

**EVALUACIÓN DE REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN AIREADORES
DE TOBERAS EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO**

**MAGDA MILENA MARTINEZ RAMOS
EDISON FERNANDO MONTERO ZARAMA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

**EVALUACIÓN DE REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN AIREADORES
DE TOBERAS EN LA CIUDAD SAN JUAN DE PASTO**

**MAGDA MILENA MARTINEZ RAMOS
EDISON FERNANDO MONTERO ZARAMA**

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

**Director:
ING. Esp .JAIME EFREN INSUASTY ENRIQUEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el Trabajo de Grado, son responsabilidad exclusiva del autor”.

Artículo 1 del acuerdo N°. 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Concejo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor

Artículo 13° del acuerdo No. 005 de enero 26 de 2010, emanado por el Honorable Concejo Académico de la Universidad de Nariño”

Nota de aceptación:

Firma del asesor de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Mayo de 2014

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN.....	19
1. TITULO	21
2. MARCO REFERENCIAL.....	22
2.1 ANTECEDENTES.....	22
2.2 MARCO TEÓRICO	25
2.2.1 Parámetros de evaluación (hierro y manganeso):	25
2.2.2 Remoción de hierro y manganeso.....	27
2.2.3 Métodos de remoción.....	28
2.2.4 Aireación.....	29
2.2.4.1 Fundamentos teóricos.....	30
2.2.4.2 Principios químico	32
2.2.4.3 Oxígeno disuelto.....	32
2.2.4.4 Tipos de aireadores:	32
2.2.5 Complemento para la remoción física del hierro y manganeso mediante tanque de contacto de grava.....	35
2.2.6. Efectos del hierro y manganeso en el uso del agua.	35
2.3. MARCO LEGAL	36
2.3.1 Concentraciones permitidas de hierro y manganeso.....	36
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	38
3.1 MUESTRA	42
4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
4.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN TEÓRICO PRÁCTICO PARA IDENTIFICAR LA TOBERA A UTILIZAR EN EL AIREADOR.	44

4.1.1	Entrevista a la persona a cargo del laboratorio de hidráulica de la Universidad de Nariño.....	44
4.1.2	Ensayo de surtidores.	45
4.2	CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DEL AIREADOR DE TOBERAS.....	48
4.2.1	Tiempo teórico de exposición de una gota de la tobera utilizada.....	49
4.2.2	Accesorios necesarios para construir el aireador.	49
4.3	RECONOCIMIENTO Y SELECCIÓN DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN	49
4.3.1	Ubicar diferentes aljibes en la ciudad de Pasto.	49
4.3.2	Verificación de la continuidad de la concentración de hierro y manganeso en el aljibe del lava-autos los amigos.....	50
4.3.3	Descripción del aljibe del lava-autos “los amigos”	52
4.4.	SELECCIÓN DE NÚMERO DE TOBERAS	53
4.4.1	Lecturas de oxígeno disuelto.	54
4.5	ELABORACION DEL TANQUE DE CONTACTO CON LECHOS DE GRAVA.	58
4.5.1	Aforos.	58
4.5.2	Tanque de contacto con lechos de grava.	61
4.6	DESCRIPCION DEL MONTAJE PARA EL SISTEMA DE AIREACIÓN- TANQUE DE CONTACTO CON LECHOS DE GRAVA.....	63
4.7.	DETERMINACIÓN DE LA REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO..	63
4.7.1	Toma de muestras y análisis de caracterización del agua y análisis físicos químicos y microbiológicos.	63
4.7.2	Toma de muestras y análisis para la determinación del hierro y manganeso en el aljibe del lava -autos “los amigos “:	64
4.7.2.1	Determinación de hierro:	64
4.7.2.2	Determinación de manganeso.....	66
4.7.2.3	Análisis de los resultados de las determinaciones de hierro y manganeso.	69
	CONCLUSIONES	82

RECOMENDACIONES.....84

BIBLIOGRAFÍA.....85

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Aireador a rocío	33
Figura 2. Ensayo de aspersor en la Universidad de Nariño.	43
Figura 3. Tobera Mini Wáter Bell y su respectivo ensayo en el laboratorio de hidráulica Universidad de Nariño.....	47
Figura 4. Aireador de toberas, tanque de recolección con red de tuberías y toberas.....	45
Figura 5. Motobomba y manómetro para la extracción del agua y la regulación del caudal en el en el lavadero de automóviles “los amigos”	47
Figura 6. Ubicación geográfica del lavadero de automóviles “los amigos”	49
Figura 7. Vista en planta del aljibe del lavadero de automóviles “los amigos” ...	53
Figura 8. Lectura de oxígeno disuelto en el alije del lavadero de automóviles “los amigos”	54
Figura 9. Montaje del sistema aireación y el tanque de contacto en el lavadero de automóviles “los amigos” Barrio el Pilar ciudad de San Juan de Pasto.....	59
Figura 10. Toma de pH con la cinta colorimétrica, en el tanque abastecimiento en el lavadero de automóviles “los amigos”	64

LISTA DE GRAFICAS

Pág.

Grafica 1.	Comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto en los diferentes puntos evaluados para 2 toberas.	52
Grafica 2.	Comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto en los diferentes puntos evaluados para 4 toberas	56
Grafica 3.	Comportamiento de la Concentración de Oxígeno Disuelto en los diferentes puntos evaluados para 6 toberas.	57
Grafica 4.	Concentración de HIERRO antes y después del tratamiento Etapa 1.	72
Grafica 5.	Concentración de MANGANESO antes y después del tratamiento Etapa 1.	73
Grafica 6.	Concentración de HIERRO antes y después del tratamiento Etapa 2.....	76
Grafica 7.	Concentración de MANGANESO antes y después del tratamiento Etapa 2.....	77
Grafica 8.	Concentración de HIERRO antes y después del tratamiento Etapa 3.....	80
Grafica 9.	Concentración de MANGANESO antes y después del tratamiento Etapa 3.....	81

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.	Métodos para la remoción del hierro y manganeso	29
Tabla 2.	Tipo y tamaño gotas	34
Tabla 3.	Normas de calidad de agua potable según decreto 1575/2007	37
Tabla 4.	Matriz general	40
Tabla 5.	Proceso metodológico.....	41
Tabla 6.	Características de nebulizadores y micro aspersores trabajando a 20 psi	46
Tabla 7.	Referencia de aspersores medianos y tobera ensayos en el laboratorio.....	47
Tabla 8.	Accesorios utilizados en la construcción del aireador.	49
Tabla 9.	Análisis de hierro (Fe) y manganeso (Mn) en aguas de aljibe en diferentes lugares de San Juan de Pasto.....	50
Tabla 10.	Concentraciones de hierro y manganeso en el agua del aljibe lava-autos “los amigos” durante una semana en forma continúa en el mes de septiembre año 2013.	51
Tabla 11.	Caracterización de la muestra en la zona de estudio durante una semana en forma continúa en el mes de enero año 2014.	52
Tabla 12.	Lecturas de oxígeno disuelto, realizadas en el aljibe, el tanque de abastecimiento y el sistema de aireación empleando 2 toberas.	55
Tabla 13.	Lecturas de concentración de oxígeno disuelto en el aljibe, tanque de abastecimiento y aireado empleando cuatro toberas.	56
Tabla 14.	Promedio de las lecturas del oxígeno disuelto tomados en el aljibe, tanque de abastecimiento y el aireador de empleando 6 toberas.....	57
Tabla 15.	Aforos in situ para 6 toberas con una presión constante de 20 psi....	59
Tabla 16.	Tamaño y disposición del lecho en tanque de contacto.	62

