación en la calidad del agua o desabastecimiento en la prestación del servicio.

#### **7.4.6 Restablecimiento de las Condiciones de Normalidad**

La emergencia puede superarse bien sea por que se trata la sustancia contaminante, conllevando a que el agua sea apta para consumo humano; o por que el elemento que altera la calidad del agua desapareció o disminuyó hasta los límites permisivos.

Solo hasta asegurarse que la calidad del agua para el consumo humano, cumple con los valores señalados en las características físicas, químicas y microbiológicas establecidos en la Resolución 2115 de 2007, y que los contaminantes fueron removidos, por medio de muestreos avalados por la Secretaría de Salud y Protección Social, se podrá restablecer las condiciones de normalidad en la prestación del servicio.

Posteriormente es necesario continuar con el sistema de monitoreo para garantizar que la calidad del agua continúa en óptimas condiciones para el consumo humano y así asegurar que ya se superó la emergencia.

## **8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Las amenazas por presencia de sustancias por fenómenos naturales y siconaturales en el acueducto Acuacombia se presentan principalmente por segmentos de fallas geológicas activas, un gran número de movimientos en masa superficiales y la alta susceptibilidad a seguirlos sufriendo, que sumados a las altas precipitaciones del sector hacen que el caudal de las quebradas se incrementen súbitamente causando graves daños en la red de distribución. Por otra parte, no existe amenaza en la zona por materiales como flujos de lava, piroclásticos y lahares derivados de la actividad volcánica.

- En cuanto a la alta amenaza geotécnica en el sector, es necesario realizar un manejo completo de los deslizamientos más representativos, puesto que la Gobernación de Risaralda y la Alcaldía Municipal de Pereira asignaron un presupuesto de doscientos siete millones diecinueve mil setecientos ocho pesos (\$ 207'019.708) para la reparación de daños ocasionados en la infraestructura del acueducto de Acuacombia consecuencia de las fuertes lluvias del mes de Diciembre de 2008, más no para disminuir y/o mitigar la amenaza geotécnica, que es la causa principal de los graves desastres o daños que han afectado la infraestructura del acueducto.
- En cuanto a la amenaza hídrica se debe instalar un sistema de drenajes superficiales que permitan la escorrentía del agua superficial para promover el saneamiento del terreno, es decir, incluir obras civiles que ayuden a drenar el agua precipitada y así evitar deslizamientos que provoquen daños tanto a las bocatomas como a la red de distribución. Así como también realizar limpieza del cauce de las Quebradas, retirando el material vegetal y/o residuos sólidos que taponen o causen represamientos en el curso del agua, para evitar posibles futuros desastres causados por aumento repentino de caudal en el momento en que ocurra una gran precipitación.
- Es significativo que Acuacombia realice un convenio con algún laboratorio autorizado de la ciudad para la elaboración de los análisis necesarios en el recurso para el control y monitoreo de la calidad del agua que entrega el sistema de abastecimiento para consumo humano tal y como lo indica la resolución 2115 de 2007.
- Los ocho laboratorios autorizados por el Ministerio de Protección Social del Departamento de Risaralda cuentan con los equipos necesarios para realizar las pruebas de calidad del recurso para consumo humano que evalúen las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua, de acuerdo a lo establecido en el artículo 18 de la Resolución 2115 de 2007, esto contribuye en gran medida a la entrega de resultados efectivos y fiables que permiten identificar posibles elementos contaminantes presentes en el agua que brinde el tratamiento adecuado.
- Se requiere que el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de la quebrada Combia que se encuentra realizando la CARDER involucre a las microcuencas Pavas, Bejucos, San Vicente y Pital por ser parte de esta quebrada y así garantizar la reducción de contaminantes por aportes de aguas residuales domesticas, agrícolas y pecuarias.

- Se requiere un estudio detallado sobre el uso y manejo de plaguicidas en el sector, y más control por parte de la Secretaría de Salud y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) y demás autoridades competentes con el fin de velar por el cumplimiento del respeto por la franja de seguridad para la aplicación de plaguicidas y fertilizantes, siembra de cultivos y tala del bosque natural sobre las cuencas abastecedoras de los acueductos del Corregimiento de Combia.
- Es necesario la asistencia técnica de control y vigilancia de la Secretaria de Salud y de Acuacombia en la realización del mantenimiento de los pozos sépticos de la zona con el fin de reducir los riesgos de contaminación sobre la calidad del agua para consumo humano.
- Es importante la capacitación del personal encargado en el mantenimiento y operación del sistema de abastecimiento, sobre todo en los componentes de captación, almacenamiento y distribución del acueducto. La asistencia a Talleres de Capacitación en fontanería pueden reforzar los conocimientos sobre el manejo y tratamiento del recurso.
- Es necesaria la construcción de las plantas de potabilización de agua para consumo humano en Acuacombia puesto que el Índice de Riesgo de la calidad del Agua para Consumo Humano IRCA es calificado como alto, en especial por la presencia de Coliformes totales y fecales en la red de distribución del Circuito Pital. Así mismo se requiere de un estudio detallado de selección de tecnologías en sistemas de tratamiento de agua para consumo humano, que evalúe el nivel socio cultural del sector, la disponibilidad de recursos y materiales, la eficiencia de las tecnologías, análisis de costos y la capacidad y disponibilidad de pago de los usuarios, con la finalidad de evitar que se realicen inversiones en tecnologías insostenibles.
- Es recomendable la elaboración del Manual de Procesos y Procedimientos para todo el personal del acueducto que permita controlar de manera ágil las actividades para la toma de correctivos en el momento en que se presente una falla en el sistema de abastecimiento. Además, este manual debe contener un Plan Operacional de Emergencias que incluya objetivos, estrategias y acciones para hacer frente a las situaciones de emergencia.
- Se recomienda el establecimiento de bioalarmas tempranas como una forma de monitoreo de la calidad del agua en las fuentes abastecedoras de Acuacombia.

- El Plan de Contingencia propuesto en este Trabajo de Grado, solo tiene en cuenta los Circuitos San Vicente y Pital, dejando por fuera el Circuito los Monos. Esto resalta la necesidad de ampliar a futuro el Plan de Contingencia a este Circuito en el momento en el que se encuentre completamente construido y en funcionamiento.
- La Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano, que sirvió de base para la elaboración de este trabajo, no tiene en cuenta los riesgos por desabastecimiento de agua, ni la cantidad de agua ofertada. Se enfoca exclusivamente en la calidad del mismo, por lo tanto, debe complementarse en este sentido para que el Plan de Contingencia sea más completo en cuanto a cantidad y calidad se requiera.
- Para asegurar el éxito y la continuidad del Plan de Contingencia se realizó una proyección de 10 años a futuro reprogramando actividades para que conduzcan a la disminución del riesgo sobre la calidad del agua apta para consumo humano. Además, la inversión que totalizó por año dentro del Plan deberá ser asumida por la Secretaria de Salud y Protección Social, Gobernación de Risaralda, Alcaldía Municipal, CARDER, Secretaría de Desarrollo Municipal y la entidad prestadora del servicio como una forma de cohesionar esfuerzos que aporten a la mejor del bienestar social de los habitantes del Corregimiento de Combia.
- El acueducto Acuacombia se encuentra financieramente estable, es decir, que los ingresos mensuales de este alcanza para cubrir las deudas y gastos de funcionamiento lo cual le facilita la posibilidad de llevar a cabo algunas de las actividades propuestas en el Plan de Contingencia.

## 9 BIBLIOGRAFIA

ALCALDÍA SOCIAL DE PEREIRA, 2007, Plan de Desarrollo del Corregimiento de Combia Baja Con Visión Hacia el Futuro 2007 – 2017.

ALCALDÍA SOCIAL DE PEREIRA. Acuerdo No. 18 DE 2000. Plan de Ordenamiento Territorial. Áreas Susceptibles de Fenómenos de Remoción en Masa.

ALCALDÍA SOCIAL DE PEREIRA, ACUERDO No. 068 DE 2004. Reglamento para el Manejo, Operación, de los Acueductos Rurales en el Municipio de Pereira.

ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 1991. Constitución Política Nacional de Colombia.

CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. Ponencia Evaluación de la Calidad del Agua. En Internet: <http://www.cnpml.org/html/archivos/Ponencias/Ponencias-ID74.pdf>. Fecha de Consulta: Octubre 10 de 2008.

CENTRO REGIONAL DE INFORMACION SOBRE DESASTRES AMERICA LATINA Y EL CARIBE. Vulnerabilidad de los Sistemas de Agua. SILAIS CHINANDEGA. 2008. En Internet: [www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/.../doc10860-contenido.pdf](http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/.../doc10860-contenido.pdf). Fecha de Consulta: Septiembre 30 de 2009.

CORPORACIÓN AUNTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA -CARDER-. RESOLUCIÓN No 061 DE 2007. Lineamientos para Demarcar las Áreas Forestales Protectoras de los Nacimientos y Corrientes de Agua Ubicados en Suelos Rurales y Suburbanos Destinados a Usos Agrícolas, Pecuarios, Forestales y de Acuicultura.

