


|                                                                                   |                                                       |                                          |                             |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b> |                                          |                             |                       |
|                                                                                   | <b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>  | Documento<br><b>F-AC-DBL-007</b>         | Código<br><b>10-04-2012</b> | Fecha<br><b>A</b>     |
| <b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>                                                     | Dependencia                                           | Aprobado<br><b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b> |                             | Pág.<br><b>1(170)</b> |

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

|                    |                                                                                                                              |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AUTORES            | ANDRÉS MAURICIO CARRASCAL CASTRO                                                                                             |
| FACULTAD           | FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DEL AMBIENTE                                                                                   |
| PLAN DE ESTUDIOS   | INGENIERIA CIVIL                                                                                                             |
| DIRECTOR           | CRISTIAN CAMILO OSORIO MOLINA                                                                                                |
| TÍTULO DE LA TESIS | PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA EL ACUEDUCTO COMUNAL SAN MIGUEL ACOSMI EN EL MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR |

#### RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL PRESENTE TRABAJO SE PLATEO COMO UNA INICIATIVA PARA DAR SOLUCIÓN POR MEDIO DE UNA ASESORÍA TÉCNICA E INSTITUCIONAL A LA EMPRESA PRESTADORA DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE RIO DE ORO, CESAR, ESPECÍFICAMENTE AL BARRIO SAN MIGUEL I Y II, YA QUE DEBIDO A LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EXISTNETE Y LOS ALTOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN EXISTENES EN LA ZONA ALEDAÑA A LAS POCAS FUENTES HÍDRICAS CON LA QUE CUENTA POR LA FALTA DE CONCIENTIZACIÓN DE LOS PERSONAS QUE LA HABITAN, NO SE ESTA PRESTANDO UN ADECUADO SERVICIO, DE LA MANO CON LA DEFICIENTE INFRAESTRUCTURA DE LA ENTIDAD EN CUANTO A RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y SUMINISTRO DEL LIQUIDO.

#### CARACTERÍSTICAS

|              |         |                |           |
|--------------|---------|----------------|-----------|
| PÁGINAS: 170 | PLANOS: | ILUSTRACIONES: | CD-ROM: 1 |
|--------------|---------|----------------|-----------|



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.  
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088  
[www.ufpso.edu.co](http://www.ufpso.edu.co)



**PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA EL  
ACUEDUCTO COMUNAL SAN MIGUEL ACOSMI EN EL MUNICIPIO DE RIO  
DE ORO, CESAR**

**ANDRÉS MAURICIO CARRASCAL CASTRO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL  
OCAÑA  
2015**

**PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA EL  
ACUEDUCTO COMUNAL SAN MIGUEL ACOSMI EN EL MUNICIPIO DE RIO  
DE ORO, CESAR**

**ANDRÉS MAURICIO CARRASCAL CASTRO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director  
CRISTIAN CAMILO OSORIO MOLINA  
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL  
OCAÑA  
2015**

## CONTENIDO

|                                                                 | pág. |
|-----------------------------------------------------------------|------|
| <u>INTRODUCCIÓN</u>                                             | 20   |
| <u>1. TITULO</u>                                                | 22   |
| <u>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>                           | 22   |
| <u>1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA</u>                              | 22   |
| <u>1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA</u>                             | 22   |
| <u>1.4 OBJETIVOS</u>                                            | 22   |
| 1.4.1 Objetivo General                                          | 22   |
| 1.4.2 Objetivo Especifico                                       | 23   |
| <u>1.5 JUSTIFICACION</u>                                        | 23   |
| <u>2 MARCO REFERENCIAL</u>                                      | 24   |
| <u>2.1 ANTECEDENTES</u>                                         | 24   |
| <u>2.2 MARCO HISTORICO</u>                                      | 24   |
| <u>2.3 MARCO CONTEXTUAL</u>                                     | 25   |
| 2.3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE RÍO DE ORO<br>CESAR | 25   |
| <u>2.4 MARCO CONCEPTUAL</u>                                     | 25   |
| <u>2.5 MARCO LEGAL Y NORMATIVO</u>                              | 27   |
| <u>3 DISEÑO METODOLÓGICO</u>                                    | 29   |
| <u>3.1 METODOLGIA</u>                                           | 29   |
| <u>3.2 TIPO DE INVESTIGACION</u>                                | 30   |
| <u>3.3 INSTRUMENTOS</u>                                         | 30   |
| <u>3.4 GENERALIDADES</u>                                        | 30   |
| 3.4.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA                                      | 30   |
| 3.4.2 EXTENSION Y LIMITES                                       | 30   |
| 3.4.3 RESEÑA HISTÓRICA                                          | 30   |
| 3.4.4 VÍAS DE ACCESO                                            | 31   |
| 3.4.5 INFRAESTRUCTURA VIAL                                      | 31   |
| 3.4.6 CLASIFICACION ADMINISTRATIVA E INSTITUCIONAL              | 31   |
| 3.4.7 MUNICIPAL                                                 | 32   |
| 3.4.8 VIAS TERCIARIAS                                           | 32   |
| 3.4.9 VIAS URBANAS                                              | 32   |
| 3.4.10 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA                                 | 32   |
| 3.4.11 Geología                                                 | 32   |
| 3.4.12 Geomorfología                                            | 32   |
| 3.4.13 Amenazas                                                 | 33   |
| 3.4.14 HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA                                | 34   |
| 3.4.14.1 Hidrología                                             | 34   |

|                                                                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.14.2 Climatología                                                                                                                      | 35        |
| 3.4.15 SUELO                                                                                                                               | 44        |
| 3.4.15.1 Región plana                                                                                                                      | 45        |
| 3.4.16 INFORMACIÓN COMUNAL                                                                                                                 | 46        |
| 3.4.16.1 División político-administrativo rural                                                                                            | 46        |
| 3.4.16.2 División administrativa del acueducto comunal                                                                                     | 47        |
| 3.4.16.3 Análisis sociocultural del barrio SAN MIGUEL etapa I y II                                                                         | 47        |
| 3.4.16.4 Población                                                                                                                         | 48        |
| 3.4.16.5 Vivienda                                                                                                                          | 49        |
| 3.4.16.6 Organización y participación social                                                                                               | 50        |
| 3.4.16.7 Servicios públicos                                                                                                                | 50        |
| 3.4.16.8 La cultura, la recreación y el deporte                                                                                            | 52        |
| 3.4.16.9 Servicios públicos domiciliarios                                                                                                  | 53        |
| <b><u>3.5 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL DEL ENTE ADMINISTRADOR</u></b>                                                                         | <b>55</b> |
| 3.5.1 TIPO DE EMPRESA                                                                                                                      | 56        |
| 3.5.2 RESEÑA HISTÓRICA                                                                                                                     | 56        |
| 3.5.3 OBJETIVO PRINCIPAL DE LA EMPRESA                                                                                                     | 56        |
| 3.5.4 SISTEMA DE ORGANIZACIÓN DEL ACUEDUCTO COMUNAL<br>SAN MIGUEL I Y II ACOSMI                                                            | 56        |
| 3.5.5 ASPECTOS INSTITUCIONALES Y LEGALES                                                                                                   | 57        |
| 3.5.6 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS                                                                                                             | 57        |
| 3.5.7 ASPECTOS FINANCIEROS                                                                                                                 | 57        |
| 3.5.8 ASPECTOS COMERCIALES                                                                                                                 | 58        |
| 3.5.9 SISTEMA DE PLANEACIÓN                                                                                                                | 58        |
| 3.5.10 LA EMPRESA Y LOS SUBSIDIOS GENERADOS POR LA SGP                                                                                     | 58        |
| <b><u>3.6 PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS</u></b>                                                                                        | <b>59</b> |
| 3.6.1 Análisis de la capacidad de los componentes del sistema de acueducto                                                                 | 59        |
| 3.6.2 Alternativas técnicas                                                                                                                | 61        |
| 3.6.2.1 Captación                                                                                                                          | 61        |
| 3.6.2.2 Aducción captación – desarenador                                                                                                   | 61        |
| 3.6.2.3 Desarenador                                                                                                                        | 61        |
| 3.6.2.4 Aducción desarenador – planta de tratamiento                                                                                       | 61        |
| 3.6.2.5 Planta de tratamiento                                                                                                              | 61        |
| 3.6.2.6 Tanque de almacenamiento                                                                                                           | 62        |
| 3.6.2.7 Red de distribución                                                                                                                | 62        |
| 3.6.3 ALTERNATIVAS INSTITUCIONALES                                                                                                         | 62        |
| <b><u>4 PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA PARA EL<br/>ACUEDUCTO CUMUNAL “ACOSMI” EN EL MUNICIPIO DE RÍO DE<br/>ORO, CESAR</u></b> | <b>64</b> |
| <b><u>4.1 PROGRAMA TÉCNICO</u></b>                                                                                                         | <b>64</b> |
| 4.1.1 Mejoramiento de la captación en la quebrada la Toma                                                                                  | 64        |
| 4.1.2 Optimización línea de aducción - captación – desarenador -<br>de tratamiento                                                         | planta 64 |
| 4.1.3 Optimización operativa de la planta de tratamiento                                                                                   | 67        |

|                                                                                                                      |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 4.1.4 Optimización del tanque de almacenamiento                                                                      | 67       |
| 4.1.5 Optimización de la red de distribución                                                                         | 68       |
| 4.1.6 Mantenimiento del sistema de acueducto                                                                         | 68       |
| 4.1.7 PLAN DE ACCIÓN INSTITUCIONAL                                                                                   | 68       |
| 4.1.8 Modernización empresarial                                                                                      | 69       |
| 4.1.9 Programa de fortalecimiento del sistema administrativo                                                         | 69       |
| 4.1.10 Programa de fortalecimiento del sistema Comercial                                                             | 70       |
| 4.1.11 Proyecto de macro medición                                                                                    | 74       |
| 4.1.12 Proyecto de micro medición                                                                                    | 75       |
| 4.1.13 Proyecto de detección y control de fugas visibles y no visibles                                               | 76       |
| 4.1.14 Proyecto de mantenimiento de redes                                                                            | 77       |
| 4.1.15 DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO                                                                  | 77       |
| 4.1.15.1 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL                                                                               | 77       |
| 4.1.15.2 Estructuras ubicadas en la quebrada la toma                                                                 | 78       |
| 4.1.15.3 Planta de tratamiento                                                                                       | 81       |
| 4.1.15.4 Red de distribución                                                                                         | 91       |
| 4.1.15.5 Cobertura del acueducto                                                                                     | 91       |
| 4.1.15.6 Instalaciones domiciliarias                                                                                 | 91       |
| <b><u>4.2 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN Y LA DEMANDA PARA<br/>LOS USUARIOS DEL ACUEDUCTO COMUNAL ACOSMI</u></b> | 91       |
| 4.2.1 ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN                                                                                       | 92       |
| 4.2.2 Aspectos demográficos                                                                                          | 92       |
| 4.2.3 Proyección de la población                                                                                     | 92       |
| 4.2.4 ANALISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA SEGUN EL 2000                                                              | R.A.S 94 |
| 4.2.4.1 Nivel de complejidad del sistema                                                                             | 95       |
| 4.2.4.2 Dotación neta de consumo                                                                                     | 95       |
| 4.2.4.3 Dotación bruta de consumo                                                                                    | 96       |
| 4.2.5 CAUDALES DE DISEÑO                                                                                             | 96       |
| 4.2.5.1 Caudal medio diario (Q.M.D)                                                                                  | 96       |
| 4.2.5.2 Caudal máximo diario (Q.M.D)                                                                                 | 96       |
| 4.2.5.3 Caudal máximo horario (Q.M.H)                                                                                | 97       |
| 4.2.6 Determinación de la dotación bruta real                                                                        | 98       |
| <b><u>4.3 BALANCE HIDRICO ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA<br/>DISPONIBLE DE LA FUENTE ABASTECEDORA</u></b>              | 100      |
| 4.3.1 Caracterización de las micro cuencas                                                                           | 100      |
| 4.3.2 Generalidades                                                                                                  | 98 100   |
| 4.3.3 Características de la cuenca y sus cauces                                                                      | 103      |
| 4.3.4 Oferta del recurso hídrico de la cuenca mayor del catatumbo                                                    | 103      |
| 4.3.5 Demanda hídrica                                                                                                | 104      |
| 4.3.6 Demanda por uso agrícola                                                                                       | 104      |
| 4.3.7 Demanda por población                                                                                          | 104      |
| 4.3.8 Índice de escasez                                                                                              | 105      |
| 4.3.9 Determinación del caudal, fuentes de abastecimiento actual por el método área-velocidad                        | 105      |

|                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.10 Determinacion del caudal, fuente de abastecimiento del acueducto comunal del Barrio San Miguel ACOSMI del municipio de Rio De Oro Cesar por el metodo de area velocidad. | 107 |
| 4.3.11 Calidad del agua de la fuente                                                                                                                                            | 112 |
| 4.3.12 Prediseño de captación del fondo                                                                                                                                         | 113 |
| 4.3.13 Prediseño del desarenador                                                                                                                                                | 114 |
| <b><u>4.4 EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE RÍO DE ORO</u></b>                                                                                 | 115 |
| 4.4.1 Agua no contabilizada                                                                                                                                                     | 116 |
| 4.4.2 Evaluación de las pérdidas físicas de agua no tratada                                                                                                                     | 117 |
| 4.4.3 Evaluación de las pérdidas físicas de agua tratada                                                                                                                        | 118 |
| <b><u>4.5 CAMPAÑAS EDUCATIVAS</u></b>                                                                                                                                           | 118 |
| 4.5.1 Metodología                                                                                                                                                               | 120 |
| <b><u>4.6 APOYO TÉCNICO AL ACUEDUCTO COMUNAL “ACOSMI” EN EL CUMPLIMIENTO DE LA LEY 373/97</u></b>                                                                               | 120 |
| <br>                                                                                                                                                                            |     |
| <b><u>5 CONCLUSIONES</u></b>                                                                                                                                                    | 122 |
| <br>                                                                                                                                                                            |     |
| <b><u>6 RECOMENDACIONES</u></b>                                                                                                                                                 | 124 |
| <br>                                                                                                                                                                            |     |
| <b><u>BIBLIOGRAFIA</u></b>                                                                                                                                                      | 125 |
| <br>                                                                                                                                                                            |     |
| <b><u>REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRONICAS</u></b>                                                                                                                             | 126 |
| <br>                                                                                                                                                                            |     |
| <b><u>ANEXOS</u></b>                                                                                                                                                            | 127 |

## ANEXOS

|                                                                                                                                                                           | Pag.       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Anexo a. prediseño de captación de fondo</b>                                                                                                                           | <b>128</b> |
| <b>Anexo b. manual de función de empresas comunitaria de acueducto comunal del municipio de rio de oro.</b>                                                               | <b>144</b> |
| <b>Anexo c. mensajes radiales</b>                                                                                                                                         | <b>150</b> |
| <b>Anexo d. resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua cruda y potable.</b>                                                                         | <b>151</b> |
| <b>Anexo e. cartilla didctica</b>                                                                                                                                         | <b>154</b> |
| <b>Anexo f. plan de inversión para programa de ahorro y uso eficiente del agua en el acueducto comunal del barrio san Miguel ACOSMI del municipio de Rio de Oro Cesar</b> | <b>164</b> |
| <b>Anexo g. cronograma de actividades</b>                                                                                                                                 | <b>166</b> |
| <b>Anexo h. certificación de la entrega del proyecto PUEA del acueducto cumunal ACOSMI.</b>                                                                               | <b>167</b> |
| <b>Anexo i. registro fotografico</b>                                                                                                                                      | <b>168</b> |



## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                | pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1.Plano Localización minicipio de Rio de Oro en el Departamento         | 31   |
| Figura 2.Mapa De Localizacion Geografica Del Municipio de Río de Oro           | 46   |
| Figura 3. Clasificacion organizacional del acueducto comunal Acosmi            | 57   |
| Figura 4.Desarenador existente                                                 | 81   |
| Figura 5.Zonas de división de las cuencas                                      | 102  |
| Figura 6. Planta de las secciones de la quebrada la toma para el primer aforo. | 107  |
| Figura 7.Perfil Sección 1 B                                                    | 108  |
| Figura 8.Perfil Sección 2 B                                                    | 108  |
| Figura 9.Perfil Sección 3 B                                                    | 109  |
| Figura 10.Perfil Sección 4 B                                                   | 109  |
| Figura 11.Perfil Sección 5 B                                                   | 110  |
| Figura 12.Detalle rejilla                                                      | 113  |
| Figura 13.Canaleta de aducción.                                                | 114  |
| Figura 14.Pantalla deflectora                                                  | 114  |

## LISTA DE CUADROS

|                                                                                                                   | pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Cuadro 1.Caudales promedio anual para los principales cuerpos de agua presentes                                   | 35   |
| Cuadro 2.Información general de las estaciones climatológicas seleccionadas para la región plana                  |      |
| Cuadro 3.Valores promedio mensuales de precipitación (mm.)                                                        | 35   |
| Cuadro 4.Valores promedio mensual de temperatura (°c)                                                             | 36   |
| Cuadro 5.Valores promedio mensuales de humedad relativa: (%)                                                      | 37   |
| Cuadro 6.Valores promedios mensuales de evaporación (mm)                                                          | 37   |
| Cuadro 7.Valores promedio mensuales de brillo solar (horas)                                                       | 38   |
| Cuadro 8.Valores promedio mensual de velocidad del viento (m/s)                                                   | 39   |
| Cuadro 9.Balance hídrico climático potencial estación aguas claras                                                | 40   |
| Cuadro 10.Balance hídrico climático potencial estación la llana                                                   | 41   |
| Cuadro 11.Estaciones pluviométricas Consultadas                                                                   | 41   |
| Cuadro 12. Comportamiento poblacional de río de oro desde 1951                                                    | 43   |
| Cuadro 13. Proyección de la población de río de oro                                                               | 48   |
| Cuadro 14. Diagnóstico de vivienda                                                                                | 49   |
| Cuadro 15. Nivel de pobreza en el municipio                                                                       | 49   |
| Cuadro 16. Indicadores de pobreza y miseria.                                                                      | 50   |
| Cuadro 17.Diagnóstico del servicio de acueducto prestado por la empresa Acosmi.                                   | 50   |
| Cuadro 18.Subsidios generados por SGP                                                                             | 54   |
| Cuadro 19.Recursos asignados por el compes                                                                        | 58   |
| Cuadro 20.Indicadores sectoriales de servicios publicos                                                           | 58   |
| Cuadro 21.Formato de encuesta para el registro de suscriptores                                                    | 59   |
| Cuadro 22.Cobertura del acueducto                                                                                 | 72   |
| Cuadro 23.Diagnostico de los usuarios segun sus estratos                                                          | 91   |
| Cuadro 24.Registro histórico de la poblacion de la cabecera municipal de rio de oro.                              | 92   |
| Cuadro 25.Taza de crecimiento poblacional                                                                         | 92   |
| Cuadro 26.Proyección de la población                                                                              | 93   |
| Cuadro 27.Nivel de complejidad del sistema                                                                        | 94   |
| Cuadro 28.Dotación neta de consumo                                                                                | 95   |
| Cuadro 29.Variación de la dotacion neta debido a temperatura y nivel de complejidad                               | 95   |
| Cuadro 30.Porcentaje máximo admisible de pérdidas técnicas                                                        | 96   |
| Cuadro 31.Valor admisible de K1 según el nivel de complejidad                                                     | 96   |
| Cuadro 32.Valor admisible de K2                                                                                   | 97   |
| Cuadro 33. Proyección de población y caudales estimados según el RAS 2000                                         | 97   |
| Cuadro 34. Proyección de población y caudales estimados de acuerdo al programa de uso y ahorro eficiente del agua | 99   |
| Cuadro 35.Estaciones pluviométricas Consultadas                                                                   | 99   |
| Cuadro 36.Caudales promedio anual para los principales cuerpos de agua presentes                                  | 105  |
| Cuadro 37.Índices de escasez                                                                                      | 105  |

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 38.Coordenadas de la sección 1 B          | 108 |
| Cuadro 39.Coordenadas de la sección 2 B          | 108 |
| Cuadro 40.Coordenadas de la sección 3 B          | 109 |
| Cuadro 41.Coordenadas de la sección 4 B          | 109 |
| Cuadro 42.Coordenadas de la sección 4 B          | 110 |
| Cuadro 43.Valores de A/Ts                        | 133 |
| Cuadro 44.Tramo 1-3 B                            | 140 |
| Cuadro 45. Cálculo de área promedio tramo 1-3 B  | 140 |
| Cuadro 46. Tramo 2-4 B                           | 140 |
| Cuadro 47. Cálculo del área promedio tramo 2-4 B | 140 |
| Cuadro 48. Tramo 3-5 B                           | 141 |
| Cuadro 49. Cálculo de área promedio tramo 3-5 B  | 141 |
| Cuadro 50. Tramo 1-5 B                           | 141 |
| Cuadro 51. Cálculo del área promedio tramo 1-5 B | 142 |
| Cuadro 52. Tramo 1-4 B                           | 142 |
| Cuadro 53. Cálculo del área promedio tramo 1-4 B | 142 |
| Cuadro 54. Caudal B                              | 143 |

## LISTA DE GRAFICAS

|                                                               | <b>Pag.</b> |
|---------------------------------------------------------------|-------------|
| Grafica 1. Precipitación región plana                         | 36          |
| Grafica 2. Temperatura en la región plana                     | 37          |
| Grafica 3. Humedad relativa en la región plana                | 38          |
| Grafica 4. Evaporación en la región plana                     | 38          |
| Grafica 5. Brillo solar region plana.                         | 39          |
| Grafica 6. Velocidad del viento en la región plana            | 40          |
| Grafica 7. Balance hídrico estación Aguas Claras              | 41          |
| Grafica 8. Balance hídrico estación La Llana                  | 42          |
| Grafica 9. Comportamiento histórico de la población 1951-1997 | 48          |
| Grafica 10. Proyección de la Demanda Según el RAS 2000        | 52          |

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

|                                                                                                | <b>pág.</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Fotografía 1. Red transporte 4” desde la bocatoma a la planta de tratamiento                   | 65          |
| Fotografía 2. Tubería 3” de reboce desarenador y salida en 4”                                  | 66          |
| Fotografía 3. Recolección del desarenador                                                      | 66          |
| Fotografía 4. Estructura de Captación ubicada en la Quebrada La Toma                           | 78          |
| Fotografía 5. Cámara de recolección ubicada en la Quebrada La Toma                             | 79          |
| Fotografía 6. Estructura de captación en la Quebrada La Toma                                   | 79          |
| Fotografía 7. Aducción Bocatoma – Desarenador                                                  | 80          |
| Fotografía 8. Planta de Tratamiento Tipo Compacta                                              | 83          |
| Fotografía 9. Medidor de caudal de agua cruda                                                  | 84          |
| Fotografía 10. Tanque donde se diluye el sulfato de aluminio                                   | 84          |
| Fotografía 11. Adición de cal y sulfato de aluminio a la tubería de entrada                    | 85          |
| Fotografía 12. Tanque clarificador                                                             | 85          |
| Fotografía 13. Paneles de sedimentación                                                        | 86          |
| Fotografía 14. Flautas recolectoras de líquido                                                 | 86          |
| Fotografía 15. Unidades de Filtración                                                          | 87          |
| Fotografía 16. Quebrada la toma                                                                | 110         |
| Fotografía 17. Preparación para la realización del aforo en la quebrada la toma                | 111         |
| Fotografía 18. Medición de las profundidades de una sección transversal de la quebrada la toma | 111         |
| Fotografía 19. Realización del aforo en la quebrada la toma                                    | 112         |
| Fotografía 20 Fuente quebrada la toma                                                          | 113         |

## LISTA DE FORMULAS

|                                                          | pág. |
|----------------------------------------------------------|------|
| Formula 1 Proyeccion poblacion futura                    | 25   |
| Formula 2Tasa de crecimiento                             | 26   |
| Formula 3 Dotacion bruta                                 | 27   |
| Formula 4Caudal Medio diario                             | 28   |
| Formula 5 Caudal maximo Horario                          | 29   |
| Formula 6Dotacion bruta real                             | 30   |
| Formula 7 Caudal de diseño                               | 31   |
| Formula 8 Ancho de da garganta                           | 32   |
| Formula 9Caudal unitario                                 | 33   |
| Formula 10 Ancho minimo de la rejilla                    | 34   |
| Formula 11Altura lamina                                  | 35   |
| Formula 12 Altura Minima Agua                            | 36   |
| Formula 13Velocidad Final                                | 37   |
| Formula 14Velocidad Inicial                              | 38   |
| Formula 15Altura Lamina                                  | 39   |
| Formula 16Relacion Altura Critica Y La Altura Del Agua   | 40   |
| Formula 17Caudal no penetra la rejilla                   | 41   |
| Formula 18Longitud rejilla                               | 42   |
| Formula 19Altura inicial canaleta                        | 43   |
| Formula 20Altura Canaleta                                | 44   |
| Formula 21 Altura lamina de agua                         | 45   |
| Formula 22Velocidad inicial                              | 46   |
| Formula 23Velocidad final                                | 47   |
| Formula 24Velocidad inicial menor que la velocidad final | 48   |
| Formula 25Distancia del chorro                           | 49   |
| Formula 26Alcance del chorro                             | 50   |
| Formula 27Velocidad de simentacion                       | 51   |
| Formula 28 Viscocidad cinematica                         | 52   |
| Formula 29Relacion bafles                                | 53   |
| Formula 30Caudal de diseño                               | 54   |
| Formula 31Capacidad del desarenador                      | 55   |
| Formula 32Area desarenador                               | 56   |
| Formula 33Velocidad horizontal                           | 57   |
| Formula 34Carga superficial                              | 58   |
| Formula 35 Area orificios                                | 59   |
| Formula 36Caudal del sistema de acueducto                | 60   |
| Formula 37Pendiente hidraulica                           | 61   |
| Formula 38Caudal de llenado                              | 62   |
| Formula 39Area de llenado                                | 63   |
| Formula 40Velocidad de llenado                           | 64   |
| Formula 41Velocidad real                                 | 65   |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Formula 42Tiempo de sedimentacion | 66 |
| Formula 43Area superficial        | 67 |
| Formula 44Caudal                  | 68 |
| Formula 45Area                    | 69 |
| Formula 46Velocidad               | 70 |
| Formula 47Velocidad optima        | 71 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                                                                                                                        | pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Anexo A. Prediseños Captacion De Fondo, Canaleta De Aduccion, Camara De Recoleccion, Desarenador Y Pantalla Deflectora.                                                | 128  |
| Anexo B. Manual de funciones empresa comunitaria de Acueducto comunitario "ACOSMI" del municipio de río de oro (Cesar)                                                 | 144  |
| Anexo C. Mensajes radiales                                                                                                                                             | 150  |
| Anexo D. Resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de agua cruda, agua potable.                                                                          | 151  |
| Anexo E. Cartilla didáctica                                                                                                                                            | 154  |
| Anexo F. Plan De Inversion Para El Programa De Ahorro Y Uso Eficiente Del Agua Del Acueducto Comunal Del Barrio San Miguel "ACOSMI" Del Municipio De Rio De Oro Cesar. | 164  |
| Anexo G. Cronograma De Actividades                                                                                                                                     | 166  |
| Anexo H. Certificacion De Entrega Del Proyecto PUEA En La Empresa Comunitaria Acosmi.                                                                                  | 167  |
| Anexo I. Registro fotográfico                                                                                                                                          | 168  |



## **RESUMEN**

El presente trabajo se plateo como una iniciativa para dar solución por medio de una asesoría técnica e institucional a la empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado del municipio de Rio de Oro, Cesar, específicamente al Barrio San Miguel I Y II, ya que debido a la problemática ambiental existnete y los altos índices de contaminación existenes en la zona aledaña a las pocas fuentes hídricas con la que cuenta por la falta de concientización de los personas que la habitan, no se esta prestando un adecuado servicio, de la mano con la deficiente infraestructura de la entidad en cuanto a recolección, tratamiento y suministro del liquido, agranvando aun las situación, por tanto, se hace necesario crear una estrategia de solución del mismo mediante el apoyo técnico al acueducto comunal “ACOSMI”, del municipio de Rio de Oro, Cesar en el cumplimiento de la Ley 373/97 mediante la elaboración del programa de uso y ahorro eficiente del agua para el Acueducto del Barrio San Miguel “ACOSMI” de este municipio.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación en la modalidad de grado se plantea y se desarrollara a partir de la necesidad de buscar mecanismos para integrar el uso eficiente en los programas y proyectos para el uso del agua, considerando el rol del esta como un bien ambiental, social y económico, y los derechos de los grupos más necesitados y vulnerables. En el futuro la demanda crecerá a medida que la población aumente y a causa de la expansión económica. Al mismo tiempo los recursos de agua permanecerán estables en términos de la cantidad disponible, pero decrecerá la cantidad que se puede usar debido al deterioro de la calidad causada por la contaminación. Además, en ciertos períodos del año la disponibilidad de agua se reduce debido al deterioro de las cuencas hidrográficas, producto de la erosión.

Colombia no es ajena a este fenómeno, en la mayoría de sus regiones, el problema no es la falta de agua potable, si no la mala gestión y distribución que se le da a este recurso hídrico, por tal motivo el gobierno nacional, decreta en el año de 1997 La Ley 373/97 PROGRAMA PARA EL USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA, en donde ordena que todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua, entendiéndose éste, como el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego, drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas. Por tanto, es importante que en el caso especifico del que se tratará las autoridades ambientales del municipio de Rio de Oro, Cesar, municipio que no cuenta con un fuente hídrica de grandes proporciones, y especialmente el organismo que presta el servicio de acueducto y alcantarillado “ACOSMI” adelanten estrategias para mejorar el ahorro y preservación del poco recurso con el que cuentan para abastecer a sus habitantes, es por ello que el presente proyecto de investigación cumple una función vital para que se tengan en cuenta en la proyección del municipio y este a su vez sea una base solida para mejorar la prestación del servicio y fomente la concientización de sus habitantes para el cuidado y preservación del liquido.

El presente texto contiene el desarrollo del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua en el Municipio de Río de Oro (Cesar) para el acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL “ACOSMI”, el cual busca mejorar el uso del agua, adoptando las medidas necesarias para conseguirlo. Este programa se divide en dos planes: Plan de acción técnico. Determina todas las acciones y medidas que deben ser tomadas en la parte operativa del sistema para mejorar la prestación y calidad del servicio ya sea construir o mejorar estructuras que no estén trabajando adecuadamente.

El plan de acción Institucional. Involucra todos los cambios y mejoras que debe tener la entidad prestadora del servicio, la cual debe regirse por los parámetros exigidos según la ley 142 de 1994, como lo son la modernización empresarial, el control de agua no contabilizada, tener un catastro actualizado de redes y usuarios, programas de mantenimiento y operación

de los diferentes sistemas que lo componen; promocionando la cultura del uso eficiente del agua en los habitantes del municipio de Río de Oro (Cesar) y en especial a los usuarios del acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL “ACOSMI”.

La problemática del municipio es de sumo cuidado, el deficiente estado de los componentes del sistema actual abastecimiento de agua potable y el vertimiento de las aguas residuales por partes de asentamientos humanos alrededor de ella, a la fuente receptora sin ningún tipo de tratamiento. Situación que contribuye a una deficiente calidad y continuidad de los sistemas de saneamiento básico.

Debido al deterioro de las fuentes de agua y consecuente disminución del recurso hídrico se hace necesario adoptar acciones eficaces y coordinadas con los estamentos involucrados con el acueducto comunal “ACOSMI”. Que permitan detener la gravísima crisis del suministro de agua potable que se avizora para un futuro próximo, consiguiéndole con el firme propósito de conservar y mantener la fuente hídrica hacia el futuro se diagnosticará y presentarán posibles soluciones para su uso eficiente y racional, mediante el incentivo de la población para que cuiden y protejan las fuentes hídricas que tienen ya que mas adelante el problema va a ser peor hasta el punto de no tener liquido para consumo humano.

El Objetivo General fue desarrollar la propuesta de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para el acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL “ACOSMI” del Municipio de Río de Oro, departamento del Cesar, para dar cumplimiento a la Ley 373/97.

Por tanto el trabajo tuvo una metodología de investigación cuantitativa y cualitativa para descifrar los factores negativos que inciden en el mal manejo del recurso hídrico, por parte la población y por la empresa encargada de su regulación por no tener políticas claras acerca de buen uso y ahorro del agua en este municipio, determinar la demanda y oferta existente para generar un balance de la fuente abastecedora, y en lo que respecta al área de conocimiento inspeccionar las instalaciones en las que se realizan los procesos de tratamiento y suministro del agua para plantear posibles soluciones y cambios de acuerdo a los lineamientos de la ingeniería civil y servir como un apoyo técnico para su mejoramiento en cuanto a la prestación del servicio a la población del municipio de Río de Oro, Cesar.

# 1. PROGRAMA DE USO Y AHORRO EFICIENTE DEL AGUA PARA EL ACUEDUCTO COMUNAL SAN MIGUEL ACOSMI DEL MUNICIPIO RIO DE ORO CESAR.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Acueducto Comunal del Barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro, no está dando cumplimiento a la Ley 373 de Junio 1997 Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, el cual obliga a las autoridades municipales a implementar programas y alternativas de control y prevención que garanticen la conservación del recurso hídrico.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El acueducto que abastece el barrio San Miguel I y II, y que se alimenta de dos fuentes, ubicadas en la cordillera oriental, denominadas quebradas La Toma y La Marcelina. Están siendo utilizadas sin seguir un programa para su uso eficiente. Los niveles de degradación del nacimiento y cuenca de las fuentes que alimentan el sistema de acueducto urbano, especialmente en las quebradas La Toma y La Marcelina se observan un crítico comportamiento de su cauce, al punto de desaparecer en la época de sequía, ocasionando con ello racionamientos prolongados y repercutiendo en problemas epidemiológicos en la población urbana, producto de la falta de conciencia de la población, entidades ambientales presentes en el municipio.

Agrava esta problemática el deficiente estado de los componentes del sistema actual de abastecimiento de agua potable y el vertimiento de las aguas residuales por parte de asentamientos humanos alrededor de ella, a la fuente receptora sin ningún tipo de tratamiento. Situación que contribuye a una deficiente calidad y continuidad de los sistemas de saneamiento básico.

## 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué actividades o estrategias pedagógicas se deben ejecutar para mejorar el servicio de acueducto del barrio San Miguel en el municipio de Río de Oro Cesar?

¿Cuál es la condición actual de cada uno de los componentes que conforman el sistema de acueducto?

## 1.4 OBJETIVOS

**1.4.1 Objetivo General.** Proponer el uso eficiente y ahorro del agua para el Acueducto Comunitario del Barrio San Miguel “ACOSMI” del Municipio de Río de Oro, departamento del Cesar, para dar cumplimiento a la Ley 373/97 que contribuirá a la disminución en el deterioro de los recursos hídricos.

**1.4.2 Objetivos Específicos.** Obtener la información existente a cerca de los recursos hídricos incidentes para el acueducto comunal del municipio de Río de oro en todas las entidades relacionadas con el tema.

Determinar el estudio de la demanda de agua en la cabecera del municipio de Rio De Oro cesar con incidencia en el acueducto del barrio San Miguel “ACOSMI”.

Desarrollar un balance entre la demanda y oferta disponible de la fuente abastecedora.

Evaluar las pérdidas en el sistema de acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Rio De Oro cesar.

Estimular el sentido de pertenencia de los usuarios del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de RIO DE ORO Cesar. Y demás entes involucrados en la preservación del recurso hídrico.

Apoyar técnicamente al acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” en el cumplimiento de la Ley 373/97 mediante la elaboración del “Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua del Acueducto Comunitario del Barrio San Miguel “ACOSMI” del Municipio de Río de oro”.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

Debido al deterioro de las fuentes de agua y consecuente disminución del recurso hídrico el cual constituye un medio esencial para el desarrollo de la vida. En el caso del hombre, lo indispensable del agua no se encierra solo a su presencia, sino que requiere de las cualidades de suficiencia, permanencia y calidad. Las comunidades, no han tenido claro el concepto de proyección hacia el futuro en torno al agua, ni entendido el rol decisivo que juegan la demanda y la disponibilidad de la misma, en términos de cantidad y calidad, a tal punto de comprometer su equilibrio y llegar a agotar este importante recurso el cual poco a poco tiende a desaparecer completamente; ésta es una realidad que se observa en muchos de los municipios colombianos. Por tal motivo se hace necesario adoptar acciones eficaces y coordinadas de todos los estamentos del departamento del Cesar, que permitan detener la gravísima crisis del suministro de agua potable que se avizora para un futuro próximo. Con el firme propósito de conservar y mantener la fuente hídrica hacia el futuro se diagnosticará y presentarán posibles soluciones para su uso eficiente y racional.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 ANTECEDENTES**

El municipio de rio de oro cuenta con dos acueductos uno municipal y el otro comunal en el cual, en este último prestaremos mayor atención y desarrollaremos el PROGRAMA DE USO Y AHORRO EFICIENTE DEL AGUA. Ya que este acueducto comunal no cuenta con este programa y el cual es exigido por ley para todas las empresas que presten el servicio de acueducto. Acarreando esto graves problemas para los beneficiarios de este servicio por eso implementaremos estrategias que permitan prestar y optimizar el servicio por mucho tiempo.

Debido a esto, es necesario incluir toda actividad que está relacionada con una mejor utilización del recurso (hacer más o lo mismo con menos cantidad) con el propósito fundamental de reducir su gasto en los diferentes sectores usuarios, a fin de optimizar la conservación y el mejoramiento de los recursos hídricos. Teniendo en cuenta que el uso eficiente de agua es uno de los principios contemplados para el manejo integrado de los recursos hídricos y por eso frecuentemente es una “fuente de abastecimiento” por si mismo.

Para poder llevar a cabo esta propuesta será necesario consultar varias fuentes de información que conduzcan a un amplio conocimiento de los temas a tratar y que forman parte de la investigación Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua en el Departamento Norte de Santander y el Cesar.

### **2.2 MARCO HISTORICO**

Dentro de la legislación nacional, el Congreso de la República decreta la Ley 373 de 1997 por la cual se establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua a nivel regional y municipal, el cual deberá ser elaborado y adoptado por las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego, drenaje producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.

El programa busca cumplir con un mandato de la Constitución Política de 1991 que establece como propios a la finalidad social del Estado la prestación de los servicios en condiciones de calidad y cobertura adecuados a las necesidades de las comunidades, contando con la participación activa de las mismas y desarrollando el servicio con integralidad, además de que se instituye por la situación cada vez más crítica que se presenta debido a la escasez de agua que cumpla con estándares de calidad para el consumo humano.

Sumado a lo anterior, la degradación de la calidad del agua por agentes contaminantes puede ocasionar problemas de salud pública, particularmente en zonas donde los mantos acuíferos se están abatiendo, conllevando esto al deterioro de las fuentes abastecedoras llegando a desaparecer incluso con este programa se quiere evitar todo estos problemas.

Es así como el gobierno nacional complementa su iniciativa para aunar esfuerzos en aras de fomentar acciones concretas para el uso eficiente, conservación y reutilización del recurso

mediante la expedición del Decreto 3102 de 1997 que reglamenta el Artículo 15 de la Ley 373 de 1997 para la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.

## **2.3 MARCO CONTEXTUAL**

**2.3.1 Ubicación geográfica del municipio de Río de Oro Cesar.** El municipio de Río de Oro está situado en el Sur del departamento de Cesar; sobre el estrecho valle del Río de Oro (Alto Catatumbo) en la cordillera oriental (Serranía de los Motilones) y posee terrenos sobre la vertiente del Magdalena. Con una superficie de 613.3Km<sup>2</sup>. Limita al norte con el municipio de Gonzáles y Norte de Santander; por el sur con los municipios de Ocaña y San Martín, por el oriente con el municipio de Ocaña y por el Occidente con el municipio de Agua chica. La cabecera municipal se encuentra a una distancia aproximada de 385 Kilómetros de la capital del departamento Valledupar y se ubica en las coordenadas 08°17'00'' latitud norte y 73°23'00'' latitud este.

## **2.4. MARCO CONCEPTUAL**

**AGUA:** Sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales.<sup>1</sup>

**CONSERVACIÓN DEL AGUA:** En la literatura se encuentra el término conservación del agua, que la USEPA (1998) define como: cualquier reducción benéfica en las pérdidas de agua, generación de residuos o uso. Es un concepto más limitado porque se centra en la reducción de pérdidas y el uso, y no tanto en el uso eficiente de agua. Además, el término puede generar algunas confusiones, ya que puede ser interpretado como la manera de conservar o preservar agua para el futuro, por ejemplo, en una represa.

**RECURSOS NATURALES:** Activos naturales que se encuentran en la naturaleza, que pueden utilizarse en los procesos de transformación o en el consumo.

**PRINCIPIOS DE LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA:** La eficiencia en el uso del agua incluye cualquier medida que reduzca la cantidad por unidad, que se utilice en una actividad dada, y que sea consistente con el mantenimiento o mejoramiento de la calidad del agua.