Tabla 17.	Hierro y manganeso - método fotométrico mes de septiembre 2013.	67
Tabla 18.	Hierro y manganeso - método fotométrico mes de Enero 2014.....	68
Tabla 19.	Datos del porcentaje de oxidación del hierro empleando 6 toberas mes de septiembre etapa 1.....	70
Tabla 20.	Datos del porcentaje de oxidación del manganeso empleando 6 toberas mes de septiembre etapa 1.	71
Tabla 21.	Datos del porcentaje de remoción del hierro empleando 6 toberas etapa 2.....	74
Tabla 22.	Datos del porcentaje de remoción de manganeso empleando 6 toberas etapa 2.	75
Tabla 23.	Datos del porcentaje de remoción del hierro empleando 6 toberas etapa 3.....	78
Tabla 24.	Datos del porcentaje de remoción de manganeso empleando 6 toberas etapa 3.	79

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1.	FORMATO DE ENTREVISTA UNIVERSIDAD DE NARIÑO	84
Anexo 2.	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENSAYO DE SURTIDORES.....	85
Anexo3.	REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DEL AIREADOR DE TOBERAS.	86
Anexo 4.	REGISTRO FOTOGRAFICO DEL ENSAYO GRANULOMETRICO DEL MATERIAL EMPLEADO PARA EL LECHO FILTRANTE.....	92
Anexo 5.	REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ALJIBE DE ESTUDIO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE AIREACION- TANQUE DE CONTACTO.....	97
Anexo 6.	REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA TOMA Y CONSERVACION DE MUESTRAS.....	106
Anexo 7.	REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA REFIGERACION DE MUESTRAS Y DETERMINACION DE HIERRO Y MANGANESO EN EL AGUA TRATADA.....	108
Anexo 8.	REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ESTADO FINAL DEL AIREADOR DESPUES DE CONCLUIR LAS ACTIVIDADES.....	110
Anexo 9.	PLANOS EN PLANTA Y EN PERFIL DEL SISTEMA AIREACIÓN – TANQUE DE CONTACTO CON LECHOS DE GRAVA.....	111

Anexo10.	INFORME LABORATORIO DE SUELOS - CURVA GRANULOMETRIA.....	112
Anexo 11.	INFORME DE RESULTADOS DEL CONTENIDO DE HIERRO Y MANGANESO EN DIFERENTES PUNTO DE LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO.	114
Anexo 12.	TOMAS DE MUESTRAS DE CONTINUIDAD DE HIERRO Y MANGANESO DURANTE LOS MESES DE SEPTIEMBRE Y ENERO EN EL ALJIBE DEL LAVADERO DE AUTOMÓVILES “LOS AMIGOS “	115
ANEXO 13.	INFORME DE RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA DEL ALJIBE LAVA-AUTOS “LOS AMIGOS”	118
ANEXO 14.	INFORME DE RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN ANTES Y DESPUÉS DEL HIERRO Y MANGANESO EN LA ÉPOCA DE SEPTIEMBRE DEL 2013 PRIMERA ETAPA DEL AGUA DEL ALJIBE LAVA-AUTOS “LOS AMIGOS”	120
Anexo 15.	INFORME DE RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN ANTES Y DESPUÉS DEL HIERRO Y MANGANESO EN LA ÉPOCA DE ENERO 2014 DEL AGUA DEL ALJIBE LAVA-AUTOS “LOS AMIGOS, ETAPA 2.....	131

Anexo 16. INFORME DE RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN ANTES Y DESPUÉS DEL HIERRO Y MANGANESO EN LA ÉPOCA DE MARZO 2014 TERCERA ETAPA DEL AGUA DEL ALJIBE LAV- AUTOS “LOS AMIGOS. ETAPA 3.	142
---	-----

GLOSARIO

ABSORCIÓN: Es un proceso físico o químico por el cual átomos, iones o moléculas pasan de una primera fase a otra incorporándose al volumen de la segunda fase.

ACUIFERO: Es aquél estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas.

ADSORCIÓN: es un proceso físico o químico por el cual átomos, iones o moléculas son atrapados o retenidos en la superficie de la materia.

ALÍCUOTA: es una parte que se toma de un volumen (alícuota líquida) o de una masa (alícuota sólida) iniciales, para ser usada en una prueba de laboratorio, cuyas propiedades físicas y químicas, así como su composición, representan las de la sustancia original.

ANFÓTERO: es aquella sustancia que puede reaccionar ya sea como un ácido o como una base.

AGENTES SECUESTRANTES: Los compuestos capaces de ligar iones metálicos de tal manera que no exhiban sus reacciones normales en presencia de agentes precipitantes

AGENTE ENMASCARANTE: Es un reactivo químico usado en una prueba o análisis que tiene la propiedad de unirse con ciertas especies que de otro modo interferirían o adulterarían la muestra que se va a analizar.

COLOIDAL: Es un sistema formado por dos o más fases, principalmente: una continua, normalmente fluida, y otra dispersa en forma de partículas; por lo general sólidas.

CACIÓN: es un ión (o sea átomo o molécula) con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones. En las sales típicamente están formadas por cationes y aniones.

DILUCIÓN QUÍMICA: Es la reducción de la concentración de una sustancia química en una disolución.

DIFUSIÓN: Es un proceso físico irreversible, en el que partículas materiales se introducen en un medio que inicialmente estaba ausente, aumentando la entropía (Desorden molecular) del sistema conjunto formado por las partículas.

DISOLUCIÓN: Describe un sistema en el cual una o más sustancias están mezcladas o disueltas en forma homogénea en otra sustancia.

HIDRÓLISIS: es una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar parte de otra especie química.

MEZCLA: es un sistema material formado por dos o más componentes mezclados, pero no combinados químicamente.

PARTES POR MILLÓN (PPM): es la unidad de medida con la que se evalúa la concentración.

PH: es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. Se denomina potencial de hidrogeno.

PIROLUSITA: es un mineral del grupo de los óxidos siendo un óxido de manganeso Usualmente se encuentra en forma de agregados masivos terrosos.

POLIFOSFATOS: Son las sales del ácido fosfórico que se obtiene a partir del calentamiento alcalino de la roca fosfórica.

PRECIPITACIÓN: es un proceso de obtención de un sólido a partir de una disolución

SOLUBILIZACION: es cuando un compuesto denominado soluto (ya sea sólido, liquido o gaseoso) se disuelve en otro (solvente), es decir, entre los dos pasan a formar una sola fase homogénea.

SOLUCIÓN ALCALINA: es aquella que al medir su pH, éste sea superior a 7, ya que el 7 es la neutralidad y pH inferiores a él son ácidos.

