



**CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA PPA DEL MUNICIPIO DE MANTA
CUNDINAMARCA**

YISSETH NATHALIA ROSAS RAMIREZ

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE
BOGOTÁ, D.C.
2016**

**CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA PPA DEL MUNICIPIO DE MANTA
CUNDINAMARCA**

YISSETH NATHALIA ROSAS RAMIREZ

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE**

JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS
Director

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE
BOGOTÁ, D.C.
2016**

Nota de aceptación:

**Director Trabajo de Grado
Ingeniero Jairo Alberto Romero Rojas**

BOGOTÁ, D.C. 2016

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
1. OBJETIVOS	8
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2. MARCO NORMATIVO	9
2.1. MARCO NACIONAL GENERAL.....	9
3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE MANTA	13
3.1. MUNICIPIO DE MANTA.....	13
3.2. SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE MANTA.....	15
4. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA POTABLE DE MANTA	34
5. CALIDAD DEL AGUA CRUDA Y TRATADA DE LA PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA POTABLE DE MANTA	36
5.1. Agua Cruda y Agua Tratada.....	36
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA	39
6.1. IRCA.....	39
6.2. IRABA.....	39
7. CONCLUSIONES	41
8. REFERENCIAS	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Marco Normativo Nacional.....	9
Tabla 2 Puntaje de Riesgo.....	10
Tabla 3 Nivel de riesgo en salud según el IRCA.....	12
Tabla 4 Características de la PPA	16
Tabla 5 Dimensiones Cámara de Entrada	18
Tabla 6 Dimensiones Vertedero Rectangular	18
Tabla 7 Dimensiones de Canaleta Parshall de 6”	20
Tabla 8 Dimensiones del Floculador	21
Tabla 9 Dimensiones del Sedimentador	22
Tabla 10 Características de la Unidades de Filtración.....	25
Tabla 11 Evaluación de la PPA.....	34
Tabla 12 Caracterización afluente y efluente de la PPA	36
Tabla 13 Criterios para cálculo de IRABAm.....	40

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Localización General de la PPA del Municipio de Manta en el Departamento de Cundinamarca	16
Imagen 2 Diagrama de Flujo del Sistema Actual.....	17
Imagen 3 Cámara de Entrada	18
Imagen 4 Dosificación de policloruro de aluminio	19
Imagen 5 Dosificación Soda Cáustica.....	19
Imagen 6 Canaleta Parshall	21
Imagen 7 Floculador de flujo vertical.....	22
Imagen 8 Canal de Entrada Sedimentador	23
Imagen 9 Sedimentador alta tasa tipo panel	23
Imagen 10 Evacuación de Lodos Sedimentador	24
Imagen 11 Evacuación de Lodos Sedimentador	24
Imagen 12 Filtración flujo descendente	25
Imagen 13 Diseño original de sistema de filtros	26
Imagen 14 Tubería que transporta el agua hacia el tanque de almacenamiento ..	27
Imagen 15 Caseta de Cloración	27
Imagen 16 Cilindro de Cloro Gaseoso	28
Imagen 17 Dosificación de Cloro Gaseoso al tanque de almacenamiento	28
Imagen 18 Tanque de Almacenamiento.....	29
Imagen 19 Equipos de macromedición	30
Imagen 20 Casa de Operación.....	31
Imagen 21 Caseta de dosificación de químicos	31
Imagen 22 Laboratorio de calidad de agua	32
Imagen 23 Cuarto de Almacenamiento – Bodega	32
Imagen 24 Instalaciones de la PPA.....	33

INTRODUCCIÓN

La cabecera municipal del Municipio de Manta hace parte de la provincia de Almeidas, está localizada en el departamento de Cundinamarca, aproximadamente a los 05°00'33" de latitud norte y 73°32'29" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1.900 m. (Alcaldía Municipal de Manta, 2016) Tiene una población de 4719 habitantes. Actualmente, cuenta con un sistema de tratamiento de agua potable tipo convencional, su tren de tratamiento se compone de los siguientes procesos: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, el caudal de diseño de la PPA es de 15 LPS y opera 17 LPS.

El presente trabajo, contiene un diagnóstico general sobre el estado físico y operativo de la infraestructura dispuesta para el tratamiento de agua potable del municipio de Manta, con base a la información primaria y secundaria existente de su estado actual.

En el capítulo 1 se presentan los objetivos del trabajo.

En el capítulo 2 se incluye el marco normativo básico de evaluación de calidad del agua potable.

En el capítulo 3 se describe el sistema de tratamiento de agua potable de Manta y en el capítulo 4 el diagnóstico pertinente.

En el capítulo 5 se incluye la caracterización del agua cruda y tratada realizada en agosto de 2015 y 2016.

Finalmente, en el capítulo 7 se hacen las conclusiones pertinentes, y en el capítulo 8, se describen las referencias relacionadas con el trabajo.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Conocer las condiciones de operación de la PPA de Manta Cundinamarca

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Hacer una visita al sistema de tratamiento de agua potable del municipio de Manta.
- Conocer los parámetros de operación de cada componente de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.
- Revisar la conformidad de la operación con los requerimientos de la norma RAS 2000.
- Evaluar la conformidad del efluente con la resolución 2115 de 2007.
- Formular las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la mejorar operación de la PPA.

2. MARCO NORMATIVO

2.1. MARCO NACIONAL GENERAL

En la Tabla 1, se describen las normas principales aplicables al objeto del trabajo.

Tabla 1 Marco Normativo Nacional

Normas de Carácter Constitucional	Constitución Política de 1991	Recoge los principios internacionales sobre medio ambiente y la prestación de los servicios públicos. Consolidados en los artículos: 8, 49, 58, 67, 71, 80, 330, 360, 365, 366, 367, 368, 369, 370.
Normas de carácter Legal	Decreto 2811 de 1974	Se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
	Ley 99 de 1993	La planeación y la gestión ambiental que desarrolla los principios constitucionales, y establece la organización del Sistema Nacional – SINA, para coordinar las entidades, así como la planificación de las actividades en materia ambiental.
	Ley 142 de 1994	Régimen de los servicios públicos domiciliarios
	Ley 388 de 1997	Se dictan aspectos relacionados al ordenamiento territorial, en el cual se deben someter todos los municipios de Colombia a planes o esquemas que desde el orden municipal enmarcan los proyectos que se desarrollan para el sector de agua potable y saneamiento básico entre otros.
	Ley 373 de 1997	Se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Continuación Tabla 1 Marco Normativo Nacional

Normas de carácter Reglamentario	Resolución 1096 de 2000	Se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
	Resolución 1575 de 2007	Expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social, establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
	Resolución 2115 de 2007	Se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia.
	Resolución 082 de 2009	Expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social, adopta formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.
	Resolución 431 de 2012	Expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social, autoriza laboratorios para la realización de análisis físicos, químicos y microbiológicos al agua para consumo humano.

Los puntajes de riesgo en salud del agua de consumo humano, según la Resolución 2115 de 22 de Junio de 2007, señala las características físicas, químicas y microbiológicas. En la Tabla 2 se muestra el puntaje de riesgo para el cálculo del IRCA.

Tabla 2 Puntaje de Riesgo

Característica	Puntaje de Riesgo
Color Aparente	6
Turbiedad	15
pH	1,5
Color Residual Libre	15
Alcalinidad Total	1
Calcio	1

Continuación Tabla 2 Puntaje de Riesgo

Característica	Puntaje de Riesgo
Fosfatos	1
Manganeso	1
Molibdeno	1
Magnesio	1
Zinc	1
Dureza Total	1
Sulfatos	1
Hierro Total	1,5
Cloruros	1
Nitratos	1
Nitritos	3
Aluminio (Al ³⁺)	3
Fluoruros	1
COT	3
Coliformes Totales	15
Escherichia Coli	25
Sumatoria de puntajes asignados	100

De acuerdo con el artículo 14 de la Resolución 2115 de 2007 el cálculo del índice de riesgo en salud del agua de consumo humano (IRCA), se realiza utilizando la siguiente fórmula:

IRCA POR MUESTRA:

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

IRCA MENSUAL:

$$IRCA(\%) = \frac{\sum \text{de los IRCA's obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\sum \text{Número total de muestras realizadas en el mes}} \times 100$$

Los resultados del IRCA por muestra y del IRCA mensual, definen la clasificación del nivel de riesgo del agua suministrada para el consumo humano por la persona prestadora y señalan las acciones que debe realizar la autoridad sanitaria competente, como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3 Nivel de riesgo en salud según el IRCA

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
80,1 -100	INVIABLE SANITARIA MENTE	Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35,1 - 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14,1 – 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5,1 - 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 - 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE MANTA

3.1. MUNICIPIO DE MANTA

3.1.1. Localización

El municipio de Manta se encuentra ubicado en el Departamento de Cundinamarca (Provincia Almeidas), forma parte de la región del Valle de Tenza, a 90 kilómetros de Bogotá, a una altura de 1.924 metros sobre el nivel del mar. El Municipio está ubicado en el noroccidente del departamento, en su zona geográfica se destacan el ramal de La Laguna y los cerros del Divisorio, su territorio es montañoso encontrando curvas de nivel entre 1000 hasta los 3400 msnm, razón por la cual se identifican varios pisos térmicos: cálido, templado, frío y páramo.

El Municipio se ubica en la latitud norte 5° 00' 29" y longitud oeste 73° 32' 25"; limitando al norte con el municipio de Tibirita, al occidente con el municipio de Mchetá, al sur con los municipios de Gachetá, y al oriente con el departamento de Boyacá y sus municipios Guateque y Guayatá.