El uso del agua en la mayoría de las actividades socioeconómicas puede variar ampliamente, dependiendo ello de la interacción de muchos factores.

---

<sup>1</sup> TATE. Donald M. Principios del uso eficiente del agua. [En línea]. Ubicado en la URL: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/Honduras/PRINCIPIOSDELUSOEficiENTEDELAGUA.pdf>

La cantidad de atención prestada a la eficiencia del uso del agua es directamente proporcional a los precios cobrados por el servicio.

El alza de precios conduce a un aumento en la atención de las características del uso del agua y, a largo plazo, a un uso más eficiente.

Cuando los precios del agua reflejan todos los costos sociales del desarrollo de suministros, se crean incentivos para la utilización eficiente y racional del recurso, reflejando su valor en la producción o en sus varios otros usos.

Las actitudes, los gustos y las preferencias del pueblo originan consideraciones de importancia para alcanzar un incremento en la eficiencia del uso del agua.

La eficiencia en el uso del agua es en parte una respuesta a los derechos de propiedad que prevalecen en la sociedad. Mientras más propiedad privada exista, más se utilizan las prácticas de la eficiencia del agua.

Cuando los recursos son evaluados correctamente en proporción a su contribución y su productividad, existe el incentivo, a través de las fuerzas de la oferta y demanda, para utilizar esos recursos eficientemente a través de la introducción de cambios tecnológicos.

La calidad y cantidad del agua están estrechamente entrelazadas, de tal forma que las acciones dirigidas hacia el incremento de la eficiencia del uso del agua pueden tener un impacto sobre su calidad, y viceversa. Los pasos tomados para el mejoramiento de la eficiencia en el uso del agua deben ser formalmente evaluados comparándolos con los múltiples criterios existentes.<sup>2</sup>

**USO EFICIENTE DEL AGUA:** Este término contiene tres aspectos importantes: el **uso**, la **eficiencia** y el **agua**. El uso significa que es susceptible a la intervención humana, a través de alguna actividad que puede ser productiva, recreativa o para su salud y bienestar. La eficiencia tiene implícito el principio de escasez, (el agua dulce es un recurso escaso, finito y limitado) que debe ser bien manejado, de manera equitativa, considerando aspectos socio-económicos y de género.

El uso eficiente del agua implica, entonces, cambiar la manera tradicional de afrontar el incremento de la demanda de recursos, “predecir y abastecer” hacia una gestión estratégica e integral de la demanda de agua, que implica modificar las prácticas y los comportamientos de los diferentes sectores de usuarios del agua, para maximizar el uso de la infraestructura existente, de tal manera que se puedan aplazar las grandes inversiones en el sector y se pueda aumentar la cobertura hacia sectores necesitados y vulnerables, de cara a las metas de desarrollo del milenio.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> TATE. Donald M. Ibid. P. 2.

<sup>3</sup> TATE. Donald M. Ibid p. 3.



## 2.5. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Como base legal para el desarrollo del programa de AYUDA, se tomaron en cuenta las consideraciones establecidas en las siguientes Leyes y Decretos:

**I. Ley 373 de junio 6 de 1997:** Expedido por el congreso.

*Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua:*

Artículo 1: Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Artículo 2: Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua.

Artículo 3: Elaboración y presentación del programa.

Artículo 4: Reducción de pérdidas.

Artículo 5: Reusó obligatorio del agua.

Artículo 6: De los medidores de consumo.

Artículo 7: Consumos básicos y máximos.

Artículo 8: Incentivos tarifarios.

Artículo 9: De los nuevos proyectos.

Artículo 10: De los estudios hidrogeológicos.

Artículo 11: Actualización de información.

Artículo 12: Campañas educativas a los usuarios.

Artículo 13: Programas docentes.

Artículo 14: Agua dulce – un valor económico.

Artículo 15: Tecnología de bajo consumo de agua.

Artículo 16: Protección de zonas de manejo especial.

Artículo 17: Sanciones.

Artículo 18: Vigencia

**II. Decreto 3102 de diciembre 30 de 1997:** Expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico.

*Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la ley 373 de 1997, en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua:*

Artículo 1. Definiciones.

Artículo 2. Obligaciones de los usuarios.

Artículo 3. Obligaciones de los constructores y urbanizadores.

Artículo 4. Verificación de instalación de equipos de bajo consumo de agua.

Artículo 5. Obligaciones de las entidades prestadoras del servicio de acueducto.

Artículo 6. Obligación sector oficial.

Artículo 7. Obligación sector institucional.

Artículo 8. Autoridades ambientales.

Artículo 9. Fabricantes de equipos.

Artículo 10. Consumo básico para efectos tarifarios y de subsidio.

**III. Decreto 1575 del 9 de mayo de 2007:** Expedido por el Ministerio de Salud.

*Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano:*

Capítulo 1: Disposiciones generales

Capítulo 2: Características y criterios de la calidad del agua para consumo humano.

Capítulo 3: Responsables del control y vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano.

Capítulo 4: Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano.

Capítulo 5: Procesos básicos del control y la vigilancia para garantizar la calidad del agua para consumo humano.

Capítulo 6: Disposiciones comunes.

Capítulo 7: Disposiciones finales.

**IV. Resolución Número 2115 del 22 de junio de 2007:** Expedido por los los Ministros de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

*Por medio del cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano:*

Capítulo 1: Definiciones

Capítulo 2: Características físicas y químicas del agua para consumo humano.

Capítulo 3: Características microbiológicas.

Capítulo 4: Instrumentos básicos para garantizar la calidad del agua para consumo humano.

Capítulo 5: Procesos básicos de control de la calidad del agua para consumo humano.

Capítulo 6: Procesos básicos de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano por parte de la autoridad sanitaria.

Capítulo 7: Plazos

**V. Decreto número 155 del 22 de enero de 2004:** Expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Presidente de la república.

*Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones*

Artículo 1: Objeto

Artículo 2: Definiciones

Artículo 3: Sujeto activo

Artículo 4: Sujeto pasivo

Artículo 5: Hecho generador

Artículo 6: Base gravable

Artículo 7: Fijación de la tarifa

Artículo 8: Tarifa mínima

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

Se presentaran los resultados de manera cuantitativa el programa de uso y ahorro del agua en el acueducto comunitario del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro Cesar.

#### 3.1 METODOLOGIA

La metodología a seguir es la siguiente:

Se recopilará la información con las entidades y personas conocedoras del tema, ésta se basará en informes, planos, documentos, etc. Estos serán adquiridos mediante dos modalidades: la donación y la reproducción.

El cálculo de la demanda se desarrollará basado en el censo realizado en el año 2005, contrastándola con la información obtenida en el E.O.T.

Se realizará el diagnóstico de la oferta hídrica de la siguiente manera.

Aforos por el método Área-Velocidad.

Relacionando antecedentes históricos sobre niveles mínimos y niveles máximos registrados en las diferentes épocas del año.

Realizando una investigación documental de los trabajos elaborados en el área de estudio.

Se efectuará un recorrido a lo largo de la cuenca y el sistema de acueducto para conocer el estado actual en que se encuentra.

Se establecerá el balance hídrico: Oferta vs. Demanda.

Las pérdidas se calcularan de la siguiente manera:

Medición de caudales Desarenador- Planta de Tratamiento.

Medición de los niveles del Tanque de almacenamiento.

Elaboración del programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua el cual contendrá:

Diagnóstico de la oferta hídrica de la fuente de abastecimiento.

Estudio de la demanda de los usuarios del servicio.

Estudio del agua no contabilizada.

Plan de campañas educativas a la comunidad.

### **3.2 TIPO DE INVESTIGACION**

El tipo de investigación que se va a desarrollar es exploratoria. Pues se busca establecer las condiciones existentes en el sistema con el fin de evaluarlas.

Además de acuerdo a la naturaleza del proyecto, el tipo de investigación involucra documentación, recopilación de datos y trabajos de observación descriptiva en el campo.

Aplicación de los conocimientos y desarrollo de análisis que conlleven a la evaluación de conclusiones y recomendaciones.

### **3.3 INSTRUMENTOS**

Registros, documentos, planos e informes, que existan en las entidades que se relacionan como recursos institucionales dentro del presente proyecto.

Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de “Río de Oro”.

Para el desarrollo y análisis del proyecto en mención se establecen reuniones periódicas con el director y asesores del proyecto, para evaluar el avance del proyecto, definir las correcciones necesarias y tomar las decisiones correspondientes para la continuidad del mismo.

### **3.4 GENERALIDADES**

#### **3.4.1 Ubicación geográfica**

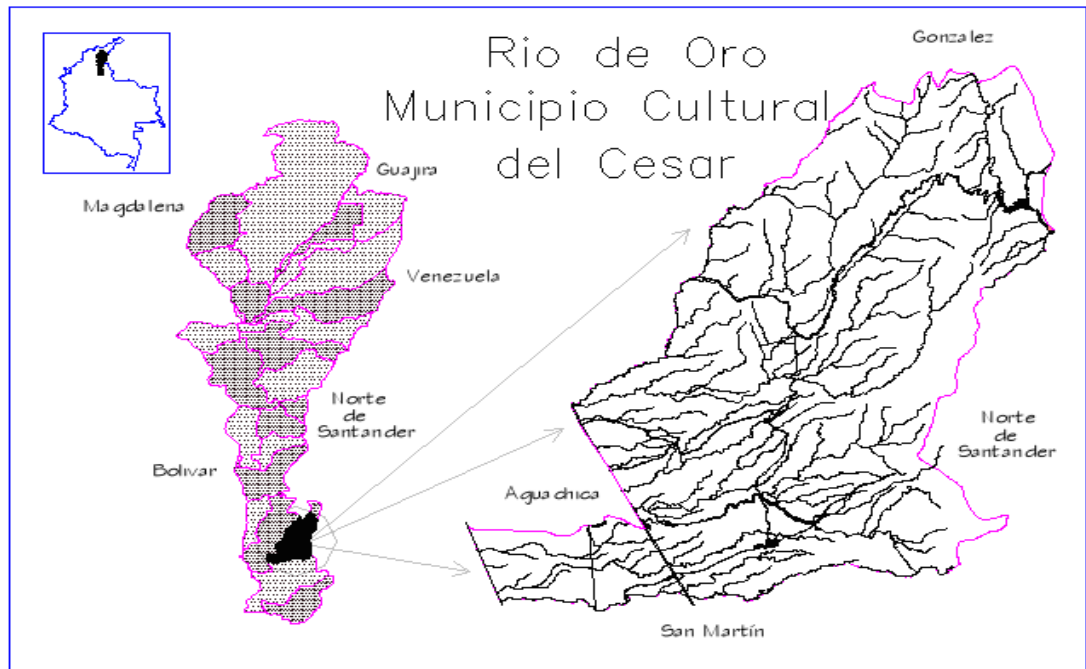
**3.4.2 Extensión y límites.** El Municipio de Río de Oro está localizado al sur oriente del departamento, dentro de las coordenadas 8° 17'40" latitud norte y 73°23'18" longitud Oeste como se muestra en la figura 1. De la cual hace parte el barrio SAN MIGUEL del cual se desprende el presente estudio. Río de Oro se encuentra ubicado al sur oriente del departamento del Cesar y limita al sur con el municipio de Ocaña y San Martín, al norte con el municipio de González, al oriente con Ocaña y al occidente con Agua chica. La distancia de la cabecera municipal de Río de Oro, a la capital del departamento es de 385 kilómetros y una fácil comunicación con Bucaramanga a 270 Km. con Agua chica a 56 Km. y con Ocaña a 7 km.

Su altura promedio sobre el nivel del mar es de 1200 mts. Su ubicación geográfica hace que parte del territorio este localizado sobre la cordillera oriental y en el Valle del Río Magdalena.

**3.4.3 Reseña histórica.** El barrio San Miguel se origina a través de un asentamiento mediante la invasión de unos terrenos ubicados a la salida del municipio, específicamente al lado izquierdo de la vía que comunica hacia el municipio de Aguachica, el 29 de septiembre del año 1970 siendo alcalde del municipio de Río de Oro el sr Alfonso Rizo Herrera, el acueducto comunal de San Miguel ACOSMI comienza su travesía histórica para lograr lo que actualmente es como empresa comunitaria prestadora de un servicio público de agua.

Inicialmente las nueve familias que inician la invasión y construcción de las primeras viviendas, no tenían los recursos económicos suficientes para lograr una cimentación debidamente planificada y ordenada, debido a esto se evidencia el relieve de las calles y la edificación desordenada de las viviendas. Ya instaladas las primeras familias durante los primeros años, el barrio toma un nuevo rumbo debido al aumento demográfico, por consiguiente las necesidades básicas de energía eléctrica y agua potable empiezan a evidenciar una problemática social, para ello la misma comunidad se reúne y así afrontar y dar solución a la problemática, entonces se organiza la junta de acción comunal del barrio San Miguel I etapa.

**Figura 1. Localización del municipio de Rio de Oro en el departamento.**



Fuente: E.O.Tdmg. Municipio de Rio de Oro Cesar

### 3.4.4 Vías de acceso

**3.4.5 Infraestructura vial.** El barrio SAN MIGUEL cuenta con una buena infraestructura vial la cual el 97% de sus calles se encuentran pavimentadas y en buen estado. EL municipio Río de Oro cuenta con una malla vial importante, Entre las vías más importantes están el Paso Nacional Aguas Clara-Ocaña-Cúcuta, que cruza el casco urbano del municipio.

**3.4.6 Clasificación administrativa e Institucional.** La estructura organizacional del acueducto esta bien organizada por los mismos usuarios del acueducto como se describe acontinuacion.

Junta de accion comunal.  
Junta de vigilancia, Revisoria fiscal.

Consejo de administracion.  
Gerente.  
Area operativa, Acueducto.  
Area administrativa comercial y financiera, contador

**3.4.7 Municipal.** La cual hace parte la red vial del barrio SAN MIGUEL Etapa I y II. Y es considerada una red terciaria que abarca no mas de 20 Km en su area de incidencia.

**3.4.8 Vías terciarias.** Dentro del perimetro del barrio se encuentra una via terciaria que comunica a algunas veredas cercanas. Estas vías están definidas como todas aquellas que comunican los diferentes centros poblados que componen el municipio, además de las internas de cada poblado. En el cuadro se observa la longitud y estado de las vías.

**3.4.9 Vías urbanas.** Las vías internas del barrio SAN MIGUEL I y II de la zona central o histórica se encuentran en etapa de deterioro progresivo y el sistema vial de los barrio se está alternado entre vías de buen estado y otras en mal estado. La malla vial de los barrios en cuestion carecen de un trazo ordenado y regular, sin andenes y las vías se encuentran con pavimento, y con algunos sardineles y andenes.

La cabecera de Río de Oro es cruzada por el paso Nacional Aguas Clara - Ocaña – Cúcuta, vía a través de la cual se le facilita su comunicación intermunicipal e intramunicipal como eje principal de comunicación con sus vías rurales; se encuentra con algunos tramos en adecuación y conservación.

#### **3.4.10 Geología y geomorfología del municipio**

**3.4.11 Geología.** Se han definido a partir de estudios anteriores y trabajo de campo las unidades litológicas principales existentes en el área urbana de Río de Oro. En su zona afloran rocas cuyas edades van desde el pre-devónico (Mayor de 400 millones años), hasta el cuaternario (Menor a dos millones de años), y a los suelos derivados de éstas con afloramientos de roca fresca escasos, que están limitados a los cortes de las vías y a las partes altas y de mayor pendiente donde la cubierta de meteorización tiene menor espesor.

En el ámbito regional, la evolución estructural de la zona, se debe a la acción de sucesivos movimientos tectónicos que trajeron consigo, levantamientos e intrusiones, los cuales ocasionaron procesos metamórficos en las rocas ya existentes. A continuación se describen desde la más antigua hasta la más joven.

**Sedimentos aluviales recientes.** Estos depósitos son sedimentos inconsolidados, conformados principalmente por cantos y gujarros embebidos en una matriz areno arcillosa de grano medio a fino, de textura conglomeratica, dedesnable , de color pardo amarillento a pardo claro, los cuales dan origen a una topografía plana con leves ondulaciones.

**3.4.12 Geomorfología.** En el municipio se encuentran localizadas tres regiones fisiográficas que distinguen el paisaje: la zona del valle medio del río Magdalena y el piedemonte que

hacen parte de la región de sabanas del caribe, y una zona de montaña que hace parte de la región Subandina.

**Zona del valle medio del Magdalena.** Esta área se localiza en la parte sur occidental del municipio entre los 70 y 500 m.s.n.m. La forma actual del terreno es producto de los procesos erosivos hídricos de tipo laminar; presenta topografía plana y semiondulada, con microrelieve cóncavo – convexo, configuración alargada y trazado sinuoso con altura de 100 metros sobre el nivel del mar, con diferencias de altura que oscilan entre 15 y 20 metros. Las formas de terreno presentan buena estabilidad, pueden ser afectadas por las aguas de los ríos y quebradas durante las épocas de grandes avenidas, durante las cuales pueden ser deterioradas por la erosión o rejuvenecidas por nuevos aportes.

**Piedemonte.** Es la superficie localizada entre la montaña y el valle. Su topografía varía de casi plana a inclinada, pero en las áreas donde hay colinas puede llegar a fuertemente inclinada y ondulada. Su altura oscila entre 500 y 1000 m.s.m.n. Con pendientes de 3% - 12%.

Son formas de acumulación de materiales transportados de grano fino a medio con presencia de gravas y gravillas de composición heterogénea provenientes de la erosión de sus áreas vecinas formando conos de deyección y de explayamiento. Otras formas del piedemonte son las conformadas por áreas de relieve accidentado y altura media que presentan topografía convexa, configuración masiva, con pendientes que oscilan entre 12 – 25%, erosión moderada a severa por ser áreas denudativas. En las partes bajas se presentan inundaciones y en algunos sectores encharcamientos en épocas de lluvia.

**Zona de Montaña.** Corresponde a la provincia fisiográfica de la región Subandina, este paisaje se caracteriza por presentar topografía alta y muy accidentada, de formas generalmente escarpadas en altitudes que oscilan entre 1000 y 1800 m.s.n.m.

Son estructuras denudativas escarpadas con pendientes por encima del 25% afectadas por erosión laminar concentrada y antrópica severa, escurrimiento difuso y pata de vaca, en grado moderado, provocado que aparezcan coladas de soliflucción y movimientos en masa en épocas de lluvia.

**3.4.13 Amenazas.** Los procesos externos más importantes en el área urbana de Río de Oro son. Erosión superficial concentrada, facilitada por la naturaleza semiárida de la región, el poco espesor de los suelos con horizonte orgánico y a la actividad humana que conjuntamente ha contribuido a la aceleración de este proceso destructor del paisaje y que disminuye las cualidades urbanísticas del terreno.

Los movimientos de vertiente, deslizamientos, desplomes y remociones en masa de menor proporción pero significativos y activos durante la época de invierno, son especialmente peligrosos cuando afecta asentamientos humanos y restringe las zonas de potencial uso urbano. Las inundaciones, asociadas al río Río de Oro y sus afluentes que durante sus

crecientes más fuertes afectan las urbanizaciones que ocupan la mayor parte de su terraza aluvial.

### **3.4.14 Hidrología y climatología**

**3.4.14.1 Hidrología.** El recurso agua fue abundante en el municipio, gracias a las favorables condiciones ambientales (relieve, clima, flora y fauna) y a la aparentemente baja población que explotaba en forma depredadora las micro cuencas, pero estos efectos antrópicos de un pasado no muy lejano han comenzado a mostrar una baja disponibilidad de agua que incide sobre la producción y sobre la estabilidad de los centros poblados que pueden desaparecer, pues el agua es la esencia de la vida y el 90% del recurso agua se usa para consumo humano, riego y explotaciones pecuarias.

Preocupa en estos momentos la presión que el hombre sigue ejerciendo sobre las cabeceras de las fuentes (Nacimientos) que sigue provocado una sensible disminución de dichas fuentes, que acarrea riesgo para el futuro del municipio donde ya desaparecen en muchos casos las fuentes en épocas de intenso verano o presentan unos caudales mínimos no capaces de abastecer la demanda (baja regulación) ocasionado por la eliminación de la capa vegetal (quemadas, tala, sobre pastoreo, etc.), y la desaparición paulatina de los bosques de niebla encargados de mantener la humedad principalmente en las cabeceras de las cañadas.

De todas maneras Río de oro tiene un importante potencial hídrico, pues su relieve permite la formación de cañadas y quebradas importantes, con grandes áreas tributarias que lo hacen potencialmente rico en almacenamientos de agua.

Sus principales afluentes son por la margen derecha, así: quebradas Venadillo, Caminito, el Arado, Pantanitos, **la Toma, La Marcelina**, Salobre, la Meseta y otros. Por la margen izquierda, quebradas Otaré, Salobritos, las Lajas y Carbones, muchas de las cuales surten de agua al acueducto La cuenca del Magdalena más específicamente sobre sus ciénagas y el río Lebrija. Comprende la mayor parte del territorio y la forman las subcuencas de las quebradas Per Alonso, Guaduas, Guabina y Tisquirama, con sus innumerables afluentes, estas corrientes nacen en las zonas altas del flanco occidental de la cordillera oriental, recorriendo el municipio de oriente a sur-occidente. Con gran importancia sobre el abastecimiento de agua para consumo humano y explotación agropecuaria.

**Régimen hidrológico y caudal.** Los diferentes cursos de agua presentes exhiben dos patrones de drenaje, condicionados principalmente por las geo formas presentes, el primer patrón es de tipo subparalelo caracterizado por discurrir en forma casi paralela unos con otros y tributar formando ángulos rectos originando formas casi rectangulares. Los caudales característicos de las corrientes hídricas están sujetos a las dos épocas climáticas principales puesto que la precipitación es uno de los parámetros más importantes en los volúmenes de escorrentía. En la zona de influencia se tienen los principales afluentes como se describen en el cuadro 1.



**Cuadro 1. Caudales promedio anual para los principales cuerpos de agua Presentes.**

| Corriente                     | Caudal Medio Anual m3/seg. |
|-------------------------------|----------------------------|
| Río de Oro.                   | 0.84                       |
| <b>Quebrada La Toma.</b>      | 0.29                       |
| Río Limón.                    | 0.40                       |
| Quebrada Per Alonso.          | 11.74                      |
| Corriente                     | Caudal Medio Anual m3/seg. |
| Quebrada los Llanos.          | 1.3                        |
| <b>Quebrada La Marcelina.</b> | 0.89                       |
| Quebrada Guaduas.             | 13.2                       |
| Quebrada Tisquirama.          | 6.06                       |
| Quebrada la Mierda.           | 2.28                       |
| Caño Guabina.                 | 1.56                       |
| Caño Cope.                    | 0.13                       |
| Caño Tumba chica.             | 3.42                       |

Fuente: E.O.T. Municipio de Rio de Oro Cesar

**3.4.14.2 Climatología.** Para cada una de las zonas se utiliza la información de las estaciones climatológicas y pluviométricas, localizadas en sitios de registro significativo con relación al área del municipio, en lo posible con tiempo de registros superiores a 10 años.

**Región plana.** Según la información meteorológica de las estaciones de Aguachica (Aguas Claras), San Alberto (La llana), Ocaña (UFPSO) y Río de Oro (La dorada) en sus diferentes parámetros de análisis. En el siguiente Cuadro se presenta la información general de las estaciones.

**Cuadro 2. Información general de las estaciones climatológicas seleccionadas para la región plana.**

| Estación     | Cód.     | Tipo      | Municipio  | Latitud | Longitud. | Elevación. | Años de registro |
|--------------|----------|-----------|------------|---------|-----------|------------|------------------|
| Aguas Claras | 3221503  | Ordinaria | AGUACHICA  | 08°15N  | 73°37W    | 208        | 2003-2012        |
| UFPSO        | 16055100 | Ordinaria | OCAÑA      | 08°14N  | 73 ° 19W  | 1550       | 2003-2012        |
| La LLana     | 2319514  | Ordinaria | RIO DE ORO | 08°01N  | 37°26W    | 271        | 2003-2012        |

Fuente: Corponor, estaciones meteorológicas

A continuación se describen y analizan los diferentes parámetros climáticos con el fin de establecer las condiciones generales y representativas de la zona.

**Precipitación.** Es considerado el principal agente generador de la escorrentía y regulador del clima; temporalmente la precipitación se presenta en términos macro climáticos, el régimen de lluvias en la zona que se encuentra entre 100 – 500 m.s.n.m., se caracteriza por intensas precipitaciones en los meses de mayo y octubre, registrando un comportamiento bimodal.

El periodo comprendido entre los meses de enero y febrero son los más secos. La precipitación promedio total anual es de 2223.2 mm., la cual decrece desde a norte. La región

más seca se localiza en el sector centro – occidental en él los límites del municipio de Agua chica. Como se ve en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Valores promedio mensuales de precipitación (mm).**

| Estación     | Ene  | Feb  | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   | Valor Anual |
|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| Aguas Claras | 20.4 | 29.3 | 51.6  | 148   | 125.1 | 143.2 | 127.6 | 185.1 | 175.3 | 187.2 | 94.6  | 49.8  | 1337.2      |
| UFPSO        | 22.8 | 61.4 | 78.5  | 254.3 | 357.8 | 219.5 | 237.9 | 265.3 | 259.1 | 338.9 | 287.1 | 75.9  | 2458.5      |
| La Llana     | 71.7 | 98.9 | 145.9 | 314.2 | 458.8 | 250   | 187.3 | 259.7 | 341   | 472.7 | 334.2 | 140.9 | 3075.3      |

Fuente: Corponor, estaciones meteorológicas

**Grafica 1. Precipitación región plana.**



Fuente: Autor del proyecto

En el sector comprendido entre los 500 y los 1000 m.s.n.m, la distribución de las lluvias es mono modal, es decir que existe un periodo lluvioso en los meses de marzo a noviembre y uno seco o de menores lluvias de diciembre a febrero.

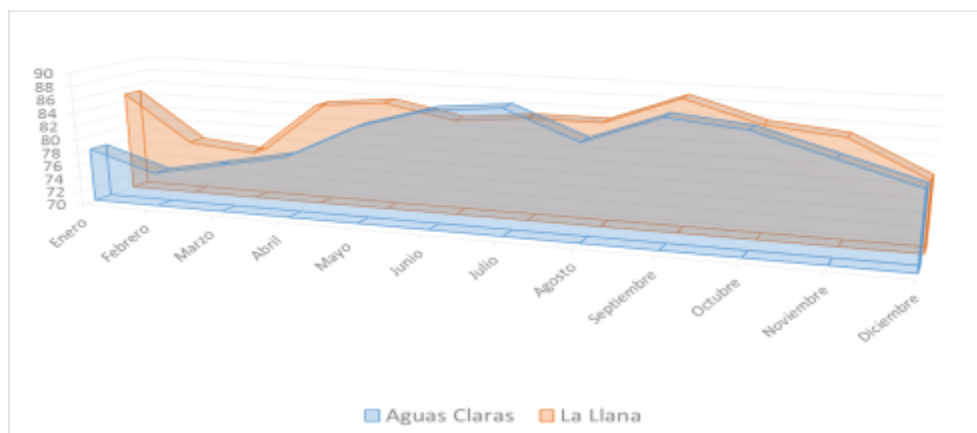
**Temperatura.** Las principales diferencias en la temperatura que se registran en las estaciones climatológicas, presentan un comportamiento isotérmico, atribuido posiblemente a la intertropicalidad y a la poca elevación sobre el nivel del mar. Infiriendo que el mes más caluroso es marzo y las menores temperaturas se registran en los meses de septiembre, octubre y noviembre. De acuerdo a la información analizada, la temperatura promedio para el área comprendida entre los 100 y 500 m.s.n.m, es de 27.9 °C, y para la correspondiente a los 500 y 1000 m.s.n.m es de 25.8 °C con un rango de variación entre 23 °C y 1.3 °C. Como se observa a continuación en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4. Valores promedio mensual de temperatura (°c).**

| Estación    | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Valor Anual |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Aguas Clara | 38.8 | 27.1 | 27.6 | 27.5 | 28.9 | 29.8 | 28.8 | 26.8 | 29.3 | 29   | 28.3 | 28.6 | 31.44       |
| La Llana    | 37.4 | 29.3 | 38.6 | 29   | 26.6 | 29.9 | 25.7 | 29.7 | 29.5 | 39.2 | 28.3 | 29.5 | 31.05       |

Fuente: Corponor, estaciones meteorológicas

**Grafica 2. Temperatura en la región plana.**



Fuente: Autor del proyecto

**Humedad relativa.** El comportamiento de la humedad relativa presenta una relación inversa con la temperatura debido a que el incremento de esta última aumenta la capacidad atmosférica para retener vapor de agua; además la influencia de los cuerpos de agua presentes, el régimen de lluvias, las características geomorfológicas y la ubicación intertropical, hacen que los meses de octubre y noviembre la humedad relativa sea alta y baja para los meses de febrero y marzo.

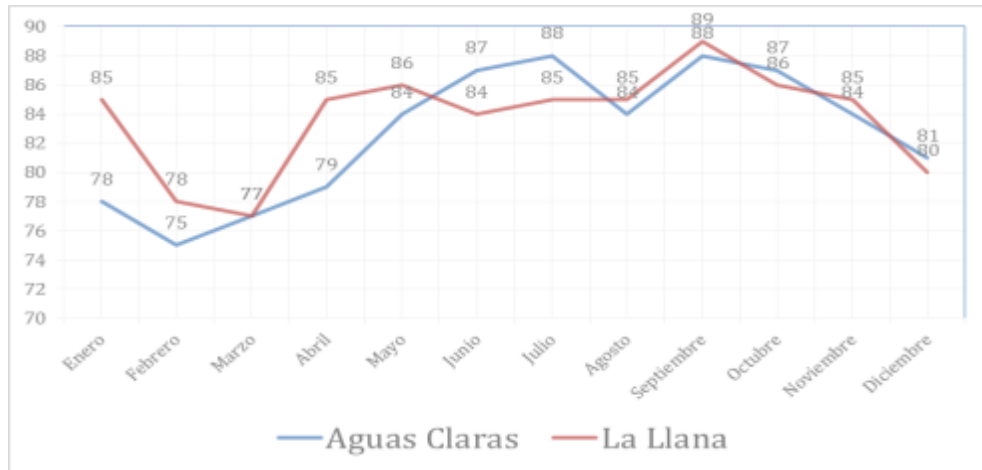
Para la zona de acuerdo con los valores registrados en las estaciones climatológicas, la unidad relativa varía entre 71% y 86%, por lo tanto para los periodos secos donde se registran las mejores temperaturas, la humedad relativa es baja.

**Cuadro 5. Valores promedio mensuales de humedad relativa: (%).**

| Estación    | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Valor Anual |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| Aguas Clara | 78  | 75  | 77  | 79  | 84  | 87  | 88  | 84  | 88  | 87  | 84  | 81  | 82.6        |
| La Llana    | 85  | 78  | 77  | 85  | 86  | 84  | 85  | 85  | 89  | 86  | 85  | 80  | 77.8        |

Fuente: Corponor, estaciones meteorológicas

**Grafica 3. Humedad relativa en la región plana.**



Fuente: Autor del proyecto

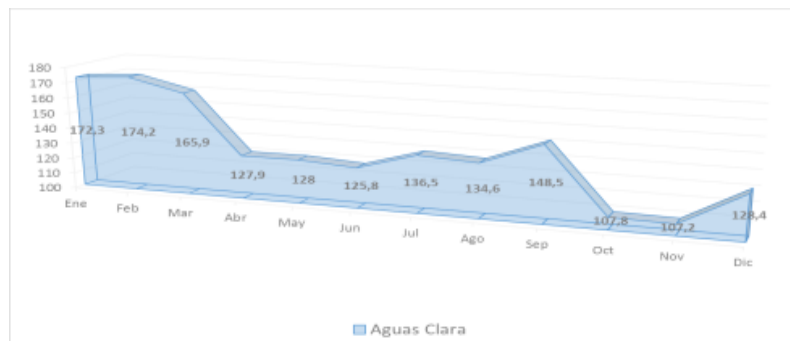
**Evaporación.** Este parámetro determina la disponibilidad de agua, controla la temperatura e influye en la velocidad del viento, la presión de vapor y el ciclo del nitrógeno. El comportamiento de este depende de la configuración del relieve, nubosidad, las condiciones de humedad y la localización del óptimo pluviométrico. En la zona el valor, promedio anual d evaporación es de 1539.3 mm, donde marzo es el mes de mayor evaporación y noviembre el de más baja, con un rango que varía entre 108.2 mm. y 160.9 mm.

**Cuadro 6. Valores promedios mensuales de evaporación (mm).**

| Estación    | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   | Valor Anual |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| Aguas Clara | 172.3 | 174.2 | 165.9 | 127.9 | 128 | 125.8 | 136.5 | 134.6 | 148.5 | 107.8 | 107.2 | 128.4 | 1657.1      |

Fuente: Corponor, estaciones meteorológicas

**Grafica 4. Evaporación en la región plana.**



Fuente: Autor del proyecto

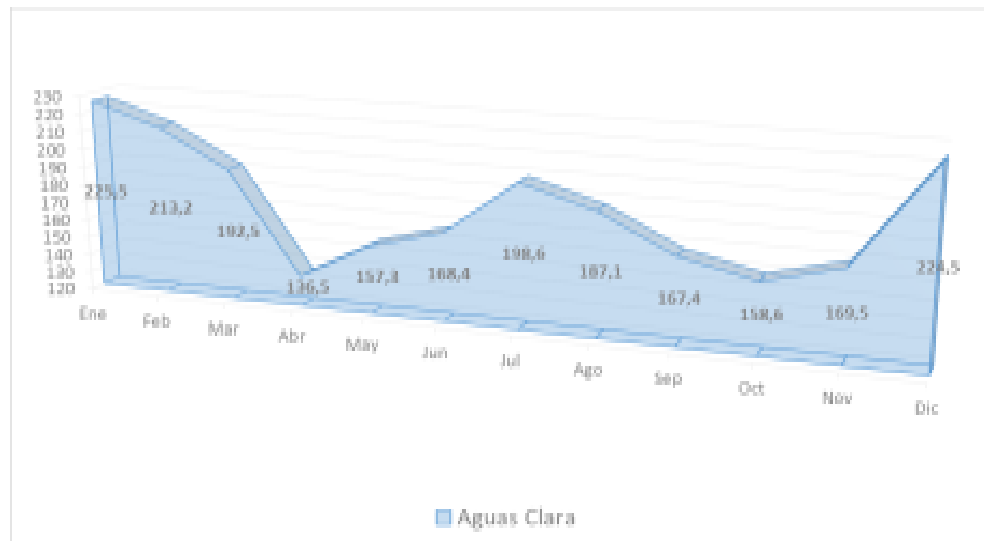
**Brillo solar.** Se define como el porcentaje o cantidad de luz sobre un lugar, su importancia radica principalmente en los aporte de energía al nivel fotosintético de las plantas y la influencia en los procesos biológicos del suelo. El brillo solar para esta zona presenta un valor promedio multianual de 2171.3 horas/año de luz, presentando un comportamiento paralelo a la evaporación donde enero tienen los máximos valores y abril los más bajos, con 245.5 horas/mes y 146.5 Horas/mes respectivamente. Como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 7. Valores promedio mensuales de brillo solar (hrs).**

| Estación    | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   | Valor Anual |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| Aguas Clara | 225.5 | 213.2 | 192.5 | 136.5 | 157.3 | 168.4 | 198.6 | 187.1 | 167.4 | 158.6 | 169.5 | 224.5 | 2199.1      |

**Fuente:** Corponor, estaciones meteorológicas

**Grafica 5. Brillo solar en la región plana.**



Fuente: Autor del proyecto

**Velocidad del viento.** La velocidad del viento, en la zona, presenta poca variación en los datos de una estación a otra, debido a las corrientes de tipo colectivo generadas por el calentamiento diurno de la troposfera hecho que induce a desplazamientos verticales de las corrientes de aire húmedo que se condensan produciendo finalmente aguaceros locales de gran intensidad en épocas de invierno.

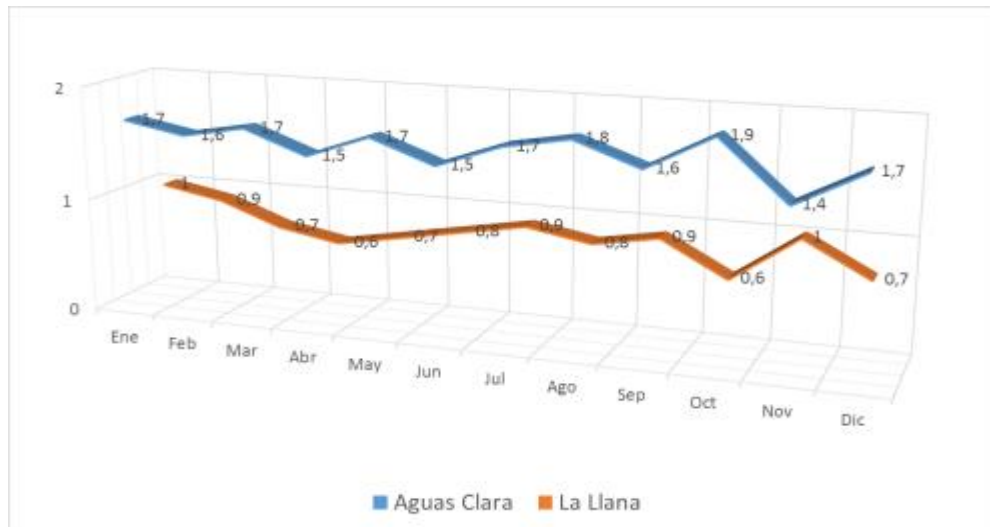
Temporalmente la variación anual de la velocidad del viento es irregular con valores entre 13m/s – 1.8m/s en las estaciones de Aguas Claras y La Llana respectivamente. Sin embargo es de mencionar que la velocidad es mayor en los meses de enero, febrero, marzo y Noviembre. Esto se puede observar en el cuadro 8 que se muestra a continuación.

**Cuadro 8. Valores promedio mensual de velocidad del viento (m/s).**

| Estación    | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Valor Anual |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| Aguas Clara | 1.7 | 1.6 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | 1.8 | 1.6 | 1.9 | 1.4 | 1.7 | 1.65        |
| La Llana    | 1   | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 0.6 | 1   | 0.7 | 0.8         |

Fuente: Corponor, estaciones meteorológicas

**Grafica 6. Velocidad del viento en la región plana.**



Fuente: Autor del proyecto

**Balance Hídrico.** El balance hídrico es útil para determinar los cambios en el entorno hídrico regional en un periodo de tiempo determinado. El balance hídrico además de conocer las condiciones pluviométricas, requiere estimativas de la evapotranspiración y del almacenamiento de humedad disponible en el subsuelo.

La evapotranspiración potencial (ETP) se define como el agua devuelta a la atmósfera en estado de vapor por un suelo que tenga cobertura vegetal y en el supuesto de no existir limitación en el suministro de agua (por lluvia o riego), para obtener un crecimiento vegetal óptimo. El cálculo de la evapotranspiración potencial se realizó por el método García Lozano según la siguiente fórmula:

$$ETP: 1.21 * 10^{(7.45T/234.7)} * (1 - 0.01HR) + 0.21T - 2.3 * N$$

ETP: Evapotranspiración potencial (mm).

T: Temperatura (C°).

HR: Humedad relativa media mensual (%).

N: Número de días del mes.

Teniendo en cuenta la disponibilidad y calidad en la información utilizada se introduce el parámetro evapotranspiración real (ETA), que relaciona la precipitación (P) y la (ETP) mediante la siguiente expresión:

$$ETR = P \text{ si } ETP > P$$

$$ETR = ETP \text{ si } ETP < P$$

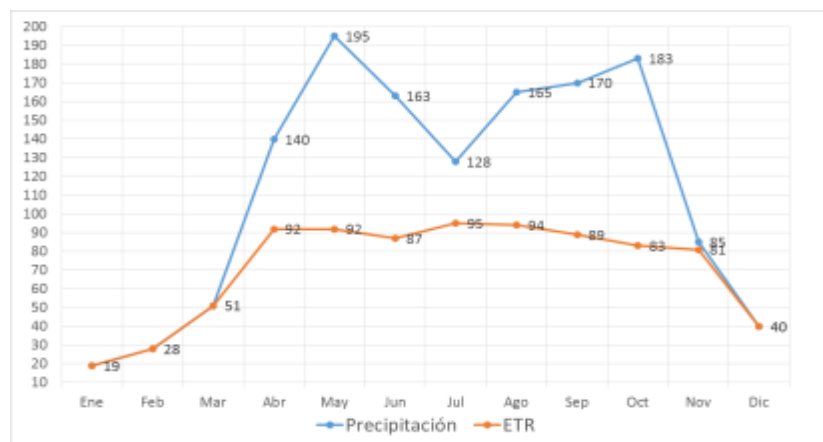
A continuación en el cuadro 9 se muestran los balances hídricos para las estaciones climatológicas de Aguas Claras y La Llana.