SOLUCIONES AMORTIGUADORAS: son aquellas soluciones cuya concentración de hidrogeniones varía muy poco al añadirles ácidos o bases fuertes.

RESUMEN

En el agua, se encuentran los metales de Hierro y Manganese, los cuales no pueden superar en concentración al 0.3 ppm y 0.05 ppm respectivamente. Las aguas de pozos presentan concentraciones altas de estos metales y al hacer contacto con el oxígeno, se oxidan y forman precipitados de hidróxido de Hierro y de Manganese, lo hace objetable su uso. Si el agua se emplea directamente, sin ningún tratamiento previo, la precipitación de Hierro (Fe) y Manganese (Mn) ocurre en circunstancias indeseables causando coloraciones rojizas o negruzcas y generando bacterias contaminantes que provocan olores y sabores desagradables, de allí la importancia de emplear métodos de remoción de Hierro y Manganese, antes de utilizar o consumir estas aguas.

El aireador de toberas junto con un tanque de contacto para la retención de los precipitados mediante un lecho de grava, es el método empleado para la remoción de Hierro y Manganese, que a través de las toberas las cuales hacen el contacto íntimo del agua con el oxígeno atmosférico, generando reacciones donde se oxidan los metales para transformar los compuestos ferrosos a férricos removiendo los precipitados.

Esta evaluación de Hierro y Manganese se hace in situ, y se realizan ensayos con muestras representativas empleando un total de 6 toberas y un tanque de contacto en con lechos de grava se utiliza para determinar el porcentaje de remoción por medio del método fotométrico en laboratorio. Se emplea un método estadístico aleatorio para la confiabilidad de la toma de muestras y luego de llevar a cabo el proceso de aireación- filtración.

El trabajo de esta investigación permitió obtener valores de remoción del 43.5 % en cuanto al Hierro y del 44.5% del Manganese, lo cual indica que el aireador de toberas y el tanque de contacto en lechos de grava no es tan eficiente, sin embargo se logra remover los elementos sin necesidad de utilizar químicos, lo cual hace que el sistema sea económico y de fácil operación. Aunque este tratamiento, no supero el 50% en las remociones, este trabajo puede tomarse como referencia para otros tipos de investigaciones en este campo, permitiendo tener una idea general de la capacidad de remoción del Hierro y Manganese.

ABSTRACT

Nozzle aerator and a filtration, this system is one of many methods used to remove Iron and Manganese, which, by using nozzles generates reaction to transform ferrous components to ferric components. Through a process of filtration the precipitated are removed.

This assessment of Iron and Manganese is done by a routine task in situ, which consists of performing tests with representative samples using a total of 6 nozzles and the contact tank with gravel beds in order to determine the percentage of removal by the photometric method in the laboratory.

Water samples are taken from the well at "Los Amigos" car wash located in El Pilar neighborhood in the city of Pasto. A random statistical method for reliability of sampling is used and after carrying out the aeration – and retention process.

The work of this research allows for removal values of 43.5% of Iron and 44.5% of Manganese, indicating that the nozzle aerator and the contact tank with gravel beds is not as efficient but given the conditions of having a reduced area of both the aerator and tank; however, there is a plus that is achieved in removing these parameters without the need for chemicals which makes the system affordable and easy to work. While this treatment did not exceed more than 50% in removals this study and evaluation is a reference for other types of research in the field, allowing a general idea of the removal capability of Iron and Manganese and serves as basic for future research in waters containing high concentrations of Iron and Manganese with other types of aerators.

INTRODUCCIÓN

La concentración de Hierro y Manganese se encuentra en forma reducida en aguas sub- superficial y subterránea, aunque muchas veces exceden los límites permitidos según la norma para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

La presencia de Hierro y Manganese, como la dureza en el agua, no son tóxicas al nivel en que se encuentran en las aguas de suministro convencional, sin embargo, cuando los niveles son mayores a 0.3 ppm y 0.05 ppm respectivamente, causan problemas de uso y manejo del agua.

Si la concentración de Hierro es alta, casi siempre también lo será la concentración de Manganese, el problema con estos metales es que inicialmente están disueltos, pero una vez que el agua es extraída del pozo o acuífero donde se encuentra y se pone en contacto con el oxígeno, los metales se oxidan y forman precipitados de hidróxido de Hierro y de Manganese; Si el agua se emplea directamente, sin ningún tratamiento previo, la precipitación del Hierro y del Manganese causa condiciones indeseables en el agua.

En esta investigación se diseña y construye un sistema práctico no convencional, para la remoción de Hierro y Manganese. Se desarrolla con muestras de agua del pozo del lavadero de automóviles “los amigos” ubicado en la ciudad de San Juan de Pasto. Se diseña un aireador de toberas y un tanque de contacto con lechos de grava, se determina el oxígeno disuelto en el aireador de toberas in situ mediante un oxímetro y se determina la remoción de Hierro y Manganese en un tanque de contacto una vez que haya pasado por el lecho de grava.

OBJETIVOS

Objetivo general: Determinar y analizar el oxígeno disuelto en el Aireador de Toberas y la remoción de Hierro y Manganese mediante un tanque de contacto con lechos de grava, en muestras de agua, en el aljibe ubicado en lavadero de Automóviles Barrio el Pilar en la ciudad de San Juan de Pasto.

Objetivos específicos:

- Diseñar y construir el aireador de toberas.
- Determinar el oxígeno disuelto en el Aireador de tobera mediante el oxímetro.

- Determinar la remoción de Hierro y Manganeseo en el tanque de contacto con lechos de grava.

1. TITULO

“EVALUACIÓN DE REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN AIREADORES DE TOBERAS EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO”

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES

✓ Según: Burbano, L y Sánchez, L, D de la Universidad del Valle, instituto Cinara.¹ Remoción de hierro y manganeso por oxidación – filtración para agua potable

Resumen “El Hierro y el Manganeso presentes en el agua de consumo humano presentan serios problemas para la infraestructura de redes válvulas y micro medidores por las incrustaciones y el riesgo de formación de biopelículas al interior de las tuberías. Por el color, la presencia de sólidos suspendidos y sabor, los usuarios tienden a generar rechazo en especial del agua subterránea.

Este estudio se orientó a identificar y caracterizar tres opciones para la remoción de Hierro y Manganeso a escala piloto y real. Las tecnologías estudiadas corresponden a sistemas oxidación filtración. A escala piloto se diseñó y se realizó el montaje de dos plantas de tratamiento ambas con oxidación con hipoclorito de sodio más la filtración gruesa ascendente en serie en dos y tres etapas (**FGAS 2-3**) operando con fuente superficial y subterránea. A escala, real se evaluó una planta con oxidación por aireación más un filtro en múltiples etapas (aireación + FIME) operando con fuentes subterráneas. Los FGAS 2-3 de las plantas piloto se diseñaron con una velocidad de filtración 3 m/h, mientras que FGAS de la planta a escala real opero a 0.5 m/h.