CORPORACIÓN AUNTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA -CARDER-, 2008. Desarrollo de Fases o Actividades para la Implementación de un Modelo de Simulación en los Ríos Otún, Consotá y la Quebrada Dosquebradas. Pág. 28.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y MINISTERIO DEL AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 2115 de 2007. En Internet: <http://faolex.fao.org/docs/texts/col75480.doc>. Fecha de consulta: Agosto 7 de 2008

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 1575 de 2007. Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y MINISTERIO DEL AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 811 de 2008. 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. En Internet: [faolex.fao.org/docs/texts/col78888.doc](http://faolex.fao.org/docs/texts/col78888.doc). Fecha de consulta: Octubre 6 de 2008



COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y MINISTERIO DEL AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0082 de 2009. El Artículo 15 sobre el Mapa de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano del Decreto 1575 de 2007.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA –CARDER-, 2000, Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero –FOREC-, Base Ambiental con Énfasis en Riesgos Municipio de Pereira.

DECRETO No. 1729 DE 2002. Cuencas hidrográficas. En Internet. [http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/Decreto\\_1729\\_de\\_2002.pdf](http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/Decreto_1729_de_2002.pdf). Fecha de consulta: Agosto 7 de 2008.

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2004. Agency for Toxic Substances y Disease Registry. ATDSR. Fecha de consulta: Miércoles 8 de Octubre de 2008. En Internet: <http://www.atsdr.cdc.gov/>

ESCOBAR C., 2002, Tecnologías Apropriadas Para el Control de la Erosión en el Ambiente Tropical Andino. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

GIL M. E., 2001. Geología Ambiental de los Corregimientos de Combia Alta y Combia Baja, Municipio de Pereira. Informe Final. CARDER.

GREENPEACE. Preparando REACH. Sustitución de Antimonio. Fecha de consulta: Miércoles 8 de Octubre de 2008. En Internet: <http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/sustituci-n-de-tri-xido-de-ant.pdf>

GREENFACTS, 2004. Hechos sobre la Salud y el Medio Ambiente. Consejo Científico Sobre el Arsénico. Fecha de consulta: miércoles 8 de octubre de 2008. En Internet: <http://www.greenfacts.org/es/arsenico/#2>

GUZMÁN, J., FRANCO, G Y OCHOA M. 1998. Evaluación Geotécnica, CARDER. Proyecto para la Mitigación del Riesgo Sísmico de Pereira Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal Pereira.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA, Y ESTUDIOS AMBIENTALES –IDEAM-, 2004. Guía para el Monitoreo y Seguimiento del Agua. Bogotá D.C. En Internet: <http://www.ideam.gov.co/temas/guiaagua/Guia%20de%20Monitoreo.pdf>

INSTITUO DEL CRISOTILO, 2005. Un Producto Amigo del Medio Ambiente. Medio Ambiente. Fecha de Consulta: Octubre 4 de 2009. En Internet: <http://74.125.47.132/search?q=cache:9jvWzDZalAgJ:www.chrysotile.com/es/chrysotile/environment.aspx+vida+util+del+asbesto+cemento&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=co>

INSTITUTO MUNICIPAL DE SALUD –IMS- Y FUNDACIÓN HÁBITAT, 2004. Caracterización de las Condiciones Ambientales y Sanitarias del Sector Rural del Municipio de Pereira.

LENNTECH, 2008. Propiedades Químicas del Cadmio. Fecha de consulta: Miércoles 8 de Octubre de 2008. En Internet: <http://www.lenntech.com/espanol/tabla-peiodica/Cd.htm>

LENNTECH, 2008. Propiedades Químicas del Zinc. Fecha de consulta: 4 de Octubre de 2009. En Internet: <http://74.125.47.132/search?q=cache:zC71Wy2JzpsJ:www.lenntech.es/periodica/elementos/zn.htm+efectos+sobre+la+salud%2Bhierro+galvanizado&cd=13&hl=es&ct=clnk&gl=co#ixzz0T0UnHbPz>

M. A. NÚÑEZ G., R. GAMIÑO H., G. GARCÍA D., J. GARZA., HERNÁNDEZ P., M. CÁRDENAS, S. J. MARTÍNEZ, S. MORENO, 2005. Análisis Trihalometanos Totales en Agua Potable del Área Metropolitana de Monterrey –México-, N.L. Ciencia UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León. ISSN (Versión impresa): 1405-9177. Vol. VIII. Numero 003. Fecha de consulta: miércoles 8 de octubre de 2008. En Internet: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/402/40280309.pdf>

MEZA P., 1999. La Dimensión Ambiental en Proyectos de Acueductos Rurales y Saneamiento. Trabajo de Grado. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. Pág. 35 y 86.

MURILLO, Diana. C., 2008, Proyecto de Grado, Estudio de Disponibilidad y Capacidad de Pago de los Usuarios de Yarumal, Canceles y la Bananera por el Servicio de Acueducto, Universidad Tecnológica de Pereira.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Y CINARA, Selección de Tecnología y Análisis de Costos para Potabilización del Agua – SelTec. En Internet: [www.car.gov.co/sigam/VARIOS/SelTec.doc](http://www.car.gov.co/sigam/VARIOS/SelTec.doc). Fecha de Consulta: Diciembre 10 de 2008

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Y EL IDEAM, 2002. Plan Nacional de Monitoreo de Agua y Bosques. En Internet: Fecha de consulta: Lunes 13 de Octubre de 2008.

ORDÓÑEZ M., 2008. Mecánica de Fluidos y Recursos Hidráulicos. Escuela de Ingeniería de Antioquía. Fecha de Consulta 4 Octubre de 2009. En Internet <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/flujoentuberias/corrosionentuberiashidraulicas/corrosionentuberiashidraulicas.html>

ORTIZ R. Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAP's) Fecha de consulta: Miércoles 8 de Octubre de 2008. En Internet: <http://es.geocities.com/ecored2000/haps.html>

OFICINA MUNICIPAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES MUNICIPIO DE PEREIRA -OMPAD-, 2005. Estudio Piloto de Caracterización de los Factores Generadores de Riesgo de Sistemas de Acueductos.

PUERTA S. Los Residuos Sólidos Municipales como Acondicionadores de Suelos. Revista Lasallista de Investigación – Vol 1 No. 1. Pág. 60. Fecha de consulta: Miércoles 8 de Octubre de 2008. En Internet: <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/Vol1n1/056-65%20Los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20municipales%20acondicionadores%20del%20suelo.pdf>

QUINTANA A., RESTREPO S., PIMIENTA L., JIMÉNEZ C., GONZÁLES C., 2006. Acompañamiento a las Asociaciones de Acueductos Comunitarios del Departamento de Risaralda, Colombia. En: Apoyo a la Gestión de Comités Agua Potable de Experiencia de Fortalecimiento a Comité de Agua Potable con Gestión Comunitaria en Bolivia y Colombia. ETREUS Bolivia. Pág. 183 -184.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. DECRETO No. 1575 DE 2007. Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

REPUBLICA DE COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, 2008. En Internet: <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Programas/ViviendaDesarrolloUrbanoAmbiente/AguaPotableySaneamientoB%C3%A1sico/tabid/238/Default.aspx>. Fecha de Consulta: Agosto 7 de 2008.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. DECRETO No. 1594 DE 1984, Usos del Agua y Residuos Líquidos.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA

Y ESTUDIOS AMBIENTALES DE COLOMBIA, 2002. Plan Nacional de Monitoreo Agua y Bosques.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. DECRETO No. 1729 DE 2002. Cuencas Hidrográficas.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN ABASTECIMIENTO DE AGUA, SANEAMIENTO AMBIENTAL Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO – CINARA -. Selección de Tecnología y Análisis de Costos para Potabilización del Agua – SelTec. En Internet: <http://www.car.gov.co/sigam/VARIOS/SelTec.doc>, Fecha de Consulta: Diciembre 8 de 2008.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2008. Guía Técnica de Soporte para Identificar, Reducir y Formular Planes de Contingencia por Riesgos Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano. Pág. 27. Bogotá

REPÚBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución Reglamentaria 2115 de 2007. Señalan Características, Instrumentos Básicos y Frecuencias del Sistema de Control y Vigilancia para la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. DECRETO No. 1843 DE 1991. Uso y Manejo de Plaguicidas.

RINCÓN A. RUIZ. Segunda Parte Pérdida de la Calidad Ambiental. Desconocimiento, Pérdida y Desaprovechamiento de los Recursos Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Fecha de consulta: Miércoles 8 de Octubre de 2008. En Internet: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/2007072/lecciones/capitulo%203/segunda%20parte/cap3\\_sparte\\_c1.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/economicas/2007072/lecciones/capitulo%203/segunda%20parte/cap3_sparte_c1.htm)

SÁNCHEZ, L., 2007. Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. ACODAL. Edición No. 198. En Internet: <http://www.acodal.org.co/news/articulos.htm?x=20156764>. Fecha de Consulta: Agosto 8 de 2008

REPUBLICA DE COLOMBIA. SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. Ley 142 de 1994. Ley de Servicios Públicos Domiciliarios. Segunda edición. 1994.