**Cuadro 9. Balance hídrico climático potencial estación aguas claras.**

| Parámetro     | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Valor Anual |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| Precipitación | 19  | 28  | 51  | 140 | 195 | 163 | 128 | 165 | 170 | 183 | 85  | 40  | 1367.1      |
| ETP           | 114 | 116 | 121 | 92  | 92  | 87  | 95  | 94  | 89  | 83  | 81  | 93  | 1157        |
| ETR           | 19  | 28  | 51  | 92  | 92  | 87  | 95  | 94  | 89  | 83  | 81  | 40  |             |
| Déficit       | -95 | -88 | -70 |     |     |     |     |     |     |     |     | -53 | -306        |
| Exceso        |     |     |     | 48  | 103 | 75  | 33  | 71  | 81  | 100 | 4   |     | 516         |

Fuente: Autor del proyecto

**Grafica 7. Balance hídrico estación Aguas Claras.**



Fuente: Autor del proyecto

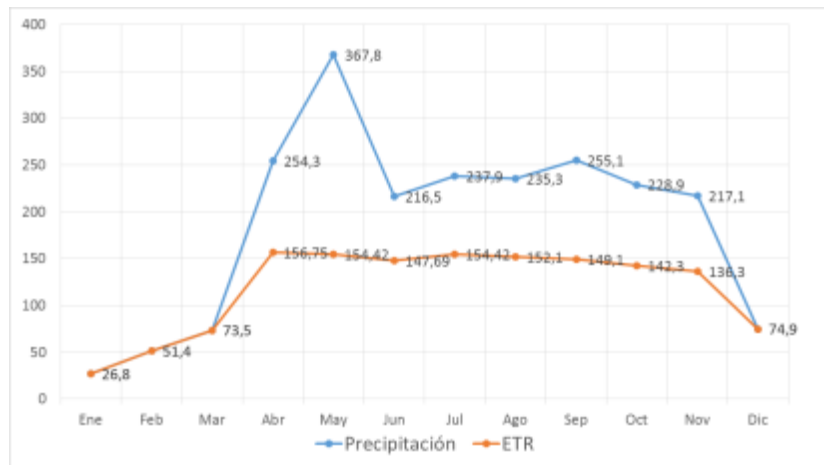
**Cuadro 10. Balance hídrico climático potencial estación la llana.**

| Parámetro | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Valor An |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|

Fuente: Autor del proyecto

|               |        |        |        |        |        |        |        |        |       |       |       |        | ua<br>l |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|---------|
| Precipitación | 26.8   | 51.4   | 73.5   | 254.3  | 367.8  | 216.5  | 237.9  | 235.3  | 255.1 | 228.9 | 217.1 | 74.9   | 2339.3  |
| ETP           | 154.41 | 147.06 | 174.88 | 155.75 | 154.42 | 147.69 | 154.42 | 152.10 | 149.1 | 142.3 | 136.3 | 151.21 | 1873.9  |
| ETR           | 26.8   | 51.4   | 73.5   | 156.75 | 154.42 | 147.69 | 154.42 | 152.10 | 149.1 | 142.3 | 136.3 | 74.9   |         |
| Déficit       | -127.6 | -95.7  | -101.4 |        |        |        |        |        |       |       |       | -76.3  | -401    |
| Exceso        |        |        |        | 98.6   | 213.4  | 68.9   | 83.5   | 83.2   | 106   | 80.8  | 80.8  |        | 821     |

**Grafica 8. Balance hídrico estación La Llana.**



Fuente: Autor del proyecto

Estos balances hídricos muestran condiciones favorables y si bien hay alguna deficiencia de agua durante los meses de diciembre a marzo, puede decirse que no tienen mayores efectos, porque las reservas de agua en los meses de abril a noviembre permitan un abastecimiento suficiente. La acumulación y el déficit de agua promedio anual son 668.5 mm. Y -353.5 mm, respectivamente.

En resumen Río de Oro tiene estas características climatológicas: Las corrientes de aire tienen velocidades que no pasan 1.69 metros por segundo en Julio, con un mínimo de 1.35 metros por segundo en el mes de Octubre y un promedio mensual de 1.52 metros por segundo, lo que indica poca variación en su magnitud.

La precipitación media anual es de 1.380 mm, presentándose un promedio mensual de 120 mm. Y un mínimo de 16 mm en los meses de Enero y 31 mm para el mes de Febrero que conforman el período más seco del año.



La evaporación media anual de 1.680 mm con valores mensuales que van de 118mm en Julio, con un valor medio mensual de 140 mm. Los valores registrados de humedad relativa presentan pequeñas variaciones que van desde 76% en los meses de Febrero y Marzo, 82% en Octubre y un promedio mensual de 78%.

**ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA.** La zonificación climática se realizó con base en la información meteorológica analizada para la zona y la metodología propuesta por CALDAS – LANG, que se basa en la relación precipitación total anual (P) mm, y la temperatura media anual (T) en °C.

**Temperatura.** El análisis de este parámetro se realizó mediante la relación temperatura, elevación, determinada mediante una ecuación aproximada de tipo lineal obtenida a través de una regresión matemática de los valores suministrados por las estaciones climatológicas analizadas. Los datos de temperatura fueron calculados para las evasiones que presentan cambios significativos en precipitación, condiciones de suelo y cobertura vegetal, mediante la siguiente ecuación:

$$T= 29.0343 - 0.00589H.$$

T= Temperatura media anual (°C).

H= Elevación en metros.

**Precipitación.** Los datos de precipitación que se tuvieron en cuenta fueron los suministrados por las estaciones pluviométricas que se encontraran situadas lo más cerca o dentro del municipio y con una diferencia de elevación entre sí, superior a los 100 metros. Como observamos en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11. Estaciones pluviométricas consultadas.**

| Estación        | Municipio   | Elevación m.s.n.m. | Precipitación mm | Temperatura °C |
|-----------------|-------------|--------------------|------------------|----------------|
| La Llana        | San Alberto | 120                | 2339.3           | 28             |
| Aguas Claras    | Aguachica   | 208                | 1367.1           | 27.8           |
| La Dorada       | Río de Oro  | 271                | 2963.3           | 27.4           |
| Defensa Civil   | Ocaña       | 1210               | 1225.2           | 21.9           |
| Apto Ag. Claras | Ocaña       | 1435               | 1288.6           | 20.9           |
| Otaré           | Ocaña       | 1545               | 1055.8           | 19.9           |
| UFPSO           | Ocaña       | 1150               | 1450.1           | 19             |

Fuente: Corponor, estaciones meteorológicas

De acuerdo con la metodología establecida por CALDAS – LANG, se consideran los siguientes parámetros para clasificar el clima:

Cociente P/T Tipo Climático

40 - 60 Seco

61- 75 Transicional Húmedo seco

76 - 100 Húmedo

Con base en los anteriores criterios, parámetros y metodologías, analizadas y aplicadas; la zonificación climática para el municipio es la siguiente.

**Templado húmedo.** Se encuentra localizado en alturas superiores a los 1600 m.s.n.m, con temperaturas entre los 17 °C y 19.5 °C y una precipitación media mensual entre 141 mm y 200 mm, con presencia de bosques intervenidos, rastrojo y algunos bosques primarios, correspondientes al orobioma de selva subandina.

**Templado Transicional húmedo seco.** Se encuentra localizado en alturas entre 1000 y 1600 m.s.n.m, con temperatura que oscilan entre 19.5 °C y 23 °C y una precipitación media anual que varía de 120 mm y 140 mm, con presencia de rastrojos y algunos bosques intervenidos en suelos muy susceptibles al deterioro por erosión.

**Templado seco.** Se encuentra localizado en alturas que varían entre 1000 y 1600 m.s.n.m, con temperaturas entre 19.5 °C y 23.5 °C y una precipitación media anual entre 90 mm y 1200 mm, con presencia de rastrojo, pastos y arbustos diseminados en suelos muy e rodados con alta susceptibilidad de movimientos en masa, correspondiente al piso subandino.<sup>4</sup>

**Cálido de piedemonte.** Se encuentra localizado en alturas entre 500 y 1000 m.s.n.m, con temperaturas que oscilan entre 23.5 °C y 26 °C y una precipitación media anual entre 1500 mm y 2000 mm; correspondiente a un clima ambiental cálido húmedo, con grandes redes de escorrentía, que lo encasillan en la zona de vida bosque húmedo pre montano.

**Cálido Húmedo.** Se localiza en alturas inferiores a los 500 m.s.n.m, con una temperatura mayor a 26 °C y una precipitación media anual que oscilan entre 200 mm y 900 mm; con presencia de bosques intervenidos y rastrojos medio a bajo, pertenecientes a la zonobiomas húmedo ecuatorial, con temperaturas bastante uniformes a lo largo del año.

**Cálido Transicional húmedo seco.** Se localiza en alturas inferiores a los 500 m.s.n.m, con una temperatura mayor a 26 °C y una precipitación media anual que varía entre 1501 mm y 2000 mm, con presencia de rastrojos y arbustos de bosque intervenido, pertenecientes al zonobioma tropical alternohídrico.

---

<sup>4</sup> CORPOCESAR. Conformacion geologica del municipio de rio de oro cesar.. [En línea]. Ubicado en la URL: <http://www.corpocesar.gov.co/files/INFORME%20FINAL%20AGUAS%20SUBTERRANEAS%20SUR%20DEL%20CESAR.pdf>

**Cálido seco.** Se encuentra localizado en alturas inferiores a los 500 m.s.n.m, con temperaturas mayores a los 26 °C y una precipitación media anual que oscila entre 1360 mm y 1500 mm, con rastrojos y espacios arbóreos pertenecientes al bosque seco tropical.<sup>5</sup>

**3.4.15 Suelo.** En el área perteneciente al municipio afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, cuyas edades varían desde el precámbrico hasta el reciente; como resultado de esto se evidencian dos zonas bien definidas: La región plana y la región subandina.

**Rocas metamórficas.** Estos materiales presentan edades que se remontan hasta el pre-devónico; su litología evidencia la ocurrencia de eventos orogénicos, los cuales aún no son totalmente conocidos. Su presencia en la superficie implica el alto nivel de erosión a que ha sido expuesto el macizo de Santander durante un largo periodo de su historia geológica.

**Rocas ígneas.** Pertenecen al grupo plutónico de Santander, con rocas intrusivas y volcánicas cuya edad varia del pre-devónico al cretáceo inferior. Su composición varía de tonalitas grises, cuarzo, monzonitas y granitos de color rosado. La tonalita predominante es la gris, ligeramente verdosa, fanerítica de grano medio y constituida por cuarzo, plagioclasa, hornblenda y biotita, la diorita presenta variación en el tamaño de grano, se compone principalmente de plagioclasa y hornblenda además de biotitas y cuarzo.

**Rocas sedimentarias.** Son las que más abundan en el municipio y oscilan en edades que van del cretáceo inferior al reciente. Los sedimentos expuestos que limitan el sector oriental del macizo de Santander, se caracterizan por estar constituidas de areniscas, limo litas gris verdosa a pardas, arcillas ligeramente calcáreas, lutitas grises, con intercalaciones de conglomerados, guijarros de tamaño variado en matriz arenosa.

**3.4.15.1 Región plana.** Esta parte comprende el área que se extiende desde el borde inferior del flanco occidental de la cordillera oriental hasta el límite del municipio y pertenece a la cuenca del valle medio del Magdalena.

**Grupo Real.** Está constituida por una sucesión de más de 4000 metros de estratos sedimentarios de origen continental, que comprenden varias intercalaciones sucesivas de conglomerados masivos de colores claros, blancos y amarillos; compuestos por guijarros de cuarzo, fragmentos de rocas ígneas, metamórficas y de areniscas masivas de grano medio grueso, pobremente seleccionadas; esta unidad se encuentra en contacto discordante sobre rocas intrusivas (Tonalitas) evidenciando la actividad tectónica presente en el área, debido a los ramales del sistema de fallas de Bucaramanga y Santa Marta.

**Terrazas antiguas.** Son depósitos ubicadas a lo largo de los ríos, compuestos por partículas de grano fino a medio; observándose como terrenos planos con ligeros procesos denudativos y erosionales, ocasionados por el escurrimiento difuso y erosión causada por las corrientes de agua. La erosión difusa a concentrada se localiza principalmente al sur de la cabecera del

---

<sup>5</sup> CORPOCESAR. Ibid. P. 12.

corregimiento de Morrison, estas terrazas se extienden hacia el oriente y están limitadas por depósitos de tipo aluvial antiguo, presentan una alta estabilidad geotécnica.

**Terrazas Disectadas.** Esta unidad de terrazas está compuesta por sedimentos de grano fino, mostrando una gran disección ya que existe una mayor densidad de corrientes de agua, con un patrón de drenaje dendrítico con densidad media, se observa una pequeña inclinación hacia el oeste, ya que está más cerca del abanico de Agua chica. Geotécnicamente presenta estabilidades medias a altas, dependiendo de la cercanía de los cauces presentes. Se localiza en el sector del Corregimiento del Marques.<sup>6</sup>

**Cuaternalio aluvial.** Estos depósitos son sedimentos conformados principalmente por arena fina o conglomerática, con presencia de lentes conglomeráticos, los cuales dan origen a una topografía plana con leves ondulaciones. Se evidencia erosión difusa a concentrada sobre algunos pequeños cursos de agua especialmente hacia el sur y occidente del corregimiento del Marques. Los lentes mencionados son aprovechables como fuente de materiales de arrastre utilizados en la recuperación de vías y en la construcción. Presenta una alta estabilidad geotécnica.

**Sedimentos aluviales recientes.** Estos depósitos están formados por sedimentos inconsolidados, estos yacen en los cauces de las quebradas, son de forma alargada y conformados principalmente por arenas de grano medio a fino, cantos y gujarros, en las orillas de los cauces y cantos gruesos en los fondos. Estos sedimentos se evidencian en la parte media baja de las quebradas; Guaguas, Tumba chicha, donde son extraídos para ser utilizados como agregados de construcción.<sup>7</sup>

### **3.4.16 Información comunal.**

**3.4.16.1 División político-administrativo comunal.** Para el año 1975 el día 19 de Diciembre mediante resolución N° 01308 se consolida legalmente la Junta de Acción Comunal del Barrio San Miguel I Etapa, siendo su presidente el señor Ángel Caselles, su vicepresidente el señor Saúl Duarte y el fiscal el señor Jairo Ruedas.

### **Figura 2. Mapa De Localizacion Geografica Del Municipio de Río de Oro**

---

<sup>6</sup> CORPOCESAR. Ibid. P. 13.

<sup>7</sup> CORPOCESAR. Ibid. P. 15.



Fuente: E.O.T Rio de Oro Cesar

**3.4.16.2 División administrativa del acueducto comunal.** El manejo del acueducto comunal ACOSMI tiene su división administrativa de la siguiente manera la junta de acción comunal es la cabeza del manejo del acueducto de hay se desprenden otras dependencias como: consejo de administración y gerente respectivamente respetando la jerarquización de los mandos.

**3.4.16.3 Análisis sociocultural del barrio SAN MIGUEL I Y II. Antecedentes Históricos.** Para el año 1975 el día 19 de Diciembre mediante resolución N° 01308 se consolida legalmente la Junta de Acción Comunal del Barrio San Miguel I Etapa. En ese mismo año se logra la adjudicación de un terreno donado por el señor Eugenio Casadiegos, terreno que se había prestablecido por la JAC Barrió San Miguel para la construcción de un tanque de almacenamiento de agua y poder suministrar el líquido a las familias. Para ello se había logrado construir la infraestructura del sistema de captación en la quebrada las Marcelinas.

**El crecimiento urbano del barrio SAN MIGUEL.** Inicialmente las nueve familias que inician la invasión y construcción de las primeras viviendas, no tenían los recursos económicos suficientes para lograr una cimentación debidamente planificada y ordenada, debido a esto se evidencia el relieve de las calles y la edificación desordenada de las viviendas. Ya instaladas las primeras familias durante los primeros años, el barrio toma un nuevo rumbo debido al aumento demográfico, por consiguiente las necesidades básicas de energía eléctrica y agua potable empiezan a evidenciar una problemática social, para ello la misma comunidad se reúne y así afrontar y dar solución a la problemática, entonces se organiza la junta de acción comunal del barrio San Miguel I etapa.

**Obra Públicas.** A partir del año 1999 se ubica un lugar mejor estratégicamente para solucionar la problemática de la presión y se logra construir con recursos del acueducto comunitario el actual tanque de almacenamiento con una capacidad de 130 m<sup>3</sup>.

Para el año 2003 se soluciona los conflictos con los campesinos de la zona donde se encuentra ubicada la bocatoma, comprando el campo de las Marcelinas ya que por este predio fluye gran parte de la quebrada.

En el año 2004 y teniendo en cuenta la normatividad vigente se logra mediante un proyecto siendo alcalde el señor Manuel Otilio Salazar, para gestionar los recursos financieros, la construcción, instalación y puesta en funcionamiento de una planta de tratamiento para la debida potabilización de agua para consumo humano, planta de tratamiento diseñada y construida por Depurar LTD.

**La Tradición.** Los carnavales se celebran el sábado que precede el miércoles de ceniza. Este día comienza con la batalla de flores y parranda en la noche, el domingo en la tarde se presentan disfraces populares y en la noche viene la coronación de la reina, escogida de un ramillete de niñas preseleccionadas por los distintos barrios de la cabecera de Río de Oro. El lunes y el martes se viene la fiesta popular, a la cual asisten personas de municipios vecinos, que con agua, harina y pinturas se celebra al compás de grupos musicales hasta la madrugada. La semana mayor (semana santa) se celebra con devoción con sus catorce pasos, se inicia el miércoles de ceniza con la procesión de la dolorosa y todos los viernes de cuaresma dentro de la iglesia se hacen y cantan las estaciones. Los días santos se celebran con solemnes procesiones guardando costumbres ancestrales.

**3.4.16.4 Población.** Según el censo ajustado de 2005, el municipio Río de Oro - Cesar cuenta con una población de 16.966 habitantes, distribuida de la siguiente forma: 6.085 habitantes en la zona urbana y 10.881 en la zona rural. Según sexo, 7.938 son masculinos y 9.028 femeninos. Según el censo de 2005 existían 2053 hogares en la cabecera y 2530 en el área rural para esa fecha. El tamaño promedio de los hogares en la zona urbana es de 4.83 personas; en la zona rural, el tamaño promedio de hogar es de 5.36 personas. En el Cuadro 12 se puede apreciar el comportamiento histórico del crecimiento poblacional de Río de Oro desde 1997 y su proyección hasta el año 2005 según el Departamento Nacional de Estadística, DANE.

**Cuadro 12. Comportamiento poblacional de río de oro desde 1997.**

| AÑO  | Total | Cabecera | Resto |
|------|-------|----------|-------|
| 1997 | 9483  | 1979     | 7504  |
| 1998 | 9920  | 3882     | 6038  |
| 1999 | 16206 | 3750     | 12456 |
| 2000 | 16099 | 4649     | 11450 |
| 2001 | 16966 | 5285     | 11681 |
| 2003 | 17165 | 5878     | 11287 |
| 2004 | 18203 | 5902     | 12301 |
| 2005 | 17261 | 6333     | 10928 |

Fuente: Autor del proyecto

**Grafica 9. Comportamiento histórico de la población 1997-2005**



Fuente: Autor del proyecto

Se observa fácilmente en el gráfico 9 que el municipio de Río de Oro ha mantenido su crecimiento estable, con un incremento en número de habitantes bastante bajo desde 1997. Se presenta una excepción de 1997 a 1999 que se redujo la población, para luego en el periodo de 1999 a 2001 dispararse notablemente, la cual se mantiene estable hasta 2005. En el Cuadro 13, se puede apreciar el crecimiento de la población hasta el año 2005, según la información contenida en el Plan de Desarrollo Municipal tomados del Departamento Nacional de Estadística, DANE. En la proyección se observa que el sector Rural continúa siendo mayor en número de habitantes, con un leve decrecimiento.

**Cuadro 13. Proyección de la población de río de oro.**

| Año  | Total | Cabecera | Resto |
|------|-------|----------|-------|
| 1997 | 10481 | 5359     | 5122  |
| 1998 | 10956 | 5439     | 5517  |
| 1999 | 11700 | 5597     | 6103  |
| 2000 | 13767 | 5676     | 8091  |
| 2001 | 15889 | 5829     | 10060 |
| 2002 | 16990 | 5904     | 11086 |
| 2003 | 17985 | 5976     | 12009 |
| 2004 | 18023 | 6046     | 11977 |
| 2005 | 18093 | 6114     | 11979 |

Fuente: Autor del proyecto

Se observa que el crecimiento poblacional ha mantenido una proporción en cuanto al porcentaje de población del sector urbano y el sector rural.

**3.4.16.5 Vivienda.** La mayor parte de las viviendas ubicadas en los barrios de incidencia del acueducto son de estrato I mayoría con algunos asentamiento de invacion de los cuales dependen del suministro gratuito del agua por parte de los vecinos. Como se describe en la matriz DOFA que se desarrolla a continuacion en el cuadro 14.

**Cuadro 14. Diagnóstico de vivienda.**

| <b>Debilidades</b>                                                                                                                                                              | <b>Fortalezas</b>                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ En algunas viviendas presentan déficit estructural.</li> <li>➤ Existe un deterioro notable en algunas viviendas .</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las viviendas estan organizadas urbanísticamente.</li> <li>➤ Existe la inquietud por planear y desarrollar programas de vivienda.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Déficit de vivienda en el sector urbano.</li> <li>➤ La calidad de elgunas de las viviendas en la zona urbana es vulnerable.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Existe voluntad por parte del gobierno municipal para gestionar programas de mejoramiento y construcción de vivienda nueva.</li> </ul>       |

| <b>Oportunidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Amenazas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Políticas del gobierno nacional para disminuir el déficit de vivienda.</li> <li>➤ El apoyo que INURBE le presta a los Municipios en el desarrollo de programas de vivienda de interés social para estratos 1 y 2.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Localización de viviendas de alto riesgo en vías y fuertes pendientes.</li> <li>➤ Baja capacidad de pago por parte de los interesados en adquirir vivienda.</li> <li>➤ Dificultad de disponer para el mediano plazo de agua potable, por el deterioro de la fuente.</li> </ul> |

Fuente: Autor del proyecto

**Cuadro 15. Nivel de pobreza en el municipio de río de oro.**

| <b>Área</b>          | <b>Nivel</b> |          |          |          |          |          | <b>Total</b> |
|----------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
|                      | <b>1</b>     | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |              |
| Urbana               | 1084         | 1565     | 730      | 564      | 338      | 6        | 4287         |
| Rural centro poblado | 300          | 1100     | 278      | 12       | 0        | 0        | 1690         |
| Rural dispersa       | 3433         | 2167     | 227      | 0        | 0        | 0        | 5827         |
| Total                | 4817         | 4832     | 1235     | 576      | 338      | 6        | 11804        |
| Porcentaje           | 40.8%        | 40.9%    | 10.5%    | 4.9%     | 2.9%     | 0.0%     | 100%         |

Fuente: E.O.T. Rio de Oro Cesar

El nivel de pobreza incide en la calidad de vida y el índice de condiciones de vida (0 para deficientes condiciones y 100% para mejores condiciones) del Cesar es del 60%, por debajo del nacional que es del 70.8%. Solo Valledupar y San Alberto superan el promedio departamental, y el resto de municipios están por debajo.

**3.4.16.6 Organización y participación social.** Este aspecto trata de la organización y participación de todos los grupos sociales: es decir, los actores que se unen con el fin de defender sus propios intereses y los de la comunidad en general.



**3.4.16.7 Servicios públicos.** Los servicios públicos están clasificados como sociales (salud, educación, cultura y recreación y deporte), domiciliarios (acueducto, alcantarillado, aseo público, energía, telecomunicaciones), complementarios (servicios religiosos, centros de abastecimiento, matadero, cementerio), sistema vial y medios de transporte y los servicios administrativos (administración municipal, notaría, registro de instrumentos públicos, Registraduría del estado civil, seguridad pública, administración de justicia). Como información general se puede observar el mapa síntesis de la estructura social de Colombia en el siguiente cuadro se desprenden los algunos indicadores importantes que permiten sectorizar los índices de pobreza y miseria presentados en el cuadro 16.

**Cuadro 16. Indicadores de pobreza y miseria.**

| <b>Población</b>                     | <b>19.764</b> |
|--------------------------------------|---------------|
| Total Hogares.                       | 4.370         |
| Viviendas Inadecuadas.               | 37%           |
| Viviendas sin Servicios Públicos.    | 41%           |
| Viviendas con Hacinamiento.          | 14%           |
| Viviendas con Dependencia Económica. | 30%           |
| Ausentismo Escolar.                  | 28%           |
| N.B.I.                               | 56%           |
| Personas En La Miseria.              | 8%            |
| Familias. N.B.I.                     | 37%           |
| Familias en Miseria.                 | 8%            |

Fuente: Autor del proyecto

**Salud.** La salud en el departamento esta descentralizada en 11 municipios y Río de Oro está incluido dentro de esos. A nivel departamental del sistema de salud está coordinado por la secretaría de salud del departamento antes DASALUC (Departamento administrativo del Cesar) con apoyo del Hospital Regional de Agua chica y el Hospital Regional de Ocaña para las urgencias en la cabecera y veredas cercana a ella por su cercanía (5 Km.). A nivel local cuenta con un Hospital de primer nivel que funcionó inicialmente como un centro materno infantil, transformado en la Empresa Social del Estado Hospital de Río de Oro, y cuenta para el servicio con 12 camas.

**Natalidad.** El índice de natalidad expresa el crecimiento natural de la población que se mide por el número de nacimientos por mes en determinado lugar. Sin embargo, esto no refleja el número de nacimientos que pudo haber en el año anterior, puesto que a nivel rural y urbano muchos de los partos se atienden en los hospitales de Ocaña, Agua chica y San Martín, y en algunos casos los niños son recibidos, especialmente en el área rural, por parteras lo que impide fácilmente su registro en Río de Oro. Según la Secretaria de Salud del Departamento la tasa bruta de Natalidad del Departamento fue de 17.4 nacimientos por cada 1.000 habitantes que está por debajo 24 que es el promedio nacional.

**Mortalidad.** El índice de mortalidad es la forma de reportar el número proporcional de defunciones en la población en un tiempo determinado. No se cuenta con información

reciente sobre indicadores de mortalidad a nivel nacional pero según algunas investigaciones se ha pasado de una la tasa bruta de mortalidad del 30.5 por mil al 9 por mil; y en la mortalidad infantil se ha reducido del 200.2 por mil a 61 por mil. Con un incremento en la esperanza de vida al nacer de 44 años en 1938 a 61 años en 1978 y a 65 años en 1989. Según la Secretaría de Salud los indicadores de mortalidad para 1997.

**Morbilidad.** La morbilidad, se refiere a la ocurrencia de enfermedades que se presentan en la población y que requiere atención médica y hospitalaria para su tratamiento. Al analizar las causas de las 10 primeras enfermedades es necesario conocer los factores de riesgo ambientales y sociales que determinan la posibilidad de enfermarse o morir en un medio determinado.

**Factores de Riesgo.** En cuanto a la morbilidad los factores de riesgos, en Río de Oro, en los últimos años, se ha sufrido un deterioro ambiental acelerado, por el mal uso de los recursos suelo y agua (recursos naturales), debido a la falta de políticas claras encaminadas a la recuperación y conservación del medio ambiente sobre la base del desarrollo sostenible.

La baja regulación y caudal de las fuentes abastecedoras de agua a los acueductos, que se agudiza en épocas de intenso verano, que para el caso de la cabecera municipal ha obligado a declarar la emergencia sanitaria. Inadecuados sistemas de recolección, transporte, descarga y/o tratamiento de las aguas residuales domesticas en los centros poblados del sector rural y falta de saneamiento básico para las zonas dispersas. Un factor ambiental que puede representar riesgo para la salud de la población, es el de las carreteras que conducen a los corregimientos y veredas, las cuales se encuentran destapadas en su totalidad. En verano, las polvaredas causadas por el tránsito de vehículos, producen complicaciones respiratorias; de igual manera la costumbre de quemar las malezas y arbustos para limpieza de los terrenos a utilizar en agricultura afecta también a las personas.

**Educación.** En lo que corresponde al servicio de acueducto dentro de los barrios no se encuentra ningún centro educativo. La educación es la base para el desarrollo estructural de todo pueblo y su calidad y prestación tiene unos responsables bien definidos en la constitución de 1991 y en las leyes. La ley 115 de 1994 (Ley General de la Educación) define la educación como el proceso permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes.

**La Educación En RIO DE ORO.** El sistema educativo de Río de Oro está organizado jerárquicamente de la siguiente manera:

MEN.

Secretaría de Educación y Cultura Departamental.

Alcaldía Municipal.

Dirección de Núcleo y Desarrollo Educativo y Cultural.

Centros Educativos.

La tasa de escolarización en el municipio de Río de Oro fue del 42.5% para 1998, teniendo en cuenta todos los alumnos matriculados en todos los niveles de educación, dentro del rango de edad, y los 8622 habitantes del municipio en edad escolar (2558 urbanos y 6064 rurales). Esto arroja una tasa urbana del 69.4% y rural del 31.2%, que muestra una realidad preocupante y con mayor intensidad en el sector rural.

#### **3.4.16.8 La cultura, la recreación y el deporte.** A continuación se describe

**Cultura.** Las actividades culturales giran alrededor del Centro Educativo Artístico y Cultural – Casa de la Cultura de Río de Oro (CEAC) en el fomento de las artes plásticas y la música y la responsabilidad de manejar la casa de la cultura municipal. Dentro de las especialidades que el CEAC orienta, están las artes plásticas, música (Viento, Organeta, Cuerda y Flauta Dulce) y aprestamiento artístico a los niños de preescolar.

**Recreación y Deporte.** Solo en la jurisdicción del sistema de acueducto se encuentra una cancha de micro fútbol que sirve como recreación para los habitantes de los barrios en mención.

La recreación en la cabecera de Río de Oro no es muy practicada, por la ausencia de sitios adecuados, encontrando solo un parque infantil y dos parques como espacio público (El Principal y el de Los Aguateros). Solo en los corregimientos del Montecitos y los Ángeles se cuenta con pequeños parques infantiles.<sup>8</sup>

**3.4.16.9 Servicios públicos domiciliarios.** Se denominan los servicios públicos domiciliarios los contenidos en la ley 142 de 1994 y son aquellos que cubren la necesidad básica de las comunidades en estudio.

En Río de Oro se cuentan con los de acueducto principal y uno comunal, alcantarillado, aseo urbano, energía eléctrica, telecomunicaciones, que son un reflejo de la calidad de vida y comodidad en que se vive en los distintos sectores de la población de acuerdo a su disponibilidad.

#### **ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO**

**Cabecera Municipal.** La población de la cabecera corresponde a un 34% aproximadamente de la población municipal y está atendida por la Secretaría de Servicios Públicos, para los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo Urbano.

**Sistema De Acueducto.** El municipio tiene dos sistemas de acueducto que abastecen del servicio a comunidad por gravedad. Estos corresponden al acueducto municipal con una cobertura superior al 90% de la población y el acueducto independiente de San Miguel que cubre el resto de la población urbana.

---

<sup>8</sup> CORPOCESAR. Ibid. P. 17.

El sistema independiente de San Miguel que se conformó por la deficiencia del servicio y los racionamientos prolongados en este (Capacidad de la Infraestructura) y abastece a la población localizada en el barrio San Miguel, donde se transporta el agua por mangueras desde la quebrada la Toma, hasta un tanque de almacenamiento y de aquí la distribuye sin ningún tratamiento, ni control de calidad para el consumo humano. Este acueducto es manejado directamente por la junta de acción comunal del barrio.

**Fuentes.** El sistema del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro, se abastece por gravedad de diferentes fuentes, entre las cuales están la quebrada de **la toma, la Marcelina**, el salobre y el gitano; que muestra los bajos caudales de estas fuentes de abastecimiento, que le han generado al Municipio múltiples problemas por los racionamientos prolongados principalmente en épocas de intenso verano (diciembre 97 a marzo 98). Esto ha planteado la necesidad de buscar fuentes alternativas que permitan suplir las emergencias cada vez mayores de disponibilidad de agua.

**Proceso de captación y tratamiento.** La infraestructura del sistema de acueducto cuenta con bocatomas de fondo en todas las fuentes anteriormente mencionadas, que conducen el agua cruda hasta una planta de tratamiento compacta con unidades de floculación, sedimentación y almacenamiento, con capacidad de diseño de 25 lps, pero que solo tratan un promedio de 15 lps. El caudal estimado se basa en el promedio de funcionamiento diario de la planta que es de aproximadamente 18 horas al día.

**Proceso de distribución.** Se lleva a cabo con la conducción del agua tratada a un tanque de almacenamiento que posteriormente distribuyen a los usuarios.

**Sistema De Alcantarillado.** El sistema de alcantarillado cuenta con unos diseños elaborados por el CORPES Costa Atlántica, pero su ejecución ha sido improvisada, sin la interventoría adecuada, como tampoco se han dejado planos de construcción final, para conocer sus ejecuciones reales, requiriéndose una evaluación detallada para conocer su estado real.

**Proceso de recolección y transporte de las aguas residuales domésticas.** Este sistema tiene una cobertura cercana al 95 %, con un sistema de transporte proyectado al 2015. El sistema cuenta con tubería de gres y P.V.C. El sistema pluvial en su mayoría descarga a la calle.

**Sistema De Aseo.** En la cabecera municipal el servicio de aseo es atendido en forma eficiente en cuanto a recolección se refiere. Tanto el proceso de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos se llevan a cabo dos veces por semana, incluyendo el barrido de algunas calles.

La recolección y transporte se adelanta con una volqueta de propiedad del Municipio que hace el recorrido por todas las calles del casco urbano y la transporta hasta un relleno sanitario mal operado que más bien funciona como basurero a campo abierto, localizado a un kilómetro y medio del casco urbano y no existen programas de reciclaje ni de reutilización

de los desechos. En nuestro caso en particular se realizó la matriz DOFA de los servicios prestados por el acueducto ACOSMI como se muestra en el cuadro 17.

**Cuadro 17. Diagnóstico del servicio de acueducto prestado por la empresa ACOSMI.**

| DEBILIDADES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | FORTALEZAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>La población no es consciente de la necesidad de la conservación del recurso hídrico y del manejo de las aguas residuales.</p> <p>En los servicios públicos no hay diseños que muestren los trazados.</p> <p>No existen campañas para el uso eficiente y racional del agua.</p> <p>Deficiencia de servicio de la red de acueducto y alcantarillado en los centros rurales.</p> <p>Contaminación de las cuencas que abastecen el municipio sin control alguno.</p> <p>No hay tratamiento de las aguas residuales que son vertidas en la cuencas abastecedoras del municipio.</p> <p>No se tienen estudios que permitan reducir las pérdidas generadas en los trazados de los acueductos.</p> <p>No existe un estudio claro de macro medición en el acueducto comunal ACOSMI.</p> <p>No existen plantas de tratamiento que permita la reutilización del agua contaminada. Ya que la existe no funciona al 100%.</p> <p>La población no es consciente de la necesidad de las baterías sanitarias y del manejo de las aguas residuales.</p> | <p>Los centros poblados presentan buena cobertura de acueducto casi en su totalidad.</p> <p>La prestación del servicio de agua potable es constante.</p> <p>El porcentaje de racionamientos es muy bajo.</p> <p>El municipio cuenta con dos acueductos.</p> <p>El costo de la prestación del servicio de acueducto por parte de la empresa ACOSMI es relativamente bajo en comparación con otros.</p> <p>La satisfacción de los usuarios respecto al servicio prestado es alta.</p> <p>Hay intención por parte de la empresa prestadora del servicio en realizar campañas de concientización acerca de la cultura del agua.</p> <p>Existen proyecto a largo plazo de mejorar y ampliar el servicio.</p> |

| OPORTUNIDADES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | AMENAZAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se percibe una creciente preocupación por las cuencas hídricas y por su recuperación.</li> <li>➤ Se muestran susceptibles a cualquier capacitación en torno a la cultura del agua.</li> <li>➤ Se están implementando campañas para el mejoramiento del sistema.</li> <li>➤ Existe la disposición de realizar inversiones que garanticen la prestación del servicio a largo plazo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La contaminación progresiva de las cuencas.</li> <li>➤ El deterioro del sistema de transporte del agua desde la bocatoma hasta la planta de tratamiento.</li> <li>➤ El manejo desorganizado de los recursos obtenidos por el acueducto comunal ACOSMI.</li> </ul> |

Fuente: Autor del proyecto

### 3.5 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL DEL ENTE ADMINISTRADOR

Para realizar el diagnóstico institucional del ente administrador del acueducto comunal ACOSMI en el municipio de Río de Oro, se emplearon formatos del Manual de Agua no Contabilizada para Municipios Menores y Zonas Rurales del Ministerio de Desarrollo (hoy Ministerio del Medio Ambiente) y el Banco Mundial, con el fin de facilitar la recolección de la información, y facilitar su comprensión.

**3.5.1 Tipo de empresa.** Es una empresa de tipo privada con el objetivo principal de prestar el servicio público domiciliario de agua potable y saneamiento básico, en especial la producción y tratamiento de agua potable y sus actividades complementarias a la comunidad del barrio San miguel, en el municipio de Rio de Oro (Cesar).

Denominada empresa comunitaria de servicios públicos del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro bajo el esquema de administración pública cooperativa, donde se determinó que llevara por nombre. ”ACOSMI”. EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO DEL BARRIO SAN MIGUEL DEL MUNICIPIO DE RÍO DE ORO, CESAR

**3.5.2 Reseña histórica.** El barrio San Miguel se origina a través de un asentamiento mediante la invasión de unos terrenos ubicados a la salida del municipio, específicamente al lado izquierdo de la vía que comunica hacia el municipio de Aguachica, el 29 de septiembre del año 1970.

Este acueducto comunal empezó a funcionar alrededor del año 1970 y con entre 20 y 30 familias prestándoles el servicio.

Al principio las instalaciones eran rusticas y de poca capacidad aunque fue hasta el año 2002 que se pudo mejorar las instalaciones y brindar un mejor servicio a los usuarios.

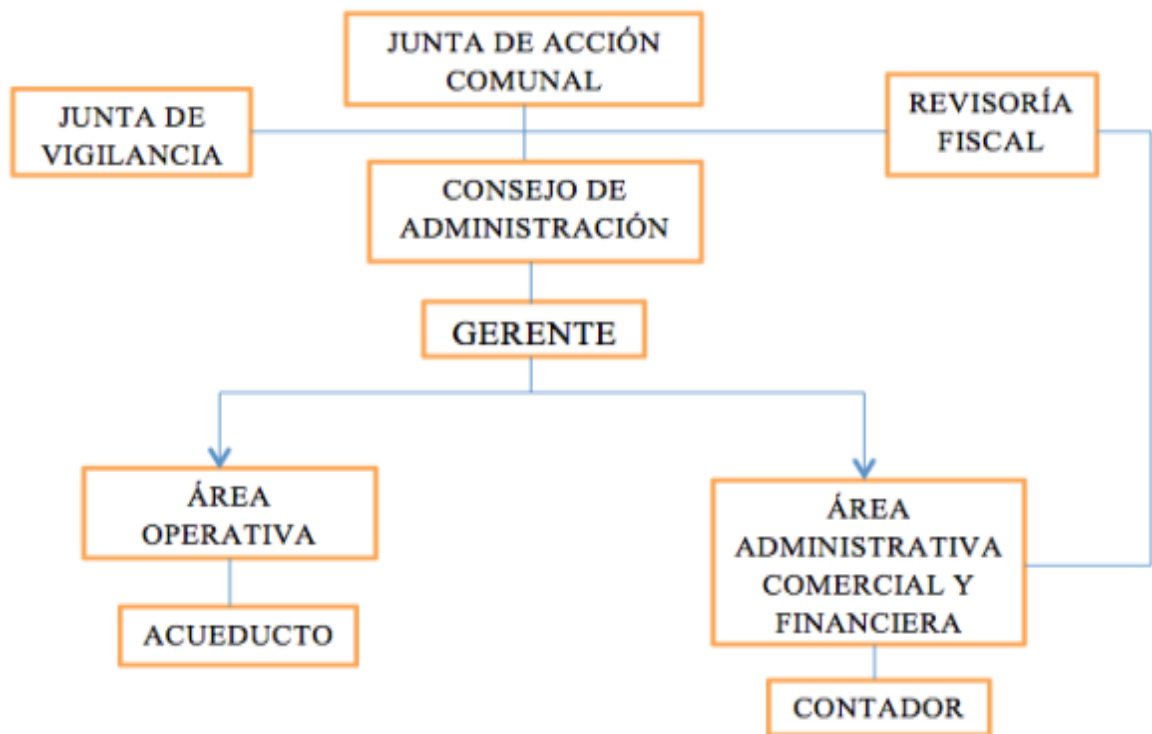
Además esta empresa surgió de la necesidad de desvincular la administración de los servicios públicos del ente municipal, ya que no se daban buenos manejos administrativos y técnicos. ACOSMI, presta solo el servicio de acueducto a 392 usuarios del barrio San Miguel I y II etapa. Ambos prestadores están inscritos en el RUP.