El sistema piloto oxidación + FGAS 3 con fuente subterránea obtuvo una eficiencia de remoción de hierro y manganeso con valores del 84% y del 90% respectivamente. Mientras que la planta piloto oxidación + FGAS 2 con fuente superficial registro una remoción de más baja, hierro del 58% debido a que por el tipo de fuente el hipoclorito reacciona con otras sustancias y puede forman subproductos. La remoción en la planta escala real aireación + FIME fue del 89 % en manganeso y del 92% en el hierro. Esta tecnología es fácil de operar y mantener, pero debido a las bajas velocidades de filtración, requiere de área 6

¹BURBANO L, SANCHEZ L.D Remoción de Hierro y Manganeso por oxidación –filtración, instituto Cinara, universidad del valle seminario internacional: visión integral en el mejoramiento de la calidad del agua pág. 3

veces mayores a la oxidación con cloro + FGAS 2-3, lo cual implica mayores costos de inversión inicial del sistema. Sin embargo, el sistema de aireación + FIME puede ser más apropiado cuando se tienen fuentes superficiales con alto contenido de hierro y manganeso, pues al no requerirse sustancias químicas en su proceso, reduce los riesgos de formación subproductos de cloro.”

✓ Según: José Guillermo Castañeda Castro de la Universidad San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería– Química.(2005)². Reducción de hierro manganeso y detergente en el agua, por medio de arena verde de manganeso y carbón activado

Resumen “El presente trabajo de graduación titulado Reducción de hierro, manganeso y detergente en el agua, por medio de arena verde de manganeso y carbón activado, demuestra que a través de una columna de arena verde de manganeso y carbón activado, puede reducirse el hierro, manganeso y detergente a los límites máximos aceptables de la norma COGUANOR NGO 29 001, agua potable para el consumo humano.

Durante un período de 8 semanas, se tomaron muestras de agua tipo “B” del pozo No. 1 de la Colonia Molino de Las Flores y fueron enviadas al Laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos Dra. Alba Tabarini Molina, ubicado en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los métodos utilizados se encuentran descritos en el *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* aceptados en Guatemala y la norma COGUANOR NGO 29 001.

Como resultado de los análisis del agua tipo “B” del pozo No. 1, el hierro, manganeso y el detergente, se encontraron por arriba de los límites máximos permisibles de la norma COGUANOR. En base a los resultados de la investigación se redujeron los niveles de hierro y manganeso a los límites aceptados por la norma COGUANOR NGO 29 001 y el detergente puede ser removido con carbón activado, manejando una velocidad de flujo de 1 gpm.”

²CASTAÑEDA CASTRO, JOSÉ GUILLERMO; Reducción de Hierro, Manganeso y Detergente en el agua por medio de arena verde de manganeso y carbón activado septiembre Guatemala (2004) pag.8.

✓ Según Nicolás Santiago Jurado Mora y Anderson faver Martínez Benavides de la Universidad Mariana, facultad de Ingeniera Septiembre (2204).³ Evaluacion de la remocion del contenido de sales de hierro y manganeso en aguas subterraneas de la universidad mariana a partir de un tratamiento por torre de aireacion dinamica de bandejas.

Resumen” El agua como la concepción del aire, es la sustancia más importante para la supervivencia del hombre, en la actualidad esta no presenta una disponibilidad representativa debido a que muchas comunidades no cuentan con los suficientes recursos para su tratamiento por lo tanto, las aguas subterráneas son una alternativa para contemplar, por lo general esta aguas son de mejor calidad que las aguas superficiales, normalmente son de menor costo para explorar y proporcionan un suministro más confiable, la pureza de esta agua depende en gran medida de la conformación del suelo, para nuestro caso Nariño la geología de sus suelos y características hace que el agua contengan cierto tipo de alteraciones principalmente la disolución de sales de hierro y manganeso y es común la baja presencia de oxígeno disuelto.

La Universidad Mariana, cuenta con un acuífero perforado hace ya varios años de donde se extrae agua para la manutención de jardines y el lavado de patios, esta agua extraída presenta sales de hierro y manganeso y bajos niveles de oxígeno disuelto, lo cual hace necesario que se implemente un tratamiento de aireación por torre dinámica de bandejas que están constituidos por una serie de compartimentos o bandejas colocadas horizontalmente una bajo la otra, separadas entre sí a diferentes alturas que van desde los 30 a los 75 cm, estas tiene el fondo perforado, construidos en lámina metálica sobre ellas se colocó el material de contacto de coque. El agua se esparce por medio de tubería sobre el compartimiento más alto y cae por percolación a través de las demás bandejas hasta llegar al tanque inferior de recolección, lo anterior hará que se le adicione oxígeno al agua.

En purificación este tratamiento se conoce como aireación, mediante el cual el agua es puesta en contacto íntimo con el aire con el propósito de modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ellas y remover sales de hierro y manganeso.”

³JURADO MORA,NICOLÁS SANTIAGO Y MARTÍNEZ BENAVIDES, ANDERSON FAVER Evaluación de la Remoción del contenido de sales de Hierro y Manganeso en aguas subterráneas de la universidad mariana a partir de un tratamiento por torre de aireación dinámica de bandejas. Trabajo de Grado mayo (2012).

Haciendo el análisis de algunos de los trabajos anteriores a éste referente de la evaluación de hierro y manganeso, se destaca la implementación de metodologías investigativas en torno al manejo de datos estadísticos y revisiones in-situ que brinden la información necesaria para la realización de un análisis técnico de las condiciones anteriores y posteriores a un tratamiento en diferentes tipos de aguas sean superficiales o subterráneas, la implementación de este método se evidencia en el trabajo Según **Burbano, L y Sánchez, L, D** de la Universidad del Valle, instituto Cinara.(2012). Remoción de Hierro y Manganeso por oxidación – filtración para agua potable, quienes plantean una forma de estudio de los tratamientos para el agua con altas concentraciones en estos parámetros de una forma práctica a escala real, realizando estudios de laboratorios del Hierro y Manganeso.

En la ciudad de San Juan de Pasto, existe un gran cantidad de aljibes los cuales proviene de aguas sub superficiales pero que en su gran mayoría son utilizadas en los lavaderos de automóviles ya que sus características físicas químicas y microbiológicas impiden que este afluente se lo emplee para otros usos diferentes, limitante que en un futuro debe superarse ya que las aguas superficiales tiene a escasear y la única alternativa sería potabilizar este tipo de afluente

A diferencia de otras investigaciones este trabajo ha planteado un tratamiento que se ajusta a las condiciones del sitio, donde se empleó un método de aireación no convencional, el de las toberas y un tanque de contacto con lecho de grava captando así los precipitados oxidados mediante la aireación, el cual hace que el equipo sea económico y de fácil manejo, sin necesidad de utilizar productos químicos como el cloro, sin embargo, el método requiere de una área extensa para mejorar su eficiencia y poder mitigar en gran parte los problemas causados por el Hierro y Manganeso y ampliar el uso de este recurso no renovable el cual es vital para la vida humana

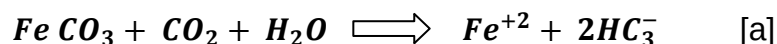
2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Parámetros de evaluación (hierro y manganeso):