Manta tiene una extensión territorial de 105 kilómetros cuadrados y está conformada por 18 veredas (Alcaldía Municipal de Manta, 2012).

3.1.2. División Política del Municipio

El Municipio de Manta se compone del casco urbano y 18 veredas. La zona urbana se encuentra dividida en cinco (5) barrios que corresponden a veinticuatro (24) manzanas construidas y pocas zonas verdes para nuevos desarrollos habitacionales.

Según el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), cuenta con 10.737.07 hectáreas de las cuales 10.720.20 están destinadas al uso rural y 16.87 al área urbana (Alcaldía Municipal de Manta, 2016).

3.1.3. Hidrografía

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, clasifica el sistema hídrico municipal dentro de la hoya del río Garagoa y la cuenca del río Mcheta. Los ríos Aguacías y Mchetá o Guatanfur, a los que pertenecen las microcuencas del Municipio de Manta, conforman el río Mchetá o Súnuba, que aportan a través del río Garagoa al embalse de la hidroeléctrica de Chivor. Las aguas utilizadas en

la generación de energía finalmente llegan al río Orinoco, al igual que las utilizadas en el sistema Guavio, utilizando los ríos Upía y Meta.

El área geográfica de la cuenca del río Garagoa es una de las más inestables de la Cordillera Oriental, la cual se ve afectada por la actividad sísmica y, principalmente, por fenómenos naturales acelerados por procesos antrópicos. Dentro de los procesos morfodinámicos que afectan el Municipio, los más relevantes son: movimientos en masa, erosión y dinámica fluvial.

El río Machetá o Guatanfur, recorre la parte baja del Municipio de Manta a una elevación de 1475 msnm y colinda con las veredas Peñas, Salitre y Cabrera. El cauce del Guatanfur sirve de límite entre el Municipio de Tibirita y Manta hasta la unión con el río Aguacia desde donde se llama Súnuba y termina su recorrido en la represa de Chivor.

Las diferentes administraciones municipales, al observar que Manta es un Municipio que posee considerable red de agua superficial, han realizado un importante esfuerzo para conservarlo, mediante la compra de terrenos, en la parte media y alta de las microcuencas, utilizando cofinanciación con la Corporación Autónoma Regional (CAR) y la Gobernación de Cundinamarca (Alcaldía Municipal de Manta, 2016).

3.1.4. Servicios Públicos

La OFICINA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNICIPIO DE MANTA, es la encargada de prestar los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo y energía eléctrica del casco urbano del Municipio de Manta, en las veredas Palogordo, Fuchatoque, Cabrera, Salitre, Peñas, Bermejál y Manta grande Arriba solo se presta el servicio de acueducto y energía eléctrica. Adicionalmente, la Unidad de Servicios Públicos administra la operación de la planta de tratamiento de agua potable.

3.1.4.1. Acueducto

Actualmente, el sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de Manta es alimentado por tres fuentes hídricas superficiales: Quebrada las Lajas, Quebrada el Palmar y Quebrada Honda, todas ubicadas en la vereda Palmar Arriba. En épocas de verano se capta el agua de la Quebrada el Palmar y Quebrada Honda, y en temporadas invernales, se capta de la Quebrada las Lajas y Quebrada Honda. El agua es captada por medio de una bocatoma de fondo, posteriormente, el agua es conducida a un desarenador como sistema de pre tratamiento; existe una planta de tratamiento de potabilización tipo convencional, dos tanques de almacenamiento y red de distribución.

El sistema suministra agua potable a 1300 usuarios, de los cuales 780 son usuarios en el casco urbano y 520 de las veredas Peñas, Salitre, Bermejál,

Fuchatoque, Palogordo, Manta grande Arriba y Cabrera, lo cual representan una población aproximada de 5200 habitantes con continuidad de servicio.

3.1.4.2. Alcantarillado

El servicio de recolección y evacuación de aguas residuales en la zona rural, se realiza por el método de Inodoro sin conexión a la red de alcantarillado, letrinas con un hoyo abierto o la eliminación de las excretas con la bajamar. El sector urbano cuenta con una red de alcantarillado pública, y tiene una cobertura del 99%, a pesar de dicho cubrimiento presenta deficiencias, por falta de reparación de aguas lluvias y servidas.

El Municipio cuenta con una Planta de Tratamiento de aguas residuales combinado, aguas lluvias y aguas servidas. La PTAR incluye una combinación de un reactor UASB con dos lagunas: una facultativa, y una de maduración, y un lecho de secado.

3.1.4.3. Aseo

El manejo de residuos sólidos consiste en el sistema de recolección domiciliaria del casco urbano prestado por un carro compactador de la empresa de Servicios Públicos del Municipio de Macheta, con una frecuencia de una (1) vez por semana, el día jueves desde las 8:00 a.m. La cantidad de residuos recolectados al mes por el servicio de recolección, transporte y disposición es de 16.9 Ton/mes. Los desechos recolectados son llevados por el vehículo recolector hasta el relleno sanitario nuevo Mondoñedo.

En el casco urbano se realiza el barrido y limpieza de zonas públicas todos los días, por 3 operarios; cada uno tiene designada una zona determinada de limpieza. Los residuos recolectados son llevados a diferentes sitios del Municipio. La prestación de servicio de recolección domiciliaria de basuras cubre el 100% de los habitantes (Alcaldía Municipal de Manta, 2016).

3.2. SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE MANTA

3.2.1. Descripción General de la Planta de Purificación de agua potable

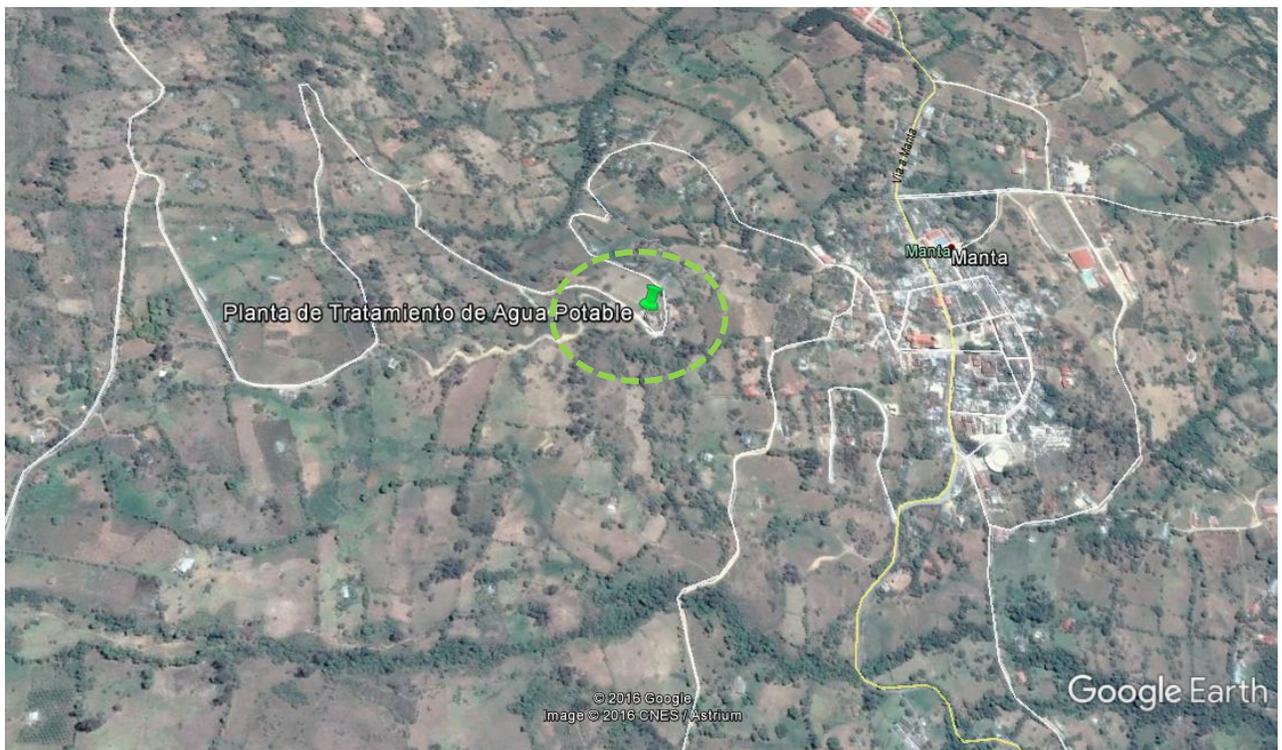
En el municipio de Manta existe una Planta de Purificación de Agua Potable – PPA de tipo convencional, ubicada en el sitio la Virgen en la Vereda Bermejál en las coordenadas geográficas 5°00'41.27" N 73°32'36.87" O; su tren de tratamiento se compone de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Las características de la PPA se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4 Características de la PPA

CARACTERÍSTICAS DE LA PPA DE MANTA	
Año Fundada y puesta en marcha	2007
Caudal de diseño	15 L/s
Caudal Tratado	17 L/s