La empresa comunitaria de acueducto del barrio San Miguel ACOSMI, presta solo el servicio de acueducto atendiendo 392 usuarios estrato I y 15 comerciales. Su RUP fue aprobado en marzo de 2012.

**3.5.3 Objetivo principal de la empresa.** Prestar el servicio público domiciliario de agua potable y saneamiento básico, en especial la producción y tratamiento de agua potable y sus actividades complementarias, entre otras, y construir, operar, mantener, administrar el sistema de potabilización y saneamiento básico para la comunidad que utiliza el acueducto comunal “ACOSMI” del Municipio de Río de Oro cesar.

**3.5.4 Sistema de organización del acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL I Y II ACOSMI.** Cualquier empresa que quiera cumplir con todas las funciones para las cuales es destinada como alcanzar sus objetivos y metas, debe poseer una estructura organizacional definida y estructurada; si no existe organización habrá una desvinculación de todos los sistemas que conforman la empresa y no cumplirán adecuadamente sus funciones como lo son los de administrar, comercializar, financiar y operar el acueducto comunal “ACOSMI”. Como se muestra en el siguiente grafico.

**Figura 3: Clasificación Organizacional del acueducto comunal ACOSMI.**



**3.5.5 Aspectos institucionales y legales.** En el diagnóstico legal e institucional establece inicialmente cuál es la situación de la entidad prestadora del servicio frente al cumplimiento de esta reglamentación y en seguida, la incidencia de la gestión de la entidad en los niveles de pérdidas de la empresa.

**3.5.6 Aspectos administrativos.** Administrativamente la empresa tiene un buen manejo, pero se debe tener en cuenta que es necesario evaluar periódicamente el desempeño de los operadores de la planta de tratamiento para garantizar el buen servicio. El personal que trabaja en la empresa de acueducto consta de tres operadores de la planta de tratamiento, un supernumerario, dos fontaneros, tres aseadores, un auxiliar administrativo, un contador, un revisor fiscal y el gerente.

**3.5.7 Aspectos financieros.** Es el encargado de llevar el presupuesto de la empresa, el manejo de la contabilidad, análisis de los estados financieros, las proyecciones financieras etc., con el fin de determinar la rentabilidad, liquidez y otros aspectos monetarios de la empresa.

**3.5.8 Aspectos comerciales.** El sistema comercial de una empresa o ente administrador de un sistema de servicios públicos es el encargado de incorporar nuevos usuarios, facturar, cobrar y recaudar los valores de los servicios públicos, garantizar la correcta medición de los consumos, aplicar las tarifas y procedimientos que regulan la relación entre la empresa y los usuarios, para así cumplir con los términos definidos por el ente regulador de agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). La entidad prestadora del servicio cuenta con un programa que desarrolla el proceso de facturación de los servicios, así como el registro de nuevos usuarios. Existe medición del consumo de agua. El cobro se realiza de acuerdo al consumo por vivienda o establecimiento, pero cabe resaltar que existen pérdidas debido al alto porcentaje de agua no contabilizada.

**3.5.9 Sistema de planeación.** Es un proceso en el cual la empresa por medio de estrategias y planes de acción se propone el logro de sus objetivos y metas. Actualmente el acueducto implementa un sistema de planeación para la ejecución de programas y proyectos que permitan mejorar el funcionamiento del mismo; sólo se desarrollan labores correctivas cuando se presentan daños en el sistema.

**3.5.10 La empresa y los subsidios generados por la SGP.** El decreto 059 del 22 de noviembre de 2010 fijó la estratificación socioeconómica del área urbana. El Fondo de solidaridad y redistribución del ingreso fue creado mediante acuerdo XX de 1998 y se maneja en la cuenta SGP Agua Potable. Los porcentajes establecidos para los factores de subsidio y contribuciones para la vigencia 2011 fueron aprobados mediante el acuerdo 023 de 2009, y son los siguientes:



**Cuadro 18. Subsidios generados por la SGP.**

| TIPO USUARIO   | SUBSIDIOS    |                    |          |
|----------------|--------------|--------------------|----------|
|                | ACUEDUCTO(%) | ALCANTARILLADO (%) | ASEO (%) |
| Estrato 1      | 70           | 70                 | 70       |
| Estrato 2      | 40           | 40                 | 40       |
| Estrato 3      | 15           | 15                 | 15       |
| CONTRIBUCIONES |              |                    |          |
| Estrato 5      |              |                    |          |
| Estrato 6      |              |                    |          |
| Comercial      | 50           | 50                 | 50       |

Fuente: E.O.T. Rio de Oro Cesar

En la siguiente tabla se precisan las transferencias realizadas a las empresas que garantizan las transferencias de subsidios:

**Cuadro 19. Recurso asignados por el conpes.**

| VIGENCIA | RECURSOS ASIGNADOS POR EL CONPES Y GIRADOS POR EL MIN. SGP. | COMPROMISO DE SGP SUBSIDIOS EMCAR | COMPROMISO DE SGP SUBSIDIOS ACOSMI | % SUB. |
|----------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------|
| 2008     | 652.141.104                                                 | 181.212.345                       | 30.567.300                         | 32,5   |
| 2009     | 564.528.483                                                 | 206.574.971                       | 30.459.000                         | 42,0   |
| 2010     | 649.733.288                                                 | 230.434.104                       | 27.853.924                         | 39,8   |
| 2011     | 668.914.916                                                 | 286.564.474                       | 31.164.344                         | 47,5   |

Fuente: E.O.T Rio de Oro Cesar

Los indicadores sectoriales que valoran el estado actual del sector, se detallan a continuación:

**Cuadro 20. Indicadores sectoriales de servicios públicos domiciliarios.**

| COMPONENTE SECTORIAL                | INDICADORES SECTORIALES                                                                               | LINEA BASE |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Cobertura de los servicios públicos | Población sin servicio de Acueducto zona urbana                                                       | 0          |
|                                     | Población sin servicio de Acueducto zona rural                                                        | 7442       |
|                                     | Población sin servicio de Alcantarillado zona urbana                                                  | 292        |
|                                     | Población sin servicio de Alcantarillado zona rural                                                   | 7348       |
|                                     | Población sin servicio de aseo zona urbana                                                            | 0          |
|                                     | Población sin servicio de aseo zona rural                                                             | 5666       |
| Calidad de agua para consumo humano | Índice de riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano – IRCA. Zona urbana.                       | 0          |
|                                     | Porcentaje de aguas residuales tratadas                                                               | 100        |
|                                     | Porcentaje de residuos sólidos generados que son dispuestos de manera adecuada en rellenos sanitarios | 0          |
|                                     | Población atendida con un prestador de servicios públicos registrado en RUPS                          | 0          |

|  |                                                                        |  |
|--|------------------------------------------------------------------------|--|
|  | Porcentaje de procesos de gestión cumplidos con los requisitos de Ley. |  |
|--|------------------------------------------------------------------------|--|

Fuente: E.O.T Rio de Oro Cesar

A pesar que el municipio de Rio de Oro hace parte del Plan Departamental de Aguas, la empresa ACOSMI se encuentra trabajando con inclusión en dicho plan en la modalidad de empresa independiente a este programa; demostrándose que la empresa es sostenible; gracias a la excelente cultura de pago de la comunidad y a la prestación de un servicio de agua continuo y de calidad.

### **3.6. PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS**

**3.6.1 análisis de la capacidad de los componentes del sistema de acueducto.** Se realiza con el fin de conocer si los elementos que conforman el sistema de acueducto tienen la capacidad de cumplir con la demanda de agua en la población durante el período de diseño, de no ser así proponer alternativas para la optimización del sistema.

Para la realización del programa de uso y ahorro eficiente del agua, como autores del proyecto se decidió plantear alternativas para el mejoramiento del servicio de acueducto y así apoyar el cumplimiento de la ley 373/97.

Estas alternativas se plantearon ante la necesidad del municipio de contar con un buen sistema de acueducto. Los elementos con los que actualmente cuenta el sistema, cumplen con las normas mínimas, sin embargo hay que mejorar el control de pérdidas de agua y el proceso de desinfección del mismo.

Cada elemento del sistema debe cumplir con unos parámetros estipulados en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, entre los cuales se puede resaltar que de acuerdo al número de habitantes y al consumo de los mismos, estos elementos deben tener una capacidad para que la población reciba un servicio constante. A continuación se resumen algunos conceptos que se utiliza para la comparación de la oferta y la demanda actual.

**Capacidad Utilizada:** es la capacidad de cada elemento. Esta capacidad se determinó calculando el caudal de llegada y de salida en forma volumétrica para el desarenador y tanque.

**Capacidad Teórica:** es la capacidad de diseño de cada elemento. Esta capacidad se determinó de acuerdo a las dimensiones de cada componente.

**Capacidad Requerida Actual:** es la capacidad que el elemento debe cumplir para el año 2014.

**Capacidad Requerida Proyectada:** es la capacidad que el elemento debe tener al final del período de análisis de este proyecto, o sea el caudal máximo diario para el año 2031.

**Exceso o Déficit Actual:** se obtuvo mediante la resta de la capacidad teórica y la capacidad requerida actual. Donde el déficit se representa con el color rojo.

**Exceso o Déficit Proyectado:** se calculó restando la capacidad teórica menos la capacidad requerida proyectada.

**Vida Útil (años):** es el tiempo en el cual la estructura tiene capacidad de operar hidráulicamente.

**Estado Técnico:** es el estado en que se encuentra funcionando la estructura hidráulicamente. Este estado se clasifica en bueno, regular y malo.

**Estado Estructural:** es el estado en que se encuentra la estructura de los componentes del sistema de acueducto, como son: la bocatoma, la aducción, el desarenador, la planta de tratamiento y los tanques de almacenamiento. Este estado se clasifica en bueno, regular y malo. Se presenta a continuación la capacidad de cada uno de los elementos del sistema de acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro y el estado de los mismos con base en la proyección de la demanda. Después de realizado el análisis de cada uno de los elementos del sistema de acueducto se puede deducir que:

La captación construida sobre la quebrada La Toma, presenta deficiencias que deben mejorarse para que tenga un buen funcionamiento técnico y la construida sobre la Cordillera, funciona muy bien debido a su reciente construcción de acuerdo a los requerimientos técnicos.

La capacidad de la aducción Captación-Desarenador junto a la quebrada La Toma y La Marcelina, es adecuada en comparación con la requerida actualmente pero no con la proyectada en el horizonte de diseño. La de la cordillera apenas cumple con su requerimiento actual pero no cumple con la del horizonte de diseño.

Las capacidades de las Aducción Desarenador-Tanque de Almacenamiento, tampoco cumplen con la capacidad esperada para el horizonte de diseño. Al desarenador se le evaluaron como parámetros mínimos sus dimensiones y estado de sus elementos, como la pantalla deflectora, y se concluye que no cumple con su función requerida.

El tanque de almacenamiento no cumple con la capacidad requerida actualmente, en el Capítulo 5 se analizó su capacidad.

**3.6.2 Alternativas técnicas.** Con el objeto de solucionarse los problemas técnicos operativos detectados en el diagnóstico se presentan las alternativas necesarias para desarrollar el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.

**3.6.2.1 Captación.** Para cumplir con el caudal requerido por la población y teniendo en cuenta la vida útil, se planteó la construcción de una nueva captación sobre la quebrada La Toma, garantizando el caudal requerido y utilizando una estructura que cumpla las

especificaciones, para así mejorar la existente que no ofrece ninguna garantía de suministro de agua en forma continua y técnica.

**3.6.2.2 Aducción captación - desarenador.** La tubería de la aducción captación-desarenador se debe cambiar pasar de 6 pulgadas a 8 pulgadas en la ubicada en la quebrada La Toma.

**3.6.2.3 Desarenador.** En esta parte del sistema se deben realizar las reparaciones de las estructuras, para que el acueducto del municipio funcione adecuadamente, pues el que existe no cumple las especificaciones mínimas definidas en el RAS 2000. Para la elaboración del Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua en el municipio de Río de Oro, se incluirá el respectivo diseño de este elemento indispensable en un sistema de acueducto.

**3.6.2.4 Aducción desarenador - planta de tratamiento.** Necesita mantenimiento en todo el tramo y aun mayor en los pasos elevados, donde se presentan fugas, las cuales son las generadoras de pérdidas en el agua captada. La tubería relativamente tiene pocos años y se necesita de un buen mantenimiento, el diámetro que se utiliza es mayor que el que se obtuvo en los análisis realizados para el programa.

**3.6.2.5 Planta de tratamiento.** La planta de tratamiento no cumple con el caudal que se requiere en el periodo de diseño; tiene una capacidad de 13 l/s, y se debe adecuar para tratar 22.58 lts/s.

**3.6.2.6 Tanque de almacenamiento.** Se debe construir un tanque adicional que almacene el volumen necesario para completar el requerido por el horizonte de diseño.

**3.6.2.7 Red de distribución.** La red actual cuenta con muchos años de servicio y se hace necesario algunas reparaciones para evitar se genere un porcentaje alto de pérdidas. Se recomienda que la entidad prestadora del servicio realice el catastro de redes y estudios de consultoría para la simulación de la red y así conocer el estado en que está operando para proponer alternativas que mejoren condiciones de presión, materiales, etc.

**3.6.3 Alternativas institucionales.** Se implementará un programa de desarrollo Institucional que permite fortalecer la entidad actual prestadora del servicio de acueducto en el municipio. Las entidades prestadoras de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, deben garantizar que los servicios sean prestados con continuidad, calidad y eficiencia, implementar mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso a los servicios y su participación en la gestión y fiscalización de su prestación; y establecer un régimen tarifario proporcional para los sectores de bajos ingresos de acuerdo con los preceptos de equidad y solidaridad. La Empresa comunitaria de acueducto para dar cumplimiento a lo descrito anteriormente, debe implementar un modelo de gestión que la haga más eficiente y eficaz. Para esto es necesario replantear el modelo organizacional y crear un espacio donde pueda funcionar la unidad que permita brindar al usuario una mejor atención.

El sistema administrativo tiene como función administrar el recurso humano y el recurso físico o material; para su buen funcionamiento es necesario que se desarrollen los siguientes programas:

Constituir la planta de personal acorde con las necesidades de la unidad, y definir las funciones que cada persona debe desempeñar.

Capacitar el personal.

Crear una reserva permanente de accesorios y repuestos para atender reparaciones.

Crear un registro de daños y reparaciones.

Crear un registro de control de materiales.

Implementar un programa para el mantenimiento de la cuenca.

El sistema comercial permite establecer un puente de comunicación permanente entre el ente administrador y los usuarios. Para que esta funcione adecuadamente es necesario:

Crear el catastro de redes y el catastro de usuarios.

Adquirir un sistema de información que permita registrar, almacenar y organizar la información del catastro de redes y el catastro de usuarios y lleve a cabo la generación de facturas.

Organizar la oficina de Peticiones, Quejas y Recursos.

Implementar el programa de agua no contabilizada.

Desarrollar el programa de cultura de agua a los usuarios.

Realizar un estudio de costos y tarifas de acuerdo a la metodología establecida por la CRA.

El sistema financiero es el encargado de realizar actividades relacionadas con las cuentas que llevan en la empresa, tanto de ingresos como de egresos. De acuerdo con lo establecido en la Ley 142 de 1994, la contabilidad de los servicios debe llevarse de manera separada para cada uno de los servicios prestados, haciendo distinción entre los ingresos y gastos relacionados con dicha actividad.

El sistema operativo es el encargado de mantener en buenas condiciones los elementos del sistema de acueducto, para lo cual es necesario realizar un programa de mantenimiento preventivo, evitando así el deterioro de éstos.

#### **4. PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE AGUA EN EL ACUEDUCTO COMUNAL DEL BARRIO SAN MIGUEL “ACOSMI” EN EL MUNICIPIO DE RÍO DE ORO, CESAR.**

Este programa tiene como finalidad, apoyar al acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL ACOSMI del Municipio de Río de Oro Cesar al presentar herramientas necesarias que permitan el desarrollo del ente administrador de los servicios públicos, de tal manera que se presenten con calidad y se logra la utilización eficiente de los recursos hídricos disponibles.

El programa se divide en dos planes de acción: Técnica e institucional. Lo referente a la parte técnica y operativa se refiere al mejoramiento de algunos componentes del sistema, como la captación de la quebrada **La Toma** y **La Marcelina**, las líneas de aducción-conducción y la puesta en marcha del laboratorio de la planta de tratamiento, con estos elementos en buenas condiciones se puede mejorar la infraestructura del sistema de acueducto del municipio. La parte institucional, es la relacionada con los proyectos y programas a implementar por parte de la entidad prestadora del servicio (ACOSMI), en lo relacionado con el mejoramiento administrativo y motivar la comunidad en lo referente a la cultura de uso eficiente de agua.

##### **4.1 PROGRAMA TÉCNICO**

**4.1.1 Mejoramiento de la captación de la quebrada la Toma y la Marcelina en el municipio de río de oro.** Teniendo en cuenta que la estructura de captación existente presenta deficiencias, se deben realizar las mejoras para garantizar un buen servicio, se debe colocar una rejilla para evitar que objetos ingresen a la cámara de recolección, la cual a su vez debe mejorarse implementándose una válvula de lavado y una válvula de paso hacia el desarenador de 8 pulgadas, además de adecuarle una tapa para evitar que objetos y animales ingresen en la cámara.

**Objetivo:** Garantizar que este elemento esté en capacidad de captar el caudal que requiere tratar la planta y que cumpla con los requerimientos mínimos que propone el RAS 2000, para este nivel de complejidad en cuanto al número de equipos para la captación de fondo.

**Alcance:** Lograr el mejoramiento de la estructura de captación y cumplir las especificaciones mínimas del RAS 2000, en lo referente a los caudales requeridos para los 25 años proyectados en la población del municipio.

**Sector y Población Beneficiada:** El programa de uso y ahorro del agua busca que el beneficio se dé en todos los usuarios del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI”, aproximadamente entre 400 y 500 usuarios para el año 2017.

**4.1.2 Optimización línea de aducción - captación - desarenador - planta de tratamiento.** Esta parte del sistema requiere de un monitoreo constante en unos pasos elevados existentes en la quebrada La Toma, para que no se generen perdidas representativas en el sistema, la tubería de aducción de la cordillera es relativamente nueva y no presenta graves problemas. La tubería de aducción desarenador-planta de tratamiento existente en la cordillera es de 4

pulgadas de diámetro, en el análisis se determinó un valor de 6 pulgadas para el tramo de la quebrada en la proyección de ampliación de cobertura del acueducto a más usuarios ya que se tiene contemplado extender el servicio al barrio SAN MIGUEL etapa III, y también está contemplado en la nueva administración presente desde principios de noviembre del año pasado la construcción de un nuevo tanque de almacenamiento que garantice la cobertura a los nuevos usuarios y no afecte a los que se les presta el servicio. Por esto se debe ampliar la tubería a 6". En quebrada La Toma se observa un buen funcionamiento del sistema de transporte y en 4", aunque se recomienda un mantenimiento periódico para detectar fallas en el tramo y reducir las pérdidas que se puedan presentar.

**Objetivo:** La razón de contar con un buen sistema de aducción-conducción es mantener el suministro constante de agua a la población.

**Alcance:** Se pretende que en el sistema del acueducto comunitario del barrio San Miguel "ACOSMI" del municipio de Río de Oro en esta parte se encuentre en condiciones ideales para evitar la generación de pérdidas considerables.

**Sector y Población Beneficiada:** El programa de uso y ahorro del agua busca que el beneficio de la comunidad con incidencia del acueducto, aproximadamente 644 habitantes para el año 2031.

**Fotografía 1: Red de transporte 4" desde la bocatoma a la planta de tratamiento.**



Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 2: Tubería de 3” de reboce del desarenador y de salida en 4”.**



Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 3: Recoleccion del Desarenador.**



Fuente: Autor del proyecto



**4.1.3 Optimización operativa de la planta de tratamiento.** Es responsabilidad de la entidad prestadora del servicio de acueducto, suministrar agua de calidad que cumpla como mínimo con los requisitos establecidos en la resolución 2115 del 22 de junio del 2007.

El acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL ACOSMI del municipio de Río de Oro cuenta con una estructura de tratamiento en buenas condiciones, es de tipo compacta y comprende todos los procesos para un buen tratamiento de agua, por tal motivo en el capítulo 5, se presenta el funcionamiento de cada elemento de la planta de tratamiento y especificaciones técnicas de la misma para la puesta en marcha.

El equipo humano encargado de la operación de la planta debe estar conformado por personas capacitadas que desarrollen las actividades de puesta en marcha y operación.

**Objetivo:** Elaborar el programa logrando que los usuarios del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro reciba un agua apta para consumo humano.

**Alcance:** Lograr que en el corto plazo la planta de tratamiento esté en funcionamiento, mejorando sus condiciones y complementando con un laboratorio en donde se puedan realizar las pruebas y ensayos completos para determinar propiedades físico químicas y microbiológicas; si esta parte no se puede lograr por alguna razón realizar convenios interinstitucionales para realizar los ensayos de una manera constante.

**Sector y Población Beneficiada:** El programa de uso y ahorro del agua busca que el beneficio se de en toda la cabecera municipal, aproximadamente 644 habitantes para el año 2039.

**4.1.4 Optimización del tanque de almacenamiento.** Esta parte del sistema solo necesita de una limpieza periódica y alguna inspección de las válvulas de salida y llegada del tanque, pues la estructura se encuentra en buenas condiciones estructurales, además, la capacidad del tanque es ideal para la demanda que requiere la comunidad.

**Objetivo:** Lograr que el tanque de almacenamiento se mantenga en buenas condiciones y así mantener la cantidad de agua requerida para suplir la demanda generada por la población en el periodo de diseño.

**Alcance:** Darle un buen manejo a esta parte del sistema, ya que es uno de los elementos que mejor se encuentra, otro aspecto importante es el de hacerle algunos cambios a las válvulas del elemento que se encuentran en regulares condiciones.

**Sector y población Beneficiada:** El programa de uso y ahorro del agua busca que el beneficio de todos los usuarios con incidencia de este acueducto comunal, aproximadamente 644 habitantes para el año 2039.

**4.1.5 Optimización de la red de distribución.** A continuación se describe.

**Objetivo:** disminuir las pérdidas en el sistema y mejoramiento en la distribución, cambiando los tramos de tubería que se encuentren en malas condiciones.

**Alcance:** Mantener la red de distribución en buenas condiciones evitando pérdidas en el sistema.

Se recomienda que la entidad prestadora del servicio contrate estudios de consultoría para la simulación de la red para conocer el estado en que está operando y así proponer alternativas que mejoren condiciones de presión, materiales, etc.

**Sector y Población Beneficiada:** El programa de uso y ahorro del agua busca que el beneficio se de en toda la cabecera municipal, aproximadamente 444 habitantes para el año 2016.

**4.1.6 Mantenimiento del sistema de acueducto.** A continuación se describe.

**Objetivo:** Garantizar el funcionamiento adecuado del sistema de acueducto, manteniéndolo en óptimas condiciones físicas e hidráulicas, logrando así, un servicio oportuno y constante.

**Alcance:** Ejecutar el respectivo mantenimiento a cada uno de los elementos del sistema:

**Sector y Población Beneficiada:** El programa de uso y ahorro del agua busca que el beneficio se de en toda la cabecera municipal, aproximadamente 444 habitantes para el año 2016.

**Programación y Ejecución:** Esta operación debe ser de manera inmediata, teniendo en cuenta la complejidad de cada uno de los componentes del sistema, para brindar la atención requerida de manera oportuna; se deben implementar acciones como:

Mejoramiento de la bocatoma.

Lavado del desarenador.

Lavado del tanque de almacenamiento y la inspección de las válvulas.

Puesta en marcha del laboratorio de aguas.

Implementación de macro medición en el sistema de acueducto y ampliación de la micro medición.

**4.1.7 Plan de acción institucional.** Para la formulación del plan de acción institucional se definen programas para corregir deficiencias o para mejorar el funcionamiento de cada uno

de los sistemas que conforman el ente económico responsable de la prestación del servicio de acueducto.

**4.1.8 Modernización empresarial.** De acuerdo con la Ley 142 de 1994, en su artículo 15, disponen quienes pueden prestar servicios públicos domiciliarios y en el artículo 17 fija el régimen jurídico de las empresas. Dentro del artículo 14 se define una Empresa de Servicios públicos Mixta aquella en cuyo capital la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquella o éstas tienen aportes iguales o superiores al 50%.

**4.1.9 Programa de fortalecimiento del sistema administrativo.** EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO COMUNITARIO DEL BARRIO SAN MIGUEL “ACOSMI” DEL MUNICIPIO DE RÍO DE ORO, CESAR; para garantizar a la comunidad la prestación del servicio debe atender dos frentes de acción claves:

La administración del recurso humano y la administración de los recursos físicos o materiales.

El objetivo de este programa es suministrar información general sobre las actividades que se deben desarrollar para una gestión eficiente de las funciones administrativas de la empresa.

**Constitución de la Planta de Personal:** El personal de la empresa es nombrado por parte de la gerencia.

Los cargos básicos que debe tener la empresa comunitaria de acueducto son:

Administrador o Gerente: Dentro de sus funciones generales se encuentran:

Dirigir y controlar las actividades del personal, velar por la prestación del servicio, facturar y cobrar el servicio, atender a los usuarios, manejar el sistema de información de inventarios, manejar el registro de suscriptores, facturar, cobrar y presentar informes, entre otros.

**Manual de Funciones:** Es el instrumento de administración del personal a través del cual se establecen las funciones de los empleados que conforman la planta de personal de la empresa comunitaria de acueducto, y los requerimientos exigidos para el desempeño de los mismos.

**Capacitación del Personal:** En una empresa es indispensable conocer los avances tecnológicos y la normatividad vigente en cuanto a la prestación de servicios públicos domiciliarios y así mejorar los niveles de desempeño de quienes la conforman y ofrecer una mejor calidad en el servicio.

Para elevar la productividad y hacer competitiva la empresa comunitaria de acueducto es necesario capacitar el personal de acuerdo a las necesidades de cada cargo y mejorar los niveles de desempeño del recurso humano, beneficiando no sólo al personal de la unidad sino a toda la comunidad.

**Almacén e Inventarios:** El sistema de almacén es el conjunto de actividades cuyo propósito es el de conservar, manipular y distribuir los elementos que requiere la empresa para la normal prestación del servicio.

Para el buen funcionamiento de la empresa comunitaria de acueducto cuenta con el conocimiento exacto de la existencia de materiales, elementos y equipos, es decir tiene un inventario en el que deben relacionarse: equipos, elementos de oficina, herramientas y materiales.

**Reserva Permanente de Accesorios para Atender Reparaciones:** Con la reserva de accesorios se busca atender de manera inmediata cualquier daño que se presente en el sistema de acueducto o alcantarillado, pues de esta manera se puede suministrar en menor tiempo los elementos necesarios para realizar las reparaciones. Además se contribuye a que exista menor desperdicio de agua y la suspensión del servicio se haga por corto tiempo, evitando así incomodidad en los usuarios.

**Conservación de la Cuenca.** Con este proyecto se busca proteger la micro cuenca de donde se toma al agua para el acueducto del municipio y de esta manera asegurar el abastecimiento de agua en cantidad y calidad a la población, para mejorar así su calidad de vida.

En el municipio de Río de Oro existen zonas de reserva natural la cual tiene influencia en la bocatoma del acueducto ACOSMI, por lo tanto es necesario desarrollar actividades que fomenten su protección de la fuente hídrica.

Dentro de estas actividades se pueden desarrollar las siguientes.

Sensibilización de la comunidad, esto a través del proyecto Campañas educativas.  
Diagnóstico del estado de las áreas.

Formulación del proyecto de control y protección de cada área en particular, es decir plantear las acciones que se deben desarrollar para recuperar y restaurar las áreas afectadas por la acción del hombre y proteger las que aún no han sido tocadas en la fuente hídrica.

**4.1.10 Programa de fortalecimiento del sistema comercial.** La empresa comunitaria de acueducto desde el punto de vista comercial debe contar con un registro de usuarios actualizado, medición del consumo, elaboración del estudio y recursos, para la prestación de un servicio adecuado.

Con este programa se busca optimizar la gestión comercial de la empresa comunitaria de acueducto, mejorar la relación empresa-Usuario y concientizar a la población sobre la necesidad de utilizar adecuadamente el agua.

**Catastro de Redes.** El catastro de la red de distribución de agua potable y de alcantarillado es un sistema de registro y archivo de información técnica estandarizada (fichas, planos, etc.), y relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación de tuberías, diámetros, válvulas,

hidrantes y todo otro complemento o accesorio importante que se tenga incorporado o haga parte de las redes.

Para la empresa comunitaria de acueducto es de gran importancia disponer de un catastro técnico pues éste facilita el conocimiento, la planeación y la operatividad del servicio, tanto de la red de distribución de agua potable como la de alcantarillado. Además facilita el control sobre la operación de los respectivos sistemas, sirve como un instrumento de análisis, evaluación, formulación y desarrollo de programas de control de pérdidas para fortalecer la gestión técnica y empresarial de la unidad y sirve como una herramienta de entrada de datos para la simulación de las redes con el fin de determinar, entre otros, la capacidad hidráulica del sistema y la factibilidad de atender la demanda del servicio en las áreas de cobertura.

**Elaboración de los planos zonales:** Se deben dibujar y destacar sobre los planos las redes existentes de alcantarillado, sus estructuras, pozos o cámaras de inspección, sumideros y cualquier otra obra accesorio importante que esté construida, tales como estructuras de conexión, sifones invertidos, estructuras disipadoras de energía, etc. y la información real de diámetros, estados y cotas de la rasante, clave y fondo de entradas y salidas.

**Actualización de planos:** Cada vez que se realice una reparación en la red o cambio de alguno de sus accesorios se debe hacer la actualización de los planos maestro y zonal. Para la elaboración de las fichas técnicas de accesorios de la red de distribución, inventario de tuberías y control y mantenimiento de tuberías.

**Catastro de Usuarios.** Cada entidad prestadora de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, debe contar con la información completa y actualizada de sus suscriptores y usuarios, que contenga los datos sobre su identificación, modalidad del servicio que reciben, estado de cuentas y demás que sea necesaria para el seguimiento y control de los servicios.

Para la actualización del catastro de usuarios es necesario realizar visitas a los usuarios y recopilar la información requerida.

Descripción del procedimiento:

**Código del Suscriptor:** Es un número que identifica a cada suscriptor y que se establece con base en las rutas y recorridos. Este contiene los siguientes elementos: la ruta, que es el recorrido utilizado para leer los medidores (una vez se haya implementado el programa de micro medición), y repartir los recibos o facturas de cobro; el número de orden corresponde al orden secuencial de los predios dentro de esa ruta y el número de conexión corresponde al número de ingreso de cada suscriptor a la entidad y se establece en el orden cronológico en que se van aprobando las matriculas o conexiones.

**Nombre del Suscriptor:** Debe indicarse los nombres y apellidos completos y la identificación de la persona con la cual la empresa debe suscribir el contrato de condiciones uniformes y a la cual se le debe elaborar la factura de cobro.

Uso de la Construcción: Se debe señalar el uso que se da a los servicios de acueducto y alcantarillado independientemente de si el inmueble a que se preste el servicio es propio o arrendado o si quién paga es el usuario o el suscriptor.

**Cuadro 21. Formato encuesta para el registro de suscriptores**

| REGISTRO DEL SUSCRIPTOR                                                        |                       |                        |          |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| DATOS USUARIO-VIVIENDA                                                         |                       |                        |          |
| Nombre: _____                                                                  | Fecha: _____          |                        |          |
| Dirección: _____                                                               | Barrio: _____         |                        |          |
| <b>Uso De La Construcción:</b>                                                 |                       |                        |          |
| Residencial: _____                                                             | Oficial: _____        |                        |          |
| Comercial: _____                                                               | Otro: _____           |                        |          |
| <b>Estrato:</b>                                                                |                       |                        |          |
| 1: _____                                                                       | 2: _____              | 3: _____               | 4: _____ |
| <b>Numero De Habitantes De La Vivienda:</b>                                    |                       |                        |          |
| 2: _____                                                                       | 3: _____              | 4: _____               | 5: _____ |
| <b>Datos De La Vivienda:</b>                                                   |                       |                        |          |
| Propia: _____                                                                  | Arriendo: _____       |                        |          |
| Invasión: _____                                                                | Otra: _____           |                        |          |
| Datos Del Servicio                                                             |                       |                        |          |
| <b>Que Tipo De Servicio Recibe:</b>                                            |                       |                        |          |
| Acueducto: _____                                                               | Aseo: _____           |                        |          |
| Alcantarillado: _____                                                          | Energía: _____        |                        |          |
| <b>Como Califica La Prestacion Del Servicio:</b>                               |                       |                        |          |
| Malo: _____                                                                    | Bueno: _____          |                        |          |
| Regular: _____                                                                 | Excelente: _____      |                        |          |
| <b>Se Presentan Racionamientos Constantes:</b>                                 |                       |                        |          |
| Si: _____                                                                      | No: _____             |                        |          |
| <b>Se Encuentra Conforme Con El Servicio Prestado Por El Acueducto ACOSMI:</b> |                       |                        |          |
| Si: _____                                                                      | No: _____             |                        |          |
| <b>Cuanto Paga Por El Servicio DE Acueducto Mensualmente:</b>                  |                       |                        |          |
| Entre: \$ 0-5000 : _____                                                       | \$10000-15000: _____  | Mas De \$ 20000: _____ |          |
| \$ 5000-10000: _____                                                           | \$ 15000-20000: _____ |                        |          |
| <b>Observaciones:</b>                                                          |                       |                        |          |

Fuente: Autor del proyecto

**Sistema de Información para la Administración del Catastro de Usuarios, Catastro de Redes, Facturación y Manejo de Inventarios.** El avance tecnológico nos presenta

herramientas que facilitan la recepción, procesamiento y análisis de la información y de esta manera agilizar las diferentes labores que se realizan.

En la empresa comunitaria de acueducto comunal SAN MIGUEL ACOSMI del municipio de Río de Oro es necesaria la adquisición e implementación de un sistema de información (software) para la administración del catastro de usuarios, catastro de redes, en donde además de encontrarse almacenada la información completa de cada uno de los usuarios y de las redes de acueducto y alcantarillado de acuerdo a las necesidades, facilite la actualización de esta información, permitiendo de esta manera tenerla en el momento que sea requerida por la empresa para hacer algún seguimiento o corrección, ya sea a favor de la unidad o del usuario, pues con el manejo sistematizado de la información se tiene mayor confiabilidad y seguridad prestándose de esta manera un servicio más eficiente.

Es necesario que la oficina cuente con un computador que posea como mínimo las siguientes especificaciones técnicas:

Procesador Intel Pentium IV.  
Disco Duro de 500 GB.  
Memoria RAM de 512 MB.  
Impresora HP.

Objetivo: Organizar la información del catastro de redes y catastro de usuarios para su fácil manejo.

Alcance: Adquirir e implementar el sistema de información (software). Sector y población beneficiada: La Empresa Comunitaria del Acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro Cesar.

Apoyo institucional y financiero: A la administración del acueducto comunitario del barrio San Miguel “ACOSMI”.

**Oficina de Peticiones, Quejas y Recursos.** Tiene la obligación de recibir, atender, tramitar y responder las peticiones o reclamos y recursos verbales o escritos que presenten los usuarios, los suscriptores o los suscriptores potenciales en relación con el servicio o los servicios que se presten.

En general se deben atender los diferentes requerimientos de los usuarios, para lo cual la unidad de servicios públicos domiciliarios debe tener una persona encargada de hacer la recepción y el trámite correspondiente, estos requerimientos deben ser radicados, registrados, dárseles el trámite, solucionarlos y darle la respuesta o decisión al interesado.

Desde el momento de la solicitud del interesado, hasta la solución y respuesta no deben transcurrir más de 15 días hábiles. Si transcurridos estos 15 días hábiles no se ha dado respuesta, el solicitante puede hacer uso del silencio administrativo positivo, es decir que se entiende resuelto a favor del usuario.

Además es necesario que la unidad cuente con un espacio físico donde pueda organizarse y funcionar adecuadamente, donde tenga toda la información sobre esta y donde los usuarios puedan dirigirse en caso que deseen realizar una queja o reclamo.

Es indispensable que cuente con los elementos necesarios (escritorios, archivadores, línea telefónica, computador, entre otros) garantizando así la prestación de un mejor servicio.

**Objetivo:** Conocer y dar solución a las opiniones y problemas que se presenten a los usuarios.

**Alcance:** Crear la oficina de peticiones, quejas y recursos.

**Sector y población beneficiada:** La comunidad del Acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro Cesar.

**Apoyo institucional y financiero:** A la administración del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro Cesar.

**Control de Agua no Contabilizada.** El agua no contabilizada se define como la diferencia entre el volumen de agua suministrado por la planta y el volumen de agua registrado y facturado.

La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), establece como parámetro de eficiencia en las metodologías de costos y tarifas que deben aplicar las empresas del sector de agua potable y alcantarillado un 30% como valor máximo de pérdidas de agua producida. Sin embargo, la mayoría de las empresas colombianas presentan un nivel de pérdidas superior.

En el acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL ACOSMI del municipio de Río de Oro no se conoce este porcentaje de pérdidas debido a que no existen mecanismos que permitan determinar el volumen de agua suministrado y el volumen de agua utilizado por los usuarios, es decir no existe macro medición y no hay total cobertura en micro medición. Conocer el porcentaje de pérdidas existentes y controlarlas es una actividad importante porque estas no sólo ocasionan problemas financieros en la empresa, sino que además se pierden grandes cantidades de agua que podría ser utilizada para ampliar la cobertura y mejorar la calidad del servicio.

Con el objeto de conocer y ejercer control sobre la cantidad de agua no contabilizada y que las pérdidas en el sistema no sobrepasen las metas trazadas por la CRA, deben implementarse los programas de macro y micro medición y el programa de detección y control de fugas visibles y no visibles. Cabe señalar que los anteriores programas deben estar apoyados en otros como: mantenimiento de redes, catastro de usuarios, catastro de redes.

**4.1.11 Proyecto de macro medición.** El Reglamento Técnico de agua Potable y Saneamiento Básico define macro medición como Sistema de medición de grandes cantidades de agua que



ha sido tratada en la planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

La instalación de medidores permanentes a la salida del tanque de almacenamiento permitirá la cuantificación del volumen de agua producido e inyectado al sistema de distribución, para luego compararlos con el volumen de agua facturado y de esta manera estimar el porcentaje de agua no contabilizada, si bien con la ejecución de este programa no se reducen las pérdidas en el sistema es indispensable para tomar acciones razonables y desde el punto de vista económico, para reducir las pérdidas.

Además la macro medición permite orientar la operación del sistema de abastecimiento de agua y obtener estadísticas de distribución de agua tales como:

Evaluación permanente de las condiciones hidráulicas reales del funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua.

Determinación periódica de los componentes de las pérdidas, tales como: errores de macro y micro medición, pérdida de agua, por fugas y rebosamiento, conexiones clandestinas, consumos comerciales y consumos operacionales.

Determinación de los volúmenes de agua potable producidos e inyectados al sistema de distribución.

**Objetivo:** Cuantificar el volumen de agua potable producido e inyectado al sistema de distribución y estimar el porcentaje de agua no contabilizada al compararlo con el volumen de agua facturado.

**Alcance:** Instalación de un macro medidor a la salida de cada elemento del sistema de acueducto.

**Sector y población beneficiada:** Usuarios del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro Cesar.

**Apoyo Institucional y Financiero:** administración del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro Cesar.

**4.1.12 Proyecto de micro medición.** La micro medición es definida como el sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

La instalación de los micros medidores el medio más importante para mejorar el uso racional del agua y para las entidades es la manera más efectiva de conocer las pérdidas de agua y por tanto reducirlas.

Para la implementación de este programa se deberá capacitar al personal que está en contacto directo con los micro medidores, en su mantenimiento, instalación y prueba.

**Objetivo:** Cuantificar periódicamente el consumo de agua de cada usuario con fines de facturación, reducción de consumos y evaluación de pérdidas en la distribución.

**Alcance:** Instalación de micro medidores en las viviendas que aun no lo tienen logrando así tener una cobertura del 100%.

**Sector y Población Beneficiada:** Toda el área urbana usuaria del acueducto comunitario “ACOSMI”.

**Apoyo Institucional y Financiero:** Se financiará con recursos de La Empresa Comunitaria del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro Cesar.

**Programación:** ejecución 2014 - 2016

Metas de cobertura de micro medición. Dadas las condiciones económicas de La Empresa Comunitaria del acueducto del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro Cesar. se propone el siguiente programa de cobertura de micro medición.

Dentro de las metas de cobertura no se incluyen los nuevos usuarios, puesto que será requisito para éstos la adquisición previa del medidor. Una de las formas para poder cumplir con las metas fijadas, es trasladar el costo de la medición a los suscriptores, tal como se contempla en el Artículo 90 de la Ley 142 de 1994 y que sea distribuido en cuotas o pagos mensuales dentro de un período prudencial que permita su recuperación.