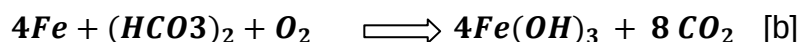
Química del hierro. El Hierro, es un elemento de transición y según sus propiedades hace parte de la familia de los metales. Es químicamente activo para existir en estado libre, es por ello que se lo encuentra en forma de dos sales. Una sal es ferrosa, es decir, tienen un estado de oxidación más dos Fe^{+2} , la cual se

puede encontrar en forma compuesta llamada siderita siendo ligeramente soluble; la otras sales férrica, es decir, tiene un estado de oxidación de más tres. Fe^{+3}

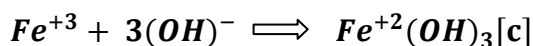
Por lo general, las aguas subterráneas contienen cantidades significativas de dióxido de carbono (CO_2), es natural suponer que cantidades apreciables de carbonato ferroso podrán ser disueltas conforme a la reacción[a]⁴



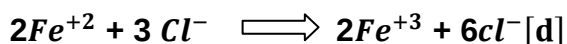
La ecuación química que expresa la oxidación del bicarbonato ferroso es la siguiente[b]⁵:



Las sales ferrosas es decir en oxidación más dos (Fe^{+2}), contenidas en las aguas, se oxidan fácilmente a la forma férrica en oxidación más 3 (Fe^{+3}), por la acción del oxígeno atmosférico, en las condiciones normales de pH y siendo cationes débiles, tienden inmediatamente a hidrolizarse a una forma que precipita más fácilmente, como se expresa en la reacción[c]⁶:



Al clorarse las aguas que llevan iones ferrosos, ocurre una inmediata oxidación a la forma férrica, según la reacción [d]⁷



Química del manganeso. El Manganeso es un metal de transición, perteneciente al grupo VIIB y cuarto período de la tabla periódica de los elementos, precediendo el Hierro. El manganeso se encuentra en los estados de oxidación $+2$, $+3$, $+4$, $+6$ y $+7$, siendo más abundante en el estado de oxidación(Mn^{+4}), en forma de

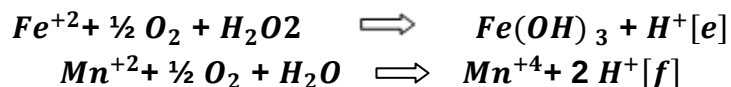
⁴CORDÓN M. R. Octavio. Ing. Civil, H. Avendaño Flores. Ing. Química, Aplicación de Estudios de Laboratorio al Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua. XXI congreso centroamericano y nacional de ingeniería sanitaria y ambiental Guatemala, octubre de 1999.pag.10

⁵Ibíd., pag10.

⁶ Ibíd., pag10.

MnO_2 , también llamado pirolusita, que está ampliamente distribuida en los suelos de forma de minerales de baja riqueza.⁸

En presencia de oxígeno disuelto, tanto el hierro de oxidación más dos (Fe^{+2}) como el manganeso con oxidación más dos (Mn^{+2}) son termodinámicamente inestables a todos los valores de pH de las aguas naturales, esquematizándose esto con las siguientes reacciones químicas [e] y [f]:⁹



2.2.2 Remoción de hierro y manganeso. Existen varios métodos para remoción del Hierro y Manganeso, aplicados de acuerdo al estado en el cual los elementos se encuentren, por ejemplo, si se encuentra en estado ferroso Fe^{+2} y manganeso Mn^{+2} , las tecnologías recomendadas para la reducción de ambos a los niveles sugiere la experiencia en los laboratorios químicos son las siguientes¹⁰:

- Aireación presurizada y filtración
- Oxidación, coagulación y/o filtración de los precipitados
- A través de filtros oxidantes (arena verde manganeso)
- Intercambio iónico
- Destilación
- Ósmosis inversa
- Electrodialisis

Cuando los compuestos de Hierro y Manganeso, se encuentran en estado férrico Fe^{+3} y mangánico Mn^{+4} la tecnología del tratamiento serían.¹¹

- Filtración con arena sílica y cartuchos.
- Con arena verde manganeso

⁹.CORDÓN M. R. Octavio. Ing. Civil, H. Avendaño Flores. Ing. Química, Aplicación de Estudios de Laboratorio al Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua. XXI congreso centroamericano y nacional de ingeniería sanitaria y ambiental Guatemala, octubre de 1999

¹⁰CASTAÑEDA CASTRO, JOSÉ GUILLERMO; Reducción de Hierro, Manganeso y Detergente en el agua por medio de arena verde de manganeso y carbón activado septiembre Guatemala (2004) pag.8.

- Calcita, para elevar el pH a 7.5

2.2.3 Métodos de remoción. Dependiendo de las características del agua cruda puede ser necesario un tiempo de reacción hasta de algunas horas después de la aireación. Si las concentraciones de hierro y manganeso total son altas, algunas veces se usan tanques de sedimentación con dispositivos de colección y remoción de lodos en vez de tanques de retención simples.¹²

- Filtración en medios acondicionados.
- Precipitación química
- Estabilización por Secuestro
- Filtración directa con la aplicación de sustancias químicas.
- Oxidación-Filtración
- Remoción in-situ.
- Tecnologías alternativas.
- Intercambio iónico.

Aireación-filtración. El proceso de aireación-filtración se recomienda para agua con alta concentración de hierro (mayor de 5 mg/l) con el fin de disminuir los costos en reactivos. El equipo usado en este proceso incluye comúnmente un aireador, un tanque de retención y filtros.

El tratamiento más indicado en cada caso, esta directamente relacionando con la calidad del agua y se puede escoger según las siguientes características:

- Aguas que contiene solo hierro.
- Aguas que contiene hierro en combinación con materia orgánica.
- Aguas que contienen Hierro y Manganeso, pero cantidades no apreciables de ácidos orgánicos.
- Aguas que contienen Hierro y Manganeso, pero cantidades apreciables de ácidos orgánicos.
- Aguas que contiene solo Manganeso.

En general, los tratamientos pueden agruparse en dos clases, precipitación e intercambio iónico, para esta investigación el tratamiento se da por precipitación en donde se introduce oxígeno al agua por aireación el existo es cambiar los

¹² SOMMERRFELD, ELMER O. "Iron and Manganese Removal Handbook", American Water Works Association.1999) pag.104.

compuestos ferrosos solubles a férricos insolubles y poder decantarlos. (ver tabla 1)