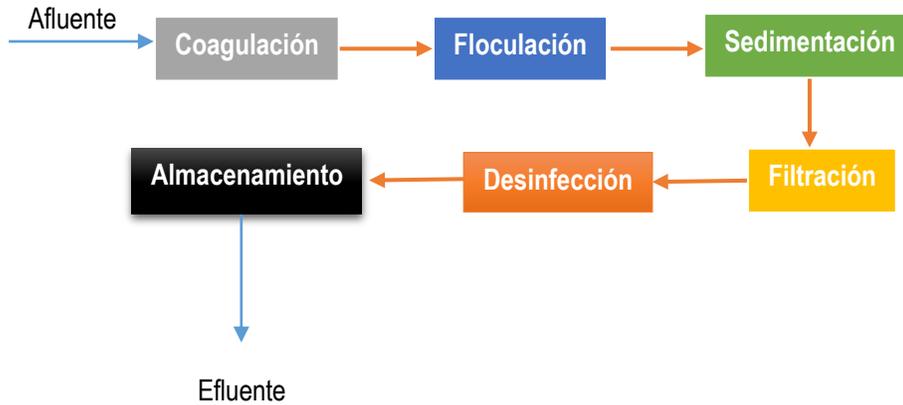
Fuente: Información suministrada por la Oficina de servicios Públicos de Manta

Imagen 1 Localización General de la PPA del Municipio de Manta en el Departamento de Cundinamarca



Fuente: Google Earth

Imagen 2 Diagrama de Flujo del Sistema Actual



3.2.2. Componentes de la PPA

El sistema actual de tratamiento está compuesto por los siguientes procesos:

- Cámara de Entrada y Vertedero Rectangular (Dosificación de Coagulante)
- Canaleta Parshall
- Floculación o Mezcla Lenta
- Sedimentación
- Filtración
- Desinfección en tanque de almacenamiento

3.2.2.1. Cámara de Entrada y Vertedero Rectangular

El afluente llega a la PPA mediante tres líneas de tubería de aducción, así: una línea de 3" y dos líneas de 4", correspondientes a las Quebradas La Honda, El Palmar y Las Lajas.

Al inicio del proceso se dosifica policloruro de aluminio por goteo para promover la formación de flocs y soda cáustica para controlar pH. La dosificación se realiza en solución con tanque. La dosis óptima del policloruro de aluminio se aplica dependiendo de las condiciones de la turbiedad del agua y según la prueba de jarras. La Soda Cáustica se aplica cuando el pH disminuye a menos de 6.5. Las dimensiones de estos dos componentes se muestran en la Tabla 5 y 6.

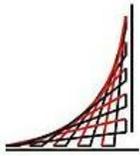


Tabla 5 Dimensiones Cámara de Entrada

Altura Lámina de Agua	0,90 m
Ancho:	1,00 m
Largo	1,00 m

Tabla 6 Dimensiones Vertedero Rectangular

Altura Lámina de Agua:	0,12 m
Ancho:	0,40 m
Espesor:	0,12 m

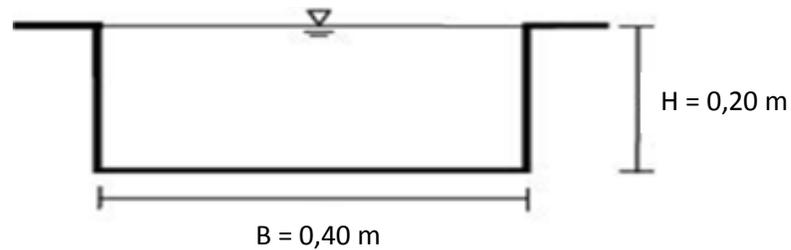


Imagen 3 Cámara de Entrada



Imagen 4 Dosificación de policloruro de aluminio



Imagen 5 Dosificación Soda Cáustica

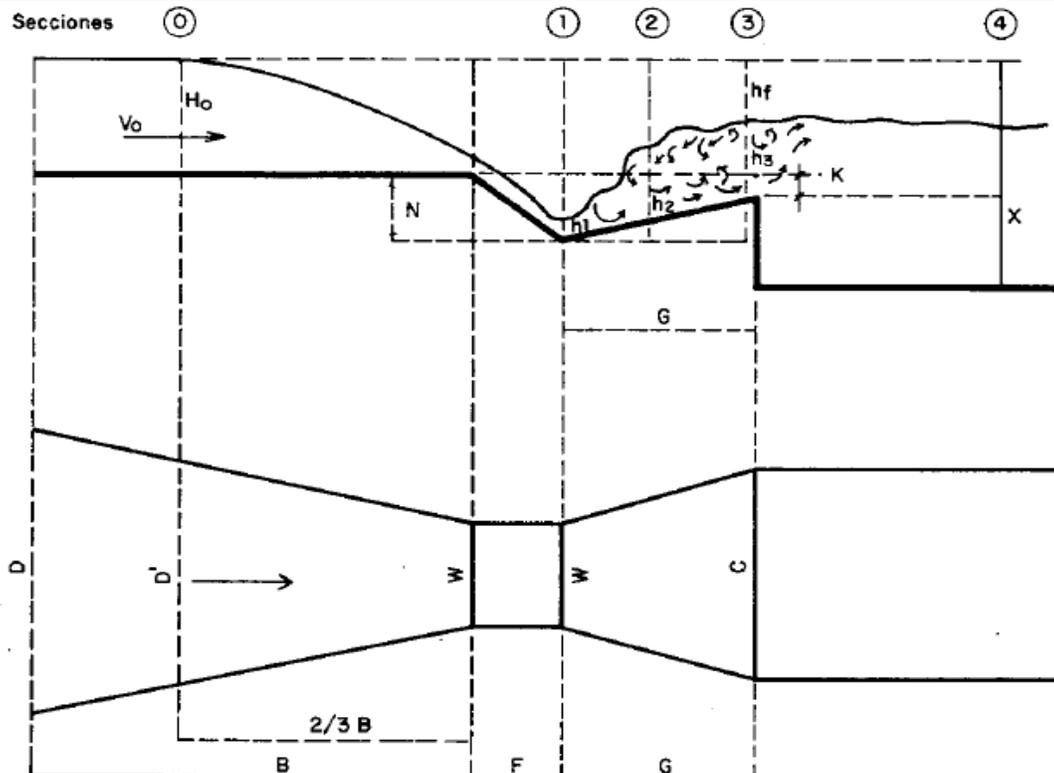


3.2.2.2. Canaleta Parshall

Estructura metálica para medir el caudal, no se utiliza debido a que el flujo viene con mucha turbulencia. Las dimensiones se ilustran en la Tabla 7. El aforo se realiza en el vertedero rectangular.

Tabla 7 Dimensiones de Canaleta Parshall de 6"

Dimensión de la Canaleta (D) sección entrada:	0,325 m
Tamaño de la Canaleta (W)	0,15 m
Altura Lámina de Agua (Ho) aguas arriba:	0,15 m
Dimensión de la Canaleta (D') sección de medición:	0,267 m
Dimensión de la Canaleta (C) sección salida	0,30 m
Profundidad de la depresión en la garganta debajo de la cresta (N):	0,12 m
Altura Lámina de Agua (Hb) aguas abajo:	0,09 m



Fuente: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualIII/ma2_cap2.pdf

Imagen 6 Canaleta Parshall



3.2.2.3. Floculación

Es una estructura hidráulica de tipo flujo vertical conformado por ocho módulos en serie. Las dimensiones se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8 Dimensiones del Floculador

Tipo:	Hidráulico - Flujo Vertical
No. De Cámaras:	Ocho
Dimensiones:	1,0 m x 1,0 m x 3,8 m
Área Superficial:	1 m ²
Altura Útil:	3,5 m
Diámetro de los orificios de interconexión:	6"
Longitud total del Floculador:	5 m

Imagen 7 Floculador de flujo vertical



3.2.2.4. Sedimentación

La estructura de sedimentación, se compone de dos unidades de alta tasa con módulos tipo panel de geometría hexagonal de polipropileno de flujo ascendente. El agua entra por medio de un canal y sale por un vertedero rectangular de pared delgada hacia las unidades de filtración. También, cuenta con tres tubos para la evacuación de lodos, dos de 2" y uno de 3". Las dimensiones del sedimentador se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9 Dimensiones del Sedimentador

Tipo:	Alta Tasa
No. De Unidades:	Dos
Ancho por Unidad:	2,6 m
Longitud por Unidad:	3,0 m
Área Superficial por Unidad:	7,8 m ²
Altura:	3,8 m
Altura Útil:	3,5 m
Volumen Útil:	27,3 m ³
Longitud del Vertedero	2,6 m
Ángulo de Inclinación:	60°

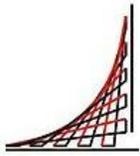


Imagen 8 Canal de Entrada Sedimentador



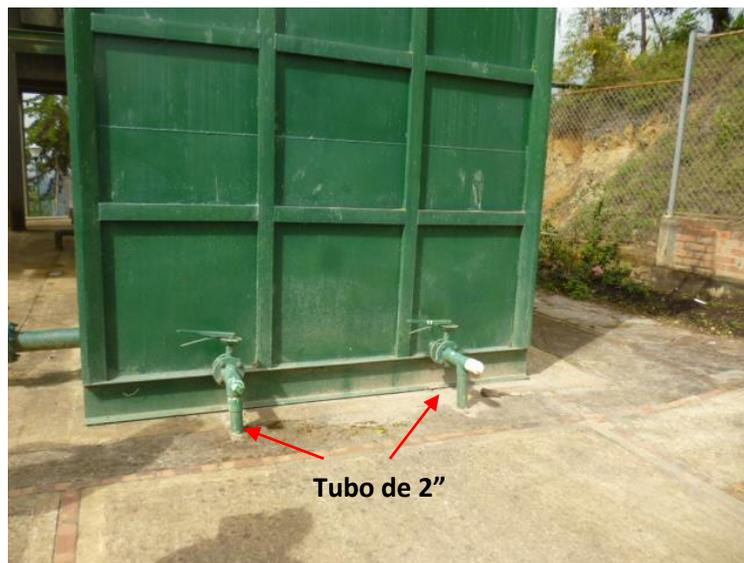
Imagen 9 Sedimentador alta tasa tipo panel



Imagen 10 Evacuación de Lodos Sedimentador



Imagen 11 Evacuación de Lodos Sedimentador



3.2.2.5. Filtración

La filtración es rápida se realiza por cuatro filtros en paralelo de medio dual, el flujo pasa de forma descendente. El lavado de los filtros se realiza todos los días y cada módulo cuenta con válvula de retrolavado y válvula desagüe. Sus características se incluyen en la Tabla 10.