SANCHEZ A. LIBARDO. Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. ACODAL. 16 de Julio de 2007

SÁNCHEZ OLOMEDO. M., 2008. Subproductos de la Desinfección del Agua por el Empleo de los Compuestos de Cloro. Efectos sobre la Salud. En: Higiene y Sanidad Ambiental, 8:335-342.

TAMAYO S., GARCÍA M., 2006. Estrategia Estatal para el Fortalecimiento de Entes Prestadores de Servicios Públicos en el Pequeño Municipio y la Zona Rural el Programa Cultura Empresarial Adelantado en Colombia. En: Apoyo a la Gestión de Comité de Agua Potable. Experiencia de Fortalecimiento a Comité de Agua Potable con Gestión Comunitaria en Bolivia y Colombia. ETREUS Bolivia. Pág. 133 – 155.

TODINI Y CO S.P.A. DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS SALES Y ÓXIDOS DE METALES NO FERROSOS, 2007. Fecha de consulta: Miércoles 8 de Octubre de 2008. En Internet: <http://www.todiniandco.es/productos/niquel/index.html>

URIBE E. Y DOMÍNGUEZ C., 2005. Evolución del servicio de aseo domiciliario durante la última década. Universidad de los Andes

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009. Peligros y Daño a la Salud Causados por el Asbestos. Estados Unidos. Fecha de consulta: 4 Octubre de 2009. En Internet <http://www.epa.gov/asbestos/spanishabcs.html>

VARGAS S., 2001. Gestión Comunitaria CINARA Universidad del Valle. Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico. Proyecto “El rol de las comunidades en la gestión de sistemas de abastecimiento de agua en países de desarrollo - Colombia” Estudio de Caso: Asociación Municipal de Acueductos Comunitarios AMAC del Municipio de Dosquebradas, Risaralda, Colombia. En Internet: [http://objetos.univalle.edu.co/files/Estudio\\_de\\_caso\\_Asociación\\_Municipal\\_de\\_Acueductos\\_Comunitarios\\_AMAC\\_del\\_municipio\\_de\\_Dosquebradas\\_Risaralda\\_Colombia.pdf](http://objetos.univalle.edu.co/files/Estudio_de_caso_Asociación_Municipal_de_Acueductos_Comunitarios_AMAC_del_municipio_de_Dosquebradas_Risaralda_Colombia.pdf). Pág. N° 3

VILLA Y., ZEA C., 2002, Bioalarmas Una Señal de Alerta, Empresas Públicas de Medellín. Manual Practico para Detectar y Manejar Contingencias por Incorporación de Tóxicos al Agua.

ZAMORA, A., 2007, Disponibilidad a Pagar de los Beneficiarios de Proyectos de Saneamiento Básico, Conferencia Latinoamericana de Saneamiento-LATINOSAN, Seminario Gestión de los Servicios de Saneamiento Ambiental, Cali Colombia.

ZAMUDIO Y., 2007, Magnitud del sismo de Pisco, 8.0Mw (Fuente NEIC), en Los Sismos y el Medio Ambiente, en Internet <http://perusismos.blogspot.com/2007/08/magnitud-del-sismo-de-pisco-80mw-fuente.html>. Fecha de consulta Diciembre 2 de 2008

### **PÁGINAS CONSULTADAS EN INTERNET:**

[www.carder.gov.co](http://www.carder.gov.co)

[www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co)

[www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)

[www.car.gov.co](http://www.car.gov.co)

[www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)

[www.igeominas.gov.co](http://www.igeominas.gov.co)

## 10 ANEXOS

- Anexo 1** Mapa Base de la Infraestructura del Acueducto Acuacombia
- Anexo 2** Mapa Acuacombia-Uso del suelo
- Anexo 3** Formato de la encuesta
- Anexo 4** Mapa de amenaza volcánica potencial del Nevado del Ruiz y Mapa de amenaza volcánica potencial del Nevado Santa Isabel
- Anexo 5** Metadatos y mapa de amenaza sísmica y valores de Aa
- Anexo 6** Registro fotográfico de daños causados en el acueducto por invierno
- Anexo 7** Plano N° 7 del Acuerdo 18 del 2000 del Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira
- Anexo 8** Inventario Tanques Sépticos de las Fincas Aledañas a las Quebradas del Acueducto Acuacombia
- Anexo 9** Resultados de la encuesta sobre plaguicidas
- Anexo 10** Parámetros químicos que no representan amenaza sobre la calidad del agua para consumo humano en el acueducto Acuacombia
- Anexo 11** Laboratorios autorizados por el Ministerio de la Protección Social y el IDEAM existentes en el departamento de Risaralda
- Anexo 12** Balance General Acuacombia 2007 y 2008
- Anexo 13** Resumen de la Inversión por los Daños Causados en Diciembre 2 de 2008 en Acuacombia
- Anexo 14** Funciones del Personal Operativo
- Anexo 15** Manejo de los Deslizamientos en la Quebrada Pavas
- Anexo 16** Localización Puntos de Monitoreo
- Anexo 17** Especificaciones para el Funcionamiento de una Bioalarma Temprana

**Anexo 1** Mapa Acuacombia-Uso del Suelo



**Anexo 2** Mapa Base de la Infraestructura del Acueducto Acuacombia

### **Anexo 3** Formato de la Encuesta

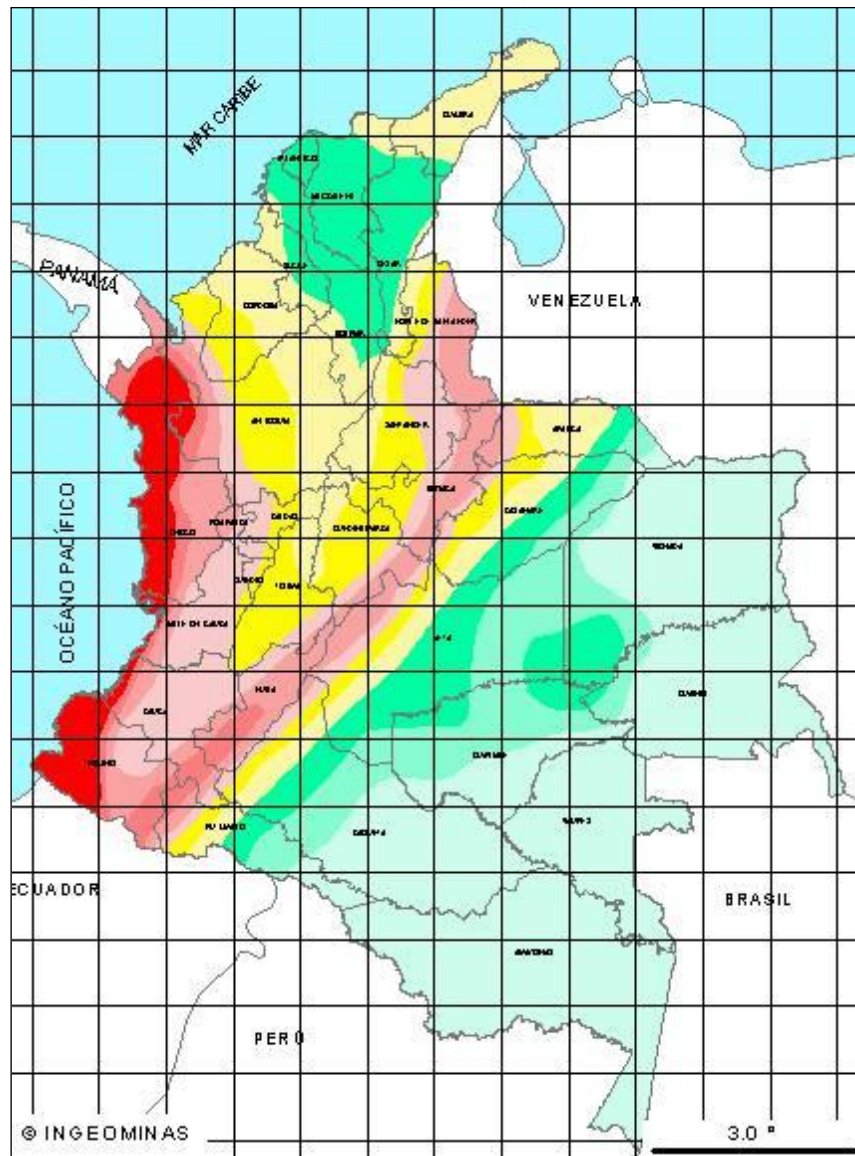
## ENCUESTA: IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES PLAGUICIDAS UTILIZADOS EN EL CORREGIMIENTO DE COMBIA

**Objetivo:** Identificar los principales plaguicidas encontrados en la zona para el análisis de las amenazas sobre la calidad del agua para consumo humano de las Quebradas de las cuales se surte el acueducto rural Acuacombia, para la elaboración del Plan de Contingencia del mismo.