**Financiación de la Micro medición:** De acuerdo con la reglamentación de la ley 142 de 1994 la entidad prestadora de los servicios públicos debe ofrecer financiamiento a los suscriptores de uso residencial de los estratos 1, para cubrir los costos del medidor, su instalación, obra civil, o reemplazo del mismo en caso de daño. Esta financiación debe ser de por lo menos 36 meses, dando libertad al usuario de pactar periodos más cortos si así lo desea, este cobro se hará junto con la factura de acueducto.

**4.1.13 Proyecto de detección y control de fugas visibles y no visibles.** La ley 373 de 1997 establece dentro del programa de Uso eficiente y Ahorro del agua se deben fijar metas para reducir las pérdidas en cada sistema de acueducto, teniendo en cuenta que las pérdidas pueden ocurrir por fugas sean estas visibles o no visibles; se deben adoptar medidas dirigidas a la reducción de estas. En la red las fugas pueden presentarse como consecuencia de roturas debidas a agrietamiento transversal, aplastamiento o agrietamiento longitudinal. Existen otros fenómenos como la corrosión, defectos en la unión de los tubos o la falla de las válvulas que puede incrementar este problema. En la toma domiciliaria las fallas pueden ser por rajadura, perforación, corte o piezas flojas.

**Fugas No Visibles:** Para la detección de estas fugas se deberán desarrollar actividades de revisión de redes con elementos tales como: geófonos electromecánicos, detectores electrónicos o detectores de metales, así como realizar revisión continua de tanques de almacenamiento, válvulas de paso, hidrantes.

**Fugas Visibles:** La comunidad juega un papel importante en la detección de estas, pues su información oportuna reduce el tiempo que transcurre entre la aparición de la fuga y su reparación, siempre y cuando se garanticen mecanismos de comunicación adecuados (creando una línea telefónica de atención al cliente) y una atención correcta y eficiente al público.

Además la unidad deberá contar con un procedimiento adecuado para la eliminación rápida de la fuga. Con este proyecto se pretende reducir al mínimo el tiempo promedio que transcurre entre la aparición de una fuga y su eliminación, a través de la revisión y el ajuste de los procedimientos y la metodología, mediante supervisión continua de la red de distribución y demás elementos del sistema, por parte de los operarios y apoyo de la comunidad.

**4.1.14 Proyecto de mantenimiento de redes.** Se desarrolla con el fin de rehabilitar o reponer oportunamente las redes de transporte y distribución de agua del sistema de acueducto, garantizando así la atención de la demanda, la continuidad y calidad del servicio en el corto, mediano y largo plazo. Igualmente, permite reducir al mínimo las pérdidas de agua por causa del deterioro físico de las redes.

Para realizar este proyecto, se requiere que la unidad identifique las causas que motivan la rehabilitación de las redes, como: ocurrencia de daños, edad de las tuberías, materiales de las redes y adecuación de las redes a proyectos de ampliación.

Este proyecto debe incluir el registro y control del estado de funcionamiento de las redes, (en cuanto a número de roturas, fugas, entre otros); el desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y correctivo; la elaboración de planes y programas de renovación de redes, con criterios de factibilidad técnica, económica y financiera.

#### **4.1.15 Diagnóstico técnico del sistema de acueducto**

**4.1.15.1 Evaluación del sistema actual.** Un sistema de acueducto debe contar con la siguiente infraestructura: Captación, Aducción captación – desarenador, Desarenador, Aducción desarenador – planta de tratamiento, Planta de tratamiento, Tanque de almacenamiento, Conducción y Red de distribución y conexiones domiciliarias. Debe además contar con una entidad que lo administre ya sea la alcaldía municipal por medio de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios, o una empresa constituida en la misma comunidad y vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Para la realización del programa de Uso y Ahorro Eficiente del agua en el acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de rio de oro cesar, se realizaron visitas técnicas de inspección, en donde se observaron las condiciones actuales del sistema.

#### 4.1.15.2 Estructuras ubicadas en la quebrada la toma. A continuación se describe:

**Fuente abastecedora.** Una de las fuentes que abastecen a la población del acueducto comunal San Miguel “ACOSMI” es la Quebrada La Toma y La Marcelina, fuentes de tipo superficial.

**Estructura de Captación.** La estructura de captación en la Quebrada La Toma se encuentra en buenas condiciones. Se encuentra localizada en La Cordillera a 3832.51 metros de la cabecera municipal.

En la Quebrada La Toma la captación se realiza por medio de una rejilla con medidas: largo 0.70 metros y ancho 0.40 metros, con varillas de 5/8 de pulgada espaciadas asimétricamente cada 2.3 centímetros en promedio como se observa en la Fotografía 6. El agua captada es conducida hacia la cámara de recolección, Fotografía 7, La cámara de recolección es una estructura adecuada y posee una válvula de lavado de 4 pulgadas y un vertedero de excesos con una tubería de desagüe de 6 pulgadas.

#### Fotografía 4. Estructura de Captación ubicada en la Quebrada La Toma



Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 5. Cámara de recolección ubicada en la Quebrada La Toma**



Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 6. Estructura de captación en la Quebrada La Toma**



Fuente: Autor del proyecto

**Aducción Bocatoma – Desarenador.** La aducción tiene una longitud,  $L= 50.61$  metros, tubería en P.V.C. de 4 pulgadas de diámetro. Debido a que el terreno es escarpado, en algunos

tramos la tubería está colocada directamente sobre el terreno. Se encuentra expuesta a daños que pueden ser ocasionados por árboles, personas o animales.

### **Fotografía 7. Aducción Bocatoma – Desarenador**



Fuente: Autor del proyecto

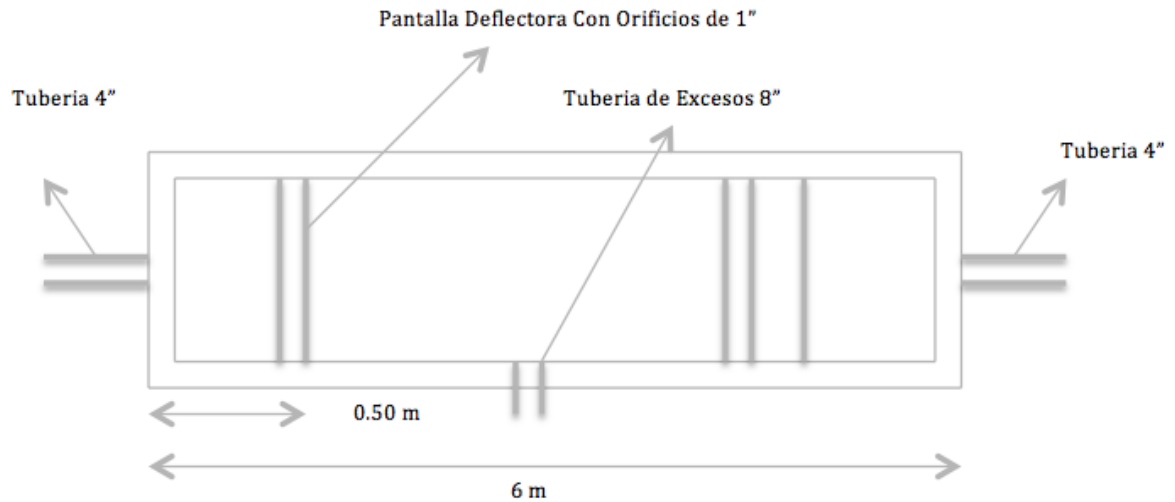
### **Capacidad del Sistema de Aducción.**

**Desarenador.** El desarenador existente es de concreto ciclópeo, con las siguientes dimensiones: base  $B = 1.20$  m, longitud  $L = 6$  m, con una profundidad  $h = 2.20$  m en su parte central, dónde se ubica una válvula de lavado de 6 pulgadas, cámara de entrada de base  $B = 1.20$  m, longitud  $L = 0.50$  m, no posee vertedero de excesos pero en reemplazo tiene una tubería para si se rebosa el desarenado, una pantalla deflectora que es la misma que divide la cámara de entrada a la misma altura del desarenador con una profundidad de 1.20 m y un cámara de salida de base  $B=1.18$  m, longitud  $L = 0.40$  m a 0.30 m por debajo de la altura de la estructura, con una profundidad  $h=1.10$  m, con un muro antepuesto a 0.30 m con una profundidad de 0.60 m que deja pasar el agua por debajo para que entre a la cámara de salida, quien además cuenta con una tubería de salida de 4 pulgadas.

Se concluyó que el elementó cumple de forma aceptable con su función, aunque no cuenta con todos los elementos necesarios. A continuacion en la fugura 4 se muestra las características existentes del mismo.



**Figura 4. Desarenador existente.**



Fuente: Autor del proyecto

**Conducción Desarenador – Planta de Tratamiento.** La aducción en la Quebrada La Toma tiene una longitud de 3732.51 metros, en tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, se tiene una pendiente promedio de 15 %.

Las tuberías se encuentran en mal estado en ciertas partes presentándose fugas y en otros sectores se presenta el rompimiento por parte de la población rural para conectarse ilegalmente provocando grandes pérdidas de agua cruda.

Los calculos se realizan evaluando por la ecuación de Hazen-Williams para tubería circular. Calculos en el anexo A.

**4.1.15.3 Planta de tratamiento.** El principal problema que afecta el funcionamiento actual del sistema de acueducto, es la deficiencia en la aplicación del cloro gaseoso, haciendo además énfasis en que la administración comunal debe hacer un esfuerzo por construir e implementar el laboratorio para realizar los análisis del agua.

A continuación se resumen los aspectos técnicos más relevantes del sistema de tratamiento, resaltando que esta es una planta de tratamiento compacta, denominada así, porque en un espacio reducido se desarrollan todos los procesos unitarios normales a diferencia de las demás plantas llamadas convencionales. La floculación es de tipo rectangular.

Actualmente la estructura está en buenas condiciones, sólo necesita mantenimiento para su operación. Se encuentra debidamente encerrada con un muro de cerramiento con malla eslabonada en un predio de 800 m<sup>2</sup> aproximadamente, a 100 metros de la cabecera municipal y una altura de 1250 msnm. En un mismo tanque se realizan los procesos de coagulación, floculación y sedimentación.

El caudal proveniente de cada captación es registrado por medio de dos medidores de desplazamiento positivo (totalizadores).

La dosificación de productos químicos se puede efectuar mediante tanques en plástico de alta densidad, para la adición de cal se cuenta con una bomba de diafragma y para la adición del sulfato de aluminio con una bomba de pedestal.

El caudal máximo para el cual fue diseñada es de 5 lts/s. Existe un sistema de tres filtros que realizan el proceso a través de un lecho con determinadas especificaciones granulométricas grava fina, arena y antracita. Para el almacenamiento de los insumos químicos existe una caseta debidamente construida, libre de filtraciones e inseguridad.

La planta de tratamiento del acueducto comunal del barrio San Miguel "ACOSMI" del municipio de Río de Oro no cuenta con un manual donde se ilustre el funcionamiento de la misma.

La limpieza de las unidades se puede realizar por separado. Dentro de las observaciones importantes para el manejo de la planta se tiene que por ningún motivo se debe operar la planta sin químicos; esto causaría el daño del material filtrante. En caso de que se requiera agua y no se tengan químicos, se debe utilizar el paso directo. El agua tratada debe tener un cloro residual entre 0.3 y 2.0 ppm y el valor del ph estar entre 6.5 y 9.0, de acuerdo a la Resolución 2115 del 22 de junio de 2007.

**Especificaciones Técnicas de la Planta de Tratamiento.** El funcionamiento de la planta se produce por la energía hidráulica en todos los procesos unitarios. Esto supone necesariamente que exista una cierta cabeza hidráulica o presión para que el agua llegue a la parte superior de la planta.

El modelo de la planta se conoce con el nombre de planta compacta, porque en un espacio reducido tiene todos los procesos unitarios normales que en las demás plantas llamadas convencionales.

Los resultados de los análisis de agua tratada son reportados mensualmente con base en muestras tomadas dos veces a la semana en diferentes puntos del municipio, incluido la tubería de salida de agua de la planta de tratamiento. Estos resultados han mostrado con cierta frecuencia una deficiencia en el tratamiento del agua, causado por inexistencia de más de una bala de cloro gaseoso, lo cual obliga a implementar la aplicación manual de hipoclorito cuya dosificación se determina por el método de ensayo y error de acuerdo al informe de los resultados, a lo cual se adiciona la poca atención por parte de los operadores de la planta; esto sucede a la espera del llenado de la bala de cloro existente.

Este problema se puede solucionar adquiriendo unas balas de cloro gaseoso adicional que se puedan conectar en el momento que se agote la existente.



Acontinuacion se muestra en unas fotografias la planta tipo compacta y su estado actual.

### **Fotografía 8. Planta de Tratamiento Tipo Compacta**



Fuente: Autor del proyecto

Para una mejor comprensión del modelo, se detallan a continuación los procesos involucrados:

Los procesos unitarios de la planta hidráulica comprenden el aforo, el tanque clarificador (donde ocurren la mezcla rápida, coagulación, floculación y sedimentación), la filtración y la desinfección.

**Aforo.** Unidad que permite medir el agua que se va a tratar en forma precisa. Sin aforo es imposible controlar el funcionamiento de la planta pues no se sabe que cantidad de químicos usar.

Tampoco se sabría el volumen de agua producido. Está compuesto por dos medidores de desplazamiento positivo (totalizadores), uno de 6 pulgadas que mide el caudal proveniente proveniente de la Quebrada La Toma y el otro mide el caudal que sale de la planta de tratamiento. Como se referencia en la siguiente fotografía el medidor de entrada.

**Fotografía 9. Medidor de caudal de agua cruda.**



Fuente: Autor del proyecto

**Tanque clarificador.** Unidad donde se presentan cuatro procesos, la mezcla rápida, la coagulación, la floculación y la sedimentación. La cal y el sulfato de aluminio se adicionan directamente al caudal entrante al tanque, la tubería lleva el agua al fondo de éste y sube girando formándose los flocs que en su mayoría se adhieren a los paneles de sedimentación, dejando pasar algunos flocs por las flautas de captación del líquido por lo cual se reducen las carreras de los filtros.

**Fotografía 10. Tanque donde se diluye el sulfato de aluminio.**



Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 11. Adición de cal y sulfato de aluminio a la tubería de entrada.**



Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 12. Tanque clarificador**



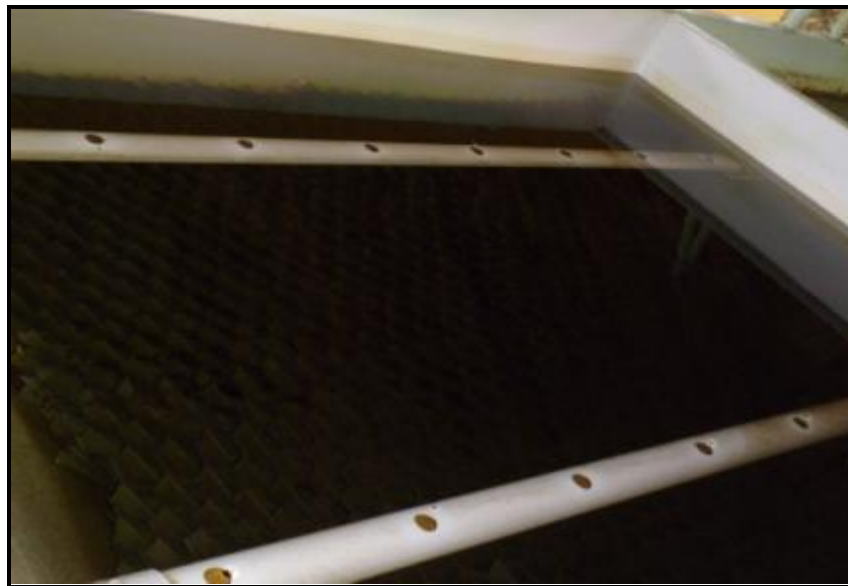
Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 13. Paneles de sedimentación.**



Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 14. Flautas recolectoras de líquido.**



Fuente: Autor del proyecto

**Filtración.** Unidad que separa sólidos, bacterias y virus del agua en proceso. Permite pulir el agua, removiendo microflóculos, que no son retenidos en la sedimentación, esto incluye quistes de amibas, además de color, turbiedad y diversos parásitos presentes en el agua. Los



filtros son tres tanques metálicos rectangulares. Como material filtrante lleva Antracita en espesor de 40 centímetros, arena en espesor de 25 centímetros y, lo anterior sobre lechos de gravas de soporte en 5 capas con un espesor total de 45 centímetros. Los difusores y colectores de agua son en hierro galvanizado.

**Fotografía 15. Unidades de Filtración.**



Fuente: Autor del proyecto

**Desinfección.** Unidad para eliminar bacterias y elementos patógenos que puedan quedar en el agua después de los pasos anteriores. Es usado para asegurar la potabilidad orgánica del agua, manteniendo una dosis de desinfectante residual en las tuberías de distribución.

**Capacidad de la Planta.** Para determinar el balance hidráulico del sistema, es indispensable obtener los principales valores del caudal utilizado en el proceso de tratamiento. La planta tiene una capacidad para tratar un caudal máximo de 5 lts/s.

**Dosificación de sulfato.** La coagulación – floculación del agua constituye el proceso básico que determina en gran parte las condiciones de operación de la planta de tratamiento. De ellas depende casi por completo la mayor o menor eficiencia del proceso subsiguiente: el de la separación de los sólidos por sedimentación y la filtración. La remoción de turbiedad en los Sedimentados y en los filtros así como la calidad del agua que se obtenga en ellos, se relacionan directamente con la manera como las partículas sean desestabilizadas y con la intensidad de las fuerzas que las aglutinan. Por tanto, el cuidadoso control del proceso de coagulación–floculación, debe constituir una de las principales preocupaciones en la operación de plantas de tratamiento.

Como primera instancia se debe analizar el sistema de dosificación de los químicos, contando con un sistema de control que garantice una dosis adecuada y obtener excelentes características del agua potable.

Los coagulantes se pueden clasificar en dos grandes grupos: los polielectrolitos o ayudantes de coagulación y los coagulantes metálicos, de estos últimos existe una gran variedad que se pueden clasificar en tres tipos: sales de aluminio, sales de hierro y compuestos varios.

En la planta de tratamiento se utiliza sulfato de aluminio por su bajo costo y su manejo relativamente sencillo, este pertenece al grupo de las sales de aluminio. El sulfato de aluminio es un polvo de color marfil, ordinariamente hidratado, que con el almacenaje suele convertirse en terrones relativamente duros. Reacciona primero con la alcalinidad produciendo un consumo o descenso del PH y luego con el agua. Según las fuentes consultadas, se puede operar la planta de tratamiento con una dosis de sulfato establecida sin tener en cuenta las características con las que llega el agua, la cual es:

Para preparar la solución de Alumbre (Sulfato de Aluminio) se añaden 10 Kilos en el tanque y se agrega agua hasta completar su volumen, es decir: 130 litros. Una vez preparada la solución se regula el goteo a un ritmo de 181 centímetros cúbicos por minuto, esta, solución alcanza para 4 horas de operación (la dosificación se ha calculado para la época de invierno cuando las condiciones del agua son de muy alta turbidez); en las épocas de verano esta misma solución alcanza para 12 horas aproximadamente y se regula el goteo a un ritmo de 50 centímetros cúbicos por minuto.

**Dosificación de cal.** Según la teoría consultada si el agua natural no posee alcalinidad suficiente para la formación del floc, hay necesidad de adicionarle un alcalinizante, puesto que ésta influye en el proceso de coagulación. Los alcalinizantes más comunes son: carbonato de sodio y cal viva o apagada.

Generalmente, las aguas blandas de bajo contenido mineral se coagulan mejor dentro de un rango de pH entre 5.8 y 6.4, y las aguas duras se coagulan fácilmente a pH que varía desde 6.8 y 7.8.

Para el acueducto comunitario del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro sino se establece el rango del pH para aguas blandas o duras se puede manejar la dosificación del sulfato de la siguiente manera:

Para preparar la solución de Alcalinizante (se puede utilizar Aquet), se añaden 10 Kilos en el tanque y se agrega agua hasta completar su volumen, es decir: 130 litros. Esta concentración se ha calculado para una dosis de invierno preparándose cada 5 horas, una vez realizada la solución se regula el goteo a un ritmo de 213 centímetros cúbicos por minuto, en las épocas de verano cuando la condición del agua es otra esta misma solución alcanza para 15 horas aproximadamente y se debe regular el goteo a un ritmo de 38 centímetros cúbicos por minuto.

**Desinfección.** En los procesos de purificación del agua, tales como coagulación, sedimentación y filtración, se remueve entre el 80 y el 95% del total de organismos en el agua. Sin embargo en la mayoría de los casos, todavía queda suficiente número de ellos para hacer el agua im potable, por lo cual es necesario eliminar esos organismos mediante la desinfección.

Entre los procesos de desinfección que pueden realizarse está la cloración, o zonación, desinfección con dióxido de cloro, con rayos ultravioleta entre otros. La elección de cualquiera de estos métodos debe reunir los siguientes requisitos:

Destruir los microorganismos causantes de enfermedades.  
Funcionar bien a la temperatura del agua y en tiempo adecuado.  
Ser inocuo y no aportar ningún sabor desagradable al agua.  
Fácil de adquirir, manipular y de bajo costo.  
Tener efecto residual, para proteger el agua de posteriores contaminaciones.  
Que sea fácil determinar su residual.

En la planta de tratamiento de Río de Oro se realiza la cloración mediante el proceso de desinfección aplicado, este método en general es más económico que cualquiera de los otros, de fácil aplicación y capacidad para eliminar organismos patógenos y mantener una concentración residual en el sistema de distribución.

La cloración del agua tiene como beneficio el mejoramiento de su calidad, al destruir microorganismos patógenos, reaccionar con amoníaco, hierro, manganeso, sulfuros y algunas sustancias orgánicas. No obstante, también puede producir efectos adversos tales como intensificación del sabor y el olor característicos de fenoles y otros compuestos orgánicos.

El punto de aplicación del cloro se realiza después de la filtración, con el fin de garantizar agua apta para el consumo humano. El punto de aplicación asegura la distribución y el contacto total del cloro con el agua. Al agregar el cloro al agua, éste reacciona con diferentes tipos de sustancias que lo consumen así:

**Primera fase:** Una parte del cloro reacciona con el hierro, manganeso, sulfuros y nitritos. En esta primera fase no ocurre desinfección.

**Segunda fase:** Otra porción de cloro reacciona con la materia orgánica presente, produciéndose compuestos orgánicos clorados, los cuales tienen poca o ninguna acción desinfectante y pueden causar sabores y olores.

**Tercera fase:** Otra parte del cloro reacciona para destruir las cloraminas y compuestos orgánicos de cloro formados.

**Finalmente:** después de reaccionar con todas las sustancias presentes, la materia orgánica y el amoníaco quedarán como cloro residual libre, el cual es un agente desinfectante muy activo.

La aplicación del cloro no se debe realizar en el punto de la mezcla rápida por que se pueden formar subproductos de la cloración con  $\text{Cl}_2$  (g) o hipocloritos (SPD) por reacción con la materia orgánica o COD presente como son los trihalometanos (THMs). Entre los compuestos de THMs se tienen el cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ), dibromoclorometano ( $\text{CHCl}_2\text{Br}$ ),

diclorobromometano ( $\text{CHCl}_2\text{Br}$ ), bromoformo ( $\text{CHBr}_3$ ). Estos compuestos presentan un carácter cancerígeno en roedores, por lo cual constituyen un riesgo potencial para los seres humanos. Debe mantenerse una concentración de THMs totales inferior a 0.1 mg/l, según lo establecido en el Decreto 475 de marzo 10 de 1998 del Ministerio de Salud o en su defecto, el que lo reemplace. Además existen ciertas sustancias en el agua que influye sobre la desinfección:

Los sólidos suspendidos, los cuales pueden poner una barrera a las bacterias protegiéndolas de la acción destructora del cloro.

La materia orgánica, la cual reacciona con el cloro de tal modo que le quita sus propiedades desinfectantes.

El amoníaco, reacciona con el cloro libre para formar un compuesto de cloro que tiene cualidades desinfectantes menos eficaces que las del cloro libre mismo.

Los nitritos, reaccionan con el cloro libre y lo eliminan, además pueden producir un falso resultado cuando se hace la prueba de la Ortotolidina (OTO).

El hierro, cuando está presente en concentraciones de 1 mg/l o más, causa un error de lectura cuando se usa la prueba de la Ortotolidina. Es de resaltar también tres condiciones importantes establecidas en el RAS 2000, que se deben tener en cuenta:

Debe estudiarse si el agua requiere precloración y postcloración o solo postcloración, esto depende de las características de la fuente, debe emplearse la precloración cuando hay excesiva producción de algas en la planta o cuando el NMP/100 ml de coliformes en el agua cruda sea superior a 5000. La postcloración debe usarse en todos los casos. En consecuencia, antes de fijar la dosis de desinfectante, debe estimarse la eficiencia de los procesos de sedimentación y filtración previos para establecer el grado de remoción de coliformes totales y de turbiedad.

La cloración debe realizarse con un clorador, este debe tener un rotámetro que permita cuantificar el cloro dosificado en el efluente de la planta de tratamiento, la medición del contenido de cloro residual libre y combinado debe hacerse como mínimo cada hora. El personal debe estar calificado para manejar el agente desinfectante o si se requiere debe tenerse en cuenta la capacitación que debe suministrarse al personal.

No debe aplicarse cal y cloro al mismo tiempo. Al igual que la dosificación del sulfato y la cal, el cloro también tiene un valor estable de aplicación sin tener en cuenta las condiciones variables en que puede llegar el agua a la planta de tratamiento haciendo que no se realicen ensayos a nivel de laboratorio para determinar la dosis óptima de desinfectante y las condiciones adecuadas de operación.

La dosificación se debe establecer mediante un ensayo de laboratorio y no a criterio de los trabajadores de la planta.



**Tanque de Almacenamiento.** El sistema cuenta con un tanque con capacidades de 130 m<sup>3</sup>, la estructura está construida en concreto y muestra en buen estado. Su analisis se encuentra en el Anexo A.

**4.1.15.4 Red de distribución.** Está constituida por una serie de redes que cubren los barrios a los cuales abastece el acueducto comunal “ACOSMI” del municipio de Rio de Oro Cesar. La tubería consta de una red en PVC con diámetros desde 6 hasta 2 pulgadas.

**4.1.15.5 Cobertura del acueducto.** Se refiere a la proporción de calles que tienen redes principales de distribución con relación al total de calles del sector urbano. Cobertura de redes = Longitud de redes de distribución / Longitud de calles.

**Cuadro 22. Cobertura del acueducto.**

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| Longitud total red de distribución (m.) | 605 |
| Longitud total de las calles (m.)       | 655 |
| Cobertura de las redes (%)              | 98  |

Fuente: Autor del proyecto

En la actualidad la ubicación del tanque a 50 metros aproximadamente por encima de la cota del casco urbano permite la presión necesaria.

**4.1.15.6 Instalaciones domiciliarias.** La instalación del micro medidor faltante se está colocando con el fin de lograr el 100% de cobertura. Las instalaciones internas son realizadas por parte de los propietarios de las viviendas y al momento de presentarse problemas en éstas o cuando se presentan reclamos de facturación se envían a los fontaneros para que realicen la inspección de dichas instalaciones con el fin de dar solución a los posibles problemas que puedan tener. De igual manera se pide que la comunidad que de un buen manejo y uso al recurso hídrico para evitar que más tarde se convierta en un problema social.

**4.2 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN Y LA DEMANDA PARA LOS USUARIOS DEL ACUEDUCTO COMUNAL “ACOSMI”**

Según el censo ajustado de 2005, el municipio Río de Oro – Cesar– cuenta con una población de 16.966 habitantes, distribuida de la siguiente forma: 6.085 habitantes en la zona urbana y 10.881 en la zona rural. Según sexo, 7.938 son masculinos y 9.028 femeninos. Según el censo de 2005 existían 1053 hogares en la cabecera y 2030 en el área rural para esa fecha. El tamaño promedio de los hogares en la zona urbana es de 4.83 personas; en la zona rural, el tamaño promedio de hogar es de 5.36 personas.

Según el censo del 2005 la población del municipio de Río de Oro corresponde a 14.023 habitantes, de los cuales el 51.81% (7265 hab.) son hombres y el 48.19% (6758 hab.) son mujeres. La distribución territorial de la población indica que el 39.95% (5603 hab.) de los pobladores se localizan en la cabecera municipal y el 60.05% (8420 hab.) en la zona rural.

Para nuestro caso en particular nos enfocaremos en la población que se abastece del acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL “ACOSMI”, el cual consta de 392 usuarios representados en un 15% Niños (Hab=58.8), 41,5% Hombres (Hab=162.68), 43.5% Mujeres (Hab=170.52).

De los 392 usuarios su uso se divide en 377 residencial y 15 comercial. El estrato o categoría de los usuarios se divide en; se muestra en la siguiente tabla.

**Cuadro 23. Diagnóstico de los usuarios según su estrato.**

| Categoría | Suscriptores |
|-----------|--------------|
| Bajo Bajo | 270          |
| Bajo      | 107          |
| Medio     | 15           |

Fuente: Autor del proyecto

#### 4.2.1 Análisis De La Población.

**4.2.2 Aspectos Demográficos.** La mayor parte de la población del municipio de Río de Oro se concentra en el sector rural, la cabecera municipal ha presentado poco desarrollo urbanístico en los últimos años, esto debido a la difícil situación económica de su población.

**Cuadro 24. Registro histórico de la población de la cabecera municipal de río de oro.**

| 1951 | 1964 | 1973  | 1985  | 1993  | 2005  |
|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 8483 | 6920 | 15206 | 15099 | 15966 | 14023 |

Fuente: Elaboración propia

**4.2.3 Proyección de la población.** El método de cálculo para la proyección de la población, depende del nivel de complejidad del sistema. Para Niveles de Complejidad Bajo, Medio y Medio Alto el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS-2000) establece que se pueden emplear el método Aritmético, el método Geométrico o el método exponencial. Teniendo en cuenta que el área urbana del Municipio de Río de Oro posee una importante área de expansión que puede ser dotada de servicios públicos sin mayor dificultad, el método utilizado para la proyección es el Método Geométrico. Como se muestra en la ecuación 1 y complementado con el método desarrollado a continuación.

La ecuación que se emplea es:

$$Pf = Po(1 + r)^n \quad (1)$$

De donde;

Pf: Población Futura.  
 Po: Población al Inicio del Periodo.  
 r: Tasa de Crecimiento.  
 n: Periodo en Años.

La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera

$$r = \left( \frac{Pf}{Po} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (2)$$

Con la información de los censos realizados por el DANE, la tasa de crecimiento anual es:

$$r = ( Pf / Po )^{1/n} - 1 \quad (2)$$

**Cuadro 25. Tasa de crecimiento poblacional. Censos realizados en Colombia**

| Tasa De Crecimiento |              |         |
|---------------------|--------------|---------|
| Periodo             | r            | r (%)   |
| 1951-1964           | 0,016        | 1,6     |
| 1964-1973           | 0,091        | 9,1     |
| 1973-1985           | 0,000588     | 0,0588  |
| 1985-1993           | 0,007        | 0,7     |
| 1993-2005           | 0,011        | 1,1     |
| <b>r Promedio</b>   | <b>0,014</b> | 1,40824 |

Fuente: Autor del proyecto

Teniendo en cuenta la información antes presentada, y con el objeto de adoptar una tasa de crecimiento acorde con el desarrollo poblacional del área urbana se planean los siguientes escenarios:

Tasa Promedio Aritmética, teniendo en cuenta los censos realizados por el DANE entre 1951 y 2005, en la cabecera municipal.

Tasa de crecimiento anual = 1.41

Para efectos de este estudio se adopta como tasa de crecimiento 2%, que corresponde a la tasa de crecimiento en las poblaciones Colombianas para el año 2006.

Para la elaboración del PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA para el acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” en el municipio de Rio De Oro Cesar, se debe determinar la demanda que se requiere para un periodo de diseño de 25 años. Aplicamos la siguiente ecuación 1 que describe a continuación, que pertenece al método antes mencionado para el cálculo de las poblaciones en el horizonte de diseño.

$$Pf = Po(1 + r)^n \quad (1)$$

**Cuadro 26. Proyección de la población**

| <b>Año</b> | <b># Hab</b> |
|------------|--------------|
| 2015       | 400          |
| 2016       | 407          |
| 2017       | 416          |
| 2018       | 425          |
| 2019       | 433          |
| 2020       | 442          |
| 2021       | 451          |
| 2022       | 460          |
| 2023       | 469          |
| 2024       | 478          |
| 2025       | 488          |
| 2026       | 498          |
| 2027       | 508          |
| 2028       | 517          |
| 2029       | 528          |
| 2030       | 539          |
| 2031       | 549          |
| 2032       | 560          |
| 2033       | 572          |
| 2034       | 583          |
| 2035       | 595          |
| 2036       | 607          |
| 2037       | 619          |
| 2038       | 631          |
| 2039       | 644          |

Fuente: Autor del proyecto

**4.2.4 Analisis y proyección de la demanda según el r.a.s 2000.** Con base en los parámetros definidos por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), para la población objeto del presente estudio correspondiente a los habitantes y usuarios del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro cesar ; se realiza el análisis de la demanda del sistema de acueducto, el cual permite apreciar la cantidad de agua que se necesitará en el futuro, permitiendo establecer la necesidad de planes de expansión y mejoramiento del sistema de acueducto.

**4.2.4.1 Nivel de complejidad del sistema.** Según la población calculada para el año 2014, 392 habitantes, y la proyectada dentro de 25 años para el análisis del sistema de acueducto año 2039, 644 habitantes, el nivel de complejidad es BAJO, según lo establecido en el RAS

2000. A continuación en los siguientes cuadros podremos apreciar los requerimientos de diseño y clasificación de los mismos requeridos por el RAS 2000.

**Cuadro 27. Nivel de complejidad del sistema.**

| Nivel de Complejidad | Población en la Zona Urbana (habitantes) | Capacidad Económica |
|----------------------|------------------------------------------|---------------------|
| <b>Bajo</b>          | <b>&lt;2500</b>                          | <b>Baja</b>         |
| Medio                | 2501 a 12500                             | Baja                |
| Medio Alto           | 12501 a 60000                            | Media               |
| Alto                 | >60000                                   | Alto                |

Fuente: RAS 2000

**4.2.4.2 Dotación neta de consumo.** Según el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, la dotación neta es la mínima cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, la dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema.

**Cuadro 28. Dotación neta de consumo.**

| Nivel de Complejidad | Dotación Neta Mínima (lts/hab.día) | Dotación Neta Máxima (lts/hab.día) |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Bajo</b>          | <b>100</b>                         | <b>150</b>                         |
| Medio                | 120                                | 175                                |
| Medio Alto           | 130                                | -                                  |
| Alto                 | 150                                | -                                  |

Fuente: RAS 2000

Para la realización del presente programa la dotación neta mínima de 100 Lts/hab.día, la dotación neta máxima será de 150 Lts/hab.día, contemplado en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000.

**Cuadro 29. Variación de la dotación neta debido a temperatura y nivel de complejidad.**

| Nivel de Complejidad | Clima Calido de 28°C + | Clima Templado 20°C a 28°C | Clima Frío - 20°C                 |
|----------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| <b>Bajo</b>          | <b>15%</b>             | <b>10%</b>                 | No se Admite Corrección por Clima |
| Medio                | 15%                    | 10%                        |                                   |
| Medio Alto           | 20%                    | 15%                        |                                   |
| Alto                 | 20%                    | 15%                        |                                   |

Fuente: RAS 2000

Dado el nivel de complejidad BAJO la corrección debido a la temperatura será de + 10 %.

**4.2.4.3 Dotación bruta de consumo.** Se calcula con base a la dotación neta y el porcentaje de pérdidas técnicas y está dada en litros/hab-día. Como el municipio no cuenta con registros de pérdidas técnicas se toma el valor admisible de pérdidas según lo estipulado por el RAS 2000; el cual para un nivel de complejidad BAJO es del 40 %.

**Cuadro 30. Porcentaje máximo admisible de pérdidas técnicas.**

| Nivel de Complejidad | % de Pérdidas Admisible para el Cálculo de la Dotación Bruta |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| Bajo                 | 40%                                                          |
| Medio                | 30%                                                          |
| Medio Alto           | 25%                                                          |
| Alto                 | 20%                                                          |

Fuente: RAS 2000

Dotación Bruta = (Dotación Neta)\*(1+correcc.temperatura)/ (1 - %pérdidas) (3)

Dotación Bruta = (150 l/hab.dia)\*(1+0.10) / (1 - 0.40)

Dotación Bruta = 275 l/hab.dia.

**4.2.5 Caudales de diseño.** Los caudales de diseño son los que se utilizan para determinar la capacidad de los equipos, dispositivos y estructuras utilizadas en un sistema de acueducto.

**4.2.5.1 Caudal medio diario (Q.M.D).** Según el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, es el caudal medio diario calculado para la población teniendo en cuenta la dotación bruta. Se puede calcular mediante la siguiente fórmula. Caudal Medio Diario (q.m.d) = (población futura\*Dotación bruta) / 86400 s. (4)

**4.2.5.2 Caudal máximo diario (Q.M.D).** Es el consumo máximo diario registrado durante 24 horas o durante un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario (q.m.d), por un factor K1 especificado en el RAS 2000.

**Cuadro 31. Valor admisible de K1 según el nivel de complejidad.**

| Nivel de Complejidad | K1  |
|----------------------|-----|
| Bajo                 | 1,3 |
| Medio                | 1,3 |
| Medio Alto           | 1,2 |
| Alto                 | 1,2 |

Fuente: RAS 2000

Caudal Máximo Diario (Q.M.D) = K1\*(Q.m.d) (5)

**4.2.5.3 Caudal máximo horario (Q.M.H).** Es el caudal máximo registrado en un periodo de una hora durante un año, sin tener en cuenta el caudal de incendios. Se calcula como el caudal máximo diario por el coeficiente K2.