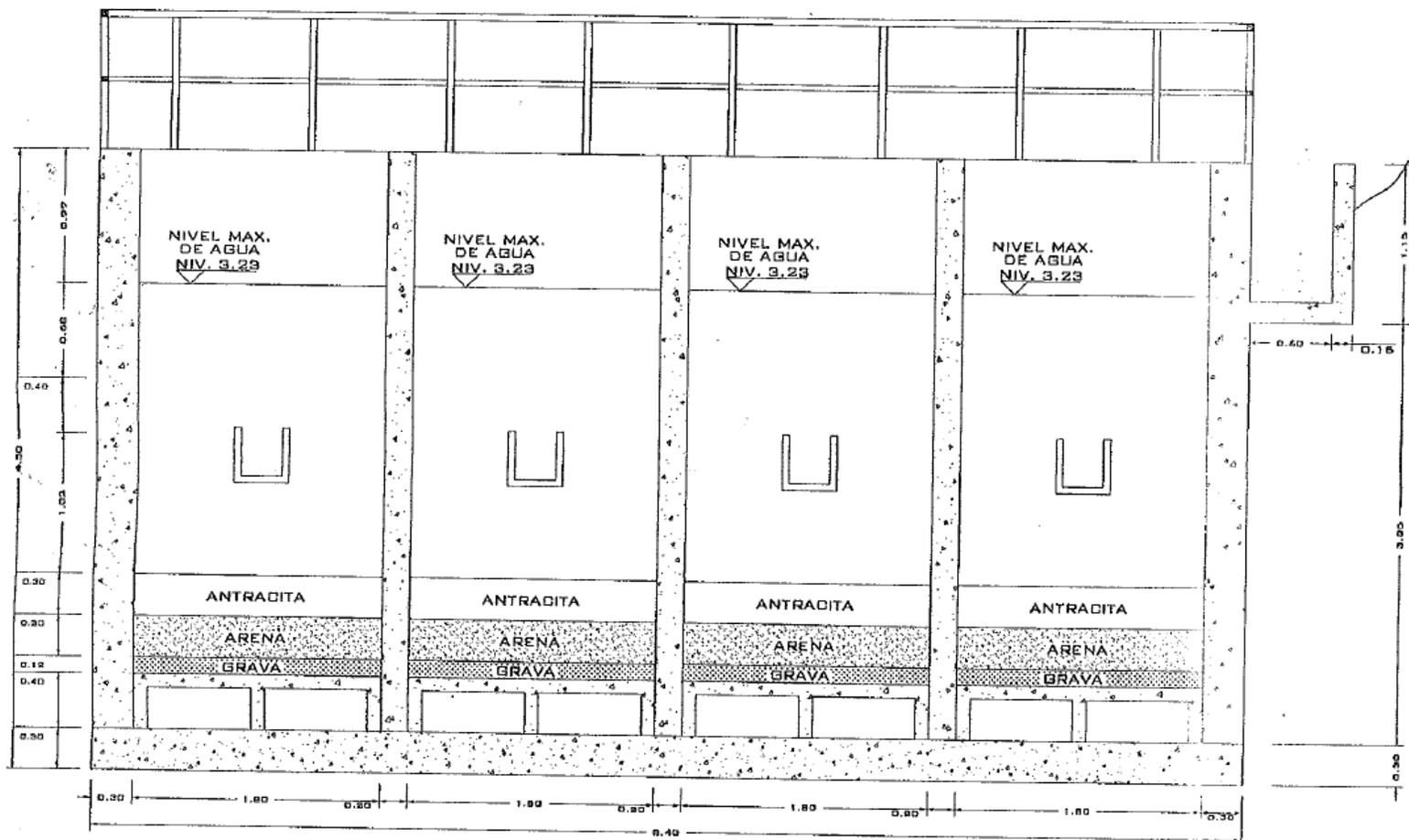
Tabla 10 Características de la Unidades de Filtración

Tipo:	Medio Dual
No. De Unidades:	4
Ancho por Filtro:	1,5 m
Longitud por Filtro:	1,8 m
Lecho Soporte:	Grava (altura): 0,12 m
Medio Filtrante:	Arena (altura): 0,30 m
Antracita:	Antracita (altura): 0,30 m
Cabeza de Filtración:	1,27 m
Tasa de Filtración:	136 m/día
Caudal de Filtración:	1468,8 m ³ /día

Imagen 12 Filtración flujo descendente



Imagen 13 Diseño original de sistema de filtros



La PPA no cuenta con tratamiento de lodos, la disposición de estos se realiza en una fuente superficial que esta contigua a la Planta. Luego, del sistema de filtrado, el agua es transportada por medio de dos líneas de tuberías de 4" hacia el tanque de almacenamiento, para la desinfección.

Imagen 14 Tubería que transporta el agua hacia el tanque de almacenamiento



3.2.2.6. Desinfección

El proceso de desinfección se efectúa con cloro gaseoso en tanque de contacto, el cilindro de cloro tiene una capacidad de 120 kg. Cuenta con una caseta de cloración.

La operación de la PTAP está a cargo de un operador en turno de ocho horas.

Imagen 15 Caseta de Cloración



Imagen 16 Cilindro de Cloro Gaseoso



Imagen 17 Dosificación de Cloro Gaseoso al tanque de almacenamiento



3.2.2.7. Tanque de Almacenamiento

El tanque de almacenamiento fue construido semi enterrado y de forma cuadrada, ubicado en el mismo predio donde funciona la PPA; la estructura cuenta con tubería de rebose, desagüe, ventilación, válvula de control de entrada y salida, su capacidad de almacenamiento es de 360 m³. Adicionalmente, el acueducto urbano cuenta con dos tanques de reserva cuya capacidad total es de 800 m³.

La estructura se encuentra en buen estado y su mantenimiento se realiza cada cuatro meses.

Imagen 18 Tanque de Almacenamiento



3.2.2.8. Macro medición

El sistema cuenta con cuatro equipos de macro medición de 2", 3" y 4", instalados en las tuberías de salida del tanque de almacenamiento de la PPA que alimentan sectores diferentes de la red de distribución. (Casco Urbano, Veredas: Bermejál, Fuchatoque, Salitre, Peñas, Cabrera).

Imagen 19 Equipos de macromedición



3.2.3. Infraestructura para la operación de la PPA:

La infraestructura se complementa con una casa de operación, que contiene un laboratorio para control de calidad, cuarto para almacenamiento de químicos, caseta de dosificación e instalaciones sanitarias.

- ✓ Caseta de dosificación: Se encuentran dos tanques de 500 lts, donde en uno se dosifica Policloruro y en el otro Soda Cáustica.
- ✓ Laboratorio para control de calidad: Se encuentran el turbidímetro, equipo de jarras, medidor de pH, fotómetro y botiquín.
- ✓ Cuarto almacenamiento de químicos: Se almacena policloruro de aluminio y Soda Cáustica.

Imagen 20 Casa de Operación



Imagen 21 Caseta de dosificación de químicos



Imagen 22 Laboratorio de calidad de agua



Imagen 23 Cuarto de Almacenamiento – Bodega



Las instalaciones de la PPA cuentan con cerramiento perimetral en malla eslabonada y muros en mampostería. En la operación del sistema de la PPA se realizan registros en una bitácora, los resultados del ensayo de jarras, la dosificación e inventario de los productos químicos, lavado de filtros y evacuación de lodos.

Imagen 24 Instalaciones de la PPA



4. DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DE LA PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA POTABLE DE MANTA

Tabla 11 Evaluación de la PPA

Componente PPA	Tipo	Parámetro	Valor de Operación	Criterio RAS 2000	Cumple
Mezcla Rápida	Canaleta Parshall	Caudal (m ³ /s)	0,017		
		Velocidad Mínima de la Garganta (m/s)	1,46	> 2 m/s	NO
		Velocidad mínima del efluente (m/s)	0,63	0,75 m/s.	NO
		Número de Froude	1,7	1,7 a 2,5 o entre 4,5 a 9,0	SI
		Relación Ha/w	1	0,4 a 0,8	NO
		Relación Sumergencia	0,60	≤ 0,60	SI
		Tiempo de retención (seg)	0,58	<1	SI
		Gradiente de velocidad (s-1)	1334,22	1000 a 2000 s-1	SI
Floculador	Hidráulico - Flujo Vertical	Gradiente de velocidad (s-1)	G = 39,6	20 s-1 a 70 s-1	SI
		Tiempo de retención (min)	td = 27,4	20 a 30 min	SI
		No. De Camp	65102	20000 a 150000	SI

Continuación Tabla 11 Evaluación de la PPA

Componente PPA	Tipo	Parámetro	Valor de Operación	Criterio RAS 2000	Cumple
Floculador	Hidráulico - Flujo Vertical	Velocidad de flujo (m/s)	0,28	0,2 a 0,6 m/s	SI
Sedimentación	Alta Tasa	Tiempo de detención (min)	26,76	10 min a 15 min.	SI
		Profundidad del Tanque (m)	3,5 m	La profundidad del tanque debe estar entre 4 m y 5,5 m	NO
		Carga Superficial (m/d)	94,15	120 y 185 m/d	SI
Filtración	Medio Dual	Tasa de filtración (m/d)	136	< 300 m/d	SI