Tabla 1. Métodos para la remoción del hierro y manganeso ¹³

TRATAMIENTO	OXIDACION	CARÁCTER DEL AGUA	EQUIPO NECESARIO	PH	SUSTANCIAS NECESARIAS	OBSERVACIONES
1. AIREACION SEDIMENTACION FILTRACION EN ARENA	SI	HIERRO SOLO EN AUSENCIA DE CANTIDADES APRECIABLE DE MATERIA ORGANICA	AIREADOR, SEDIMENTADOR, FILTRO	6.5	NINGUNA	OPERACIÓN FACIL. NINGUN CONTROL DE DOSIFICACION
2. AIREACION, OXIDACION POR CONTACTO, SEDIMENTACION, FILTRACION.	SI	HIERRO Y MANGANESO LIGERAMENTE COMBINADO CON MATERIA ORGANICA NO EXCESIVO CONTENIDO DE CO ₂ O ACIDOS ORGANICOS	AIREADOR DE CONTACTO CON COQUE, GRABIA O PIROLOSITA SEDIMENTADOR Y	7.65	NINGUNA	SE REQUIERE BUENA AIREACION , CONTROL FACIL
3. AIREACION, FILTRACION POR CONTACTO	SI	HIERRO Y MANGANESO COMBINADO CON MATERIA ORGANICA, PERO NO CONTENIDO EXCESIVO DE ACIDOS ORGANICOS	AIREADOR Y FILTRO CUBIERTO DE MANGANESO PRESIPTADO, PEROLUCITA	6.5	NINGUNA	SE REQUIERE BUENA AIREACION, SINO SE INYECTA AIRE CON COMPRESOR. FACIL CONTROL
4. FILTRACION POR CONTACTO	SI	HIERRO Y MANGANESO COMBINADO CON MATERIA ORGANICA, PERO NO EXCESIVO CO ₂ O ACIDOS ORGANICOS	FILTRO DE ARENA RECUBIERTO DE MANGANESO DE PIROLOCITA GRANULAR O DE ZEOLITAS	7.65	FILTRO REACTIVADO U OXIDO CON CLORO O PERMANGANATO SODICO	NO REQUIERE AIREACION
5. AIREACION, CLORACION, SEDIMENTACION, FILTRACION EN ARENA	SI	HIERRO Y MANGANESO LIGERAMENTE COMBINADO CON MATERIA ORGANICA	AIREADOR Y DOSIFICADOR O CLORADOR SOLO SEDIMENTADOR Y FILTRO DE ARENA	7.0 A 8.0	CLORO	LA CANTIDAD DE CLORO SE REDUCE POR AIREACION PREVIA
6. AIREACION, TRATAMIENTO CON CAL, SEDIMENTACION, FILTRACION EN ARENA	SI	HIERRO Y MANGANESO COMBINADO CON MATERIA ORGANICA O ACIDOS ORGANICOS	AIREADOR EFECTIVO, DOSIFICADOR DE CAL, SEDIMENTADOR Y FILTRO DE ARENA	8.5 A 9.60	CAL	SE REQUIERE CONTROL DE PH
7. AIREACION, CUAGULACION, TRATAMIENTO CON CAL, SEDIMENTACION , FILTRACION	SI	AGUA DE POZO SUPERFICIAL COLORADA Y SUCIA EN COMBINACION CON MATERIA ORGANICA	TIPO CONVENCIONAL DE PLANTA DE FILTRACION	8.9 A 9.6	CAL, CLORURO FERRICO, O COOPERAS CLORADAS O CAL Y COOPERAS	SE REQUIERE COMPLETO CONTROL DE LABORATORIO
8. INTERCAMBIO IONICO	NO	AGUA DE POZO DESPROVISTA DE OXIGENO QUE CONTIENE MENOS DE 1.5 MILIGRAMOS DE HIERRO Y MANGANESO	ZEOLITAS O RESINAS	6.5	NINGUNA CONTINUAMENTE. EN MATERIALES REGENERADO CADA CIERTO TIEMPO	SOLO HIERRO SOLUBLE Y COMPUESTOS MANGANICOS PUEDEN REMOVERSE POR INTERCAMBIO IONICO
9. TRATAMIENTO CON CAL, SEDIMENTACION, FILTRACION EN ARENA	SI	AGUA BLANDA DESPROVISTA DE OXIGENO Y QUE CONTIENE HIERRO COMO BICARBONATO FERROSO	DOSIFICADOR DE CAL, MEZCLADOR Y SEDIMENTADOR CERRADOS, FILTROS A PRESION	8.0 A 8.5	CAL	PRECIPITACION DE HIERRO EN AUSENCIA DE OXIGENO, DISMINUYE LA CORROSION

2.2.4 Aireación. La aireación en la purificación y tratamiento de aguas se entiende por el proceso mediante el cual el agua es puesta en contacto íntimo con el aire, proceso conocido químicamente como oxidación, el oxígeno atmosférico que se lleva al agua a través de la aireación reaccionará con los compuestos disueltos de Hierro y Manganeso convirtiéndolos en hidratos óxidos férricos y mangánicos insolubles. Estos pueden ser separados mediante la sedimentación o filtración. ¹⁴

¹³ SALAZAR CANO, Roberto, Sistemas de Potabilización de Agua. Universidad de Nariño. 2012
pág. ,283.

¹⁴ AVANCE EN INVETIGACION Y DESARROLLO EN AGUA Y SANAMIENTO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS
DEL MILENIO Compiladores: Inés Restrepo, Luis Darío Sánchez Alberto Galvis , Johnny Rojas, Irma Yaneth Sanabria ISBN
958-670-608-7, compilación 28 parte II Gestión integrada de calidad del Agua ; Editorial Universidad del Valle, Octubre,(
2007).

Las funciones más importantes de la aireación, son:

- Transferir oxígeno al agua para aumentar el oxígeno disuelto (OD).
- Disminuir la concentración de CO_2 .
- Oxidar Hierro y Manganeseo.
- Eliminar compuestos orgánicos volátiles.
- Eliminar sustancias volátiles productoras de olores y sabores.

Factores que influyen en la aireación son:

- Temperatura
- Superficie de contacto
- La presión

Los principales aireadores utilizados comúnmente en purificación de aguas, son:

- Toberas.
- Cascadas.
- Canales inclinados.
- Aireadores de bandejas.

Las teorías de aireación “modelan” la transferencia de oxígeno en forma proporcional a la diferencia del valor de saturación (mg/l de oxígeno disuelto máximo posible en condiciones dadas) menos el valor reinante.

2.2.4.1 Fundamentos teóricos¹⁵. De acuerdo con la primera ley de FICK y la teoría de la capa líquida estacionaria, la tasa de cambio en la concentración de una sustancia volátil se expresa por la ecuación[1]

$$\frac{dC}{dt} = \frac{KA(C_s - C)}{V} [1]$$

Dónde:

$\frac{dC}{dt}$: Tasa de cambio en la concentración, mg/l

K : Coeficiente de transferencia de la sustancia volátil, (m/seg)

A : área de contacto entre la fase gaseosa y líquida, m².

V : volumen de la tasa líquida, m³.

¹⁵ROMERO, ROJAS, Jairo Alberto. Purificación de agua. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería .2000. Pág. (29).

C_s Concentración de saturación del gas en el líquido, mg/l.
 C concentración del gas o sustancia volátil en el líquido, mg/l.