**Cuadro 32. Valor admisible de K2.**

| Nivel de Complejidad | Red Menor | Red Secundaria | Red Matriz |
|----------------------|-----------|----------------|------------|
| Bajo                 | 1,6       | -              | -          |
| Medio                | 1,6       | 1,5            | -          |
| Medio Alto           | 1,5       | 1,45           | 1,4        |
| Alto                 | 1,5       | 1,45           | 1,4        |

Fuente: RAS 2000

Caudal Máximo Horario (Q.M.H) = Q.M.D\*K2 (5)

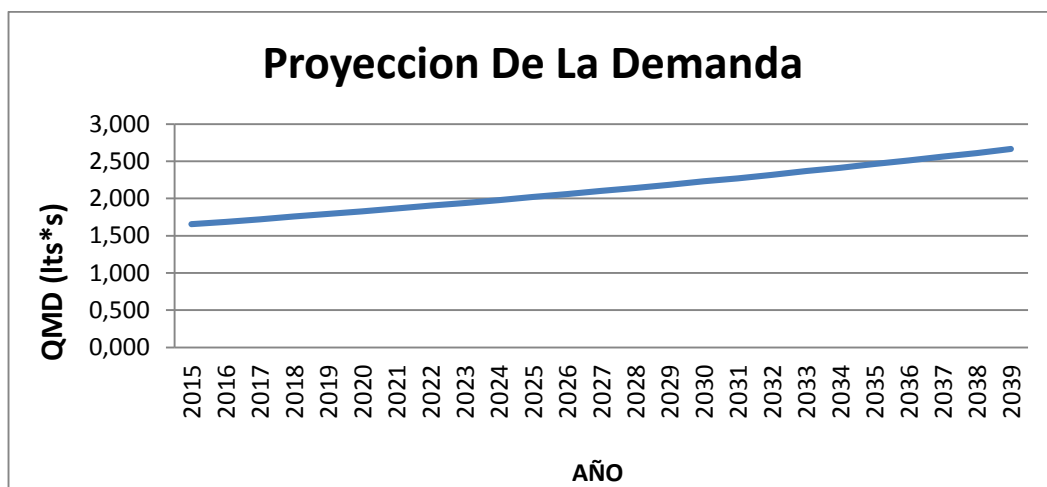
**Cuadro 33. Proyección de población y caudales estimados según el RAS 2000**

| Año  | Población | Dot. Neta l/hab.día | Dot. Bruta l/hab.día | Qmd (lts*s) | K1  | QMD (lts*s) | K2  | QMh (lts*s) |
|------|-----------|---------------------|----------------------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|
| 2015 | 400       | 150                 | 275                  | 1,273       | 1,3 | 1,655       | 1,6 | 2,648       |
| 2016 | 407       | 150                 | 275                  | 1,295       | 1,3 | 1,684       | 1,6 | 2,694       |
| 2017 | 416       | 150                 | 275                  | 1,324       | 1,3 | 1,721       | 1,6 | 2,754       |
| 2018 | 425       | 150                 | 275                  | 1,353       | 1,3 | 1,759       | 1,6 | 2,814       |
| 2019 | 433       | 150                 | 275                  | 1,378       | 1,3 | 1,792       | 1,6 | 2,867       |
| 2020 | 442       | 150                 | 275                  | 1,407       | 1,3 | 1,829       | 1,6 | 2,926       |
| 2021 | 451       | 150                 | 275                  | 1,435       | 1,3 | 1,866       | 1,6 | 2,986       |
| 2022 | 460       | 150                 | 275                  | 1,464       | 1,3 | 1,903       | 1,6 | 3,045       |
| 2023 | 469       | 150                 | 275                  | 1,493       | 1,3 | 1,941       | 1,6 | 3,105       |
| 2024 | 478       | 150                 | 275                  | 1,521       | 1,3 | 1,978       | 1,6 | 3,165       |
| 2025 | 488       | 150                 | 275                  | 1,553       | 1,3 | 2,019       | 1,6 | 3,231       |
| 2026 | 498       | 150                 | 275                  | 1,585       | 1,3 | 2,061       | 1,6 | 3,297       |
| 2027 | 508       | 150                 | 275                  | 1,617       | 1,3 | 2,102       | 1,6 | 3,363       |
| 2028 | 517       | 150                 | 275                  | 1,646       | 1,3 | 2,139       | 1,6 | 3,423       |
| 2029 | 528       | 150                 | 275                  | 1,681       | 1,3 | 2,185       | 1,6 | 3,496       |
| 2030 | 539       | 150                 | 275                  | 1,716       | 1,3 | 2,230       | 1,6 | 3,568       |
| 2031 | 549       | 150                 | 275                  | 1,747       | 1,3 | 2,272       | 1,6 | 3,635       |

|      |     |     |     |       |     |       |     |       |
|------|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 2032 | 560 | 150 | 275 | 1,782 | 1,3 | 2,317 | 1,6 | 3,707 |
| 2033 | 572 | 150 | 275 | 1,821 | 1,3 | 2,367 | 1,6 | 3,787 |
| 2034 | 583 | 150 | 275 | 1,856 | 1,3 | 2,412 | 1,6 | 3,860 |
| 2035 | 595 | 150 | 275 | 1,894 | 1,3 | 2,462 | 1,6 | 3,939 |
| 2036 | 607 | 150 | 275 | 1,932 | 1,3 | 2,512 | 1,6 | 4,019 |
| 2037 | 619 | 150 | 275 | 1,970 | 1,3 | 2,561 | 1,6 | 4,098 |
| 2038 | 631 | 150 | 275 | 2,008 | 1,3 | 2,611 | 1,6 | 4,177 |
| 2039 | 644 | 150 | 275 | 2,050 | 1,3 | 2,665 | 1,6 | 4,264 |

Fuente: Autor del proyecto

**Grafica 10. Proyección de la Demanda Según el RAS 2000**



Fuente: Autor del proyecto

**4.2.6 Determinación de la dotación bruta real.** Para analizar la dotación bruta que actualmente existe en el acueducto comunitario del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de rio de oro cesar, se promediaron los registros de caudal de entrada al tanque de almacenamiento y se utilizó la siguiente fórmula para calcularla:

$$\text{Dot. Bruta Real} = (\text{Caudal de Entrada Promedio/Numero de Hab}) * 86400 \text{ (6)}$$

Se determinó un caudal promedio de entrada al tanque de 1.63 lts/s.

Aplicando la fórmula se obtuvo una dotación bruta real de 274.53 lts/hab.dia.

De acuerdo a los análisis realizados y los datos obtenidos se encontró que la comunidad tiene un consumo excesivo con relación al que está estipulado en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento básico (RAS 2000), con estos aforos fue la única manera de realizar un análisis y tener un punto base para continuar con el programa, debido a que el municipio



no cuenta con un sistema bien definido en donde se pueda determinar con exactitud el consumo de agua en los habitantes.

Por tal razón el Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua para el acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro tendrá como objetivo ajustar las dotaciones actuales, 274.53 lts/hab\*día a lo determinado con base en el RAS 2000, de 200 lts/hab\*día.

El exceso en el consumo obedece a la deficiencia en micro medición y falta de conciencia, cultura que no es muy común en las cabeceras urbanas menores del Departamento del Cesar. En el siguiente cuadro podremos apreciar los caudales estimados en base a la proyeccion de la poblacion.

**Cuadro 34. Proyección de población y caudales estimados de acuerdo al Programa De Uso Y Ahorro Eficiente Del Agua.**

| Año  | Población | Dot. Neta<br>l/hab.día | Dot. Bruta<br>l/hab.día | Qmd<br>(lts*s) | K1  | QMD<br>(lts*s) | K2  | QMH<br>(lts*s) |
|------|-----------|------------------------|-------------------------|----------------|-----|----------------|-----|----------------|
| 2015 | 400       | 150                    | 200                     | 0,926          | 1,3 | 1,204          | 1,6 | 1,926          |
| 2016 | 407       | 150                    | 200                     | 0,942          | 1,3 | 1,225          | 1,6 | 1,960          |
| 2017 | 416       | 150                    | 200                     | 0,963          | 1,3 | 1,252          | 1,6 | 2,003          |
| 2018 | 425       | 150                    | 200                     | 0,984          | 1,3 | 1,279          | 1,6 | 2,046          |
| 2019 | 433       | 150                    | 200                     | 1,002          | 1,3 | 1,303          | 1,6 | 2,085          |
| 2020 | 442       | 150                    | 200                     | 1,023          | 1,3 | 1,330          | 1,6 | 2,128          |
| 2021 | 451       | 150                    | 200                     | 1,044          | 1,3 | 1,357          | 1,6 | 2,171          |
| 2022 | 460       | 150                    | 200                     | 1,065          | 1,3 | 1,384          | 1,6 | 2,215          |
| 2023 | 469       | 150                    | 200                     | 1,086          | 1,3 | 1,411          | 1,6 | 2,258          |
| 2024 | 478       | 150                    | 200                     | 1,106          | 1,3 | 1,438          | 1,6 | 2,301          |
| 2025 | 488       | 150                    | 200                     | 1,130          | 1,3 | 1,469          | 1,6 | 2,350          |
| 2026 | 498       | 150                    | 200                     | 1,153          | 1,3 | 1,499          | 1,6 | 2,398          |
| 2027 | 508       | 150                    | 200                     | 1,176          | 1,3 | 1,529          | 1,6 | 2,446          |
| 2028 | 517       | 150                    | 200                     | 1,197          | 1,3 | 1,556          | 1,6 | 2,489          |
| 2029 | 528       | 150                    | 200                     | 1,222          | 1,3 | 1,589          | 1,6 | 2,542          |
| 2030 | 539       | 150                    | 200                     | 1,248          | 1,3 | 1,622          | 1,6 | 2,595          |
| 2031 | 549       | 150                    | 200                     | 1,271          | 1,3 | 1,652          | 1,6 | 2,643          |
| 2032 | 560       | 150                    | 200                     | 1,296          | 1,3 | 1,685          | 1,6 | 2,696          |
| 2033 | 572       | 150                    | 200                     | 1,324          | 1,3 | 1,721          | 1,6 | 2,754          |
| 2034 | 583       | 150                    | 200                     | 1,350          | 1,3 | 1,754          | 1,6 | 2,807          |
| 2035 | 595       | 150                    | 200                     | 1,377          | 1,3 | 1,791          | 1,6 | 2,865          |

|      |     |     |     |       |     |       |     |       |
|------|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| 2036 | 607 | 150 | 200 | 1,405 | 1,3 | 1,827 | 1,6 | 2,923 |
| 2037 | 619 | 150 | 200 | 1,433 | 1,3 | 1,863 | 1,6 | 2,980 |
| 2038 | 631 | 150 | 200 | 1,461 | 1,3 | 1,899 | 1,6 | 3,038 |
| 2039 | 644 | 150 | 200 | 1,491 | 1,3 | 1,938 | 1,6 | 3,101 |

Fuente: Autor del proyecto

### **4.3 BALANCE HIDRICO ENTRE LA DEMANDA Y OFERTA DISPONIBLE DE LA FUENTE ABASTECEDORA.**

#### **4.3.1 Caracterización de las microcuencas**

**4.3.2 Generalidades.** El municipio tiene la urgente necesidad de contar con información actualizada y cada vez más precisa sobre la distribución regional y local de sus disponibilidades de agua y distribución territorial de sus usos, con el fin de precisar y ordenar las áreas con mayores peligros de desabastecimiento, adelantando acciones de planificación y regulación en el uso del recurso hídrico.

En primera instancia se priorizó el contexto departamental, donde se tienen las grandes cuencas del Río Magdalena y Río Catatumbo. Así mismo, cada gran cuenca se clasifica en unidades territoriales subsiguientes denominadas cuencas mayores, a su vez cada cuenca mayor se subdivide en cuencas, subcuencas y micro cuencas.

La cuenca corresponde al Área de la superficie terrestre drenada por un único sistema fluvial. Sus límites están formados por las divisorias de aguas que la separan de zonas adyacentes pertenecientes a otras cuencas fluviales. El tamaño y forma de una cuenca viene determinado generalmente por las condiciones geológicas del terreno. El patrón y densidad de las corrientes y ríos que drenan este territorio no sólo dependen de su estructura geológica, sino también del relieve de la superficie terrestre, el clima, el tipo de suelo, la vegetación y, cada vez en mayor medida, de las repercusiones de la acción humana en el medio ambiente de la cuenca.

En el caso de los acueductos, el diagnóstico técnico del sistema debe empezar por la cuenca abastecedora, de modo que se pueda evaluar las condiciones de impacto negativo que inciden de manera directa en la fuente abastecedora, como factores humanos (contaminación por vertimientos de aguas residuales), físicos (deforestación del bosque nativo, derrumbes, etc.), y químicos (utilización de productos tóxicos en cultivos ubicados en el área de la cuenca). La ubicación geográfica de Río de Oro permite drenar sus aguas sobre dos cuencas importantes, la cuenca del río Catatumbo y la cuenca del río Magdalena.

La cuenca del Catatumbo se encuentra localizada en la parte nor-oriental del municipio y la forman las subcuencas de los ríos, Río de Oro y Limón. Hoya hidrográfica de Río de Oro está localizada en la parte sur-oriental y nor-occidental de los departamentos del Cesar y Norte de Santander. Tiene su nacimiento en las estribaciones de la cordillera oriental, Cruz de Peña y Llanos del Loro.

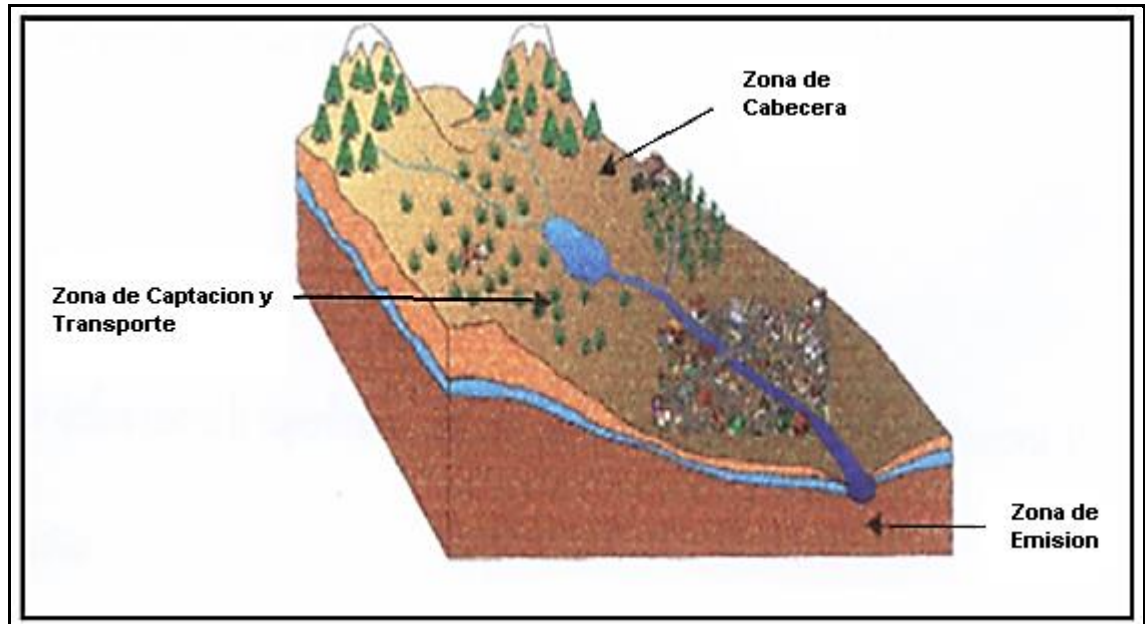
El Río de Oro hoy desregularizado su caudal y convertido en una pequeña cañada la mayor parte del año, por el mal uso de su agua, cruza de oriente a occidente la cabecera del municipio. Sus principales afluentes son por la margen derecha, así: quebradas Venadillo, Caminito, el Arado, Pantanitos, **la Toma, Marcelina**, Salobre, la Meseta y otros. Por la margen izquierda, quebradas Otaré, Salobritos, las Lajas y Carbones.

Donde principalmente surten al acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” las quebradas la Toma y la Marcelina.

La cuenca del Magdalena más específicamente sobre sus ciénagas y el río Lebrija. Comprende la mayor parte del territorio y la forman las subcuencas de las quebradas Per Alonso, Guaduas, Guabina y Tisquirama, con sus innumerables afluentes, estas corrientes nacen en las zonas altas del flanco Occidental de la cordillera oriental, recorriendo el municipio de oriente a sur-occidente. Con gran importancia sobre el abastecimiento de agua para consumo humano y explotación agropecuaria.

La cuenca hidrológica es más integral que la cuenca hidrográfica. Las cuencas hidrográficas, son unidades morfológicas integrales y además de incluir todo el concepto de la cuenca hidrográfica, abarca en su contenido toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo. Tanto las cuencas hidrográficas como las hidrológicas se pueden subdividir en tres zonas de funcionamiento hídrico.

**Figura 5. Zonas de división de las cuencas**



**Fuente:** [es.wikipedia.org/wiki/Cuenca\\_hidrografica](https://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_hidrografica)

La medición y análisis cuantitativo de sus características hidrográficas se denomina morfometría de las cuencas. Por este motivo, la cuenca representa la unidad fundamental empleada en hidrología, la ciencia que se encarga del estudio de las diferentes aguas en el medio natural. Constituye uno de los rasgos principales del paisaje, cuyo proceso de formación en la mayoría de los continentes está determinado por la erosión fluvial, el transporte y deposición de sedimentos.

**4.3.3 Características de la cuenca y sus cauces.** La precipitación puede considerarse como un estímulo al cual la cuenca responde mediante el escurrimiento en su salida. Existe entre la precipitación y el escurrimiento fenómenos que condicionan las relaciones entre unas y otras, las cuales son controladas por las características geomorfológicas de las cuencas y sus cauces.

**Divisoria de Aguas.** Es una línea formada por puntos de mayor nivel topográfica y que separa la cuenca de las cuencas vecinas.

**Área de la Cuenca.** Se define como la superficie en proyección horizontal delimitada por la divisoria de agua.

La ubicación geográfica del municipio de Río de Oro permite drenar sus aguas sobre dos cuencas importantes, la cuenca del río Catatumbo y la cuenca del río Magdalena.

**4.3.4 Oferta del recurso hídrico de la cuenca mayor del Catatumbo.** Para determinar la oferta hídrica se cuantifican los volúmenes de agua de escorrentía reduciéndole el caudal ecológico (caudal para mantener el régimen hidrológico mínimo y sostenimiento de los ecosistemas). Para la estimación se considera las áreas de drenaje de las estaciones hidrométricas como unidades de análisis.

El método para determinar el volumen de escorrentía para cada estación fue el de correlación: este método consiste en relacionar el proceso de escorrentía con otras variables como el área de drenaje (isorendimientos), o la precipitación (en % de precipitación).

La relación con el área de drenaje no ofrece resultados reales debido a la falta de estaciones hidrométricas en las diferentes cuencas y a la variabilidad espacial del proceso. Para poder observar la correlación precipitación-caudal, existe un hidrograma con valores medios mensuales de cada estación pluviométrica e hidrométrica, las estaciones pluviométricas usadas son las que se ubican dentro de las áreas de drenaje de las estaciones hidrométricas.

Los datos de precipitación que se tuvieron en cuenta fueron los suministrados por las estaciones pluviométricas que se encontraran situadas lo más cerca o dentro del municipio y con una diferencia de elevación entre sí, superior a los 100 metros. Como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

**Cuadro 35. Estaciones pluviométricas consultadas.**

| Estación      | Municipio   | Elevación m.s.n.m. | Precipitación mm | Temperatura °C |
|---------------|-------------|--------------------|------------------|----------------|
| La Llana      | San Alberto | 120                | 2339.3           | 28             |
| Aguas Claras  | Agua chica  | 208                | 1367.1           | 27.8           |
| La Dorada     | Río de Oro  | 271                | 2963.3           | 27.4           |
| Defensa Civil | Ocaña       | 1210               | 1225.2           | 21.9           |
| Aguas. Claras | Ocaña       | 1435               | 1288.6           | 20.9           |
| Otaré         | Otaré       | 1545               | 1055.8           | 19.9           |
| UFPSO         | Ocaña       | 1150               | 2458,5           | 21.2           |

Fuente: Autor del proyecto

Las estaciones pluviométricas tienen por objetivo medir la lámina de agua que se almacena en una superficie horizontal, esto lo hacen por medio de pluviómetros, los cuales son aparatos registradores automáticos encargados de medir la precipitación durante cortos periodos de tiempo. Para caracterizar el régimen de la lluvia de una estación se establece la curva de las alturas medias mensuales para cada uno de los meses del año. Los datos de la precipitación dependen de las características climatológicas del lugar y de la elevación del aire, ningún territorio por muy cercano que se encuentre de otro tendrá la misma precipitación.

**4.3.5 Demanda hídrica.** El potencial hídrico del municipio está definido en función de la oferta y demanda de agua. Las demandas de agua corresponden principalmente para consumo de humano, uso doméstico, agrícola y abrevaderos. La oferta varía de acuerdo con la ocurrencia de precipitación y la disponibilidad de los suelos de retener y transmitir agua.

En la región montañosa toda la demanda de agua se abastece de las corrientes superficiales, mientras que la zona plana además de las corrientes superficiales se abastece de fuentes de agua subterránea de fácil acceso. En general la mayoría de las poblaciones y zonas agrícolas del municipio emplean el sistema hídrico superficial para suplir todas sus necesidades, así como lugares de vertimientos de aguas grises domésticas e industriales y en algunos casos también de residuos sólidos.

Demanda por consumo Humano: se define como el flujo necesario para suministro individual o colectivo, incluyendo los requerimientos de huerta casera y abrevaderos.

Para cabeceras urbanas inferiores a 5000 habitantes se estimó un consumo de 280 lts/hab/día. Para el resto del municipio se consideró un consumo de 280 l/hab/día. Es el mismo consumo ya que la población abastecida por el acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” no es numerosa.

**4.3.6 Demanda por uso agrícola.** La demanda de agua para cultivos se orientó a los requerimientos máximos de consumo de agua; estos requerimientos de agua varían de acuerdo con la ocurrencia de lluvias en el sitio; para fines de producción agrícola se estiman en 2.5 l/s/Ha, de área de cultivo.

En la región montañosa las necesidades y requerimientos de las comunidades se hace a través de bocatomas de fondo sobre las escorrentías superficiales, donde el agua es llevada por gravedad mediante mangueras ó tuberías entre ½” y 3” de diámetro. Los seres humanos utilizan intensamente el recurso hídrico tanto para sus necesidades básicas como para las diferentes actividades económicas. Cada uno de los diferentes usos tiene unos requerimientos de calidad o características físico-químicas y biológicas particulares; para este análisis se evaluará exclusivamente en términos cuantitativos de rendimientos o caudales.

**4.3.7 Demanda por población.** De acuerdo a la población existente y el nivel de complejidad en el Municipio se calcula a razón de una dotación bruta de 275 lts/habitante/día.

Como se muestra en el cuadro 36 se referencian como los principales cuerpos de agua presentes en la zona de influencia de nuestro estudio.

**Cuadro 36. Caudales promedio anual para los principales cuerpos de agua presentes.**

| Corriente             | Caudal Medio Anual m <sup>3</sup> /s. |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Río de Oro            | 0.84                                  |
| Quebrada Quebradillas | 0.29                                  |
| Río Limón             | 0.40                                  |
| Quebrada Per Alonso   | 11.74                                 |
| Quebrada Santa Inés   | 0.84                                  |
| Quebrada La Toma      | 2.8                                   |
| Quebrada la Marcelina | 1.5                                   |
| Caño Cope             | 0.13                                  |
| Caño Tumba chica      | 3.42                                  |

Fuente: Autor del proyecto

**4.3.8 Índice de escasez.** Para evaluar la relación que existe entre la oferta hídrica disponible y las condiciones de demanda predominantes en una unidad de análisis seleccionada, se considera la clasificación citada por Naciones Unidas en la cual se expresa la relación entre aprovechamientos hídricos como un porcentaje de la disponibilidad de agua. En esta relación cuando los aprovechamientos representan más de la mitad de la oferta disponible se alcanza la condición más crítica de acuerdo a esta clasificación el índice de escasez se agrupan en 5 categorías:

**Cuadro 37. Índices de escasez.**

| Ind de Escasez   | Rango  | Concepto                                                |
|------------------|--------|---------------------------------------------------------|
| No significativo | < 1%   | La demanda no es significativa con relación a la oferta |
| Mínimo           | 1-10%  | La demanda es muy baja con relación a la oferta         |
| Medio            | 11-20% | La demanda es baja con respecto a la oferta             |
| Medio Alto       | 21-50% | La demanda es apreciable                                |
| Alto             | >50%   | La demanda es alta con respecto a la oferta             |

Fuente: COSTA POSADA. Carlos. Revista de ingeniería. [En línea]. Ubicado en la URL: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-49932005000200012&lng=es&nrm=is&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932005000200012&lng=es&nrm=is&tlng=es)

**4.3.9 Determinación del caudal, fuentes de abastecimiento actual por el método área-velocidad.** Las fuentes de abastecimiento de un acueducto se clasifican como superficiales y subterráneas. Las fuentes superficiales pueden ser: ríos, quebradas, lagos, lagunas, embalses, aguas lluvias y agua de mar.

Las fuentes subterráneas pueden ser: subsuperficiales (se explotan a través de aljibes o pozos excavados) y acuíferos (a través de pozos profundos). Las fuentes abastecedoras de Río de Oro son la quebrada la Toma y el Río de Oro. Son fuentes de origen superficial, pertenecientes a la gran cuenca del Río Catatumbo.

El caudal de una fuente puede obtenerse de registros que posean entidades como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Medio Ambiente (IDEAM), el Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (Inat), las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) o en las memorias de los estudios de diseño del acueducto municipal. En caso contrario, se puede hacer aforos de caudal en la fuente (una en invierno y otra en verano).

En caso de que no existan estos datos se deberá realizar trabajo de campo y obtener datos de caudales con métodos sencillos como vertederos, molinetes o la utilización del método Área-Velocidad.

Para estas fuentes no existen registros históricos de caudales, razón por la cual se utilizó el método Área-Velocidad, que consiste en medir una sección típica de la fuente con el fin de determinar el área respectiva y sobre la misma medir la velocidad de la corriente tomando como referencia un objeto que se deja arrastrar por la corriente, para el cual se le mide el tiempo en determinado recorrido.

Para la selección del sitio del aforo se tuvo en cuenta:

Que el sitio seleccionado, corresponda a un tramo recto de la Quebrada.

Que la sección transversal de la quebrada fuese aproximadamente constante y de forma regular.

Que el sitio seleccionado estuviese lo más cerca posible de la bocatoma del acueducto y aguas arriba de la misma.

Se calcula el caudal que transporta la quebrada de acuerdo a la ecuación:

$$Q = V \cdot A.$$

Q = Caudal que circula por la quebrada (m<sup>3</sup>/s.).

V = Velocidad promedio del tramo analizado ( $V = 0.85 \cdot X/t$ ).

X = Distancia recorrida por el objeto en determinado tiempo.

t = Tiempo transcurrido por el objeto en transitar una distancia x.

A = Área transversal típica en la quebrada.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:



**4.3.10 Determinación del caudal, fuente de abastecimiento del acueducto comunal del Barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río De Oro Cesar por el método área-velocidad.** A continuación se describe

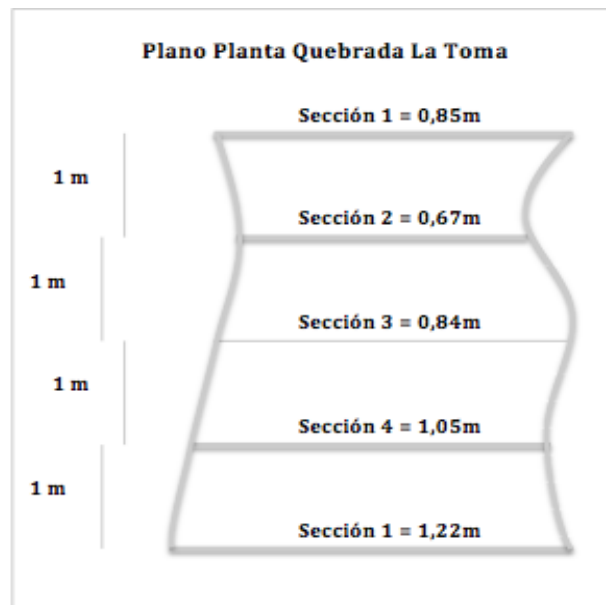
**Aforo. Realizado en La Quebrada La Toma, el día 05 de Mayo del 2014. Hora 10:00 AM.**

Se opto por hacer el aforo en estas fechas debido a la gran escases de agua presentada en la region por el fenomeno del niño, crisis que se agudizo en los meses siguientes. Se logro determinar que la fuente abastecedora redujo drasticamente su caudal pero aun asi garantizaba la prestacion del servicio, aunque fue necesario realizar suspensiones del servicio periodicamente para solventar las necesidades del resto de habitantes del municipio ya que el otro acueducto sufría suspensiones prolongadas del servicio. ACOSMI logro satisfacer la necesidad de obtener agua de los habitantes del municipio que lo solicitaran, por medio de su venta.

Se tomo la decisión de realizar solo el aforo en epoca de verano para observar la afectacion presentada. Debido al resultado obtenido se observo, que la afectacion fue minima y el servicio funciono normalmente y con minimas interrupcciones. Por esta razon se pudo concluir que si epoca de verano la fuente abastecedora logro suplir el consumo generado sin problemas entonces en epoca de invierno la afectacion seria imperceptible.

**Secciones de Aforo.** Se determinaron cinco perfiles de la Quebrada en el tramo seleccionado, como se detalla en la figura 6.

**Figura 6. Planta de la secciones de la quebrada la toma para el primer aforo.**



Fuente: Autor del proyecto

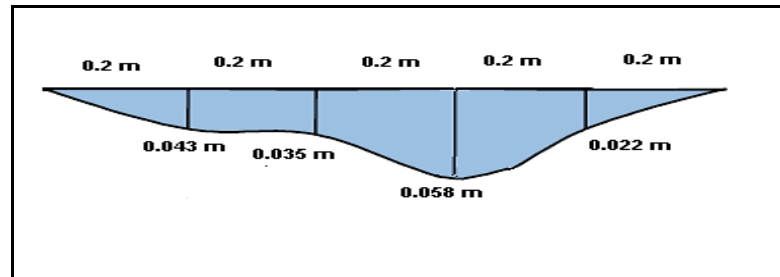
## Sección 1

**Cuadro 38. Coordenadas de la sección 1 B**

|             |   |       |       |       |       |       |
|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>x(m)</b> | 0 | 0,2   | 0,4   | 0,6   | 0,8   | 1     |
| <b>y(m)</b> | 0 | 0,043 | 0,035 | 0,058 | 0,022 | 0,002 |

Fuente: Autor del proyecto

**Figura 7. Perfil Sección 1 B**



Fuente: Autor del proyecto

Área = 0.0145 m<sup>2</sup>

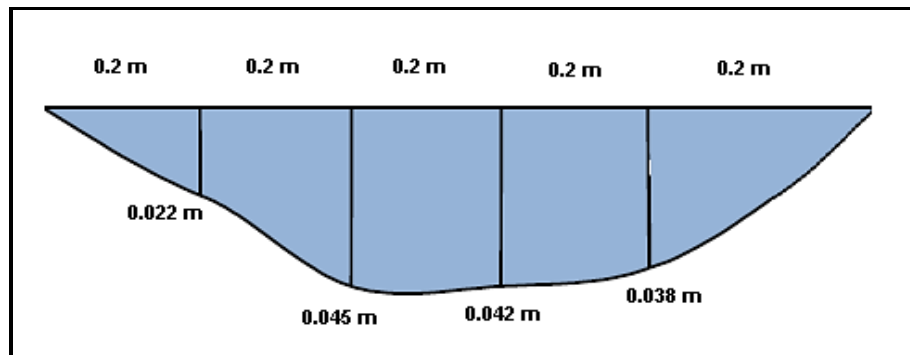
## Sección 2.

**Cuadro 39. Coordenadas de la sección 2 B**

|             |   |       |       |       |       |       |
|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>x(m)</b> | 0 | 0,2   | 0,4   | 0,6   | 0,8   | 1     |
| <b>y(m)</b> | 0 | 0,022 | 0,045 | 0,042 | 0,038 | 0,001 |

Fuente: Autor del proyecto

**Figura 8. Perfil Sección 2 B**



Fuente: Autor del proyecto

Área = 0.0123 m<sup>2</sup>

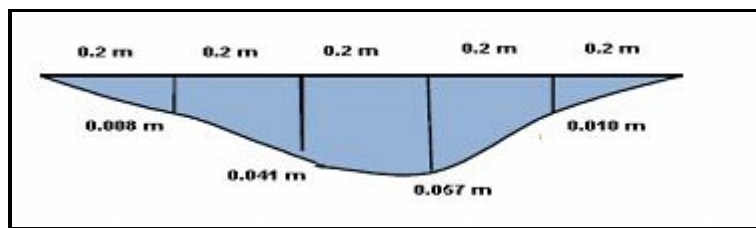
### Sección 3

**Cuadro 40. Coordenadas de la sección 3 B**

|             |   |       |       |       |       |       |
|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>x(m)</b> | 0 | 0,2   | 0,4   | 0,6   | 0,8   | 1     |
| <b>y(m)</b> | 0 | 0,008 | 0,041 | 0,057 | 0,010 | 0,002 |

Fuente: Autor del proyecto

**Figura 9. Perfil Sección 3 B**



Fuente: Autor del proyecto

Área = 0.0103 m<sup>2</sup>

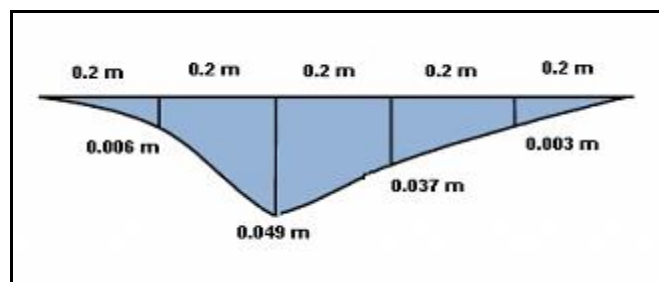
### Sección 4

**Cuadro 41. Coordenadas de la sección 4 B**

|             |   |       |       |       |       |       |
|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>x(m)</b> | 0 | 0,2   | 0,4   | 0,6   | 0,8   | 1     |
| <b>y(m)</b> | 0 | 0,006 | 0,049 | 0,037 | 0,003 | 0,001 |

Fuente: Autor del proyecto

**Figura 10. Perfil Sección 4 B**



Fuente: Autor del proyecto

Área = 0.00758 m<sup>2</sup>

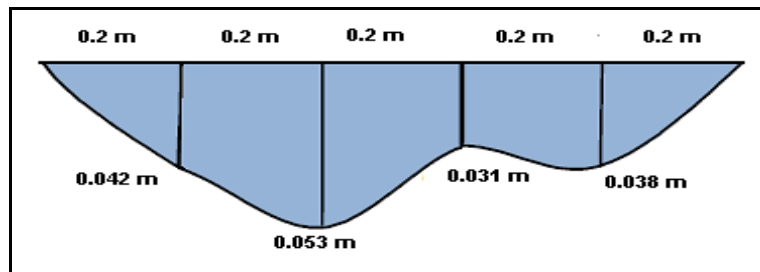
## Sección 5

**Cuadro 42. Coordenadas de la sección 5 B**

|             |   |       |       |       |       |       |
|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>x(m)</b> | 0 | 0,2   | 0,4   | 0,6   | 0,8   | 1     |
| <b>y(m)</b> | 0 | 0,006 | 0,049 | 0,037 | 0,003 | 0,001 |

Fuente: Autor del proyecto

**Figura 11. Perfil Sección 5 B**



Fuente: Autor del proyecto

Área = 0.0184 m<sup>2</sup>

**Análisis de resultados se muestran en el Anexo A.** En los siguientes cuadros, se confirman los tiempos promedios obtenidos al soltar el flotador, (bola de icopor).

**Fotografía 16. Quebrada La Toma**



Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 17. Preparación para la realización del aforo en la Quebrada La Toma.**



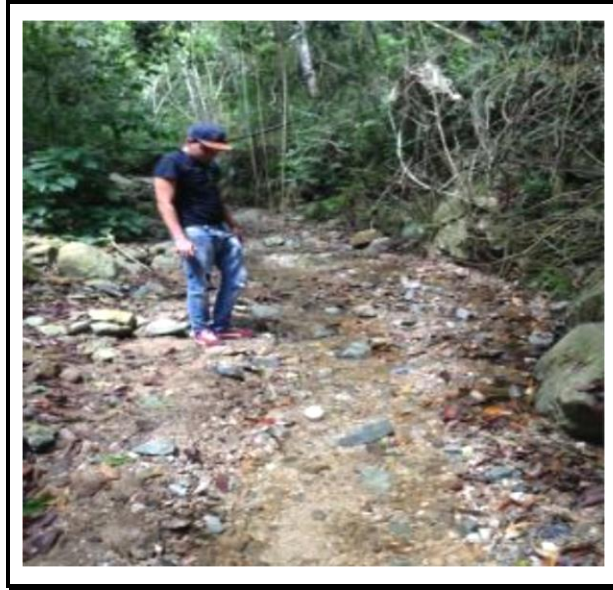
Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 18. Medición de las profundidades de una sección transversal en la Quebrada La Toma.**



Fuente: Autor del proyecto

**Fotografía 19. Realización del aforo en la Quebrada La Toma.**



Fuente: Autor del proyecto

**4.3.11 Calidad del agua de la fuente.** Es importante desde un inicio conocer la calidad física, bacteriológica, organoléptica y química del agua utilizada por el sistema de acueducto. Se puede determinar a partir de los parámetros de turbiedad, color, coliformes y DBO (demanda biológica de oxígeno), que se obtienen de análisis hechos en laboratorio. En caso de que no se disponga de un laboratorio cercano, se puede solicitar ayuda a las secretarías departamentales de salud, las empresas de servicios públicos de la capital del departamento o a la unidad departamental de agua, ya que existen laboratorios portátiles que permiten trabajar directamente en el sitio.

Con estos análisis se determina la calidad de la fuente y su influencia en el tratamiento existente. Para determinar el tratamiento requerido, es necesario adelantar estudios de tratabilidad a las aguas de la fuente.

En la planta de tratamiento del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro Cesar no existe un laboratorio que permita efectuar los análisis físico-químicos, bacteriológicos y organolépticos.

Para los análisis de la calidad del agua cruda se contrataron con la empresa SERVIANALÍTICA E.A.T. por parte de los realizadores del proyecto ya que dichos análisis no son contratados por parte de la empresa. Dichos resultados se muestran en el anexo D.

Para la realización del estudio de calidad de agua se tomaron dos muestras una metros arriba de la bocatoma del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de río de oro cesar. Y el otro en la salida del agua de la planta de tratamiento para comparar la



calidad del agua cuando entra y sale del sistema. Dichos resultados se representan en el anexo D, que La calidad del agua es relativamente buena tanto cuando llega a bocatoma aunque presenta algunos microorganismos que son normales en el agua natural. Y es muy buena a la salida de la planta de tratamiento además estas dos pruebas comprueban que el agua cumple las condiciones mínimas requeridas.

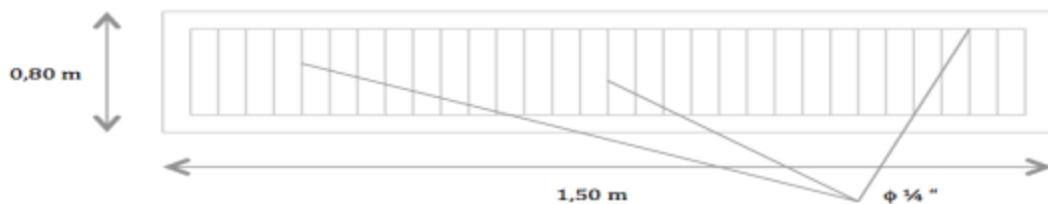
#### Fotografía 20. Fuente Quebrada La Toma



Fuente: Autor del proyecto

**4.3.12 Pre diseño de captación de fondo:** A continuación de detallan los prediseños de la rejilla, canaleta de aducción y la pantalla deflectora como se muestran en las figuras, 3,4,5 los calculos realizados se especifican en el anexo A.

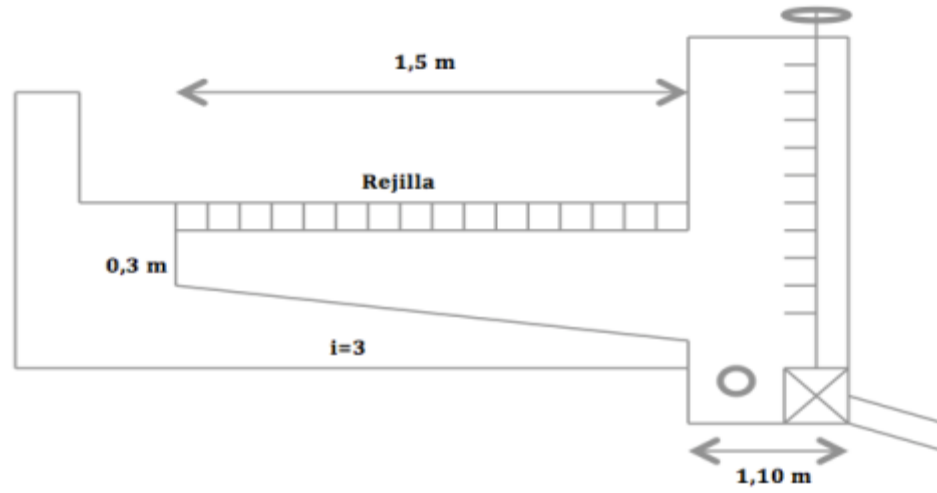
#### Figura 12. Detalle rejilla



Fuente: Autor del proyecto

La rejilla existente de recolección no cumple con las especificaciones necesarias para el su buen funcionamiento. Debido a esto se realizo el diseño de una nueva rejilla como se muestra en la figura 3. Para optimizar su funcionamiento. Y ampliar la cobertura en la captación. Ya que la existente tiene unas medidas de 50cmx70cm. Se hace necesario optimizar la canaleta de aducción como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 13. Canaleta de aducción.**



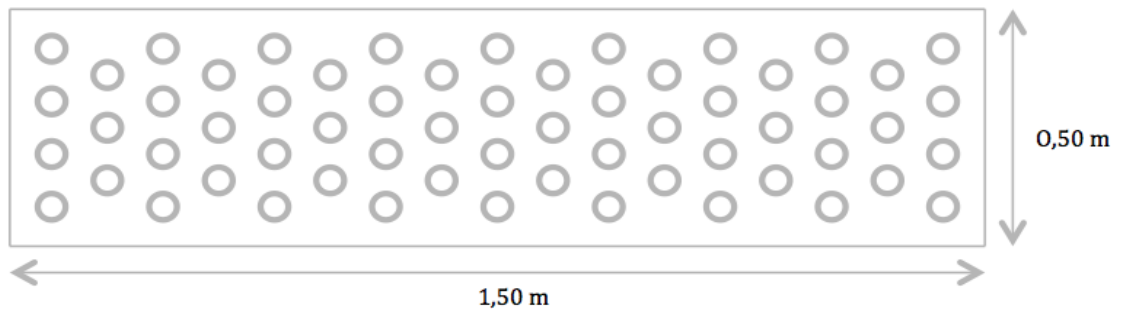
Fuente: Autor del proyecto

Pero por facilidad de acceso y mantenimiento se adopta una cámara cuadrada de recolección de 1.10 m de lado.

**4.3.13 Pre diseño del desarenador.** A continuación se describe

**Velocidad de Sedimentación.** Se calcula en función de la temperatura del agua y el peso específico de la partícula. Se estima y utilizando la ecuación de Stokes:

**Figura 14. Pantalla deflectora**



Fuente: Autor del proyecto



#### 4.4 EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE RÍO DE ORO.

**4.4.1 Agua no contabilizada.** Es la diferencia entre el volumen de agua que capta, transporta, procesa el sistema de acueducto y el volumen de agua que se entrega y factura a los usuarios del sistema.