1. Nombre de la finca \_\_\_\_\_
  2. Nombre del encuestado \_\_\_\_\_
  3. ¿Cuál es el cultivo que más se produce en su finca? \_\_\_\_\_
  4. ¿Con que producto o productos lo fertiliza? \_\_\_\_\_  
Si usa más de dos productos. ¿Los mezcla?  
Si\_\_\_                      No\_\_\_
  5. ¿Cuánto aplica? \_\_\_\_\_
  6. ¿Cada cuanto lo hace?  
Varias veces a la semana \_\_\_\_\_                      Otra. Cuanto\_\_\_  
Una vez en la semana        \_\_\_\_\_  
Cada 15 Días        \_\_\_\_\_  
Una vez al mes        \_\_\_\_\_  
Dos veces al mes        \_\_\_\_\_
  7. ¿Cuáles son las enfermedades y/o plagas más comunes en su cultivo? \_\_\_\_\_
  8. ¿Cuánto posee en el cultivo? \_\_\_\_\_
  9. ¿Qué método de fumigación utiliza?
-

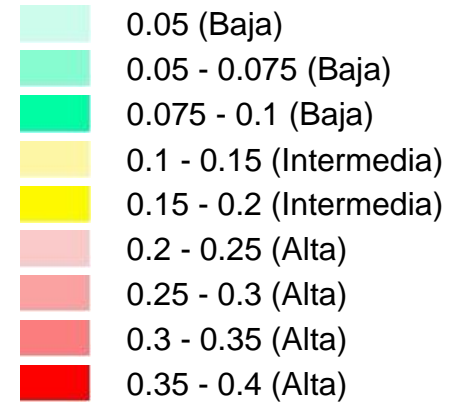
**Anexo 4** Mapa de Amenaza Volcánica Potencial del Nevado del Ruiz y Mapa de Amenaza Volcánica Potencial del Nevado Santa Isabel

**Anexo 5** Metadatos y Mapa de Amenaza Sísmica y Valores de Aa



## Leyenda

### Valores de aceleración $A_a$ (g)



Metadatos Mapa de Amenaza Sísmica Nacional  
Departamento de Risaralda

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| GRADO DE AMENAZA      | ALTA  |
| Aceleración $A_a$ , g | 0.250 |

La amenaza sísmica se define como la probabilidad de que un parámetro como la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno producido por un sismo, supere o iguale un nivel de referencia.

De las cabeceras municipales, 475, correspondientes aproximadamente al 35% de la población colombiana, se encuentran en zonas de amenaza sísmica alta; 435, equivalente al 51% de la población, en zonas de amenaza sísmica intermedia; y 151, equivalente al 14% de la población, en zonas de amenaza sísmica baja.

La aceleración pico efectiva ( $A_a$ ) corresponde a las aceleraciones horizontales del sismo de diseño contempladas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98), como porcentaje de la aceleración de la gravedad terrestre ( $g = 980 \text{ cm/s}^2$ ). Estas aceleraciones tienen una probabilidad de ser excedidas del 10% en un lapso de 50 años, correspondiente a la vida útil de una edificación. El valor del parámetro  $A_a$  se utiliza para definir las cargas sísmicas de diseño que exige el reglamento de Construcciones Sismo Resistentes.

*Zona de Amenaza Sísmica Baja:* Definida para aquellas regiones cuyo sismo de diseño no excede una aceleración pico efectiva ( $A_a$ ) de 0.10g. Aproximadamente el 55% del territorio Colombiano se encuentra incluido en esta zona de amenaza.

*Zona de Amenaza Sísmica Intermedia:* Definida para regiones donde existe la probabilidad de alcanzar valores de aceleración pico efectiva mayores de 0.10g y menores o iguales de 0.20g. Alrededor del 22% del territorio se encuentra incluido en ésta zona.

*Zona de Amenaza Sísmica Alta:* Definida para aquellas regiones donde se esperan temblores muy fuertes con valores de aceleración pico efectiva mayores de 0.20g. Aproximadamente el 23% del territorio Colombiano queda incluido en la zona de amenaza sísmica alta.

**Anexo 6** Registro Fotográfico de Daños Causados en el Acueducto por Invierno.



Foto A. Viaducto San Vicente



Foto B. Red de Distribución San Vicente



Foto C. Cambio de curso de la Red de Distribución (San Vicente)



Foto D. Daños en la Bocatoma San Vicente



*Foto E. Anclajes Viaducto la Bodega*



*Foto F. Daño Viaducto la Bodega*



*Foto G. Viaducto el Pomo*





Foto H. Antiguo Viaducto San Marino



Foto I. Viaducto la Renta



Foto J. Bocatoma Pital



**Anexo 7** Plano N° 7 del Acuerdo 18 del 2000 del Plan de Ordenamiento Territorial  
de Pereira

**Anexo 8** Inventario Tanques Sépticos de las Fincas Aledañas a las Quebradas del  
Acueducto Acuacombia

| Nº | Vereda      | Nombre de la Finca         | Presente | Estado   | Coordenadas Geográficas        |
|----|-------------|----------------------------|----------|--|--------------------------------|
| 1  | Maracaibo   | Portugal                   | NO       |  |                                |
| 2  | Maracaibo   | Portugal                   | NO       |  |                                |
| 3  | Maracaibo   | Miraflores                 | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 52' 37.5" W 75° 44' 48.4" |
| 4  | Maracaibo   | Buena Vista                | SI       | Buen estado y mantenimiento, tratamiento ARD y AR del beneficio del café   | N 4° 52' 44" W 75° 44' 55.8"   |
| 5  | Maracaibo   | El Diamante                | SI       | Buen estado  |                                |
| 6  | Maracaibo   |                            | NO       |  | N 4° 52' 48.4" W 75° 44' 53.7" |
| 7  | Maracaibo   | Villa Helena               | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 52' 52.6" W 75° 44' 33.4" |
| 8  | Maracaibo   | El Paraíso                 | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 52' 56.8" W 75° 44' 31.8" |
| 9  | Maracaibo   | Héctor Buritica            | NO       |  |                                |
| 10 | Maracaibo   | Monte rey                  | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 53' 5.4" W 75° 44' 32.5"  |
| 11 | Maracaibo   | Maracaibo                  | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 53' 11" W 75° 44' 33.1"   |
| 12 | Maracaibo   | Centro educativo Maracaibo | NO       |  |                                |
| 13 | Maracaibo   | Casa en frente de escuela  | NO       |  |                                |
| 14 | San Vicente | Potosí                     | Si       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 53' 0.1" W 75° 44'. 21,2" |
| 15 | Alto Pital  | La Esperanza               | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 51' 15,6" W 75° 43' 22,7" |
| 16 | Alto Pital  | Finca Nº 2                 | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 51' 19,4" W 75° 43' 22,3" |
| 17 | Alto Pital  | Finca Nº 3                 | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 51' 18,9" W 75° 43' 18,4" |
| 18 | Alto Pital  | La Argelia                 | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 51' 20,8" W 75° 43' 20,8" |
| 19 | Alto Pital  | Villa Angelina             | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 51' 22,8" W 75° 43' 22,4" |
| 20 | Alto Pital  | Finca Nº 6                 | NO       | Vertimiento directo. No hay sistema de tratamiento.  | N 4° 51' 20,5" W 75° 43' 25,3" |
| 21 | Alto Pital  | Finca Nº 7                 | NO       | Vertimiento directo. No hay sistema de tratamiento.  | N 4° 51' 20,5" W 75° 43' 25,3" |
| 22 | Alto Pital  | La Primavera               | SI       | Buen estado y mantenimiento  | N 4° 51' 19,2" W 75° 43' 26,8" |
| 23 | Alto Pital  | La Paz                     | SI       | Le hace falta mantenimiento  | N 4° 51' 20,4" W 75° 43' 32,1" |
| 24 | Alto Pital  | Las Helicneas              | NO       |  | N 4° 51' 24,2" W 75° 43' 36,7" |
| 25 | Alto Pital  | El Oriente                 | SI       | Colmatado, hace falta mantenimiento. Vierte directamente sobre la Quebrada antes de la Bocatoma, y se hace beneficio de café | N 4° 51' 30,7" W 75° 43' 38,4" |