(Anexo No. 1 Hoja de Cálculos)

5. CALIDAD DEL AGUA CRUDA Y TRATADA DE LA PLANTA DE PURIFICACIÓN DE AGUA POTABLE DE MANTA

5.1. Agua Cruda y Agua Tratada

Los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del afluente (agosto 2015) y del efluente (junio, julio y agosto de 2016) de la PPA, se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12 Caracterización afluente y efluente de la PPA

Parámetros	Unidad	Agua Cruda	Agua Tratada			Valores Máximos Resolución 2115 de 2007	Concepto (Si o No Cumple)		Puntaje de Riesgo Resolución 2115 de 2007	Puntaje de Riesgo Agua Tratada (Agosto 2016)
		Agosto 2015	Meses - Año 2016				Agua Cruda	Agua Tratada		
		Quebrada Las Lajas	Junio	Julio	Agosto					
Color Aparente	UPtCo	14,3	5	5	10	≤ 15	SI	SI	6	-
Olor	N.A	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	SI	SI	-	-
Sustancias Flotantes	N.A	Ausentes	Ausente	Ausente	Ausente	Ausentes	SI	SI	-	-
Conductividad	μS/cm	15	22	771	20.35	1000	SI	SI	-	-
pH	Unidades	6,29	6,42	5,66	6,59	6,5 a 9,0	SI	SI	1,5	-
Solidos Totales	mg/L	35	-	-	-	N.R.	-	-	-	-

Continuación Tabla 12 Caracterización afluente y efluente de la PPA

Parámetros	Unidad	Agua Cruda	Agua Tratada			Valores Máximos Resolución 2115 de 2007	Concepto (Si o No Cumple)		Puntaje de Riesgo Resolución 2115 de 2007	Puntaje de Riesgo Agua Tratada (Agosto 2016)
		Agosto 2015	Meses - Año 2016				Agua Cruda	Agua Tratada		
		Quebrada Las Lajas	Junio	Julio	Agosto					
Temperatura	°C	17,8	-	-	-	N.R.	-	-	-	-
Turbiedad	UNT	17,07	0,76	2,99	5,72	≤ 2	NO	NO	15	15
Cloruros	mg Cl-/L	< 0,2	<10	<10	<10	≤ 250	SI	SI	1	-
DBO5	mg O2/L	1,5	-	-	-	N.R.	-	-	-	-
DQO	mg O2/L	5,1	-	-	-	N.R.	-	-	-	-
Dureza Total	mg CaCO3/L	5,7	13	<20	<20	≤ 300	SI	SI	1	-
Fenoles Totales	mg Fenol/L	< 0,002	-	-	-	N.R.	-	-	-	-
Fluoruros	mg F-/L	0,02	-	-	-	≤ 1	SI	-	-	-
Hierro Total	mg Fe/L	1,04	0,075	<0,300	0,342	≤ 0,3	NO	NO	1,5	1,5
Manganeso	mg Mn/L	0,26	-	-	-	≤ 0,1	NO	-	-	-
Nitratos	mg NO3-/L	6,02	-	-	-	≤ 10	SI	-	-	-
Nitritos	mg NO2-/L	0,006	<0,5	<0,05	<0,05	≤ 0,1	SI	SI	3	-
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3- N/L	0,017	-	-	-	N.R.	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O2/L	11	-	-	-	N.R.	-	-	-	-

Continuación Tabla 12 Caracterización afluente y efluente de la PPA

Parámetros	Unidad	Agua Cruda	Agua Tratada			Valores Máximos Resolución 2115 de 2007	Concepto (Si o No Cumple)		Puntaje de Riesgo Resolución 2115 de 2007	Puntaje de Riesgo Agua Tratada (Agosto 2016)
		Agosto 2015	Meses - Año 2016				Agua Cruda	Agua Tratada		
		Quebrada Las Lajas	Junio	Julio	Agosto					
Sodio	mg Na/L	2,9	-	-	-	N.R.	-	-	-	-
Coliformes Fecales	UFC/100 cm ³	100	-	-	-	0	NO	-	-	-
Coliformes Totales	UFC/100 cm ³	1230	0	0	0	0	NO	SI	15	-
Alcalinidad Total	mg/L	-	<20	<20	<20	200	-	SI	1	-
Cloro Residual Libre	mg/L	-	0,32	0,12	<0,1	0,3 - 2	-	NO	15	15
Fosfatos	mg/L - PO ₄	-	<0,02	<0,1	<0,1	0,5	-	SI	1	-
Sabor	-	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	-	SI	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	-	64	14	10	N.R.	-	-	-	-
Sólidos suspendidos totales	mg/L	-	57	<1	6	N.R.	-	-	-	-
Sólidos totales	mg/L	-	56	19	59	N.R.	-	-	-	-
Sulfatos	mg/L - SO ₄	-	<20	<20	<20	250	-	SI	1	-
TOTAL									62	32

Los análisis del afluente fueron realizados por el laboratorio Tecnodesarrollo Ltda, y los del efluente el laboratorio Asinal Ltda, los dos ubicados en Bogotá y acreditado por el IDEAM según resolución 0076/2014-2017. Los resultados, podrán observarse en el anexo 2 y 3 del presente documento.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

En el análisis de laboratorio que se realizó en el mes de agosto de 2016, los parámetros con mayor puntaje de riesgo son Turbiedad (15), Hierro (1.5) y Cloro Residual Libre (15).

La empresa prestadora del servicio, realiza el muestreo de la calidad del agua cada mes.

6.1. IRCA

La calidad del agua potable del municipio de Manta es evaluada por el Instituto Nacional de Salud y por la Secretaría de Salud Departamental, mediante el Índice de Riesgo de Calidad de Agua (IRCA). De acuerdo al artículo 13 de la resolución 2115 de 2007, que expone la metodología de cálculo de IRCA que consiste en la asignación de un puntaje de riesgo de calidad de agua a cada parámetro evaluado. A continuación, se presenta el cálculo del IRCA para el mes de Agosto del 2016:

$$IRCA (\%) = \frac{32}{62} \times 100 = 52\%$$

De acuerdo con los resultados de la muestra analizada, el agua suministrada en el mes de agosto clasifica en el nivel de RIESGO ALTO. (Ver Tabla No. 3 Clasificación de nivel de riesgo)

6.2. IRABA

Según la Resolución 2115 de 2007, para el cálculo del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua IRABAm, se debe aplicar la siguiente fórmula:

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

En la Tabla 13 se tuvo en cuenta los criterios de tratamiento, distribución y continuidad del servicio para el cálculo del IRABAm.

Tabla 13 Criterios para cálculo de IRABAm

Criterio	Puntaje Asignado (%)
Tratamiento (IC)	35
Continuidad (IT)	15
Distribución (IRDm)	19

IRABA persona prestadora: $IRABApp = 100 - (IT - IC) = 120$

$$IRABAm = \left(\frac{120}{1}\right)(0.6) + (19)(0.4) = 79.6$$

A partir de este resultado clasifica en el nivel MUY ALTO (Según Cuadro N°. 10 Clasificación del nivel del riesgo en salud por IRABApp e IRABAm, Resolución 2115 de 2007).

7. CONCLUSIONES

- Es necesario optimizar la mezcla rápida para obtener condiciones adecuadas de coagulación.
- Se recomienda proveer un sistema de depuración y reúso del agua de lavado de los filtros.
- El agua tratada no satisface la norma para turbiedad, hierro y cloro residual. Por tanto, se requiere optimizar la coagulación del agua cruda y la cloración del agua tratada.

8. REFERENCIAS

- Alcaldía Municipal de Manta. (2012). (A. d.-S. Educación, Ed.) Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de <http://www.manta-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/62366338646263626134326335616532/agenda-ambiental-manta.pdf>
- Alcaldia Municipal de Manta. (22 de Julio de 2016). Obtenido de http://www.manta-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml
- Google Earth. (2015). Google Earth. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de la Protección Social. (16 de Enero de 2009). Resolución 082 de 2009. Bogotá.
- Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (09 de Mayo de 2007). Decreto 1575 de 2007. Bogotá.
- Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (22 de Junio de 2007). Resolución 2115 de 2007. Bogotá.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000. (2000). *Titulo C Sistema de Potabilización*. Bogotá D.C.
- Romero Rojas, J. A. (1997). *Potabilización del Agua*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- SENA - Ministerio de Desarrollo Economico. (1999). *Operación y Mantenimiento de Planta de Potabilización de Agua*. Bogotá: SENA.