La ecuación [1] indica que la tasa de cambio en la concentración del gas, durante la aireación es directamente proporcional a área de contacto, al déficit de saturación y al coeficiente de transferencia del gas, por lo tanto cualquier factor que afecte estos parámetros afecta la tasa de transferencia del gas.¹⁶

Desorción condición 1¹⁷:

La liberación de un gas, es decir cuando la concentración del gas disminuye con el tiempo, la tasa de difusión $\frac{dC}{dt}$ aumenta, a medida que la concentración C disminuye.

$$C = C_s + (C_o - C_s) * e^{-KAt/v} [2]$$

Absorción condición 2¹⁸

Esta se da cuando la concentración del gas aumenta con el tiempo o periodo de aireación, en este caso la tasa de adsorción del gas disminuye a medida que la concentración aumenta.

$$C = C_s - (C_s - C_o) * e^{-KAt/v} [3]$$

Las ecuaciones [2] y [3] corresponden de Lewis y Whiman e indican qué¹⁹:

La tasa de transferencia del gas para cualquier tiempo t es proporcional a la diferencia entre las concentraciones de la saturación C_s y la concentración C del gas en el agua.

La tasa de transferencia es directamente proporcional a la relación del área de contacto entre la fase gaseosa y la fase líquida.

La tasa de transferencia es directamente proporcional al coeficiente de transferencia de la sustancia volátil K .

¹⁶ROMERO, ROJAS, Jairo Alberto. Purificación de agua. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería .2000. Pág. (29).

¹⁷ROMERO, ROJAS, Jairo Alberto. Purificación de agua. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería .2000. Pág. (29).

¹⁸ Ibid, pag.29

¹⁹ Ibid, pag.29

La cantidad de gas trasferido es mayor a medida que aumenta el tiempo de aireación.

La temperatura y la presión son factores importante porque afecta los valores de C_S y el coeficiente de transferencia K.

Por lo anterior , se puede concluir que los factores importantes de aireación, es el tiempo de aireación, la relación de área -volumen y una ventilación adecuada.

2.2.4.2 Principios químicos. La oxidación del Hierro es altamente dependiente del pH y del tiempo de aireación. A mayor valor de pH y mayor tiempo de aireación, mayor es el porcentaje de oxidación y viceversa, con el fin de modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ella.

La aireación provoca la oxidación del hierro Fe^{+2} , la cual es una forma soluble del Hierro a Fe^{+3} el cual precipita como hidróxido.

2.2.4.3 Oxígeno disuelto. En contacto con el oxígeno disuelto en el agua, las sales ferrosas se convierten en férricas por oxidación y se precipitan en forma de hidróxido férrico. Esta precipitación es inmediata con un pH superior a 7,5. Con un pH mayor de 2,2, el hidróxido férrico es insoluble. El ion ferroso lo es con un pH mayor de 6; De acuerdo con ello, las aguas subterráneas que, por estar fuera del contacto con el aire, se encuentran en un medio natural fuertemente reductor podrán tener en solución cantidades notables de hierro ferroso.

2.2.4.4 Tipos de aireadores:

Aireadores de cascada. El aireador de bandejas múltiples ofrece un arreglo muy simple y económico que ocupa poco espacio.²⁰

Aireadores de burbuja. La cantidad de aire requerido para la aireación del agua por burbujas, es muy pequeña, no supera los 0.3-0.5 m³ de aire por m³ de agua, y se puede obtener estos volúmenes con facilidad mediante una succión de aire.

²⁰VERGUINIA PETKOVA SIMEONOVA, Remoción de Hierro y Manganese por medios de contacto no convencionales instituto mexicano de tecnología del agua, Cuernavaca, Morelos, cp. 62550 pág. 29.

Los aireadores a rocío toberas o surtidor. Consiste usualmente en una serie de toberas fijas sobre una malla de tuberías las cuales dirigen perpendicularmente o en Angulo de inclinación de tal manera que el agua se rompa en pequeñas gotas, este tipo de aireadores han sido usado para la remoción del dióxido de carbono (CO_2) y la adición de oxígeno y tiene un gran valor estético pero requiere una gran área. (Ver figura 1 y Anexo 5)

Es bien claro que un diseño de tobera dado produce en realidad un rango de diámetros, lo cual da lugar caracterizaciones de rociado en base a atributos como diámetro promedio de gota, mediana de diámetros, muy brevemente.

La descarga de exposición está dada por la siguiente expresión:

$$Q = C_d * A * \sqrt{2gh} [4]$$

V_o : Velocidad inicial m/s

g : Gravedad m/s²

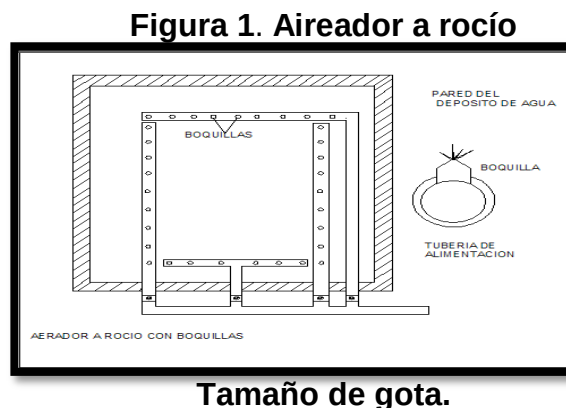
h : Energía total sobre la tobera

C_d Coeficiente de descarga

A Área de la tobera u orificio m²

Q Descarga en m³/s.

Para evitar el taponamiento, las aberturas de las boquillas deben ser de más de 5 mm, pero al mismo tiempo su construcción debe ser de forma tal que el agua se disperse en gotas finas. Se ha desarrollado muchos disertos para satisfacer estos requerimientos. Fig.1.²¹



²¹www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/020867/020867-13.pdf

En muchas aplicaciones el tamaño o diámetro de la gota resultante es de enorme importancia. En el caso del Aireador de Toberas, cuyo objetivo es lograr el máximo de superficie o área de contacto, lo cual prescribe el menor diámetro o tamaño de gota posible menor tamaño mayor área o superficie de contacto. (Ver tabla 2)

Tiempo teórico de exposición de una gota de agua²²:

$$t = 2C_d \sin \phi \sqrt{\frac{2h}{g}} [5]$$

Por lo tanto, para un valor dado de altura h y tiempo t será el máximo para el chorro vertical que $\sin \phi = 1$ sin embargo, en los chorros inclinados existe la gran ventaja de unas trayectorias más larga y menos interferencias de las gotas al caer. La velocidad inicial de una gota emergente de una tobera está dada por la ecuación ²³ (ver tabla 2)

$$V_o = \sqrt{2gh} [6]$$

Tabla 2. Tipo y tamaño gotas²⁴

TIPO DE GOTA	TAMAÑO DE LA GOTA
Gotas de lluvia	Entre 500 μ y 5,000 μ,
Gotas de neblina	Entre 50μ y 100 μ
Gotas de niebla	entre 10μ y 50μ
Gotas de nubes	en 10 μ
Gotas de Particulado /polvos	1 μ y 50
Gotas de toberas convencionales	entre 100μ y 5,000 μ
Gotas de toberas tomizadoras/especiales	entre 0.1 Y 50 μ

Toberas. En sistemas de riego por aspersión también conocido como surtidor, es un dispositivo empleado para dividir un líquido en gotitas o laminas delgadas, tiene un gran número de aplicaciones y modelos. Las boquillas pueden ser entrantes o salientes y se clasifican en cilíndricas, convergentes y divergentes. A las boquillas convergentes suele llamárseles toberas.