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Anexo 9** Resultados de la Encuesta Sobre Plaguicidas

| Finca       | Nombre del encuestado | Cultivos en la finca | Producto con que se fertiliza | Usa mas dos de productos | Cuanto aplica         | Cada cuanto lo hace (mes) |             | Cuáles son las enfermedades o plagas en su cultivos | Cuanto Posee (Ha) | Método de fumigación |        | Circuito |
|-------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------|---|-------------------|----------------------|--------|----------|
|             |                       |                      |                               |                          |                       | Café                      | Plátano     |   |                   | Plátano              | Café   |          |
| Potosí      | Luceli Bedoya         | Café y plátano       | DAP 18-46                     | Si                       | 80 gr/plant<br>a      | Semestral                 |             |   | 20 Ha             | Manual               | Bombeo |          |
|             |                       |                      | Fosfato DAP 18-46-0           |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |
|             |                       |                      | Compostar                     |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |
|             |                       |                      | Urea 46%                      |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |
| El Paraíso  | Viviana López         | Café y plátano       | Urea 46%                      | No                       | 50 a 80 gr/plant<br>a | Semestral                 | Mensual     |   | No sabe           | Manual               | Bombeo |          |
|             |                       |                      | Producción 17-18-2            |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |
|             |                       |                      | Alto 100                      |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |
| El Diamante | Daniel Villa          | Café y plátano       | Producción 17-18-2            | Si                       | 80 gr/plant<br>a      | Semestral                 | Mensual     | SigatoKa Negra, Roya y Broca                        | 2 Ha              | Manual               | Bombeo |          |
|             |                       |                      | Urea 46%                      |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |
|             |                       |                      | KCL                           |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |
|             |                       |                      | Fosfato DAP                   |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |
| Villa Elena | Jhon Carlos           | Café y plátano       | Producción 17-18-2            | No                       |                       | Semestral                 | Trimestral  | SigatoKa Negra, Roya y Broca                        | 16 Ha             | Manual               | Bombeo |          |
|             |                       |                      | Gallinaza (abono orgánico)    |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |
| Monte Rey   | Luz Elena Mejía       | Café y plátano       | No se abona                   | No sabe                  | No sabe               |                           |             | No sabe   | 5 Ha              | Manual               | Bombeo |          |
| La Habana   | Rita Gómez            | Café y plátano       | Urea 46-0-0                   | Si, formulas por         | 120 gr/plant<br>a     | Semestral                 | Mes y medio | Roya y broca  | 20 Ha             | Manual               | Bombeo |          |
|             |                       |                      | Inoculante Biológico de       |                          |                       |                           |             |   |                   |                      |        |          |



|            |                   |                       | Suelos                                  | el<br>Comité<br>de<br>Cafetero<br>s |           |           |         |         |         |         |         |         |  |
|------------|-------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|            |                   |                       | Fosfato DAP<br>18-46-0                  |                                     |           |           |         |         |         |         |         |         |  |
|            |                   |                       | KCL                                     |                                     |           |           |         |         |         |         |         |         |  |
|            |                   |                       | Thiodan                                 |                                     |           |           |         |         |         |         |         |         |  |
|            |                   |                       | Herbicida<br>Dithane M45                |                                     |           |           |         |         |         |         |         |         |  |
| No sabe    | No dio nombre     | Café, plátano y limón | No sabe                                 | No sabe                             | No sabe   | No sabe   | No sabe | No sabe | No sabe | No sabe | No sabe | No sabe |  |
| El Oriente | Miryan Orrego     | Café, plátano y yuca  | Roundup, Gallinaza y Producción 25-4-40 | No                                  | No sabe   | Semestral | Mensual | Broca   | 7 Ha    |         |         |         |  |
| La Paz     | Luis Arturo Bueno | Café y plátano        | No se aplica                            |                                     | No aplica |           |         |         | 6 Ha    |         |         |         |  |

P  
i  
t  
a  
l

Fuente: Elaboración Propia.

**Anexo 10** Parámetros Químicos que No Representan Amenaza Sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano en el acueducto Acuacombia

| Elemento                          | Descripción  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Antimonio</b>                  | Algunos compuestos de antimonio, principalmente el trióxido de antimonio pueden, encontrarse en el sector textil. Aunque también se utiliza como retardante de llama, nos referimos a su uso como catalizador para la polimerización del poliéster (Lenntech, 2008).   |
| <b>Arsénico</b>                   | Está presente en numerosos minerales, alrededor de un tercio del arsénico presente en la atmósfera proviene de fuentes naturales, por ejemplo de los volcanes, y el resto proviene de actividades humanas. Cuando hay contaminación geológica natural, se pueden encontrar altos niveles de arsénico en el agua de bebida que proviene de pozos profundos. Algunos procesos industriales tales como la minería, la fundición de metales o las plantas eléctricas de carbón contribuyen a que haya arsénico en aire, agua y suelo. El uso de arsénico en algunos pesticidas agrícolas y en algunos productos químicos que sirven para conservar la madera, también resulta en contaminación ambiental (GreenFacts, 2004).   |
| <b>Cadmio</b>                     | El Cadmio también consiste en las industrias como inevitable subproducto del Zinc, plomo y cobre extracciones (Lenntech, 2008).  |
| <b>Bario</b>                      | Los compuestos de bario se obtienen de la minería y por conversión de dos minerales de bario. La barita, o sulfato de bario, es el principal mineral y contiene 65.79% de óxido de bario. La witherita, algunas veces llamada espato pesado, es carbonato de bario y contiene 72% de óxido de bario. La cantidad de Bario que es detectada en la comida y en agua generalmente no es suficientemente alta como para llegar a ser concerniente a la salud (Lenntech, 2008).   |
| <b>Cianuro Libre y Disociable</b> | Muchos de los cianuros en el suelo o el agua provienen de procesos industriales. Las fuentes principales de cianuro en el agua son las descargas de algunos procesos de minado de minerales, industrias de sustancias químicas orgánicas, plantas o manufactura de hierro o acero y facilidades públicas para el tratamiento de aguas residuales. Otras fuentes de cianuro son el tubo de escape de vehículos, liberaciones desde algunas industrias químicas, la incineración de basura municipal y el uso de plaguicidas que contienen cianuro (ATDSR, 2008).  |
| <b>Cobre</b>                      | El cobre es liberado por la industria minera, actividades agrícolas y de manufactura, y por la liberación de aguas residuales a ríos y lagos. El cobre también es liberado desde fuentes naturales como por ejemplo volcanes, polvo que sopla el viento, vegetación en descomposición e incendios forestales.  |
| <b>Cromo, Mercurio y Plomo</b>    | <p>La toxicidad por metales pesados es el factor a tener más en cuenta como limitante en el uso agrícola por sus efectos negativos a largo plazo sobre los eslabones de la cadena trófica. La cantidad de metales pesados, que son aquellos que poseen una densidad superior a 5g/cm<sup>3</sup>, puede variar de acuerdo a las características de los residuos, los cuales están estrechamente relacionados con actividades industriales y con la no separación en la fuente de los residuos orgánicos y metálicos.</p> <p>Los metales pesados más comunes son el Cobre, Zinc (necesarios como micronutrientes en las plantas), Cadmio, Plomo, Cromo, Níquel, Mercurio y Cobalto (Puerta, 2008).</p> <p>Los diferentes cuerpos de agua cada vez están siendo más contaminados, las principales urbes del país han crecido incontroladamente, degradando los</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>recursos hídricos; la ineficiencia en la puesta en marcha de programas de prevención y control de la contaminación hídrica ha acelerado la contaminación de ríos como el Bogotá, Cali, Magdalena, Combeima, entre otros. Según fuentes del Ideam los sectores que más contribuyen a la contaminación hídrica son en su orden: el sector domestico, el sector industrial y el sector agrícola y pecuario. La acumulación de residuos sólidos contribuye a las descargas de lixiviados, con altas concentraciones de residuos peligrosos (fenoles, cromo, mercurio y plomo) (Rincón, 2008).</p>   |
| <b>Níquel</b>                                      | <p>El níquel, sus aleaciones o compuestos. También es liberado a la atmósfera por plantas que queman petróleo o carbón, y por incineradores de basura (ATDSR, 2005).</p> <p>El campo de uso de los compuestos de Níquel es más bien variado: se halla en la industria petrolífera y química, en galvanotecnia, en electrotécnica para la preparación de baterías en seco y en los laboratorios químicos (Todini y Co s.p.a., 2008)</p>   |
| <b>Selenio</b>                                     | <p>El selenio ocurre naturalmente en el ambiente y puede ser liberado desde procesos tanto naturales como de manufactura. También entra al agua desde las rocas y el suelo, y desde desperdicios agrícolas e industriales. Algunos compuestos de selenio se disolverán en el agua y algunos se depositarán en el fondo en forma de partículas. El selenio es procedente de cultivos y de lugares donde existe mayor manipulación de residuos peligrosos con características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad que puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente (ATDSR, 2003).</p>   |
| <b>Trihalometanos totales</b>                      | <p>El cloro es una sustancia muy activa, un exceso de cloro puede accionar con distintos compuestos orgánicos, por tal motivo aumenta el riesgo que se produzcan trihalometanos (TTHMs), estos son compuestos cancerígenos, que aparecen en el agua potable tras ser sometida a cloración en presencia de sustancias húmicas. El cloroformo y triclorometano es uno de los TTHMs que se forman durante la cloración del agua para desinfectarla, durante mucho tiempo se empleo como anestésico, pero se descontinuó a causa de su toxicidad. La agencia EPA limita el total de trihalometanos a cien ppb (mil millones). Recientemente la agencia EPA ha establecido un limite de 60 ppb para el total de ácidos haloaceticos, y ha modificado el limite total de trihalometanos con base en el promedio anual de mediciones, estableciéndolo en 80 ppb, el cual entro en vigor el 16 de 2002 (Núñez, et al, 2005).</p> |
| <b>Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)</b> | <p>Los HAPs son un grupo de compuestos presentes en el petróleo, y se consideran los más tóxicos de los hidrocarburos junto con los monoaromáticos. Una vez que los HAPs son liberados al ambiente acuático, la degradación a través de microorganismos es a menudo lenta, lo que conduce a su acumulación en los sedimentos, suelos, plantas acuáticas y terrestres, peces e invertebrados expuestos. Los HAPs pueden afectar la salud humana; los individuos expuestos a mezclas de estos compuestos a través de la inhalación o el contacto dérmico por periodos prolongados, han desarrollado cáncer (Ortiz, 2008).</p>  |

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 11** Laboratorios Autorizados por el Ministerio de la Protección Social y el IDEAM Existentes en el Departamento de Risaralda.