Anexo No. 1 – Hoja de Cálculos

A. MEZCLA RÁPIDA

Parámetro	Valor de Operación
Caudal tratado:	$Q = 0,017 \text{ m}^3/\text{s}$
Tamaño de la Canaleta Parshall:	$W = 0,15 \text{ m}$
Altura de Agua en la sección de medición:	$H_o = 0,15 \text{ m}$
Dimensión de la Canaleta (D) sección entrada:	$D = 0,325 \text{ m}$
Dimensión de la Canaleta (D') sección de medición:	$D' = \frac{2}{3}(0,325 - 0,15) + 0,15 = 0,267 \text{ m}$
Velocidad en la sección de medición (Vo):	$V_o = \frac{0,017}{0,267 \times 0,15} = 0,42 \text{ m/s}$
Caudal específico en la garganta de la canaleta (q):	$q = \frac{0,017}{0,15} = 0,113 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$
Profundidad de la depresión en la garganta debajo de la cresta (N):	$N = 0,12 \text{ m}$
Carga hidráulica disponible (Eo):	$E_o = \frac{0,42^2}{2(9,81)} + 0,15 + 0,12 = 0,28 \text{ m}$
Ángulo (θ):	$\cos \theta = -\frac{0,113 * 9,81}{\left(\frac{2 * 9,81 * 0,28}{3}\right)^{1,5}} = -0,447$ $\theta = 116^\circ$
Velocidad antes del resalto (V1):	$V_1 = 2 \sqrt{\frac{2 * 9,81 * 0,28}{3}} \cos \frac{116}{3} = 1,46 \text{ m/s}$
Lámina de Agua antes del resalto (H1):	$h_1 = \frac{0,113}{1,46} = 0,077 \text{ m}$
Número de Froude (F1):	$F_1 = \frac{1,46}{\sqrt{9,81 * 0,077}} = 1,7$
Altura del resalto (h2):	$h_2 = \frac{0,077}{2} (\sqrt{1 + 8(1,7)^2} - 1) = 0,15 \text{ m}$
Velocidad en el resalto:	$V_2 = \frac{0,017}{0,15 * 0,15} = 0,76 \text{ m/s}$
Diferencia de elevación entre el extremo inferior del canal y la cresta (K):	$0,06 \text{ m}$

Altura en la sección de salida de la canaleta (h ₃):	$h_3 = 0,15 - (0,12 - 0,06) = 0,09 \text{ m}$
Velocidad en la sección de salida de la canaleta (V ₃):	$V_3 = \frac{0,017}{0,30 * 0,09} = \mathbf{0,63 \text{ m/s}}$
Pérdida de carga en el resalto (h _p):	$h_p = 0,15 + 0,06 - 0,09 = 0,12 \text{ m}$
Longitud del resalto (L):	0,4
Tiempo de mezcla en el resalto (T):	$T = \frac{2 * 0,4}{0,76 + 0,63} = \mathbf{0,58 \text{ s}}$
Gradiente de velocidad (G):	$G = \sqrt{\frac{9800 * 0,12}{1,139 * 10^{-3} * 0,58}} = 1334,22 \text{ s}^{-1}$
Relación Ho/W:	$\frac{0,15}{0,15} = \mathbf{1}$
Relación Hb/Ho	$\frac{0,091}{0,15} = \mathbf{0,60}$

B. FLOCULACIÓN

Parámetros	Valor de Operación
Dimensión/Unidad:	Ancho: 1,0 m Largo: 1,0 m Altura útil: 3,5 m No. De Cámaras: 8
Tiempo de Retención (T):	$T = \frac{28}{0,017} = \mathbf{27,4 \text{ min}}$
Pérdida total (H _p)	H _p = 0,30
Gradiente de Velocidad (G):	$G = \sqrt{\frac{9,8 * 0,30}{1,139 * 10^{-6} * 27,4 * 60}} = \mathbf{39,6 \text{ s}^{-1}}$
No. De Camp:	$Gt = 39,60 * 27,4 * 60 = \mathbf{65102}$
Velocidad de Flujo (V): Espaciamiento entre pantallas: 0.06 m	$V = \frac{0,017}{0,06 * 1} = \mathbf{0,28 \text{ m/s}}$

C. SEDIMENTACIÓN

Parámetros	Valor de Operación
Dimensión/Unidad:	Ancho: 2,6 m Largo: 3,0 m Altura útil: 3,5 m No. De Unidades: 2
Carga Superficial de la Unidad (CS):	$CS = \frac{0,017 \times 86400}{3 \times 2,60 \times 2} = 94,15 \text{ m/día}$
Tiempo de retención (t):	$t = \frac{27,3}{0,017 \times 60} = 26,76 \text{ min}$

D. FILTRACIÓN

Parámetros	Valor de Operación
Dimensión/Unidad	Ancho: 1,5 m Largo: 1,8 m No. De Unidades: 4
Tasa de filtración (Tf):	$Tf = \frac{0,017 \times 86400}{4 \times 1,5 \times 1,8} = 136 \text{ m}^3/\text{m}^2 - \text{día}$

Anexo No. 2 - Caracterización del afluente de la PPA

REPORTE DE RESULTADOS No. 3692
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA SUPERFICIAL

CLIENTE: OFICINA MUNICIPAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE MANTA
NIT: 800.094.711-3
CONTACTO: ING. FANNY BELTRAN BERMUDEZ
DIRECCION: ALCALDIA MUNICIPAL DE MANTA
MUNICIPIO: MANTA - CUNDINAMARCA
TELEFONO: 8567600
FAX: 8567552
COTIZACION: COT046A/2015
SITIO DE MUESTREO: TUBO DE CONDUCCION DE LA QUEBRADA LAS LAJAS, A LA ENTRADA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CRUDA, EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, VEREDA BERMEJAL, MANTA - CUNDINAMARCA.
MUESTRA No. 06/2015
FECHA DE TOMA: Agosto 11 de 2015
HORA DE TOMA: 8:30 a.m
FECHA REPORTE: Agosto 31 de 2015

PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO

PARÁMETROS	TÉCNICA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	RESULTADO	UNIDADES	DECRETO 1594/84 Art. 38 y 40 Min Salud	RES. 2115 DEC. 1575/07 Min. Protección Social
APARIENCIA							
COLOR REAL	ESPECTROFOTOMETRIA	S.M. 2120 C	0,8	14,3	UPC	75	N.R.
OLOR	ORGANOLEPTICO	NTC 4770	-	Aceptable	N.A.	N.R.	Aceptable
SUSTANCIAS FLOTANTES	OBSERVACION	-	-	Ausentes	N.A.	N.R.	Ausentes
ANÁLISIS FÍSICOS							
CONDUCTIVIDAD	CONDUCTIVIMETRIA	S.M. 2510 B	0,2	15	µS/cm	N.R.	1000
pH	POTENCIOMETRIA	S.M. 4500-H ⁺ B	1,0	6,29	Unidades	5,0 a 9,0	6,5 a 9,0
SOLIDOS TOTALES	GRAVIMETRIA	S.M. 2540 B	-	35	mg/L	N.R.	N.R.
TEMPERATURA	TERMOMETRIA	S.M. 2550 B	-	17,8	°C	N.R.	N.R.
TURBIEDAD	NEFELOMETRIA	S.M. 2130 B	0,02	17,07	UNT	≤ 10 ¹¹	≤ 2
ANÁLISIS QUÍMICOS							
CLORUROS	ARGENTOMETRIA	S.M. 4500-Cl ⁻ B	0,2	< 0,2	mg Cl ⁻ /L	≤ 250	≤ 250
DBO ₅	INCUBACION 5 DIAS / VOLUMETRIA	S.M. 5210 B	1,3	1,5	mg O ₂ /L	N.R.	N.R.
DQO	REFLUJO CERRADO /ESPECTROFOTOMETRIA	S.M. 5220 D	1,5	5,1	mg O ₂ /L	N.R.	N.R.
DUREZA TOTAL	VOLUMETRIA	S.M. 2340 C	1,0	5,7	mg CaCO ₃ /L	N.R.	≤ 300
FENOLES TOTALES ¹²	EXTRACCION CLOROFORMO	S.M. 5530 C	0,002	< 0,002	mg Fenol/L	≤ 0,002	N.R.
FLUORUROS	ESPECTROFOTOMETRIA	S.M. 4500-F D	0,02	0,02	mg F ⁻ /L	≤ 1,0	≤ 1
HIERRO TOTAL	ESPECTROFOTOMETRIA	S.M. 3500-Fe B	0,03	1,04	mg Fe/L	≤ 5,0	≤ 0,3
MANGANESO	ESPECTROFOTOMETRIA	DIN 38405 - E2	0,01	0,26	mg Mn/L	≤ 0,2	≤ 0,1
NITRATOS	ESPECTROFOTOMETRIA	DIN 38405 D9 - 2	0,81	6,02	mg NO ₃ ⁻ /L	≤ 10	≤ 10
NITRITOS	ESPECTROFOTOMETRIA	S.M. 4500-NO ₂ ⁻ B	0,005	0,006	mg NO ₂ ⁻ /L	≤ 1,0	≤ 0,1
NITROGENO AMONIACAL	ESPECTROFOTOMETRIA	DIN 38406 E5 - 1	0,004	0,017	mg NH ₃ -N/L	≤ 1,0	N.R.
OXIGENO DISUELTO	COLORIMETRIA / VOLUMETRIA	S.M. 4500 O	-	11,0	mg O ₂ /L	≥ 4,0	N.R.
SODIO ¹²	ABSORCION ATOMICA	S.M. 3111 B	0,50	2,9	mg Na/L	N.R.	N.R.