En el nivel de la red de distribución, el agua no contabilizada se calcula mediante un indicador porcentual o índice de agua no contabilizada (IANC), que relaciona el volumen total de agua que se suministra a las redes con el volumen total de agua que se factura a los usuarios de éstas en un período determinado, a saber:

$$IANC(\%) = \frac{VOL. AGUAPRODUCIDO - VOL. AGUAFACTURADO}{VOL. AGUAPRODUCIDO} * 100$$

IANC (%) = 19.64 %

El IANC representa, no solamente las pérdidas físicas de volumen de agua, sino también las pérdidas financieras de la empresa o entidad prestadora del servicio. En este sentido, las pérdidas de un sistema de acueducto, de acuerdo con sus características, se clasifican normalmente en dos grandes grupos, como físicas y comerciales; estas últimas no se observan a simple vista y están relacionadas directamente con la gestión de la entidad prestadora del servicio.

**Pérdidas Físicas:** incluyen las fugas en tuberías y accesorios y en estructuras, como reboses en tanques de almacenamiento, planta de tratamiento, etc. Por lo general, estas pérdidas se subdividen en fugas visibles y no visibles.

**Pérdidas comerciales:** entre éstas se consideran los volúmenes consumidos no facturados, los volúmenes no contabilizados por defectos en los micro medidores, los consumos a través de conexiones clandestinas, etc.

En conjunto, las pérdidas físicas más las pérdidas comerciales se constituyen en la causa más frecuente de la mala gestión de la empresa prestadora de este servicio.

Además de lo señalado anteriormente sobre las pérdidas físicas y su incidencia en el estado financiero de una empresa prestadora del servicio de acueducto, es importante tener en cuenta que cada metro cúbico de agua potable que produce un sistema lleva implícitos tres tipos de costos asociados:

Costos de inversión en infraestructura, para captar el agua, conducirla, tratarla, almacenarla, distribuirla y suministrarla a los usuarios. Costos de operación y mantenimiento, para

proteger y recuperar las cuencas abastecedoras; reponer y ampliar las redes; operar las válvulas, redes y accesorios; vigilar la infraestructura; operar las estaciones de bombeo y potabilizar el agua para hacerla apta para el consumo humano.

Costos de administración y comercialización, para leer y/o facturar los consumos de los usuarios; atender las peticiones, quejas y recursos de los usuarios; llevar la contabilidad del servicio; administrar el personal de la empresa; planear las inversiones y obras que se requieren para atender en el futuro la demanda y calidad del servicio, y suministrar información confiable a los usuarios, entre otros costos.

**4.4.2 Evaluación de las pérdidas físicas de agua no tratada.** Estas son pérdidas de agua generadas desde la captación hasta el tanque de tratamiento (coagulación, floculación y sedimentación). Para el análisis de las pérdidas físicas se considerara solamente el tramo del desarenador al tanque de tratamiento. El tramo de la captación al desarenador no se estudió porque la distancia es corta, además se puede hacer una inspección de la captación que no se encuentra enterrada, no observándose fugas que produzcan pérdidas del agua captada de la Cordillera además tiene relativamente poco tiempo de instalada observándose en buen estado. Analizado este tramo se decidió continuar en estudio del tramo de los desarenadores al tanque de tratamiento.

**Desarenador ubicado La Cordillera.** Este desarenador del sistema del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro, es una estructura que cuenta con una cámara de recolección de 0.70 metros de largo por 0.40 metros de ancho y una profundidad de 0.30 metros con una tubería de entrada de 4 pulg, comunicando al tanque sedimentador, de dimensiones largo\*ancho\*profundidad de 1.80\*1.60\*2.20 metros que posee en el centro una tubería de lavado de 4 pulg, y éste a su vez con la cámara de salida de dimensiones largo\*ancho\*profundidad de 0.60\*0.45\*0.4 metros y cuenta con una tubería de salida de 4 pulg.. No se hallaron pérdidas físicas en esta estructura. Se observó que el caudal de entrada es el mismo al de salida ya que no se rebosa en la cámara de excesos.

**Aducción desarenador-Tanque de tratamiento.** Aquí se tienen en cuenta las pérdidas que hay de los desarenadores al tanque de tratamiento (clarificador), comparando las mediciones de caudal realizadas en los desarenadores y el caudal de llegada al tanque de tratamiento. Las mediciones de caudal se realizaron en el mismo horario, para poder tener un dato más real del porcentaje de estas pérdidas. Este análisis se efectuó de la siguiente manera:

Medición de las dimensiones largo, ancho y profundidad del tanque sedimentador ubicado en La Cordillera, 1.80\*1.60\*2.20 metros.

Tomadas las dimensiones del tanque se procede a tomar el tiempo de llenado para determinar el caudal.  $Q = \text{Vol}/\text{Tiempo}$ .

El caudal promedio que llega al tanque es de 0,0325 m<sup>3</sup>/s.

Según aforos realizados en los tanques sedimentados del sistema se calculó un caudal captado promedio de 0.0368 m<sup>3</sup>/s.

Con la siguiente fórmula y los caudales obtenidos se procedió a calcular el porcentaje de pérdidas físicas:

$$\% \text{ Pérdidas} = \frac{Q_{\text{captado}} - Q_{\text{llegatanque}}}{Q_{\text{captado}}} * 100$$

**% pérdidas = 11.68 %**

Las pérdidas generadas entre la captación-desarenador y el tanque de tratamiento que corresponden a las pérdidas de las aducciones, se consideran un altas debido a que se la tubería ya tiene mucho rato de estar prestando el servicio además de esto se le suma las múltiples reparaciones que tiene a lo largo de su trayecto hasta la planta de tratamiento y alguna que otra pequeña fuga que se pudo observar en el recorrido efectuado, de acuerdo al rango estipulado en el RAS 2000 las pérdidas deben estar entre, 3 – 5%, por lo tanto se recomienda mantenimiento para que la estructura mejore las condiciones y este porcentaje se reduzca, manteniéndose en los rangos.

En promedio se están perdiendo 0.0043 m<sup>3</sup>/s, en el recorrido captación desarenador y el tanque clarificador.

**Tanque Clarificador (coagulación, floculación y sedimentación).** El sistema de acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro cuenta con una planta de tratamiento compacta, lo que implica que existe un tanque de tratamiento (clarificador) donde se realizan los procesos de adición de sulfato de aluminio y hipoclorito, y los de coagulación y floculación (la tubería lleva el agua proveniente de los desarenadores hasta el fondo del tanque y sube girando formándose los flocs que chocan contra los paneles de sedimentación perdiendo energía, más sin embargo alcanzan a subir filtrándose por las flautas recolectoras que llevan el agua a los filtros haciendo que se reduzcan las carreras de éstos. Esta estructura no presenta fugas.

**Tanque de almacenamiento.** Se cuenta con un tanque de almacenamiento con capacidad de almacenar 130 m<sup>3</sup> de agua suficiente para el suministro diario de los usuarios de este acueducto comunal. La estructura no presenta fugas visibles.

**4.4.3 Evaluación de las pérdidas físicas de agua tratada.** La comunidad del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del municipio de Río de Oro no cuenta con un sistema de macro medición que permita conocer el dato exacto del agua tratada que se entrega a los usuarios. En términos generales se pueden obtener pérdidas físicas en la aducción desarenador-tanque de tratamiento y en la red de distribución. Debido al dato obtenido de la aducción se recomienda un mantenimiento de la tubería, pues la aducción presenta un porcentaje alto de pérdidas en comparación con los rangos estipulados en el RAS 2000.

Debido al dato obtenido en la red de distribución se hace necesario mejorar el sistema, para reducir las pérdidas físicas y comerciales.

#### **4.5 CAMPAÑAS EDUCATIVAS**

El Agua es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente, el conjunto de costumbres, actitudes y hábitos que un individuo o una sociedad tiene con respecto a la importancia de esta, es lo que se denomina cultura del agua. Para desarrollar este objetivo se diseñó una cartilla educativa para crear conciencia de ahorro y uso eficiente del agua en los usuarios del mismo. **Ver anexo E**

El programa de educación comunitaria consiste en la realización de jornadas educativas que buscan analizar, reflexionar y comprender temas de interés para la comunidad relacionados con los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo y fomentar la cultura del agua, es decir, que haya un cambio de actitud del uso del agua que promocióne el ahorro y el control en el consumo, promoviendo valores como: el respeto al medio ambiente, la solidaridad de cada individuo hacia los demás, la disciplina para usar sólo al agua que se necesita y la responsabilidad para utilizar correctamente hoy el agua que va a servir a los ciudadanos del mañana.

Estos talleres están apoyados con material educativo como cartillas, folletos, fichas y videos con los que se busca: Que se reconozca el agua como un compuesto vital, la importancia de su manejo adecuado y la necesidad de adoptar medidas en la recuperación y conservación del recurso hídrico.

Incentivar a la comunidad en la generación de acciones que permitan la preservación de las fuentes y el uso racional del agua.

Concienciar a la comunidad sobre la responsabilidad que todos tenemos en mantener en buen estado los sistemas de agua y saneamiento básico y hacer buen uso de estos.

Hacer un acercamiento usuario - empresa a través del reconocimiento de los deberes y derechos para con la misma.

Promover que los mecanismos de participación comunitaria son el mejor camino para mejorar la eficiencia en la prestación de los servicios públicos y aumentar el compromiso de la comunidad en programa de iniciativas para la adecuada utilización de los mismos.

Que se reconozca la medición del consumo como el medio más importante para mejorar el uso racional del agua.

**4.5.1 Metodología.** El programa de educación comunitaria busca el desarrollo de actividades orientadas a dinamizar la participación comunitaria.

En el desarrollo de las jornadas educativas es necesario vincular al alcalde, concejales, técnico en saneamiento, docentes, coordinadores de núcleo, directores de planteles educativos, juntas de acción comunal y demás organizaciones presentes en el municipio, así como a la comunidad en general.

El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, a través de la Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico ha puesto en marcha el programa La Cultura del Agua, para el logro de este implemento el proyecto de jornadas educativas, preparó para el desarrollo de estas un material didáctico compuesto por cartillas que buscan fijar un horizonte en donde la comunidad se concientice sobre el buen uso que se le debe dar al recurso hídrico, puesto que este es uno de los recursos de gran importancia en la vida humana.

El programa de Uso eficiente y ahorro del agua, contienen información sobre los temas de los talleres y sirven de apoyo para la formulación del proyecto comunitario con las personas que participen en las jornadas. Además incluyen una guía para el facilitador que permite orientar el proceso educativo en las comunidades.

Los facilitadores deben ser personas interesadas en participar y liderar acciones en beneficio de la comunidad y es importante que tengan conocimiento sobre los temas a tratar en las jornadas y la forma como estos aspectos se manifiesta a nivel local.

En los planteles educativos, con ayuda de los docentes se deben desarrollar talleres sobre temas relacionados con la cultura del agua. En el Anexo E, se incluye una cartilla Programa de uso eficiente y ahorro del agua, en la que se encuentran diferentes temas relacionados con el agua, la cual contiene aspectos importantes sobre el agua y características muy representativas para darle un buen uso.

El programa de educación comunitaria debe extenderse a toda la comunidad de Río de Oro, para lograrlo es necesario que las personas que no hayan participado de las actividades anteriormente descritas reciban de alguna manera la información, por tal motivo se ha diseñado una cartilla para los usuarios del servicio de acueducto, alcantarillado y aseo. (Véase el Anexo E), que debe ser entregada a cada uno de ellos. Además, es importante implementar una campaña a través de la radio donde diariamente se trasmitan mensajes (Véase el Anexo C), que lleven a los oyentes a reflexionar sobre el uso adecuado del agua, la conservación de las fuentes, la importancia de su colaboración en la empresa de servicios públicos para una mejor prestación del servicio y la participación en las actividades que se desarrollen con relación a estos temas.

**Objetivo:** Concienciar y sensibilizar a la comunidad sobre el uso adecuado del agua, la necesidad de su conservación y promover la participación de la comunidad en la gestión de propuestas que mejoren la calidad de los servicios públicos domiciliarios.

**Alcance:** Con la implementación de los talleres se espera que en corto, mediano y largo plazo los habitantes del municipio comprendan que el agua es un recurso limitado y vital que se

está agotando y adopten actitudes y hábitos racionales y responsables con respecto al consumo del agua para evitar su derroche y por tanto su escasez.

**Sector y Población Beneficiada:** Todos los habitantes y usuarios del acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” del área urbana del municipio de Río de Oro.

**Apoyo Institucional y Financiero:** Alcaldía del municipio de Río de Oro, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

**Estudio de Costos y Tarifas.** Los costos y tarifas deben fijar la mayor atención por parte de los responsables de la administración de las empresas de acueducto, alcantarillado y aseo. La escasa importancia que tradicionalmente se le ha dado al tema en los municipios menores y zonas rurales ha conducido a que los problemas de insuficiencia financiera no se puedan resolver en forma adecuada.

El principal objetivo de un estudio de costos y tarifas es conocer cuánto le cuesta a la empresa administrar, operar y mantener el sistema y realizar las inversiones necesarias para poder prestar un servicio digno y equitativo a toda la población y cuanto le cuesta al suscriptor recibir agua de buena calidad en la cantidad y con la continuidad suficiente para satisfacer las necesidades básicas, no solo de los actuales usuarios, sino también de los futuros.

Además es necesario que se implemente el programa de agua no contabilizada y las campañas educativas para que se reduzcan los consumos y las pérdidas de agua en el sistema.

Para la adopción de nuevas tarifas, además de realizarse el estudio de costos y tarifas, es necesario informar a la CRA y a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, enviando el decreto o el acuerdo de la junta directiva y el estudio de costos y tarifas e informar a los suscriptores. También, es importante que para la aplicación de la nueva tarifa se adelante un proceso de concertación entre la Empresa y la comunidad, con el fin de que el cobro del servicio a través de estas tarifas no se convierta en un factor generador de conflictos, sino que, por el contrario, sea un factor más de mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

#### **4.6 APOYO TECNICO**

El apoyo técnico que se brindó al acueducto comunal del barrio San Miguel “ACOSMI” en el cumplimiento de la Ley 373/97 mediante la elaboración del “Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua del Acueducto Comunitario del Barrio San Miguel “ACOSMI” del Municipio de Río de Oro”.

Este objetivo se alcanzó haciendo entrega del proyecto con las recomendaciones e indicaciones indicadas para que este acueducto primero que todo de cumplimiento a lo establecido por ley, optimice su capacidad de servicio y amplíe la cobertura con mucha más eficiencia reduciendo significativamente los riesgos de cortes del servicio por largos lapsos. Se socializo con la comunidad el “Programa De Ahorro Y Uso Eficiente Del Agua”.

Logrando así crear conciencia acerca del ahorro del agua y fortalecer el sentido de pertenencia de los usuarios hacia el acueducto comunal “ACOSMI”.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo al diagnóstico propuesto y realizado al acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL ACOSMI del municipio de río de oro Cesar, se concluyo que cuenta con fuentes abastecedoras que cubrirán la demanda durante los próximos años, siempre y cuando se realicen actividades de cuidado y conservación de la Quebrada La Toma y La Marcelina.

La informacion obtenida fue de gran ayuda para realizar un diagnostico superficial del sistema pero escaza a la ves ya que no existen planos de los trazados ni mediciones de pendientes para verificar si cumplen con los requerimientos del RAS 2000. Aunque por otra parte se lleva un buen registro del consumo generado por usuarios mediante la instalacion de medidores en las casas beneficiadas con el servicio.

Mediante el estudio de la demanda se logro concluir que es necesario implementar los pre diseños recomendados para mejorar la prestación del servicio del acueducto comunal, con el fin de solucionar los problemas que presenta el sistema actual, pues no cumple con las especificaciones reglamentadas por el RAS 2000. El Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua para el acueducto comunal del barrio SAN MIGUEL ACOSMI. Del municipio Río de Oro tendrá como objetivo ajustar las dotaciones actuales, a lo estipulado por el RAS, 200 l/hab\*día, y reglamentado por la ley 373 del 97.

De acuerdo a la realizacion del balance y de la oferta y la demanda se determino que en la actualidad se tiene un 100% de cobertura de los barrios de la comunidad ya que este acueducto comunitario surte del preciado líquido a la totalidad de los habitantes del barrio San Miguel I, II, III. La ubicación del tanque 50 metros aproximadamente por encima de la cota del casco urbano permite la presión necesaria. Lo que no quiere decir que el sistema funcione ala perfeccion debido a que uno de los principales inconvenientes en el acueducto comunal es la falta del mejoramiento de las estructuras y la reposición de tuberías para evitar pérdidas de agua como las que se presentan.

Otro aspecto importante es la falta de la macro medición en el sistema, que es uno de los factores de gran importancia para lograr un control de la producción de agua potable al contrastarlo con el consumo de la misma por parte de la población y así determinar las pérdidas. Debido a que el sistema presenta multiples fugas desde la bocatoma hasta la planta de tratamiento debido a la antigüedad y el deterioro de los elementos usados para el transporte del preciado liquido.

La comunidad usuaria del acueducto comunal "ACOSMI" del municipio de Rio de Oro cesar necesita fortificar su sentido de pertenencia por los recursos que actualmente se tienen, por esto se le dedico un espacio muy importante de este programa a la concientización de la población sobre el buen uso del agua, para evitar que más adelante sea un problema social la falta de la misma. En procura de conservar y dar el mejor uso a este recurso se necesita que todos entiendan la importancia de cuidarlo y hacer los mayores esfuerzos para protegerlo, por tanto es necesario tener un verdadero compromiso de la comunidad así como la entidad



prestadoras de servicios públicos y la intervención y control de las instituciones que velan por el buen funcionamiento de las mismas.

El apoyo técnico al acueducto comunal “ACOSMI” se llevó a cabo mediante la entrega del programa de Ahorro Y Uso Eficiente Del Agua y se determinó para el mismo dando las recomendaciones necesarias para optimizar el servicio rigiéndose por los lineamientos del RAS 2000 y estimulando la conservación del preciado líquido en los usuarios.

## 6. RECOMENDACIONES

Debido a los resultados obtenidos del estudio realizado es de anotar que el acueducto debe velar por mejorar el sistema de funcionamiento que maneja para si conservar las fuentes abastecedoras, que mediante el estudio se determino que suplira las necesidades en el horizonte de diseño y así lograr suplir los requerimientos de los servicios de prestación del agua por parte de los usuarios.

Es de gran importancia que la empresa comunitaria de acueducto se comprometa con la comunidad para mejorar ostensiblemente el funcionamiento y administración en la prestación del sistema de acueducto. Debido a la poca información sobre caudales se hace necesario que se lleven registros sobre caudales máximos y mínimos de las diferentes quebradas analizadas, con el fin de obtener valores más precisos para la realización de los cálculos en los diseños contemplados.

Debido al dato obtenido en la red de distribución se hace necesario mejorar el sistema, determinar las pérdidas de agua tratada y aumentar la cobertura de micro medición para reducir las pérdidas físicas y comerciales. Los pre diseños y análisis son una aproximación que se realizaron con el fin de obtener de manera global los costos de los elementos a utilizar en cada una de las alternativas propuestas.

Debido al dato obtenido de la aducción se recomienda un mantenimiento de la tubería, pues la aducción presenta un porcentaje alto de pérdidas en comparación con los rangos estipulados en el RAS 2000.

Presentar un sistema de control a través de un sistema de macro medición para así lograr implementar alternativas que permitan reducir las pérdidas y así aumentar y conservar producción actual del agua. Por otra parte se hace necesario realizar las reparaciones a las fugas visibles y realizar visitas periódicas a la bocatoma para garantizar su funcionalidad y la prestación constante del servicio.

Es muy importante la realización constante de campañas educativas a través de diferentes métodos como cartillas alucibas al ahorro del agua mensajes radiales y campañas periódicas de concientización de la comunidad para lograr que los habitantes refuercen el sentido de pertenencia por los recursos hídricos.

Mediante el apoyo técnico implementado a través de lo desarrollado en el proyecto para lograr que la empresa prestadora del servicio mejore la poca información que tiene y así lograr obtener información precisa de los usuarios y de las redes de distribución, se recomienda que se realice el catastro de redes y de usuarios, además de estudios de consultoría para la simulación de la red y así conocer el estado en que está operando para proponer alternativas que mejoren condiciones de presión, materiales, etc.

## BIBLIOGRAFIA

ESPINOSA JURADO, Leyla Lizbeth y CORONEL PICON, Yulieth Rossio. Programa de uso eficiente y ahorro del agua en el municipio Labateca Norte de Santander. San José de Cúcuta, 2005, 274 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingeniería.

GARCIA DELGADO, Darlyn José y JEREZ MORENO, Fredy Yamid Programa de uso eficiente y ahorro del agua en el municipio Mutiscua Norte de Santander. San José de Cúcuta, 2005, 268 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingeniería.

LÓPEZ CUALLLA; Ricardo Alfredo. Elementos de Diseño Para Acueductos y Alcantarillados. Bogotá : Escuela Colombiana de Ingeniería, 1997. 167p.

SERNA TORRES, Tibisay y DURAN BARAJAS, Lina Margarita. Programa de uso eficiente y ahorro del agua en el municipio de Teorama Norte de Santander. San José de Cúcuta, 2006, 536 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingeniería.

VALENCIA HENAO, Guillermo León y OSPINA GOMEZ, Martín Emilio. La Gestión en el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Medellín: s.n., 2005. 411 p.

VEN TE, Chow. Hidráulica de Canales Abiertos. Bogotá: Mc Grew Hill, 1994. 667 p.

## REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRONICAS

TATE. Donald M. Principios del uso eficiente del agua. [En línea]. Ubicado en la URL: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/Honduras/PRINCIPIOSDELUOEFICIENTEDELAGUA.pdf>

CORPOCESAR. Conformacion geologica del municipio de rio de oro cesar.. [En línea]. Ubicado en la URL: <http://www.corpocesar.gov.co/files/INFORME%20FINAL%20AGUAS%20SUBTERRANEAS%20SUR%20DEL%20CESAR.pdf>

CASAREZ. Eduarda. Programa de ahorro y uso eficiente del agua. [En línea]. Publicado en internet el 16 de septiembre de 2011. Ubicado en la URL: <http://www.imagui.com/a/planeta-tierra-animado-T5ep7zMr8>

TARINGA. Como se purifica el agua?[En línea]. Ubicado en la URL: <http://www.taringa.net/posts/info/15797940/Como-se-purifica-el-agua.html>

EXPOKNEWS. Imágenes para promover el cuidado del agua desde las redes sociales. [En línea]. Ubicado en la URL: <http://www.notasdelmedioambiente.com/iimagenes-para-promover-el-cuidado-del-agua-desde-las-redes-sociales/>

COLINA. Elsa. El agua en el siglo XXI. [En línea]. Ubicado en la URL: [http://www.ruralcat.net/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c00b5185-d228-4d59-9755-f119c6ae5041&groupId=10136](http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=c00b5185-d228-4d59-9755-f119c6ae5041&groupId=10136)

TARINGA. 30 canciones de homero simpsons. [En línea]. Ubicado en la URL: <http://www.taringa.net/posts/humor/14247597/30-canciones-de-Homero-J-Simpson.html->

IMAGUI. Imagen de Homero Simpson. [En línea]. Ubicado en la URL: <http://www.imagui.com/a/dibujo-tina-iyEar5L94-> ACUARELA DE PALABRAS. Compartiendo

LECTURAS. Como cepillarse los dientes paso a paso. [En línea]. Ubicado en la URL: <https://acuarela.wordpress.com/2007/08/10/como-cepillarse-los-dientes-paso-a-paso/>

RURAL CANT. Ubicado en la URL: [http://www.ruralcat.net/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c00b5185-d228-4d59-9778-f119c6ae5041&groupId=10136](http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=c00b5185-d228-4d59-9778-f119c6ae5041&groupId=10136)

MODEL. Decoración de interiores. [En línea]. Ubicado en la URL: [http://www.modeldecoracion.com/urgencias/-](http://www.modeldecoracion.com/urgencias/) <http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/14466289/Ahorra-agua-y-dinero-con-una-botella-de-plastico-en-el-WC.html->

# ANEXOS

**Anexo A. Prediseños Captacion De Fondo, Canaleta De Aduccion, Camara De Recoleccion, Desarenador, Pantalla Deflectora.**

**Pre diseño de captación de fondo**

Pre dimensionamiento de la rejilla

Caudal medio diario = Pf\*DB/86400; (4)

$Q_{md} = (600*200)/86400 = 1.39 \text{ lts/s}$

Caudal de diseño: = 1.1  $Q_{md} = 0.00164 \text{ m}^3/\text{s}$  (7)

Caudal mínimo = 3.5 lts/s

Ancho de la garganta  $W = 3.21 \text{ m}$  (8)

$q \text{ Unitario} = Q_{min}/w = 0.0010953 \text{ m}^3 / \text{seg.m}$  (9)

Ancho mínimo de la rejilla:  $B = Q_{diseño}/q \text{ unitario} = 1.50458 \text{ m}$  (10)

Asumimos un valor de 1.50 m para el ancho de la rejilla.

De esta forma se tiene:

$Q_1 = q \text{ Unitario} * B = 0.00171 \text{ m}^3 / \text{s}$

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (11)$$

$Y_c = 0.02 \text{ m}$

$E_{min} = 1.5 * Y_c$  (12)

$E_{min} = 0.03 \text{ m}$

$$V_c = \sqrt[2]{g * Y_c} \quad (13)$$

$V_c = 0.443 \text{ m/s}$ .

Como el valor de la Lámina Y1 tiene prácticamente el mismo valor que la altura crítica Yc, el valor de Y1 se puede asumir un poco menor al de Yc. Asumimos un valor inicial para Y1= 0.018 m.

$$V_1 = \frac{Q_1}{B * Y_1} \quad (14)$$

$$V_1 = 0.0607 \text{ m/s}$$

$$E_1 = Y_1 + \frac{V_1^2}{2 * g} \quad (15)$$

$$E_1 = 0.020 \text{ m}$$

$$\frac{Y_1}{E_1} \quad (16)$$

$$Y_1/E_1 = 0.9$$

Como el dato de Y1/E1 coincide con el valor del dato supuesto de Y1, por lo tanto el valor de

$$Y_1 = 0.018 \text{ m.}$$

El caudal que no penetra en la rejilla será:

$$Q_2 = Q_1 - Q_d = 0.0000715 \text{ m}^3 / \text{s.}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación

$$Q_2 = B * Y_2 * \sqrt{[2g * (E_{\min} - Y_2)]} \quad (17)$$

Despejando Y2, tomamos ya que al despejar el valor es muy pequeño y para garantizar la construcción con varillas comerciales tenemos que:

$$Y_2 = 0.03 \text{ m}$$

Construyendo la rejilla con varillas de 3/4", (b= 0.0191m) y separación (a) de 0.03 m se obtiene.

$$B = n * a + (n - 1) * b$$

$$1.5 = 0.03 * n + 0.0191 * n - 0.0191$$

$$n = 31 \text{ orificios}$$

$$e = a * n/B = 0.62$$

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$L_r = \frac{E}{e * C} \left( \frac{Y_1}{E} * \sqrt{1 - \frac{Y_1}{E}} - \frac{Y_2}{E} * \sqrt{1 - \frac{Y_2}{E}} \right) \quad (18)$$

$$L_r = 0.80 \text{ m}$$

**Diseño de la Canaleta de Aducción:**

$$hc = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g * m^2}} \quad (19)$$

$$hc = 0.052 \text{ m.}$$

$$Vc = \sqrt{g * hc} \quad (13)$$

$$Vc = 0.71 \text{ m/s.}$$

La altura de la canaleta al final de la canaleta será:

$$h_2 = 1.1 * hc \quad (20)$$

$$h_2 = 0.057 \text{ m.}$$

La altura de la lámina de agua al comienzo de la canaleta será:

$$h_0 = \sqrt{\frac{2hc^3}{h_2} + \left( hc - \frac{i * l}{3} \right)^2} - \frac{2i * l}{3} \quad (21)$$

$$h_0 = 0.062 \text{ m.}$$



$$V_0 = \frac{Q}{m * h_0} \quad (22)$$

$$V_0 = 0.14 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{Q}{m * h_2} \quad (23)$$

$$V_2 = 0.153 \text{ m/s}$$

$$V_2 < V_c \quad (24)$$

$$BL = 0.24 \text{ m.}$$

$$H1 = h_0 + BL = 0.062 + 0.24 = 0.30 \text{ m.}$$

Ancho de la garganta 3.21 m

Ancho de la rejilla 1.50 m

Largo de la rejilla 0.80 m

Número de varillas de d=3/4" 31

### **Cámara de Recolección**

$$X_s = 0.36V_e^{\frac{2}{3}} + 0.60h_c^{\frac{4}{7}} \quad (25)$$

$$X_s = 0.21$$

$$X_i = 0.188V_e^{\frac{4}{7}} + 0.74h_e^{\frac{3}{4}} \quad (26)$$

$$X_i = 0.15$$

$$B \text{ cámara} = X_s + 0.30$$

$$B \text{ cámara} = 0.51 \text{ m}$$

**Pre diseño del desarenador.** A continuación se describe:

**Velocidad de Sedimentación.** Se calcula en función de la temperatura del agua y el peso específico de la partícula. Se estima y utilizando la ecuación de Stokes:

$$V_s = \left( \frac{g}{18} \right) * \left( \frac{P_s - P}{\mu} \right) * d^2 \quad (27)$$

Dónde:

$V_s$  = velocidad de sedimentación en cm/seg.

$g$  = gravedad = 981 cm/s<sup>2</sup>.

$P_s$  = peso específico de la arena = 2.65

$P$  = peso específico del agua = 1 ton/m<sup>3</sup>

$d$  = diámetro de la partícula que se va a sedimentar: 0.05 mm, asumiendo partículas de arena muy finas.

$\mu$  = Viscosidad cinemática (cm<sup>2</sup>/s)

$T$  = Temperatura mínima 18 °C

El desarenador deberá sedimentar el 87.5 % de partículas de diámetro 0.05 mm.

$$\mu_T = \frac{0.436}{23.3 + T^\circ} = \frac{0.436}{23.3 + 18} \quad (28)$$

$\mu_t$  = 0.0156 cm/s.

$V_s = (981/18) * (2.65 - 1 / (0.0156 \text{ cm}^2/\text{seg})) * (0.005 \text{ cm})^2$

$V_s = 0.1441 \text{ cm/s.}$

Para el tiempo de retención: se toma el valor de la relación  $a / t_s$  para un porcentaje de remoción del 87.5 % y una condición de buenos baffles.

$h = 1.50 \text{ m}$  Profundidad efectiva asumida según el RAS 2000, capítulo B.4.4.6.4

$t = h/V_s$

$t = 150 \text{ cm} / 0.1441 \text{ cm/s.}$

$t = 1040.94 \text{ seg.}$

Para la condición con buenos baffles:

$$a/t = 2.75; a = 2.75 * 1049.94 \text{seg} = 2862.58 \text{seg} = 0.8 \text{ horas (29)}$$

**Cuadro 43. Valores de a/ts**

| CONDICIONES        | % DE REMOCIÓN |      |       |
|--------------------|---------------|------|-------|
|                    | 50%           | 75%  | 87.5% |
| Máximo teórico     | 0,5           | 0,75 | 0,87  |
| Excelentes baffles | 0,72          | 1,53 | 2,37  |
| Buenos baffles     | 0,76          | 1,66 | 2,75  |
| Sin baffles        | 1             | 3    | 7     |

Fuente: Autor del proyecto

El caudal que el desarenador debe procesar es:

$$Q \text{ diseño} = 1.1 \text{ QMD} = 18 \text{ lts/s. (30)}$$

**Capacidad del desarenador:**

$$C = Q \text{ diseño} * a = 18 * 2862.58 = 40.73 \text{ m}^3 \text{(31)}$$

**Área del desarenador:**

$$A = C / H = 27.14 \text{ m}^2. \text{ (32)}$$

Dimensionamiento de la zona de sedimentación, utilizando un rango de  $4b \geq L \geq 3b$ .

Se asume:  $L = 3b$

$$A = L * b$$

$$b = 1.97 \text{ m} \approx 2 \text{ m.}$$

Por lo tanto  $L = 4 \text{ m}$

Velocidad Horizontal

$$VH = Q / (h * b) = 0.37 \text{ cm / s (33)}$$

La velocidad horizontal calculada es de 0.37 cm/s y la velocidad de sedimentación es de 0.1441 cm/s, luego la velocidad horizontal es menor de 20 veces la velocidad de sedimentación ( $0.98 \text{ cm/s} < 2.882 \text{ cm/s}$ ), es decir se cumple con este parámetro.

Carga superficial (Cs). Debe ser menor o igual que la velocidad de sedimentación.

$$Cs = Q/A \text{ (34)}$$

$$Cs = 0.00164/27.14 = 0.0000604 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{s} = 5.22 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d} = 0.00135 \text{ cm/s}$$

Cumple con este parámetro.

Largo  $L= 4 \text{ m}$ .

Ancho  $B= 2 \text{ m}$ .

Altura  $H=1.80 \text{ m}$ .

Velocidad de sedimentación  $Vs= 0.1441 \text{ cm/s}$ .

Velocidad horizontal  $VH= 0.37 \text{ cm/s}$ .

Carga superficial  $Cs=0.00135 \text{ cm/s}$ .

Tiempo de retención  $a= 0.8 \text{ horas}$ .

### **Diseño de la Pantalla Deflectora**

Velocidad admisible a través del orificio  $\leq 0.20 \text{ m/s}$

$$V = Q / A_e$$

$$A_e = 0.28 \text{ m}^2$$

Se asumen dimensiones de los orificios  $D = 2 \text{ cm}$ .

$$A.\text{orif.} = (\pi/4 * D^2) = 0.00314 \text{ m}^2(35)$$

$$\text{No. de Orificios} = A_e / A.\text{ orif} = 141.88 = 90 \text{ orificios.}$$

La pantalla deflectora debe tener 90 orificios distribuidos uniformemente. Para esto sus dimensiones deben ser: de  $2.3 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$ .

Diámetro de los orificios  $D= 2 \text{ cm}$

Número de orificios 90

Largo de la pantalla  $2.3 \text{ m}$

Altura de la pantalla  $50 \text{ m}$

**Capacidad del Sistema de Aducción.** Evaluando por la ecuación de Manning, para tubería circular, tenemos:

$n = 0.009$  para tubería de pvc

$S = 0.02$  m/m.

$d = 4'' = 0.1016$  m

$$Q = \frac{0.3117 * d^{8/3} * S^{1/2}}{n} \quad (36)$$

$Q = 0.01122$  m<sup>3</sup>/s

### **Análisis de la Capacidad de Aducción Captación – Desarenador**

$Q_{\text{diseño}} = 1.10 \text{ QMD} = 0.016006$  m<sup>3</sup> / s

$V_{\text{mín}} = 0.45$  m / s

$V_{\text{máx}} = 10$  m / s

Teniendo la diferencia de cotas y la longitud del tramo se calcula la pendiente hidráulica disponible.

$S = (2.53\text{m}) / 50.61\text{m}$ ,  $S = 0.05$  m/m.

$n = 0.009$  para tubería de pvc

$$d = 1.5483 * \left( \frac{n * Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8} \quad (37)$$

$d = 0.0985$  m

Se toma el diámetro comercial = 4'' = 0.1016m.

Con el diámetro real, se calculan las pérdidas, utilizando la misma ecuación.

$S = 0.0423$ .

Se determina la velocidad.

$$Q_{\text{lleno}} = 0.312 \frac{d^{8/3} S^{1/2}}{n} = 0.016 \text{ m}^3 / \text{s} \quad (38)$$

$$A_{lleno} = \frac{\pi * d^2}{4} = 0.00811 \text{ m}^2 \quad (39)$$

$$V_{lleno} = \frac{Q_{lleno}}{A_{lleno}} = \frac{0.016 \text{ m}^3 / \text{s}}{0.00811 \text{ m}^2} = 1.976 \text{ m} / \text{s} \quad (40)$$

$$\frac{Q_{diseño}}{A_{lleno}} = \frac{0.016006 \text{ m}^3 / \text{s}}{0.016 \text{ m}^2} = 1.0 \quad (41)$$

$$\frac{V_r}{V_{lleno}} = 1.0$$

$$V_r = 1.0 * V_{lleno} = 1.0 * 1.976 \text{ m} / \text{s} = 1.976 \text{ m} / \text{s} \quad (42)$$

#### **Análisis de las condiciones actuales del desarenador.**

$$\text{Volumen} = 1.18 * 6.00 * 1.70 = 43.25 \text{ m}^3$$

El número de Hazen para deflectores deficientes con un porcentaje de remoción del 87.5 %:  
 $a/t = 7$

El volumen del tanque es:

$$V = a * Q, \text{ donde } a = \text{periodo de retención hidráulica, } Q = \text{caudal}$$

El tiempo de sedimentación es:

$t = H/V_s$ , donde  $H$ =profundidad útil de sedimentación,  $V_s$ =velocidad de sedimentación de las partículas.(43)

El área superficial es:

$$A_s = L * B = 6.0 * 1.20 = 7.2 \text{ m}^2 \quad (44)$$

Entonces la velocidad de sedimentación también se puede calcular así:

$$V_s = (7 \cdot Q) / A_s = (7 \cdot 0.0174) / 7.2 = 0.0170 \text{ m/s (45)}$$

$$T = H / V_s = 1.8 / 0.0170 = 105.90 \text{ s} = 0.029 \text{ horas}$$

$$a = 7 \cdot t = 7 \cdot 0.029 = 0.203 \text{ horas}$$

No está dentro del rango 0.4 – 4 horas, por lo tanto no cumple el periodo de retención hidráulico.

La longitud del desarenador debe ser cuatro veces la base o diez veces la altura.

$$L = 4 \cdot B = 4 \cdot 1.2 = 4.8 \text{ metros, no cumple la dimensión.}$$

$$L = 10 \cdot H = 10 \cdot 1.80 = 18 \text{ metros, no cumple.}$$

Las dimensiones no cumplen para que el desarenador efectúe su función, el desarenador podrá sedimentar partículas de diámetro de 0.114 mm y debe estar diseñado para partículas con diámetro de 0.05 mm.

$C = 150$ , Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams para tubería de PVC Para el primer tramo donde cambia la pendiente inmediatamente después del desarenador:

$$J = (1415.47 \text{ m} - 1414.83 \text{ m}) / 39.84 = 0.016$$

$J = 0.016 \text{ m/m}$ , Pérdidas de carga unitaria (m/m de conducción)

$$d = 4'' = 0.1016 \text{ m, Diámetro interno de la tubería}$$

$$Q = 0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot J^{0.54}, \text{ Caudal (m}^3/\text{s)}$$

$$Q = 0.01094 \text{ m}^3/\text{s}$$

### **Análisis de la Capacidad de la Conducción Desarenador – Planta de Tratamiento**

$$Q_{\text{diseño}} = 1.10 \text{ QMD} = 0.016006 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\text{mín}} = 0.45 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{máx}} = 10 \text{ m/s}$$

$C = 150$ , Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams para tubería de PVC

$J = 0.15 \text{ m/m}$ , Pérdidas de carga unitaria (m/m de conducción)

$$Q = 0.2785 * C * D^{2.63} * J^{0.54}, \text{ Caudal (m}^3/\text{s)}$$

$$D = 0.07414 \text{ m}$$

Se toma el diámetro comercial = 4" = 0.1016m.

Con el diámetro real, se calculan las pérdidas, utilizando la misma ecuación.

$$J = 0.0323 \text{ m/m.}$$

Se determina la velocidad con la ecuación de continuidad.

$$Q = A * V \quad (46)$$

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} = 0.0081 \text{ m}^2 \quad (47)$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.016006 \text{ m}^3 / \text{s}}{0.0081 \text{ m}^2} \quad (48)$$

$$V = 1.97 \text{ m/s}$$

### **Evaluación de la capacidad de los tanques en uso.**

Caudal máximo diario actual = 13 lts/s

Caudal medio diario = 11 lts/s

Horas de inoperancia = 0 horas

% de inoperancia = 15 %

$$V = 1/3(QMD) * 86.4 + 0 * qmd * 86.4$$

$$V = 1/3(13) * 86.4 + 0 * 34.45 * 86.4$$

$$V = 374.5 \text{ m}^3$$

Actualmente el tanque de almacenamiento no cumple con la capacidad que se requiere, la capacidad actual es de 541.39 m<sup>3</sup>, y la requerida es de 374.5 m<sup>3</sup>.

### **Evaluación de la capacidad del tanque para el horizonte de diseño, con operación continúa.**



Caudal máximo diario actual = 14.5 lts/s

$$V = 1/3(QMD)*86.4$$

$$V = 1/3(14.5)*86.4$$

$$V = 418 \text{ m}^3.$$

La capacidad requerida en el horizonte de diseño es mayor que la capacidad actual de los tanques existentes.