### Laboratorios Autorizados por el Ministerio de la Protección Social

| Laboratorio o entidad al que pertenece el Laboratorio | Dirección  | Municipio           | Correo electrónico ó Página de Internet | Parámetros a Evaluar               | Funciona |
|---|--|---------------------|---|------------------------------------|----------|
| Laboratorio de Aguas y Alimentos de Risaralda         | Cra 7 No. 43-30  | Pereira             | www.aguasyaguas.com.co                  | Físico, químicos y microbiológicos | Si       |
| Empresa de Obras Sanitarias -EMPOBOCAL                | Cra 15 No. 12 – 11   | Santa Rosa de Cabal |   | Físico, químicos y microbiológicos | Si       |
| Empresa Publicas Municipales de Quinchía              | Cra 7 Cll 8 Esquina  | Quinchía            |   |                                    | Si       |
| Universidad Tecnológica de Pereira                    | Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. Barrio La Julita | Pereira             | laguas@utp.edu.co                       | Físico, químicos y microbiológicos | Si       |
| Universidad Tecnológica de Pereira                    | Universidad Tecnológica de Pereira. Laboratorio de Aguas y Alimentos. Barrio La Julita | Pereira             | laguas@utp.edu.co                       | Físico, químicos y microbiológicos | Si       |
| Acuaseo Compañía Servicios Públicos Domiciliarios S.A | Bosque de la Acuarela 4 etapa Mz. L 1  | Dosquebradas        | www.acuaseo.com                         | Físico, químicos y bacteriológicos | Si       |
| Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira      | Avenida 30 de Agosto No. 57-79   | Pereira             | www.pereira.gov.co                      | Físico, químicos y bacteriológicos | Si       |
| Laboratorio de las Empresas Publicas de La Virginia   | Cll. 15 No. 5C - 65  | La Virginia         |   | Físico, químicos y bacteriológicos | Si       |
| Laboratorio de Aguas y Alimentos ALISCCA              | Cra. 13 No. 15-50 Avda. Circunvalar  | Pereira             | alıscca@gmail.com                       | Físico, químicos y microbiológicos | Si       |

**Fuente:** Elaboración propia. Basado en el Ministerio de la Protección Social, 2000.

### Laboratorios Autorizados por el IDEAM

| Laboratorio o entidad al que pertenece el Laboratorio  | Dirección  | Teléfono            | Correo electrónico   | Parámetros Aprobados en la Pruebas de Evaluación de Desempeño en el Recurso Agua (Resultados vigentes hasta el 15 de Febrero de 2008)   | Funciona |
|--|--|---------------------|--|---|----------|
| Aguassanitarias Ltda.  | Cra. 11 No 42-48<br>Barrio Maraya  | 3292402-<br>3292478 | aguasanitaria@telesat.com.co   | SST, SDT, Sólidos Totales, DBO, pH, AGV, cloro residual, coliformes totales y fecales, cloruros, densidad, detergentes, dureza cálcica, magnésica y total, fenoles, fosfatos, fósforo, hidrocarburos, hierro, As, Cr, Hg, Mg, Mn, Co, Cd, Ni, Li, Na, K, Zn, Cu, Au, Pb, nitratos, nitritos, oxígeno disuelto, perfil de lodos, sulfuros, sulfatos y turbiedad. | Si.      |
| Corporación Autónoma de Risaralda – CARDER-  | Calle 46 con Avenida de las Américas   | 3314459-<br>3317070 | carder@epm.net.co,<br><a href="mailto:luribe@carder.gov.co">luribe@carder.gov.co</a> | Alcalinidad, Conductividad, Cloruro, Sulfato, Nitrato, Nitrito, SST, SDT, DBO, DQO, Oxígeno disuelto, pH  | Si       |
| Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales -Laboratorio de Química Ambiental | Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. Barrio La Julita | 3218214-<br>3212443 | <a href="mailto:laguas@utp.edu.co">laguas@utp.edu.co</a>                             | Alcalinidad, Conductividad, Cloruro, Magnesio, Sodio, Amonio, Nitrógeno Total Kjeldahl, SST, DBO, DQO, pH   | Si       |

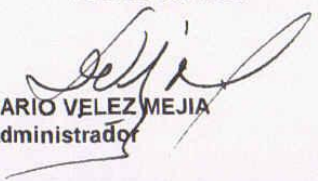
**Fuente:** Elaboración propia. Basado en el IDEAM – MMVDT. En Internet: [http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img\\_upload/8f57051957af91be61e93e11638ff039/Lista\\_laboratorios\\_aceptados\\_\\_agua\\_2007\\_1.pdf](http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload/8f57051957af91be61e93e11638ff039/Lista_laboratorios_aceptados__agua_2007_1.pdf). Fecha de consulta: 25 de Septiembre de 2008

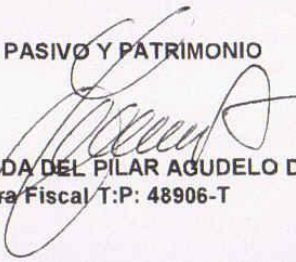
**Anexo 12** Balance General Acuacombia 2007 y 2008



**ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DE COMBIA**  
**NIT 816.004.276-4**  
**BALANCE A DICIEMBRE 31 DE 2007**

| NOMRE DE LA CUENTA                  | SUBTOTAL          | TOTAL                        | NOMBRE DEL A CUENTA               | SUBTOTAL          | TOTAL                        |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|
| <b>ACTIVOS</b>                      |                   |                              | <b>PASIVO</b>                     |                   |                              |
| <b>EFFECTIVO</b>                    |                   | <b>\$ 9,759,970</b>          | <b>CUENTAS POR PAGAR</b>          |                   | <b>\$ 10,055,703</b>         |
| Caja                                | 230,613           |                              | Adquisición de Bienes y Servicios | 7,565,384         |                              |
| Bancos                              | <u>9,529,357</u>  |                              | Acreeedores                       | 1,567,319         |                              |
| <b>DEUDORES</b>                     |                   | <b>56,953,989</b>            | Retención en la Fuente            | 425,000           |                              |
| Deudores Servicio Acueducto         | 42,497,442        |                              | Retención De Industria y comercio | 128,000           |                              |
| Otros Deudores                      | 15,933,686        |                              | Impuesto, Contribuciones y Tasas  | 370,000           |                              |
| Provisiones para deudores           | <u>-1,477,139</u> |                              | <b>OBLIGACIONES LABORALES</b>     |                   | <b>6,306,525</b>             |
| <b>INVENTARIOS</b>                  |                   | <b>50,769,607</b>            | Prestaciones Sociales             | <u>6,306,525</u>  |                              |
| Medidores                           | 11,800,255        |                              | <b>OTROS PASIVOS</b>              |                   | <b>17,900,000</b>            |
| Materiales para la Prestac.Servicio | 38,969,352        |                              | Ingresos Recibidos Por Anticipado | <u>17,900,000</u> |                              |
| Provisiones para proteccion inv.    | <u>0</u>          |                              | <b>TOTAL PASIVO</b>               | <b>11.45%</b>     | <b>\$ 34,262,228</b>         |
| <b>PROPIEDAD PLANTA EQUIPO</b>      |                   | <b>85,410,957</b>            | <b>PATRIMONIO</b>                 |                   | <b>\$ 264,919,463</b>        |
| Terreno                             | 16,664,322        |                              | Capital                           | 78,133,597        |                              |
| Planta de Distribución              | 33,290,380        |                              | Reservas de Ley                   | 12,618,287        |                              |
| Tanque de Almacenamiento            | 9,846,989         |                              | Otras Reservas                    | 111,337,376       |                              |
| Redes de Distribución               | 2,607,000         |                              | Superavit por Donación            | 33,088,000        |                              |
| Maquinaria y Equipo                 | 4,603,357         |                              | Ajustes por inflación             | 1,935,067         |                              |
| Muebles, Enseres y Equipo Ofici     | 6,935,452         |                              | Utilidades del Presente Ejercicio | <u>27,807,136</u> |                              |
| Equipo de Comunicac.Computac.       | 17,877,172        |                              | <b>TOTAL PATRIMONIO</b>           | <b>88.55%</b>     | <b>264,919,463</b>           |
| Depreciación                        | <u>-6,413,715</u> |                              |                                   |                   |                              |
| <b>RECURSOS NATURAL.RENOV.</b>      |                   | <b>96,287,169</b>            |                                   |                   |                              |
| Inversión En Recursos Naturales     | <u>96,287,169</u> |                              |                                   |                   |                              |
| <b>TOTAL ACTIVOS</b>                |                   | <b><u>\$ 299,181,691</u></b> | <b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>  |                   | <b><u>\$ 299,181,691</u></b> |