REPORTE DE RESULTADOS No. 3692
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA SUPERFICIAL

CLIENTE: OFICINA MUNICIPAL DE SERVICIOS PÚBLICOS DE MANTA
NIT: 800.094.711-3
CONTACTO: ING. FANNY BELTRAN BERMUDEZ
DIRECCIÓN: ALCALDIA MUNICIPAL DE MANTA
MUNICIPIO: MANTA - CUNDINAMARCA
TELÉFONO: 8567800
FAX: 8567552
COTIZACIÓN: COT046A/2015
SITIO DE MUESTREO: TUBO DE CONDUCCIÓN DE LA QUEBRADA LAS LAJAS, A LA ENTRADA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CRUDA, EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, VEREDA BERMEJAL, MANTA - CUNDINAMARCA.
MUESTRA No. 06/2015
FECHA DE TOMA: Agosto 11 de 2015

PARÁMETROS	TÉCNICA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	RESULTADO	UNIDADES	DECRETO 1594/84 Art. 38-40 Min Salud	RES. 2115 DEC. 1575/07 Min. Protección Social
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS							
COLIFORMES FECALES	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	S.M. 9222 D	-	100	UFC/100 cm ³	≤ 2000 ⁽¹⁾	0
COLIFORMES TOTALES	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	NTC 4772	-	1230	UFC/100 cm ³	≤ 20000 ⁽²⁾	0

(1): El artículo 38 del Decreto 1594/84 reporta el parámetro Turbiedad en unidades UJT. Límite: ≤ 10 UJT.

(2): El artículo 38 del Decreto 1594/84 reporta los parámetros Coliformes Fecales en unidades NMP. Límite: ≤ 2000 microorganismos/100 ml y Coliformes Totales en unidades NMP. Límite: ≤ 20000 microorganismos/100 ml.

N.R.: No reportado en el Decreto 1594/84 y/o Resolución 2115 del Decreto 1575/07.

N.A.: No aplica

Muestreo realizado de acuerdo a los lineamientos del Standard Methods Ed 21 2005.

Resultados válidos para la muestra analizada. Muestra tomada por Tecnodesarrollo Ltda.

Prohibida la reproducción total o parcial de este reporte sin autorización del laboratorio.

OBSERVACIONES

Los resultados de los parámetros Físicoquímicos y de Apariencia analizados, se comparan con lo legislado en el Artículo 38 del Decreto 1594/1984, que hace referencia a la destinación del recurso para consumo humano y doméstico; así mismo determina que para su potabilización solo requiere tratamiento convencional. De igual manera los parámetros Fluoruros, Hierro Total y Manganeseo se confrontan con el Artículo 40, que legisla la destinación del recurso para uso agrícola.

En la muestra analizada, los parámetros Físicoquímicos y de Apariencia se encuentran dentro de los límites establecidos en los Artículos 38 y 40 del Decreto 1594 de 1984, excepto el valor de Turbiedad (17,07 UNT) y el contenido de Manganeseo (0,26 mg Mn/L), son superiores a los límites legislados. Los parámetros Microbiológicos analizados hacen referencia al Artículo 38 del mencionado Decreto. Para el consumo humano debe cumplir con los parámetros de la Norma de Calidad para Agua Potable (Resolución 2115, Decreto 1575 de 2007), siendo necesario realizar un tratamiento de potabilización convencional.

Atentamente,

IQ. María Paula Vargas López. IQ-19338
Coordinadora del Laboratorio

Edna Margarita Becerra Camargo
Microbióloga Industrial

Anexo No. 3 - Caracterización del efluente de la PPA

REPORTE DE RESULTADOS MUESTRA No. **1094944**

REG-REA-094 Versión 4.0

INFORMACION DEL CLIENTE

Empresa	MUNICIPIO DE MANTA CUNDINAMARCA	Ciudad y Fecha	Bogotá D.C., 7/9/2016 9:31:07 AM		
Nit	800094711	Teléfono	8567700	Fax	0
Dirección	Bogotá D. C., Cra 6 No. 2 - 27	E-mail			

INFORMACION DE LA MUESTRA

Muestra	Agua para consumo humano				
Fecha recepción	2016/06/21	Características	Materia prima	Tipo Envase	Recipiente Plastico
Fecha Elaboración	#Error	Temperatura °C	5,3	Tamaño Muestra	3000 mL
Fecha Vencimiento	#Error	Metodo muestreo	Puntual	Norma	Resolución No.2115 de 2007
Nro Lote	No aplica	Sitio muestreo	Recepción laboratorio	Muestreo por:	Empresa
Proveedor	No aplica			Muestreo Fecha/hora:	6/21/2016 10:00:00 AM

RESULTADOS

Parámetro	Fecha Análisis	Unidades	Método	Resultado	Especificaciones recomendadas		Cualitativo
					Inferior	superior	
Absorción atómica							
A Hierro total	7/5/2016 7:43:00 AM	mg/L	S.M. 22st Edition 3111 B.	0,075		Máximo 0.3	
Fisicoquímica							
A Alcalinidad total	6/28/2016 4:15:00 PM	mg/L	S.M. 22st Edition 2320 B.	<20		Máximo 200	
Cloro residual libre	6/25/2016 8:34:00 AM	mg/L	S.M. 22st Edition 4500-Cl G.	0,32	Mínimo 0.3	Máximo 2	
A Cloruros	6/23/2016 3:36:00 PM	mg/L	S.M. 22st Edition 4500-Cl B	<10		Máximo 250	
A Color	6/29/2016 7:57:00 AM	Platino/Cobalto	Organoléptico	5		Máximo 15	
A Conductividad	6/22/2016 2:50:00 PM	µS/cm	S.M. 22st Edition 2510 B	22		Máximo 1000	
A Dureza total	6/24/2016 3:53:00 PM	mg/L	S.M. 22st Edition 2340C	13		Máximo 300	
Fosfatos	6/24/2016 3:10:00 PM	mg/L	Espectrofotometría	<0,02		Máximo 0.5	
Material flotante	6/28/2016 4:14:00 PM	N/A	Cualitativo	Ausente			
A Nitritos	6/27/2016 7:35:00 AM	mg/L	S.M. 22st Edition 4500B-NO2	<0,5		Máximo 0.1	
Olor	6/24/2016 3:03:00 PM	N/A	Organoléptico	Aceptable			Aceptable
A pH	6/25/2016 9:52:00 AM	Unidades	Electrometrico	6,42	Mínimo 6.5	Máximo 9	
Sabor	6/24/2016 3:06:00 PM	N/A	Organoléptico	Aceptable			Aceptable
A Sólidos Disueltos Totales	6/24/2016 3:09:00 PM	mg/L	S.M. 22st Edition 2510 B	64			Aceptable
A Sólidos suspendidos totales	6/25/2016 10:34:00 AM	mg/L	S.M. 22st Edition 2540-D	57			
A Sólidos totales	6/25/2016 11:03:00 AM	mg/L	Gravimetría	56			
A Sulfatos	6/30/2016 9:20:00 AM	mg/L	S.M. 22st Edition 4500SO4-2	<20		Máximo 250	
A Turbiedad	6/24/2016 2:47:00 PM	NTU	S.M. 22st Edition 2130B	0,76		Máximo 2	

Los resultados son validos solo para la muestra en referencia y para los ensayos realizados. No se permite la reproducción parcial o total del informe sin previa autorización escrita por parte de Asinal Ltda. A Parámetros Acreditados, S Parámetros Subcontratados

INFORMACION DEL CLIENTE

Empresa	MUNICIPIO DE MANTA CUNDINAMARCA	Ciudad y Fecha	Bogotá D.C., 7/9/2016 9:31:07 AM	
Nit	800094711	Teléfono	8567700	Fax 0
Dirección	Bogotá D. C., Cra 6 No. 2 - 27	E-mail		

INFORMACION DE LA MUESTRA

Muestra	Agua para consumo humano				
Fecha recepcion	2016/06/21	Características	Materia prima	Tipo Envase	Recipiente Plastico
Fecha Elaboración	#Error	Temperatura °C	5,3	Tamaño Muestra	3000 mL
Fecha Vencimiento	#Error	Metodo muestreo	Puntual	Norma	Resolución No.2115 de 2007
Nro Lote	No aplica	Sitio muestreo	Recepción laboratorio	Muestreo por:	Empresa
Proveedor	No aplica			Muestreo Fecha/hora:	6/21/2016 10:00:00 AM

CALIFICACION DE LA MUESTRA

Laboratorio	Observación
Fisicoquímica	
Aceptable	Agua con características fisicoquímicas dentro de límites aceptables para aguas potables, teniendo en consideración los lineamientos del Decreto 1575/2007 y de la Resolución 2115/2007 (Ministerio de Protección Social)



Belisario Acevedo D. Ph.D.
Director técnico

REPORTE DE RESULTADOS MUESTRA No. 1095295

REG-REA-094 Versión 4.0

INFORMACION DEL CLIENTE

Empresa	MUNICIPIO DE MANTA CUNDINAMARCA	Ciudad y Fecha	Bogota D.C., 2016/07/27 08:07		
Nit	800094711	Teléfono	8567700	Fax	0
Dirección	Bogotá D. C., Cra 6 No. 2 - 27	E-mail			

INFORMACION DE LA MUESTRA

Muestra	Agua para consumo humano punto 100, Fitlandia, hora:06:00 am, Operario: Oscar Alfaro				
Fecha recepcion	2016/07/06	Características	Materia prima	Tipo Envase	Bolsa Nasco- Recipiente Plastico
Fecha Elaboración		Temperatura °C	5,3	Tamaño Muestra	4200 mL
Fecha Vencimiento		Metodo muestreo	Puntual	Norma	Resolución No.2115 de 2007
Nro Lote	No aplica	Sitio muestreo	Recepción laboratorio	Muestreo por:	Empresa
Proveedor	No aplica			Muestreo Fecha/hora:	2016/07/06 02:00