**Vida Útil De Los Tanque.** Teniendo en cuenta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS-2000), la capacidad de regulación para tanques de almacenamiento donde se prevé discontinuidad en la alimentación del tanque debe ser igual o mayor a 1/2 del volumen distribuido a la zona que va a ser abastecida en el día de máximo consumo, en nivel de complejidad Bajo.

$$V \text{ requerido} = 1/3 * QMD * 86400 \text{ s} \quad (49)$$

$$Qmd = \frac{(Po * (1+r)^n * DotacionBruta)}{86400s / dia} \quad (4)$$

$$QMD = K1 * Q.m.d.$$

Luego,

Po = Población del año 2005 (392 habitantes).

r = Tasa de crecimiento (2 %).

n = Número de años.

Dotación bruta = 150 l/hab.día.

K1 = 1.3.

V requerido. = Capacidad actual del tanque V. actual = 374.5 m<sup>3</sup>.

Despejando se obtiene: **n = 16.80 años.**

### **Análisis de tiempos por tramos**

**Análisis de resultados se muestran a continuacion .** En los siguientes cuadros, se confirman los tiempos promedios obtenidos al soltar el flotador, (bola de icopor).

**Cuadro 44. Tramo 1-3 B.**

| Tramo 1-3      | Tiempos (Seg) |      |      |      |      | Promedio |
|----------------|---------------|------|------|------|------|----------|
| Bola de icopor | 2,95          | 2,63 | 2,65 | 2,59 | 2,45 | 2,654    |

Fuente: Autor del proyecto

Tiempo promedio = 2.65 seg

**Cuadro 45. Cálculo de área promedio tramo 1-3 B**

| Sección  | Área m <sup>2</sup> |
|----------|---------------------|
| 1        | 0,022               |
| 2        | 0,0125              |
| 3        | 0,0168              |
| Promedio | 0,0171              |

Fuente: Autor del proyecto

Longitud = 1 m

$$Q = V_{\text{sup}} * A$$

$$V_{\text{sup}} = \text{longitud} / \text{tiempo} = 1 / 2.65 = 0.377 \text{ m/s}$$

$$V_m = 0.85 * V_{\text{sup}} = 0.85 * 0.377 = 0.320 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = 0.320 \text{ m/s} * 0.0171 \text{ m}^2 = 0.00547 \text{ m}^3/\text{s} = 5.4 \text{ lts/s}$$

**Cuadro 46. Tramo 2-4 B.**

| Tramo 1-3      | Tiempos (Seg) |      |      |      |      | Promedio |
|----------------|---------------|------|------|------|------|----------|
| Bola de icopor | 2,33          | 2,45 | 2,53 | 2,55 | 2,76 | 2,524    |

Fuente: Autor del proyecto

Tiempo promedio = 2.52 seg

**Cuadro 47. Cálculo de área promedio tramo 2-4 B**

| Sección  | Área m <sup>2</sup> |
|----------|---------------------|
| 1        | 0,0268              |
| 2        | 0,0289              |
| 3        | 0,0301              |
| Promedio | 0,0286              |

Fuente: Autor del proyecto

Longitud = 1 m

$$Q = V_{\text{sup}} * A$$

$$V_{\text{sup}} = \text{longitud} / \text{tiempo} = 1 / 2.52 = 0.397 \text{ m/s}$$

$$V_m = 0.85 * V_{\text{sup}} = 0.85 * 0.397 = 0.322 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = 0.322 \text{ m/s} * 0.0286 \text{ m}^2 = 0.00920 \text{ m}^3/\text{s} = 9.2 \text{ lts/s}$$

**Cuadro 48. Tramo 3-5 B.**

| Tramo 1-3      | Tiempos (Seg) |      |      |      |      | Promedio |
|----------------|---------------|------|------|------|------|----------|
| Bola de icopor | 3.26          | 4.01 | 3.59 | 4.05 | 4.25 | 3.832    |

Fuente: Autor del proyecto

Tiempo promedio = 3.83 seg

**Cuadro 49. Cálculo de área promedio tramo 3-5 B**

| Sección  | Área m <sup>2</sup> |
|----------|---------------------|
| 1        | 0,0315              |
| 2        | 0,0389              |
| 3        | 0,0429              |
| Promedio | 0,0480              |

Fuente: Autor del proyecto

Longitud = 1 m

$$Q = V_{\text{sup}} * A$$

$$V_{\text{sup}} = \text{longitud} / \text{tiempo} = 1 / 3.83 = 0.261 \text{ m/s}$$

$$V_m = 0.85 * V_{\text{sup}} = 0.85 * 0.261 = 0.223 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = 0.222 \text{ m/s} * 0.0480 \text{ m}^2 = 0.00106 \text{ m}^3/\text{s} = 10.65 \text{ lts/s}$$

**Cuadro 50. Tramo 1-5 B.**

| Tramo 1-3      | Tiempos (Seg) |     |      |      |      | Promedio |
|----------------|---------------|-----|------|------|------|----------|
| Bola de icopor | 3.88          | 4.0 | 3.90 | 3.95 | 4.03 | 3.952    |

Fuente: Autor del proyecto

Tiempo promedio = 3.95 seg

**Cuadro 51. Cálculo de área promedio tramo 1-5 B**

| Sección  | Área m <sup>2</sup> |
|----------|---------------------|
| 1        | 0,0365              |
| 2        | 0,0459              |
| 3        | 0,0409              |
| Promedio | 0,0411              |

Fuente: Autor del proyecto

Longitud = 1 m

$$Q = V_{\text{sup}} * A$$

$$V_{\text{sup}} = \text{longitud} / \text{tiempo} = 1 / 3.95 = 0.253 \text{ m/s}$$

$$V_m = 0.85 * V_{\text{sup}} = 0.85 * 0.253 = 0.215 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = 0.215 \text{ m/s} * 0.0411 \text{ m}^2 = 0.00844 \text{ m}^3/\text{s} = 8.45 \text{ lts/s}$$

**Cuadro 52. Tramo 1-4 B.**

| Tramo 1-3      | Tiempos (Seg) |      |       |       |       | Promedio |
|----------------|---------------|------|-------|-------|-------|----------|
| Bola de icopor | 10.22         | 9.58 | 10.49 | 11.10 | 11.45 | 10.568   |

Fuente: Autor del proyecto

Tiempo promedio = 10.56 seg

**Cuadro 53. Cálculo de área promedio tramo 1-4 B**

| Sección  | Área m <sup>2</sup> |
|----------|---------------------|
| 1        | 0,0404              |
| 2        | 0,0489              |
| 3        | 0,0415              |
| Promedio | 0,0436              |

Fuente: Autor del proyecto

Longitud = 1 m

$$Q = V_{\text{sup}} * A$$

$$V_{\text{sup}} = \text{longitud} / \text{tiempo} = 1 / 10.56 = 0.0946 \text{ m/s}$$

$$V_m = 0.85 * V_{\text{sup}} = 0.85 * 0.0946 = 0.0805 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = 0.0805 \text{ m/s} * 0.0436 \text{ m}^2 = 0.00350 \text{ m}^3/\text{s} = 3.50 \text{ lts/s.}$$

**Caudal promedio.** El caudal promedio obtenido de los tramos en estudio en la fuente abastecedora Quebrada La Toma, se calcula a continuación:

**Cuadro 54. Caudal B**

| <b>Caudal Lts/seg</b> |             |
|-----------------------|-------------|
| <b>Q1</b>             | 5,4         |
| <b>Q2</b>             | 9,2         |
| <b>Q3</b>             | 10,65       |
| <b>Q4</b>             | 8,45        |
| <b>Q5</b>             | 3,5         |
| <b>Q Promedio</b>     | <b>7,44</b> |

Fuente: Autor del proyecto

**Anexo B. Manual de funciones empresa comunitaria ACOSMI del acueducto del municipio de río de oro Cesar.**

**DENOMINACIÓN DEL CARGO**

**Nombre del cargo: Gerente o Administrador**

**Área: Administrativa**

**Jefe inmediato: Junta directiva.**

**II. FUNCIÓN BÁSICA**

Este cargo se relaciona con la dirección general de la Administración de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios. De formulación de políticas y de inducción de planes y programas de acuerdo a los lineamientos de la Junta Directiva; ordenador de gastos y representante legal de la Sociedad.

**III. FUNCIONES ESPECÍFICAS**

- Dirigir coordinar y controlar el cumplimiento de los programas que corresponden a la Unidad, de acuerdo con los lineamientos de la Junta Directiva.
- Suministrar a la Junta Directiva los informes y datos que necesiten para el buen desempeño de sus funciones cada vez que se reúna en sesiones ordinarias.
- Ordenar y reconocer los gastos de la Sociedad de acuerdo con las normas legales vigentes y en la forma acordada por la Junta Directiva.
- Planear, dirigir y controlar los programas de integración de los servicios de agua potable y saneamiento básico.
- Implantar y controlar la aplicación de normas y procedimientos para medir la calidad del servicio a la población.
- Dirigir y presentar a la Sociedad en las relaciones con las otras instituciones Municipales, Regionales, Nacionales o Internacionales del área de servicios de agua potable y saneamiento básico que desarrollen objetos similares.
- Proponer a la Junta Directiva los programas y proyectos que aquella deba aprobar para el eficiente y eficaz funcionamiento de la
- Manejar el personal procurando el cumplimiento de los horarios, de las funciones y de los procedimientos: velar por el pago oportuno de las obligaciones salariales del personal.

- Hacer las compras de los materiales que se requieran, garantizar su adecuado almacenamiento, utilización y seguridad.
- Responder por los equipos y demás componentes de la infraestructura sanitaria.
- Establecer los costos reales del servicio y proponer la estructura de tarifas o gestionar la asistencia y asesoría necesarias.
- Facturar y cobrar a todos los usuarios el valor del servicio prestado.
- Determinar los usuarios morosos y aplicar las sanciones respectivas.
- Atender las peticiones, quejas y recursos de los usuarios.
- Elaborar, ejecutar y controlar el presupuesto de ingresos y egresos de la entidad.
- Efectuar la contabilización de los ingresos y egresos.
- Velar por la prestación correcta del servicio en términos de calidad y continuidad.
- Determinar los programas de operación y mantenimiento de la infraestructura sanitaria.
- Cumplir y hacer cumplir las normas tanto internas como las expedidas por entidades del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.
- Presentar los reportes e informes a las entidades de Regulación, Control y Vigilancia y a sus superiores.

#### IV REQUISITOS MÍNIMOS

Haber cursado mínimo una carrera intermedia. En lo posible que sea un profesional de carreras afines a la administración.

#### **I. DENOMINACIÓN DEL CARGO**

**Nombre del cargo: Secretaria**

**Área: Administrativa**

**Jefe inmediato: Gerente o Administrador.**

## II. FUNCIÓN BÁSICA

Es un cargo relacionado con el manejo de archivo, apoyo al administrador y demás funciones tendientes a la buena marcha del área.

## III. FUNCIONES ESPECÍFICAS

- Atender tramitar y responder las peticiones o reclamos y recursos verbales o escritos que presenten los usuarios, los suscriptores o los suscriptores potenciales en relación con los servicios prestados por la unidad.
- Tomar y transcribir a máquina o procesador los oficios y documentos enviados por sus superiores.
- Recibir la correspondencia radicarla y contestarla con diligencia de acuerdo con las instrucciones de sus superiores.
- Tramitar y repartir sin demora los documentos que entren a las dependencias una vez revisados por su superior.
- Revisar, clasificar y recopilar la información necesaria para el trámite y legalización de los convenios o contratos.
- Mantener en orden y velar por la buena presentación estética de la oficina.
- Llevar controles periódicos sobre consumo de elementos, con el fin de determinar su necesidad real y presentar la solicitud de requerimientos correspondientes.
- Velar por el buen manejo en el suministro de papelería y material de oficina, necesario en el ejercicio de las labores.
- Digitar las actas de Junta Directiva y Asamblea.
- Registrar en el kárdex de almacén la entrada y/o salida de los bienes que lleguen a él y mantenerlo actualizado.
- Elaborar los informes y registrar los movimientos de almacén.
- Cumplir con las demás funciones que se le asignen.
- Elaborar las órdenes de pedido de materiales y demás artículos.
- Efectuar el despacho de los elementos químicos, materiales y equipos, verificando el cumplimiento de los requisitos exigidos.



#### IV REQUISITOS MÍNIMOS

Tener mínimo título de Bachiller y curso básico de informática

#### I. DENOMINACIÓN DEL CARGO

**Nombre del cargo: Fontanero**

**Área: Operativa**

**Jefe inmediato: Gerente o Administrador**

#### II. FUNCIÓN BÁSICA

Es un cargo de nivel operativo, relacionado con las actividades de mantenimiento, limpieza de la infraestructura física de los sistemas de Acueducto y Alcantarillado

#### III. FUNCIONES ESPECÍFICAS

- Realizar la operación y el mantenimiento de las instalaciones y de las redes y estructuras de acueducto y alcantarillado.
- Instalar nuevas acometidas y realizar las reparaciones de los daños que se presenten.
- Realizar la limpieza y el mantenimiento de las estructuras de captación, desarenador, almacenamiento y redes de distribución.
- Responder por las herramientas y materiales que le sean entregados para desarrollar su labor.
- Permanecer atento a cualquier solicitud de su servicio.
- Solicitar oportunamente los elementos que se requiera para la prestación eficiente de su servicio y mantenerlos en buen estado.
- Realizar la lectura de los medidores.
- Hacer entrega de la facturación mensual.
- Cumplir con las demás funciones que se le asignen.

#### IV REQUISITOS MÍNIMOS

Requiere como mínimo conocimientos equivalentes a primaria.

## **I. DENOMINACIÓN DEL CARGO**

**Nombre del cargo: Operador de La Planta**

**Área: Operativa**

**Jefe inmediato: Gerente o Administrador**

## **II. FUNCIÓN BÁSICA**

Es un cargo relacionado con las actividades de carácter operativo de los sistemas e infraestructura del Acueducto y Alcantarillado, desarrolla funciones de asistencia técnica, control y análisis físico- químico del agua y del correcto funcionamiento de la planta de tratamiento.

## **III. FUNCIONES ESPECÍFICAS**

- Ejecutar correctamente la operación de la planta de tratamiento.
- Aplicar las sustancias químicas requeridas para la potabilización del agua. Efectuar las pruebas y análisis de laboratorio para controlar la calidad del agua.
- Ejecutar el mantenimiento de los sedimentadores, filtros y demás componentes de la planta.
- Llevar los registros diarios de: producción de agua, dosificación de sustancias químicas, pruebas de laboratorio, etc.
  
- Responder por los equipos, materiales y demás elementos existentes en la planta de tratamiento.
- Capacitar a los operadores de planta en lo relacionado con tratabilidad, calidad del agua, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento y equipos.
- Solicitar reactivos, equipos, y otros elementos que se requieran para el normal desarrollo del laboratorio.
- Responder por la calidad y oportuna de los trabajos asignados.
- Cumplir con las demás funciones que se le asignen.

#### IV REQUISITOS MÍNIMOS

Requiere como mínimo conocimientos equivalentes a secundaria. En lo posible un profesional o técnico relacionado con manejo de químicos.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> ANONIMO. Ubicado en la URL: [http://galan-santander.gov.co/apc-aa/files/31313063356237643538613161313139/MANUAL\\_DE\\_FUNCIONES\\_Y\\_COMPETENCIAS\\_LABORALES.pdf](http://galan-santander.gov.co/apc-aa/files/31313063356237643538613161313139/MANUAL_DE_FUNCIONES_Y_COMPETENCIAS_LABORALES.pdf)

### **Anexo C. Mensajes radiales**

- El agua es un recurso finito y vulnerable esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. ¡NO LA DESPERDICIES! ¡NO LA CONTAMINES!
- Donde hay agua hay vida, hay hogar, alimento, salud, comodidad para vivir y progresar. ¡CUIDA EL AGUA COMO TU MEJOR TESORO!
- El agua está presente en todo el funcionamiento de nuestro cuerpo, nos protege desde antes del nacimiento en el vientre de nuestra madre. COLABOREMOS EN LA PROTECCIÓN DE LAS CUENCAS PARA QUE ESTA NUNCA FALTE.
- El tratamiento del agua para volverla potable tiene costos por esto debemos usarla para las actividades que requieran de ella teniendo cuidado en utilizarla, sin malgastarla.
- Si deseamos aportar en el mejoramiento de la prestación de los servicios públicos de nuestro municipio es indispensable que conozcamos como funciona la empresa que los ofrece. ¡PARTICIPA ACTIVAMENTE EN LAS ACTIVIDADES QUE ELLA DESARROLLE!
- Los usuarios podemos presentar iniciativas para mejorar la prestación de los servicios públicos a través del Comité de Desarrollo y Control. INFÓRMATE Y PARTICIPA ACTIVAMENTE.
- El agua es sustento de la vida y fuente de bienestar. ¡NO LA CONTAMINES!

## Anexo D. Resultados de análisis físicoquímicos y microbiológicos de agua cruda, agua potable.

Ocaña 8 de Mayo 2014

### RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual

**LUGAR DE MUESTREO:** Quebrada la Toma – Municipio Rio de Oro

**TOMADA POR:** Sr. Andrés Mauricio Carrascal Castro    **HORA:** 11:30 AM

**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 6 Mayo 2014

**SOLICITANTE:** Sr. Andrés Mauricio Carrascal Castro

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

| PARAMETRO           | UNIDAD     | VALOR    | METODO                                  |
|---------------------|------------|----------|-----------------------------------------|
| POTENCIAL DE H      | pH         | 7,94     | Standard Methods 4500 H + B             |
| TURBIEDAD           | UNT        | 0,41     | Standard Methods 2130 B                 |
| COLOR               | UPC        | 10       | Standard Methods 2120 A                 |
| SULFATOS            | mg/L       | 8        | Standard Methods 4500 SO <sub>4</sub> E |
| HIERRO TOTAL        | mg/L       | 0,08     | Standard Methods 3500 Fe B              |
| DUREZA TOTAL        | mg/L       | 98       | Standard Methods 2340 C                 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS | mg/L       | 140      |                                         |
| SOLIDOS FLOTANTES   | mg/L       | Ausentes |                                         |
| NITRITOS            | mg/L       | 0,02     | Standard Methods 4500 NO <sub>2</sub> B |
| CLORUROS            | mg/L       | 3,6      | Standard Methods 4500 F <sup>1</sup>    |
| OXIGENO DISUELTO    | mg/L       | 7,5      | Standard Methods 4500 NO <sub>3</sub> B |
| CONDUCTIVIDAD       | µs/cm      | 222      | Standard Methods 2510 B                 |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100 ml | > 1100   | Filtración por membrana                 |
| COLIFORMES FECALES  | UFC/100 ml | > 1100   | Filtración por membrana                 |
| AEROBIOS MESOFILOS  | UFC/100 ml | > 3600   | Filtración por membrana                 |

**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
Químico

**Fuente: Servianalítica Profesional SAS**



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 8 de Mayo 2014

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Potable

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual

**LUGAR DE MUESTREO:** Red de Distribución

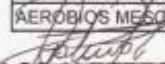
**TOMADA POR:** Sr. Andrés Mauricio Carrascal Castro **HORA:** 11:30 AM

**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 6 Mayo 2014

**SOLICITANTE:** Sr. Andrés Mauricio Carrascal Castro

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

| PARAMETRO           | UNIDAD     | VALOR    | METODO                                  |
|---------------------|------------|----------|-----------------------------------------|
| POTENCIAL DE H      | pH         | 7,88     | Standard Methods 4500 H + B             |
| TURBIEDAD           | UNT        | 0,21     | Standard Methods 2310 B                 |
| COLOR               | UPC        | 1        | Standard Methods 2120 A                 |
| SULFATOS            | mg/L       | 7        | Standard Methods 4500 SO <sub>4</sub> E |
| HIERRO TOTAL        | mg/L       | 0,03     | Standard Methods 3500 Fe B              |
| DUREZA TOTAL        | mg/L       | 101      | Standard Methods 2340 C                 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS | mg/L       | 80       | Standard Methods 2540 D                 |
| SOLIDOS FLOTANTES   | mg/L       | Ausentes | Standard Methods 2540 F                 |
| NITRITOS            | mg/L       | 0,02     | Standard Methods 4500 NO <sub>2</sub> B |
| CLORUROS            | mg/L       | 5,5      | Standard Methods 4500 P                 |
| OXIGENO DISUELTO    | mg/L       | 8,6      | Standard Methods 4500 NO <sub>3</sub> B |
| CONDUCTIVIDAD       | µs/cm      | 228      | Standard Methods 2510 B                 |
| CLORO LIBRE         |            | 0,53     | Standard Methods 4500 Cl F              |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100 ml | 0        | Filtración por membrana                 |
| COLIFORMES FECALES  | UFC/100 ml | 0        | Filtración por membrana                 |
| AERÓBIOS MESÓFILOS  | UFC/100 ml | 8        | Filtración por membrana                 |

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
Químico

ServiAnalitica Profesional SAS  
NIT. 900 476 024 -4  
Calle 12 e No. 3-32 Urb. Lido Miraflores  
Bosque 909-63 78 Cali 313 2298954  
Carrera Norte de Santander

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

Fuente: Servianalitica Profesional SAS



# ServiAnalitica Profesional SAS

NIT. 900 476 024 -4

Ocaña 8 de Mayo 2014

## RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**MATRIZ DE LA MUESTRA:** Agua Cruda

**TIPO DE MUESTRA:** Puntual

**LUGAR DE MUESTREO:** Quebrada la Toma – Municipio Rio de Oro

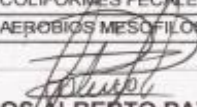
**TOMADA POR:** Sr. Andrés Mauricio Carrascal Castro **HORA:** 11:30 AM

**FECHA TOMA DE MUESTRA:** 6 Mayo 2014

**SOLICITANTE:** Sr. Andrés Mauricio Carrascal Castro

**ANALISIS SOLICITADOS:** Ver tabla

| PARAMETRO           | UNIDAD     | VALOR    | METODO                                  |
|---------------------|------------|----------|-----------------------------------------|
| POTENCIAL DE H      | pH         | 7,94     | Standard Methods 4500 H + B             |
| TURBIEDAD           | UNT        | 0,41     | Standard Methods 2300 B                 |
| COLOR               | UPC        | 10       | Standard Methods 2100 A                 |
| SULFATOS            | mg/L       | 8        | Standard Methods 4500 SO <sub>4</sub> E |
| HIERRO TOTAL        | mg/L       | 0,08     | Standard Methods 3500 Fe B              |
| DUREZA TOTAL        | mg/L       | 98       | Standard Methods 2340 C                 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS | mg/L       | 140      |                                         |
| SOLIDOS FLOTANTES   | mg/L       | Ausentes |                                         |
| NITRITOS            | mg/L       | 0,02     | Standard Methods 4500 NO <sub>2</sub> B |
| CLORUROS            | mg/L       | 3,6      | Standard Methods 4500 P                 |
| OXIGENO DISUELTO    | mg/L       | 7,5      | Standard Methods 4500 NO <sub>3</sub> B |
| CONDUCTIVIDAD       | µs/cm      | 222      | Standard Methods 2500 B                 |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100 ml | > 1100   | Filtracion por membrana                 |
| COLIFORMES FECALES  | UFC/100 ml | > 1100   | Filtracion por membrana                 |
| AEROBIOS MESOFILOS  | UFC/100 ml | > 3600   | Filtracion por membrana                 |

  
**CARLOS ALBERTO PATIÑO P.**  
Químico

ServiAnalitica Profesional SAS  
NIT. 900 476 024 -4  
Calle 12 e No. 9-20 Urb. Las Mercedes  
Teléfono 900 476 024 Cel. 313 208884  
Cra. Norte de Santander

Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas

Fuente: Servianalitica Profesional SAS

Anexo E. Cartilla Didáctica.



**Fuente:** CASAREZ. Eduarda. Programa de ahorro y uso eficiente del agua. [En línea]. Publicado en internet el 16 de septiembre de 2011. Ubicado en la URL: <http://www.imagui.com/a/planeta-tierra-animado-T5ep7zMr8>



# Programa de ahorro y uso eficiente del agua.

Acueducto comunal ACOSMI.



Andrés Mauricio Carrascal Castro.  
Autor del proyecto.

Cristian Osorio Molina.  
Director del proyecto

Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña.  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Civil  
2014



**Fuente:** Autor del proyecto.

## INTRODUCCIÓN.

Programa de ahorro y uso eficiente del agua que busca concienciar la población, implementando una cultura en pro del uso eficiente del agua.

No podemos ser indiferentes al problema de su progresiva escases, por lo que debemos actuar de inmediato.



Preguntémosnos:

¿ Cuanto pagaríamos por el agua si no la  
tuviésemos ?

El agua que desperdiciamos se la estamos  
quitando a algún mas.

Por ello aprendamos mas sobre el agua y  
asumamos la responsabilidad que nos  
toca: cuidarla, Cobrarla, Pagarla o  
legislarla a su favor. Y, desde luego,  
promoviendo por los medios informativos  
una cultura del agua. Solo así  
protegeremos la vida de nuestro planeta.



## Uso Eficiente Del Agua

El uso eficiente del agua se puede entender como aprovechamiento de este recurso, con el mínimo desperdicio y máximo reuso.

Debido a la escases que se presentado en los últimos tiempos en todas las partes del mundo, personas preocupadas por mantener este recurso han desarrollado diversas tectologías que permitan aumentar la eficacia del uso del agua en las actividades diarias de una familia, creando productos que permitan el ahorro del agua.

en un hogar el agua se utiliza 10% cocina, 10% riego, 15% lavado de ropa, 25% regadera y lavado y el 40% en el escusado.



# ACOSMI



Programa cartilla educativa  
Ahorro y uso eficiente del agua.

El agua no es inagotable, si hoy la  
desperdiciamos,  
mañana podría ser demasiado tarde.



Fuente: EXPOKNEWS. Imágenes para promover el cuidado del agua desde las redes sociales. [En línea]. Ubicado en la URL: <http://www.notasdelmedioambiente.com/iimagenes-para-promover-el-cuidado-del-agua-desde-las-redes-sociales/>

## El Agua En El Planeta

El agua es un recurso natural abundante en el planeta pero solo el 3% del agua es dulce. De este pequeño porcentaje la mayoría se encuentra en los polos y no puede ser aprovechada. Así solo el 1% esta disponible para el consumo humano.

El agua es un liquido esencial para cualquier tipo de vida y es ademas indispensable para cualquier actividad humana ( Agricultura, ganadería e Industria, etc.). Por esto debemos cuidarla y hacer un uso razonable de ella.

El agua nos permite vivir adecuadamente ya que es necesaria para:

- Cultivar alimentos
- Alimentarnos
- Aseo personal
- Lavar la ropa
- Mantener limpia nuestra casa
- Lavar y cocinar nuestros alimentos



Fuente: COLINA. Elsa. El agua en el siglo XXI. [En línea]. Ubicado en la URL:  
[http://www.ruralcat.net/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c00b5185-d228-4d59-9755-f119c6ae5041&groupId=10136](http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=c00b5185-d228-4d59-9755-f119c6ae5041&groupId=10136)



## Consejo Para Ahorrar Agua

### -Aseo Personal.

Cerrar las llaves del agua mientras nos rasuramos y enjabonamos.



Es mejor bañarnos en la regadera que en la tina, así ahorramos 7300 litros de agua al año.



Lavarce los dientes solo con un vaso de agua.



**Fuente: TARINGA. 30 canciones de homero simpsons. [En línea]. Ubicado en la URL:** <http://www.taringa.net/posts/humor/14247597/30-canciones-de-Homero-J-Simpson.html>- **IMAGUI.** Imagen de Homero Simpson. [En línea]. Ubicado en la URL: <http://www.imagui.com/a/dibujo-tina-iyEar5L94-> **ACUARELA DE PALABRAS.** Compartiendo lecturas. Como cepillarse los dientes paso a paso. [En línea]. Ubicado en la URL: <https://acuarela.wordpress.com/2007/08/10/como-cepillarse-los-dientes-paso-a-paso/>

## Consejos para ahorrar agua

### En la cocina.

Evitemos lavar los trastes y alimentos bajo el chorro del agua, use recipiente. Haga lo mismo para lavar frutas y verduras.



### Al lavar.

Usar la lavadora y el lavavajillas con carga maxima y reutilizar las aguas grises de la casa ( lavadora, trastos, regadera ) para riego o el inodoro.



## Consejos para ahorrar agua.

### En el jardín.

Regar las plantas y jardines por la tarde o por la noche, solo cuando sea necesario y procurar instalar sistema de riego por goteo.



Lave su vehículo en un establecimiento acreditado por la autoridad ambiental, recuerde que lavar vehículos en vías publicas no esta permitido.



### Cuidados que se deben tener.

Asegurarnos que todas las llaves estén bien cerradas.





## Consejos para ahorrar agua.

Revisar y cambiar los empaques que se encuentren rotos o desgastados.



Instalar en el tanque del sanitario una botella con agua para reducir el volumen de la descarga.



No utilizar el inodoro como basurero o cenicero.



**Anexo F. Plan De Inversion Para El Programa De Ahorro Y Uso Eficiente Del Agua El Acueducto Comunal Del Barrio San Miguel “ACOSMI” Del Municipio De Río De Oro Cesar.**

| Plan De Inversión Para El Programa De Ahorro Y Uso Eficiente Del Agua En El Acueducto Comunal Del Barrio San Miguel ACOSMI                       |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|
| Inversión En Infraestructura Del Sistema De Acueducto Comunal Y El Mejoramiento De Los Elementos De La Captación De Fondo                        |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |
| Descripción                                                                                                                                      | Actividad                                                                                                                                                             | UND                                                                                                                                             | \$           | V/<br>Inversión   |
| Mejoramiento aducción bocatoma desarenador.                                                                                                      | Mejoramiento de la estructura de captación y de llegado al Desarenador.                                                                                               | 1 GBL                                                                                                                                           | 900.000      | 900.000           |
| Mejoramiento aducción desarenador planta de tratamiento.                                                                                         | Mejoramiento y mantenimiento de las estructuras de captacion existentes en la cordillera.                                                                             | 1 GBL                                                                                                                                           | 2.950.000    | 2.950.000         |
| Mejoramiento sistema tubería de transporte desde la bocatoma a la planta de tratamiento.                                                         | Cambio en algunos tramos de la tubería para mejorar el transporte y reducir las perdidas.                                                                             | 1 GBL                                                                                                                                           | 2.000.000    | 2.000.000         |
| Optimización Del Desarenador.                                                                                                                    | Rediseño del desarenador                                                                                                                                              | 1 GBL                                                                                                                                           | 1.600.000    | 1.600.000         |
| Construcción de un segundo tanque de almacenamiento.                                                                                             | Realizacion de un nuevo tanque de almacenamiento para soportar la demanda de usuarios en la proyeccion de diseño.                                                     | 1 GBL                                                                                                                                           | 6.100.000    | 6.100.000         |
|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 | <b>Total</b> | <b>13.550.000</b> |
| Indicadores                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |
| <b>Indicador 1.</b> Funcionamiento aduccion bocatoma desarenador no es la adecuada.                                                              |                                                                                                                                                                       | <b>Indicador 3.</b> Es necesario el cambio en algunos tramos de la tubería de transporte para evitar las perdidas.                              |              |                   |
| <b>Indicador 2.</b> Funcionamiento aducción desarenador planta tratamiento no es optima.                                                         |                                                                                                                                                                       | <b>Indicador 4.</b> En proyección del horizonte de diseño se hace necesario construir un nuevo tanque de almacenamiento para suplir la demanda. |              |                   |
| Inversión Programa De Macro medición                                                                                                             |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |
| Descripción                                                                                                                                      | Actividad                                                                                                                                                             | UND                                                                                                                                             | \$           | V/<br>Inversión   |
| Instalación medidores volumétricos.                                                                                                              | Se hace necesario tener un registro de macro medición que permita contabilizar las perdidas presentadas en el sistema.                                                | 1 GBL                                                                                                                                           | 4.500.000    | 4.500.000         |
| Instalación accesorios para medidores.                                                                                                           |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |
|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 | <b>Total</b> | <b>4.500.000</b>  |
| Indicador                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |
| Indicador 1. Es de obligatoriedad de que la empresa comunitaria acosmi tenga un sistema de macro medición para controlar perdidas en el sistema. |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |
| Inversión Programa De Micro medición                                                                                                             |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |
| Descripción                                                                                                                                      | Actividad                                                                                                                                                             | UND                                                                                                                                             | \$           | V/<br>Inversión   |
| Instalación medidores volumétricos                                                                                                               | Se hace necesario tener un registro de micro medición que permita contabilizar el consumo generado por los usuarios en el sistema. para los usuarios que no lo tengan | 1 GBL                                                                                                                                           | 200.000      | 200.000           |
| Instalación accesorios para medidores                                                                                                            |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |
|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 | <b>Total</b> | <b>200.000</b>    |
| Indicador                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |              |                   |

| <b>Indicador 1. Es Necesario Instalar Los Medidores En Las Viviendas Que Aun No Lo Tiene Para garantizar Y Prestar Un Buen Servicio y Contabilizar El Consumo Generado Por Cada Uno De Ellos.</b>                                      |                                                                            |                                                                                                                                                   |              |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|
| <b>Inversión Programa Educación Comunitaria</b>                                                                                                                                                                                        |                                                                            |                                                                                                                                                   |              |                         |
| <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>Actividad</b>                                                           | <b>UND</b>                                                                                                                                        | <b>\$</b>    | <b>V/<br/>Inversión</b> |
| Campañas Educativas Radiales                                                                                                                                                                                                           | Concientización De Ahorro Sobre El Recurso Hídrico                         | 1 GBL                                                                                                                                             | 800.000      | 800.000                 |
| Diseño Cartilla Didáctica                                                                                                                                                                                                              | Visualización De La Cultura Del Agua                                       | 1 GBL                                                                                                                                             | 1.000.000    | 1.000.000               |
| Socialización cartilla didáctica.                                                                                                                                                                                                      | Incentivar a la población a cuidar y no contaminar los recursos naturales. | 1 GBL                                                                                                                                             | 350.000      | 350.000                 |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                            |                                                                                                                                                   | <b>Total</b> | <b>2.150.000</b>        |
| <b>Indicadores</b>                                                                                                                                                                                                                     |                                                                            |                                                                                                                                                   |              |                         |
| <b>Indicador 1.</b> La indiferencia acerca de la cultura del ahorro del agua.                                                                                                                                                          |                                                                            | <b>Indicador 2.</b> Se logra concientizar a la población por medio de figuras didácticas que amplían la mente y mejoran la captación del mensaje. |              |                         |
| <b>Indicador 3.</b> Estimular a la población a ahorrar agua por medio de juntas, visitas a los colegios y las viviendas. y habalndoles del tema de PUEA.                                                                               |                                                                            |                                                                                                                                                   |              |                         |
| <b>Inversión Programa Encuesta de Satisfacción Del Servicio</b>                                                                                                                                                                        |                                                                            |                                                                                                                                                   |              |                         |
| <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>Actividad</b>                                                           | <b>UND</b>                                                                                                                                        | <b>\$</b>    | <b>V/<br/>Inversión</b> |
| Encuesta de satisfacción usuarios.                                                                                                                                                                                                     | Encuestar a un gran porcentaje de los usuarios del sistema.                | 1 GBL                                                                                                                                             | 200.000      | 200.000                 |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                            |                                                                                                                                                   | <b>Total</b> | <b>200.000</b>          |
| <b>Indicador 1.</b> Es de vital importancia por parte de la empresa comunitaria acosmi tener un registro de satisfacción de servicio que se les presta a los usuarios y ver si en realidad se están cumpliendo los objetivos trazados. |                                                                            |                                                                                                                                                   |              |                         |
| <b>Inversión Programa Servicio De Oficina De P.Q.R.</b>                                                                                                                                                                                |                                                                            |                                                                                                                                                   |              |                         |
| <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>Actividad</b>                                                           | <b>UND</b>                                                                                                                                        | <b>\$</b>    | <b>V/<br/>Inversión</b> |
| Adecuación oficina P.Q.R.                                                                                                                                                                                                              | Poner en funcionamiento la oficina de P.Q.R                                | 1 GBL                                                                                                                                             | 1.000.000    | 1.000.000               |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                            |                                                                                                                                                   | <b>Total</b> | <b>1.000.000</b>        |
| <b>Indicador 1.</b> Es necesario tener un citio donde se escuchen y se atiendan los requerimientos de los usuarios por parte de la empresa prestadora del servicio ACOSMI.                                                             |                                                                            |                                                                                                                                                   |              |                         |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                            |                                                                                                                                                   |              | <b>21.600.000</b>       |
| <b>Costo De Las Actividades En El Plan De Inversión</b>                                                                                                                                                                                |                                                                            |                                                                                                                                                   |              | <b>2.160.000</b>        |
| A.I.U 10%                                                                                                                                                                                                                              |                                                                            |                                                                                                                                                   |              | <b>345.600</b>          |
| I.V.A 16%                                                                                                                                                                                                                              |                                                                            |                                                                                                                                                   |              | <b>345.600</b>          |
| <b>Costo Total De Las Actividades En El Plan De Inversión ( Veinte Cuatro Millones Ciento Cinco Mil Setecientos Pesos )</b>                                                                                                            |                                                                            |                                                                                                                                                   |              | <b>24.105.600</b>       |

**Fuente:** Autor del proyecto.

## Anexo G. Cronograma De Actividades

| Cronograma De Actividades Para El Programa De horro Y Uso Eficiente Del Agua En El Acueducto Comunal Del Barrio San Miguel A COSMI                                     |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Inversión En Infraestructura Del Sistema De Acueducto - Mejoramiento De Los Elementos De La Captación De Fondo                                                         |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Cronograma De Actividades                                                                                                                                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Años                                                                                                                                                                   | Año 2015 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Año 2016 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Año 2017 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                                                                                                                                        | E        | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | E        | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | E        | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Mejoramiento de la estructura de captación y de llegada al Desarenador.                                                                                                |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Mejoramiento y mantenimiento de las estructuras de captacion existentes en la cordillera.                                                                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Cambio en algunos tramos de la tubería para mejorar el transporte y reducir las pérdidas.                                                                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Rediseño del desarenador                                                                                                                                               |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Realización de un nuevo tanque de almacenamiento para soportar la demanda de usuarios en la proyeccion de diseño.                                                      |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Inversión Programa De Macro medición</b>                                                                                                                            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Se hace necesario tener un registro de macro medición que permita contabilizar las pérdidas presentadas en el sistema.                                                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Inversión Programa De Micro medición</b>                                                                                                                            |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Se hace necesario tener un registro de micro medición que permita contabilizar el consumo generado por los usuarios en el sistema. para los usuarios que no lo tengan. |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Inversión Programa Educación Comunitaria</b>                                                                                                                        |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Concientización de ahorro sobre el recurso hídrico.                                                                                                                    |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Visualización de la cultura del agua.                                                                                                                                  |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Incentivar a la poblacion a cuidar y no contaminar los recursos naturales.                                                                                             |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Inversión Programa Encuesta de Satisfacción Del Servicio</b>                                                                                                        |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Encuestar un gran porcentaje de los usuarios del sistema.                                                                                                              |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>Inversión Programa Servicio De Oficina De P.Q.R.</b>                                                                                                                |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Poner en funcionamiento la oficina de P.Q.R.                                                                                                                           |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Anexo H. Certificación de la entrega del proyecto PUEA del acueducto cumunal ACOSMI.**



*JUNTA DE ACCION COMUNAL DEL BARRIO SAN MIGUEL I ETAPA  
ACUEDUCTO COMUNITARIO "ACOSMI"  
NIT: 900.101.875-6*

## CERTIFICADO

CERTIFICAMOS QUE

**ANDRES MAURICIO CARRASCAL CASTRO**

El Acueducto comunal del Barrio San Miguel ACOSMI del municipio de Rio de Oro Cesar certifica que el señor Andrés Mauricio Carrascal identificado con cedula de ciudadanía numero 1.091.657.395 realizo un proyecto de investigación titulado PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA EN ACUEDUCTO COMUNAL DEL MUNICIPIO DE RIO DE ORO CESAR. Su investigación tuvo una duración de 10 meses desde el 6 de febrero del 2014 hasta el 10 de noviembre del mismo año haciendo entrega del proyecto el 29 de noviembre. De otra parte se realizó por parte del investigador en cuestión una serie de encuestas de satisfacción del servicio, Entrega de folletos alusivos a cuidar el agua y varias visitas a la planta de tratamiento y a la bocatoma del acueducto.

**YESICA PAEZ GOMEZ  
GERENTE**

Barrio San Miguel, Rio de Oro (Cesar) - Colombia  
E-mail: [acosmi0608@hotmail.com](mailto:acosmi0608@hotmail.com)  
Teléfono: 5519393

## **Anexo I. Registro fotográfico**

### **Panorámica del municipio**



Fuente: Autor del proyecto.

### **Quebrada La Toma**



Fuente: Autor del proyecto.



**Planta Tratamiento Agua Potable**



Fuente: Autor del proyecto.



Fuente: Autor del proyecto.

## Estación meteorológica



**Fuente:** Autor del proyecto.