  
**DARIO VELEZ MEJIA**  
 Administrador

  
**YOLANDA DEL PILAR AGUDELO DUQUE**  
 Revisora Fiscal T:P: 48906-T

**ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DE COMBIA**  
**NIT 816.004.276-4**  
**BALANCE A DICIEMBRE 31 DE 2008**

| NOMRE DE LA CUENTA                   | SUBTOTAL           | TOTAL                 | NOMBRE DEL A CUENTA                            | SUBTOTAL         | TOTAL                 |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------|--|------------------|-----------------------|
| <b>ACTIVOS</b>                       |                    |                       | <b>PASIVO</b>                                  |                  |                       |
| <b>EFFECTIVO</b>                     |                    | <b>\$ 23,217,554</b>  | <b>CUENTAS POR PAGAR</b>                       |                  | <b>\$ 2,490,400</b>   |
| Caja general                         | 821,959            |                       | Bienes y sevicios                              |                  |                       |
| Caja Menor                           | 300,000            |                       | Aportes Patronales y Parafiscales              | 1,734,800        |                       |
| Banco Cta Cte                        | 5,251,301          |                       | Retención en la Fuente                         | 342,600          |                       |
| Banco Cta Ahorros                    | <u>16,844,295</u>  |                       | Retencion de Impuestos de Industria y comercio | 6,000            |                       |
|                                      |                    |                       | Impuestos de Contribucion y Tasas por Pagar    | 407,000          |                       |
| <b>DEUDORES</b>                      |                    | <b>45,719,610</b>     | <b>OBLIGACIONES LABORALES</b>                  |                  | <b>5,551,836</b>      |
| Deudores Servicio Acueducto (*1)     | 37,485,963         |                       | Prestaciones Sociales Causadas                 | <u>5,551,836</u> |                       |
| Credito Empleados                    | 680,000            |                       |  |                  |                       |
| Otros Deudores (*2)                  | 9,030,786          |                       | <b>INGRESOS RECIBIDOS POR ANTICIPADO (*4)</b>  |                  | <b>9,500,000</b>      |
| Provisiones para deudores            | <u>-1,477,139</u>  |                       | Venta de servicios de acueducto                | <u>9,500,000</u> |                       |
| <b>INVENTARIOS</b>                   |                    | <b>32,892,959</b>     | <b>TOTAL PASIVO</b>                            | <b>5.59%</b>     | <b>\$ 17,542,236</b>  |
| Medidores                            | 9,236,659          |                       |  |                  |                       |
| Materiales y Suministros             | <u>23,656,300</u>  |                       | <b>PATRIMONIO</b>                              |                  | <b>\$ 296,180,953</b> |
| <b>PROPIEDAD PLANTA EQUIPO</b>       |                    | <b>83,876,612</b>     | Capital Fiscal                                 | 78,133,597       |                       |
| Terreno                              | 16,664,322         |                       | Reservas de Ley                                | 15,399,287       |                       |
| Planta Filtro                        | 29,400,000         |                       | Reservas para Extensión Sistema                | 133,882,512      |                       |
| Tanque de Almacenamiento             | 13,737,369         |                       | Superavit por Donación                         | 33,088,000       |                       |
| Redes de Distribucion                | 2,607,000          |                       | Ajustes por inflación                          | 1,935,067        |                       |
| Maquinaria y Equipo                  | 4,603,357          |                       | Utilidades del Presente Ejercicio              | 33,742,489       |                       |
| Muebles, Enseres y Equipo Ofici      | 8,570,252          |                       |  |                  |                       |
| Equipo de Comunicac.Computac.        | 19,306,072         |                       | <b>TOTAL PATRIMONIO</b>                        | <b>94.41%</b>    | <b>296,180,953</b>    |
| Depreciación                         | <u>-11,011,760</u> |                       |  |                  |                       |
| <b>RECURSOS NATURAL.RENOV.</b>       |                    | <b>128,016,449</b>    | <b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>               |                  | <b>\$ 313,723,189</b> |
| Inversión En Recursos Naturales (*3) | <u>127,941,449</u> |                       |  |                  |                       |
| <b>TOTAL ACTIVOS</b>                 |                    | <b>\$ 313,723,184</b> |  |                  |                       |

**DARIO VELEZ MEJIA**  
**Administrador**

(\*1) Corresponde a la cartera de 750 suscriptores con un promedio de facturación mensual de \$18.600.000

(\*2) \$9.030.786 Corresponde a deudores que cancelaron en julio y no alcanzaron a ser incluidos en el corte a Noviembre 30 de 2008

(\*3) Agrupa las inversiones en Bocatomas, redes, tanques

(\*4) Corresponde al anticipo recibido de la Parcela CEILAN, mientras se legalizan las domiciliarias

**YOLANDA DEL PILAR AGUDELO DUQUE**  
**Revisora Fiscal TP 48906-T**

**Anexo 13** Resumen de la Inversión por los Daños Causados en Diciembre 2 de 2008 en Acuacombia

| <b>ADECUACION Y MANTENIMIENTO DE ACUEDUCTOS RURALES</b> |                   |                  |                  |
|---|-------------------|------------------|------------------|
| ACUEDUCTO   | VR. OBRA          | AUI 25%          | TOTAL OBRA       |
| RENTA-BODEGA-POMO                                       | \$ 53.735.726,00  | \$ 13.433.931,50 | \$ 67.169.658,00 |
| ALTO ERAZO ETAPA 2                                      | \$ 18.885.196,00  | \$ 4.721.299,00  | \$ 23.606.495,00 |
| ALTO ERAZO ETAPA 3                                      | \$ 13.630.411,00  | \$ 3.407.602,75  | \$ 17.038.014,00 |
| SAN VICENTE DE PEJAMO                                   | \$ 56.497.718,00  | \$ 14.124.429,50 | \$ 70.622.148,00 |
| SAN MARINO  | \$ 22.866.714,00  | \$ 5.716.678,50  | \$ 28.583.393,00 |
|   |                   |                  |                  |
| SUBTOTAL DE LA OBRA                                     | \$ 165.615.765,00 |                  |                  |
| TOTAL AUI   | \$ 41.403.941,00  |                  |                  |
| VALOR TOTAL OBRA  | \$ 207.019.708,00 |                  |                  |
|   |                   |                  |                  |
| PLAZO DE EJECUCIÓN 60 DÍAS                              |                   |                  |                  |

**Fuente:** Interventora Jhanet García Rojas

## **Anexo 14** Funcionalidades del Personal Operativo



## **GERENTE**

- a. Llevar la representación jurídica y extrajudicial de la Junta Directiva.
- b. Representar a la Junta Directiva ante las entidades públicas y privadas.
- c. Estudiar las solicitudes de las nuevas conexiones y presentarlas a consideración de la Junta Directiva para su aprobación o desaprobación.
- d. Notificar oportunamente a los suscriptores cualquier cambio o alteración de los servicios, cuando las circunstancias lo requieran.
- e. Dirigir y supervisar el trabajo del fontanero y de otro personal que se nombrado por la Junta Directiva.
- f. Dar por escrito al fontanero las órdenes para nuevas conexiones, suspensiones de servicios, reconexiones y reparaciones en su calidad de ordenador.
- g. Desarrollar el recurso de suministros básicos para operar y mantener en buen estado el sistema de acueducto, así como los demás suministros generales para la administración contable, de oficina, de facturación y demás, necesarios para la prestación de servicios.
- h. Mantenerse informado sobre el estado de la cuenta de cada uno de los suscriptores y el movimiento de los fondos de tesorería, a fin de vigilar el buen recaudo y manejo de estos.
- i. Autorizar con su firma a la correspondencia y demás asuntos de su competencia.
- j. Atender las reclamaciones y quejas de los suscriptores e igualmente resolver los recursos de reposición que interpongan.
- k. Cumplir y hacer cumplir las normas de la Asociación y las expedidas por las entidades del sector Agua Potable y Saneamiento Básico.
- l. Presentar los informes requeridos por las entidades de Regulación, Control y Vigilancia, Junta Directiva y Asamblea de Delegados.
- m. Las demás que le asigne la Junta Directiva.