RESULTADOS

Parámetro	Resultado Fecha/Hora	Método	Resultado	Unidades	Especificaciones recomendadas		
					Inferior	superior	Cualitativo
Absorción atómica							
A Hierro total	2016/07/25 12:07	S.M. 22st Edition 3111 B.	<0,300	mg/L		Máximo	0.3
Fisicoquímica							
A Alcalinidad total	2016/07/09 09:07	S.M. 22st Edition 2320 B.	<20	mg/L		Máximo	200
Cloro residual libre	2016/07/11 16:07	S.M. 22st Edition 4500-Cl G.	0,12	mg/L	Mínimo	0.3	Máximo 2
A Cloruros	2016/07/11 16:07	S.M. 22st Edition 4500-Cl B	<10	mg/L		Máximo	250
Color aparente	2016/07/07 15:07	Comparación visual	5	Platino/Cobalto		Máximo	15
A Conductividad	2016/07/11 15:07	S.M. 22st Edition 2510 B	771	µS/cm		Máximo	1000
A Dureza total	2016/07/13 14:07	S.M. 22st Edition 2340C	<20	mg/L		Máximo	300
Fosfatos	2016/07/11 11:07	Espectrofotometría	<0,1	mgP- PO4/L		Máximo	0.5
Material flotante	2016/07/11 08:07	Cualitativo	Ausente	N/A			
A Nitritos	2016/07/11 08:07	S.M. 22st Edition 4500B-NO2	<0,05	mg N-NO2 / L		Máximo	0.1
Olor	2016/07/09 10:07	Organoléptico	Aceptable	N/A			Aceptable
A pH	2016/07/11 16:07	Electrométrico	5,66	Unidades	Mínimo	6.5	Máximo 9
Sabor	2016/07/09 10:07	Organoléptico	Aceptable	N/A			Aceptable
A Solidos Disueltos Totales	2016/07/12 08:07	S.M. 22st Edition 2510 B	14	mg/L			Aceptable
A Sólidos suspendidos totales	2016/07/12 09:07	S.M. 22st Edition 2540-D	<1	mg/L			
A Sólidos totales	2016/07/13 08:07	Gravimetría	19	mg/L			
A Sulfatos	2016/07/13 08:07	S.M. 22st Edition 4500SO4-2	<20	mg/L		Máximo	250
A Turbiedad	2016/07/11 16:07	S.M. 22st Edition 2130B	2,99	NTU		Máximo	2
Microbiología							
A Coliformes totales	2016/07/11 15:07	Filtración por membrana	0	UFC/100 mL		Máximo	Cero

Los resultados son validos solo para la muestra en referencia y para los ensayos realizados. No se permite la reproducción parcial o total del informe sin previa autorización escrita por parte de Asinal Ltda.
A Parámetros Acreditados, S Parámetros Subcontratados

REPORTE DE RESULTADOS MUESTRA No. 1095295

REG-REA-094 Versión 4.0

INFORMACION DEL CLIENTE

Empresa	MUNICIPIO DE MANTA CUNDINAMARCA	Ciudad y Fecha	Bogota D.C., 2016/07/27 08:07		
Nit	800094711	Teléfono	8567700	Fax	0
Dirección	Bogotá D. C., Cra 6 No. 2 - 27	E-mail			

INFORMACION DE LA MUESTRA

Muestra	Agua para consumo humano punto 100, Fitlandia, hora:06:00 am, Operario: Oscar Alfaro				
Fecha recepcion	2016/07/06	Características	Materia prima	Tipo Envase	Bolsa Nasco- Recipiente Plastico
Fecha Elaboración		Temperatura °C	5,3	Tamaño Muestra	4200 mL
Fecha Vencimiento		Metodo muestreo	Puntual	Norma	Resolución No.2115 de 2007
No Lote	No aplica	Sitio muestreo	Recepción laboratorio	Muestreo por:	Empresa
Proveedor	No aplica			Muestreo Fecha/hora:	2016/07/06 02:00

CALIFICACION DE LA MUESTRA

Laboratorio	Observación
Fisicoquímica	
Aceptable	Agua con características fisicoquímicas dentro de límites aceptables para aguas potables, teniendo en consideración los lineamientos del Decreto 1575/2007 y de la Resolución 2115/2007 (Ministerio de Protección Social)
Microbiología	
Aceptable	Agua que presenta recuentos microbiológicos dentro de niveles establecidos por la normatividad vigente.



Belisario Acevedo D. Ph.D.
Director técnico

REPORTE DE RESULTADOS MUESTRA No. 1095951

REG-REA-094 Versión 4.0

INFORMACION DEL CLIENTE

Empresa	MUNICIPIO DE MANTA CUNDINAMARCA	Ciudad y Fecha	Bogota D.C., 2016/08/18 12:08		
Nit	800094711	Teléfono	8567700	Fax	0
Dirección	Bogotá D. C., Cra 6 No. 2 - 27	E-mail			

INFORMACION DE LA MUESTRA

Muestra	Agua para consumo humano punto:1004, hora:08:30am,fecha:01-08-16				
Fecha recepcion	2016/08/01	Características	Materia prima	Tipo Envase	Bolsa Nasco- Recipiente Plastico
Fecha Elaboración		Temperatura °C	5,6	Tamaño Muestra	3500 mL
Fecha Vencimiento		Metodo muestreo	Puntual	Norma	Resolución No.2115 de 2007
Nro Lote	No aplica	Sitio muestreo	Recepción laboratorio	Muestreo por:	Empresa
Proveedor	No aplica			Muestreo Fecha/hora:	2016/08/01 02:00

RESULTADOS

Parámetro	Resultado Fecha/Hora	Método	Resultado	Unidades	Especificaciones recomendadas		
					Inferior	superior	Cualitativo
Absorción atómica							
A Hierro total	2016/08/16 08:08	S.M. 22st Edition 3111 B.	0,342	mg/L		Máximo	0.3
Fisicoquímica							
A Alcalinidad total	2016/08/16 11:08	S.M. 22st Edition 2320 B.	<20	mg/L		Máximo	200
Cloro residual libre	2016/08/16 11:08	S.M. 22st Edition 4500-Cl G.	<0,1	mg/L	Mínimo	0.3	Máximo 2
A Cloruros	2016/08/03 15:08	S.M. 22st Edition 4500-Cl B	<10	mg/L		Máximo	250
Color aparente	2016/08/05 14:08	Comparación visual	10	Platino/Cobalto		Máximo	15
A Conductividad	2016/08/03 12:08	S.M. 22st Edition 2510 B	20,35	µS/cm		Máximo	1000
A Dureza total	2016/08/08 12:08	S.M. 22st Edition 2340C	<20	mg/L		Máximo	300
Fosfatos	2016/08/09 14:08	Espectrofotometría	<0,1	mgP- PO4/L		Máximo	0.5
Material flotante	2016/08/04 07:08	Cualitativo	Ausente	N/A			
A Nitritos	2016/08/03 12:08	S.M. 22st Edition 4500B-NO2	<0,05	mg N-NO2 / L		Máximo	0.1
Olor	2016/08/03 12:08	Organoléptico	Aceptable	N/A			Aceptable
A pH	2016/08/12 10:08	Electrométrico	6,59	Unidades	Mínimo	6.5	Máximo 9
Sabor	2016/08/03 12:08	Organoléptico	Aceptable	N/A			Aceptable
A Solidos Disueltos Totales	2016/08/03 12:08	S.M. 22st Edition 2510 B	10	mg/L			Aceptable
A Sólidos suspendidos totales	2016/08/09 16:08	S.M. 22st Edition 2540-D	6	mg/L			
A Sólidos totales	2016/08/10 14:08	Gravimetría	59	mg/L			
A Sulfatos	2016/08/05 07:08	S.M. 22st Edition 4500SO4-2	<20	mg/L		Máximo	250
A Turbiedad	2016/08/03 12:08	S.M. 22st Edition 2130B	5,72	NTU		Máximo	2
Microbiología							
A Coliformes totales	2016/08/05 12:08	Filtración por membrana	0	UFC/100 mL		Máximo	Cero

Los resultados son validos solo para la muestra en referencia y para los ensayos realizados. No se permite la reproducción parcial o total del informe sin previa autorización escrita por parte de Asinal Ltda.
A Parámetros Acreditados, S Parámetros Subcontratados

REPORTE DE RESULTADOS MUESTRA No. 1095951

REG-REA-094 Versión 4.0

INFORMACION DEL CLIENTE

Empresa	MUNICIPIO DE MANTA CUNDINAMARCA	Ciudad y Fecha	Bogota D.C., 2016/08/18 12:08		
Nit	800094711	Teléfono	8567700	Fax	0
Dirección	Bogotá D. C., Cra 6 No. 2 - 27	E-mail			

INFORMACION DE LA MUESTRA

Muestra	Agua para consumo humano punto:1004, hora:08:30am,fecha:01-08-16				
Fecha recepcion	2016/08/01	Características	Materia prima	Tipo Envase	Bolsa Nasco- Recipiente Plastico
Fecha Elaboración		Temperatura °C	5,6	Tamaño Muestra	3500 mL
Fecha Vencimiento		Metodo muestreo	Puntual	Norma	Resolución No.2115 de 2007
No Lote	No aplica	Sitio muestreo	Recepción laboratorio	Muestreo por:	Empresa
Proveedor	No aplica			Muestreo Fecha/hora:	2016/08/01 02:00

CALIFICACION DE LA MUESTRA

Laboratorio	Observación
Fisicoquímica	
No aceptable	Muestra que no cumple con especificaciones de norma para aguas potables contenidas en el Decreto 1575/2007 y la Resolución 2115/2007 (Ministerio de Protección Social) TURBIEDAD
Microbiología	
Aceptable	Agua que presenta recuentos microbiológicos dentro de niveles establecidos por la normatividad vigente.



Belisario Acevedo D. Ph.D.
Director técnico