## **FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL FONTANERO**

- a. Responder por la operación, mantenimiento y conservación del sistema.
- b. Ejecutar las sanciones impuestas por el administrador según las instrucciones indicadas en la orden escrita que se le suministre.
- c. Dar aviso a los usuarios de las sanciones impuestas, con el fin de tomar las medidas convenientes antes de su aplicación.

- d. Hacer el mantenimiento periódico de las estructuras de captación, bocatoma, tanque de almacenamiento, desarenador, conducción, red de distribución, ejecutar purgas de tuberías, desinfección y reparación con la frecuencia que se le indique.
- e. Hacer vigilancia diaria del cloro residual y pH en el tanque de almacenamiento y la red de distribución del acueducto con las normas técnicas.
- f. Revisar las instalaciones internas del sistema.
- g. Vigilar las fuentes de abastecimiento para evitar los riesgos de contaminación informando inmediatamente a la Junta cualquier anomalía al respecto.
- h. Hacer las conexiones, reconexiones e instalaciones de plomería en los casos que determine la Junta Directiva a través del Administrador.
- i. Hacer la revisión general de las principales instalaciones del sistema, con la frecuencia que se le ordene.
- j. Informar al Administrador cualquier irregularidad en el funcionamiento del sistema, con la frecuencia que se le ordene.
- k. Efectuar la instalación, las lecturas y el mantenimiento de los medidores de agua en las comunidades donde existen.
- l. Efectuar labores de mantenimiento, recuperación y reforestación de las cuencas, subcuencas y micro cuencas que abastecen el acueducto.
- m. Otras que le asigne la Junta Directiva o el Administrador.

## **FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LA SECRETARÍA AUXILIAR CONTABLE**

- a. Atender a los usuarios del servicio y demás personas que requieran información.
- b. Manejar todo tipo de correspondencia relacionas con el Acueducto y la Asociación.
- c. Elaborar cartas, circulares, memorandos, actas, cheques y otros documentos.
- d. Mantener al día los libros contables que como mínimo deben ser:
  - Kárdex o tarjetas de suscriptores
  - Libro Caja Diario
  - Libro de Bancos
  - Libro de Inventario

- Presupuesto Anual
  - Libro de Caja Menor
- e. Expedir los recibos de pago que por cualquier concepto ingresen a favor de la junta (cuota familiar, multas, etc) en los formularios oficiales diseñados para tal efecto.
  - f. Consignar los recaudos en la cuenca bancaria abierta para el efecto, en una entidad bancaria.
  - g. Y otras que le señale la Junta Directiva o el administrador.



**Anexo 15** Manejo de los Deslizamientos en la Quebrada Pavas

| Quebrada | Ubicación        | Coordenadas                           | Observación   | Tipo de obra      | Tratamiento   |
|----------|------------------|---------------------------------------|---|-------------------|---|
| Pavas    | Ladera derecha   | Norte 4°52'48,9"<br>Oeste 75°44'40,6" | Taludes laderas y                                     | Estacas o mallas. | Garantizan la seguridad del tratamiento en taludes escarpados; otros, como el rastrojo, aportan materia orgánica, protegen el material vegetal vivo y el suelo de las variaciones climáticas permitiendo la humedad suficiente para la germinación y el establecimiento de las plantas, y los últimos, el material vegetal vivo, es la fuente de las plantas encargadas de proteger definitivamente el talud, cuando estas se establecen. |
|          | Ladera izquierda | Norte 4°52'48,9"<br>Oeste 75°44'40,6" |   |                   |   |
|          | Ladera derecha   | Norte 4°52'49,2"<br>Oeste 75°44'39,9" | Deslizamientos o cortes, para fijar orillas de cauces | Trinchos en cañas | Son bioestructuras y además son pequeñas estructuras transversales encargadas de retener sedimentos de suelos y material vegetal para estimular el establecimiento de las cañas y de coberturas vegetales nativas. Se utilizan para fijar las orillas de cauces amplios, en proceso de sedimentación o para recuperar zonas escarpadas, donde no existen estructuras de drenaje como acequias o canales.                                  |
|          | Ladera izquierda | Norte 4°52'50,9"<br>Oeste 75°44'39,5" |   |                   |   |
|          | Ladera derecha   | Norte 4°52'47,1"<br>Oeste 75°44'39,5" |   |                   |   |

**Fuente:** Elaboración Propia con Base en Escobar, 2002

## **Anexo 16** Localización Puntos de Monitoreo

| <b>Acueducto</b> | <b>Código</b> | <b>Nombre de la Localidad</b> | <b>Descripción Exacta Ubicación</b> | <b>Coordenadas Geográficas</b>    | <b>Altura (msnm)</b> |
|------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| ACUACOMBIA       | PM 001        | Vereda la Renta, Combia Baja  | Entrada vereda la Renta             | N 4° 50' 4,9" 75°<br>O 45' 33,2"  | 1233                 |
|                  | PM 002        | Vereda el Placer, Combia      | Oficinas de Acuacombia              | N 4° 49' 29,8"<br>O 75° 45' 35,2" | 1270                 |
|                  | PM 003        | Vereda la Siria, combia       | Entrada condominio "el Camino"      | N 4° 49' 24,8"<br>O 75° 46' 48,3" | 1213                 |
|                  | PM 004        | San Vicente, combia           | Tienda "la Bodega"                  | N 4° 51' 26"<br>O 75° 45' 28,5"   | 1260                 |
|                  | PM 005        | Crucero de Combia             | Al frente puesto de Salud de combia | N 4° 49' 50,7"<br>O 75° 45' 25,5" | 1242                 |
|                  | PM 006        | San Marino                    | San Marino                          | N 4° 50' 42,6"<br>O 75° 47' 11,8" | 1153                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 17** Especificaciones para el Funcionamiento de una Bioalarma Temprana

| Pasos | Descripción  |
|-------|--|
| 1     | Utilizar peces nativos de un tamaño máximo de 2 a 3 centímetros, extraídos de las quebradas o embalses que son las fuentes de agua natural de una planta   |
| 2     | Las dimensiones sugeridas para la pecera son: 50x30x50 centímetros   |
| 3     | Debe tener entrada y salida del agua natural que se trata en la planta. Dentro de la pecera estos orificios deben tener una malla que impida que los peces migren.   |
| 4     | Antes de introducir los peces, como se utiliza tubería de PVC., se debe dejar la pecera con flujo de agua unas tres horas para garantizar que ningún solvente de soldadura o limpiador esté presente y pueda matarlos.   |
| 5     | Se debe garantizar un flujo lento, máximo 10 litros por minuto, para lograr un alto tiempo de exposición del contaminante con los peces.   |
| 6     | Se debe garantizar una buena mezcla del agua dentro de la pecera (colocar baffles hasta donde sea posible)   |
| 7     | Se deben garantizar periodos de luz y oscuridad, para no alterar el reloj biológico de los peces.  |
| 8     | La pecera se deberá ubicar en un sitio alejado de ruidos o tránsito de personas que puedan alterar la tranquilidad de los peces.   |
| 9     | Se deben alimentar únicamente con comida para peces, a la misma hora y en la misma cantidad, (muy poca) más o menos lo que se coja entre los dedos índice y pulgar, dependiendo de la cantidad de peces. Una pecera de estas dimensiones puede albergar aproximadamente unos 30 peces.   |
| 10    | Si hay necesidad de parar la planta por un período largo, se debe tener suministro de oxígeno dentro la pecera (una bomba de acuario).   |
| 11    | No debe generar alarma si uno o varios peces mueren por causas como el cambio de hábitat, cambio del régimen alimenticio, estrés, maltrato en el proceso de captura, entre otras. En el caso de que se muera un gran número de peces se debe optar por aplicar medidas de emergencias como suspender el servicio hasta que se haya tratado la sustancia contaminante que altero la calidad del agua, limpieza de la infraestructura afectada, educación y comunicación con los habitantes de la rivera de las quebradas Pavas, Bejucos, San Vicente y Pital. |
| 12    | Las peceras solamente deben contener el agua y los peces. No se deben colocar piedras, arenas, plantas acuáticas o nada que pueda absorber o adsorber alguna sustancia.  |
| 13    | Se debe llevar una bitácora que registre las horas de las comidas, los cambios de las condiciones del agua (aumento de turbiedad, color, etc.), además de cualquier comportamiento extraño de los peces, hora y fecha de peces muertos, cantidad, nombre y firma del encargado, entre otros datos posibles.  |
| 14    | Cuando se incremente la turbiedad en el agua natural y este lodo se vaya depositando en el fondo de la pecera, debe ser removido de allí utilizando una manguera plástica como sifón, cuidando de no botar los peces.  |

Fuente: Elaboración propia basado en Villas y Zea, 2002.