²². ROMERO, ROJAS, Jairo Alberto. Purificación de agua. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería .2000. Pág. (31).

²³ROMERO, ROJAS, Jairo Alberto. Purificación de agua. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería .2000. Pág. (31).

²⁴ <http://www.engineeringfundamentals.net/ToberasNet/fundamentos.htm>

2.2.5 Complemento para la remoción física del hierro y manganeso mediante tanque de contacto de grava. Es recomendable una superficie de contacto en la cual se lleven a cabo mecanismos físicos de eliminación del Hierro y el Manganeso, así se incluye un tanque de contacto que permite llevar a cabo estos procesos.

Gracias a la acción anterior de oxigenación del agua, las partículas suspendidas y coloidales de hierro y manganeso presentes, ahora convertidas en partículas de óxidos férricos y manganeso insolubles, son capaces de ser removidos mediante procesos naturales físicos como la precipitación, intercepción, mecanismos de adherencia y de adsorción.

Precipitación: Al transformar las partículas de hierro y manganeso en partículas insolubles y precipitables, es mediante la acción física de la sedimentación que tienden a ser removidas.

Mecanismos de adsorción: Proceso en el cual un contaminante soluble (adsorbato) es eliminado del agua por contacto con una superficie sólida (adsorbente), para esta situación la adsorción física se debe a las fuerzas de Van Der Waals y la molécula adsorbida no está fija en un lugar específico de la superficie, sin embargo, el adsorbente, (grava) dispone de gran cantidad de poros, lo que se conoce como centros activos, en los que las fuerzas de enlace entre los átomos no están saturadas. Estos centros activos admiten que se instalen moléculas de naturaleza distinta a la suya, procedentes de un líquido en contacto con su superficie. La adsorción es un proceso exotérmico y se produce por tanto de manera espontánea si el adsorbente no se encuentra saturado.

Estos procesos están presentes tanto en la sedimentación como en la filtración tradicional, sin embargo, su efectividad está ligada al uso de compuestos químicos y materiales específicos los cuales generan un costo adicional, que va en contra de la presente propuesta.

2.2.6. Efectos del hierro y manganeso en el uso del agua. La presencia de Hierro y Manganeso en el agua es discutible, principalmente debido a que la precipitación de estos metales altera la apariencia del agua cambiándola a un color turbio amarillento café a negro. La deposición de estos precipitados mancha los artefactos sanitarios y la ropa que se lave con esta agua.

Otra condición que se asocia con la presencia de Hierro (Fe) y Manganese (Mn) en los abastos de agua es el crecimiento de microorganismos en los sistemas de distribución. La acumulación de estos puede producir reducción en la capacidad de conducción de las tuberías y el atascamiento de medidores y válvulas. El desprendimiento de estas acumulaciones produce reacciones adversas a los usuarios, incluyendo protestas por malos olores y sabores. Los precipitados de Fe y Mn en las tuberías, frecuentemente son re-suspendidos al aumentar los flujos lo cual incrementa el color y la turbiedad del agua.

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1 Concentraciones permitidas de hierro y manganeso. Según la norma Colombia para el agua potable, según el Decreto 1575 del 2007, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente o en su defecto, el que lo reemplace, la calidad del agua no debe deteriorarse ni caer por debajo de los límites establecidos durante el periodo de tiempo para el cual se diseñó el sistema de abastecimiento.

La **Tabla 3**, muestra algunos valores máximos admisibles de las normas microbiológicas, organolépticas, físicas y químicas de la calidad del agua potable que de acuerdo al **Decreto 1575/2007**, y en la **resolución 2115** del citado Decreto, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente, se debe cumplir en todo el territorio nacional en la red de distribución de los sistemas de acueducto independiente de su nivel de complejidad.

La misma tabla, contiene los parámetros de comparación mínimos recomendados para caracterizar el agua de la fuente superficial o subterránea, según su nivel de calidad.

Tabla 3. Normas de calidad de agua potable según decreto 1575/2007²⁵

Características	Valor máximo	Procedimientos analíticos recomendados		Parámetros de comparación de la calidad de la fuente recomendados según el nivel calidad de la fuente			
	Admisible	Norma técnica NTC	Standard Method ASTM	1. Aceptable	2. Regular	3. Deficiente	4. Muy deficiente
MICROBIOLÓGICAS							
Coliformes totales UFC/100 cc	0			X	X	X	X
Escherichia coli UFC/100 cc	0		D 5392			X	X
ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS							
PH	6.5 – 9.0		D 1293	X	X	X	X
Turbiedad UNT	2	4707	D 1889	X	X	X	X
Color Aparente – UC	15			X	X	X	X
Conductividad US/cm	1.000		D 1125	X	X	X	X
Sustancias flotantes	Ausentes			X	X	X	X
Olor y sabor	Ninguno		D 1292	X	X	X	X
QUÍMICAS CON EFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD HUMANA							
Fenoles totales – mg/L	0.001	4582	D 1783				X
Grasas y aceites– mg/L	Ausentes	3362	D 4281				X
Aluminio – mg/L	0.20		D 857				X
Nitratos – mg/L	10		D 3867				X
Nitritos – mg/L	0.1		D 3867	X	X	X	X
Antimonio – mg/L	0.02		D 3697				X
Arsénico – mg/L	0.01		D 2972				X
Bario – mg/L	0.07		D4382				
Carbono orgánico totalmg/L	5						X
Cadmio – mg/L	0.05		D 3557				X
Cianuros libre y disociable– mg/L	0.05	1312	D 2036				X
Cobre – mg/L	1.0		D 1688				X
Cromo total – mg/L	0.05		D 1687				X
Mercurio – mg/L	0.001		D 3223				X
Níquel – mg/L	0.02		D 1886				X
Plomo – mg/L	0.01		D3559				X
Selenio – mg/L	0.01	1460	D 3859				X
PLAGUICIDAS Y OTRAS SUSTANCIAS							
Tóxico tipo I– mg/L	0.001						X
Tóxico tipo II y III– mg/L	0.01						X
Baja toxicidad– mg/L	0.1						X
Trihalometanos totales– mg/L	0.2						X
Hidrocarburo/ aromáticos policíclicos	0.01						
QUÍMICAS CON EFECTO INDIRECTO SOBRE LA SALUD HUMANA							
Alcalinidad total – mg/L	200		D 1067	X	X	X	X
Acidez – mg/L	50		D 1067	X	X	X	X
Dureza total– mg/L	300	4706	D 1126	X	X	X	X
Calcio– mg/L	60		D 511	X	X	X	X
Magnesio– mg/L	36		D 858	X	X	X	X
Cloruros– mg/L	250		D 512	X	X	X	X
Sulfatos – mg/L	250	4708	D 516	X	X	X	X
Hierro total– mg/L	0.3		D 1068	X	X	X	X
Manganeso	0.1		D 858			X	X
Fosfatos	0.5		D 515			X	X
Zinc	3		D 1691				X
Fluoruros (mg/L)	1.0		D 1179				X

²⁵ SALAZAR CANO, Roberto, Sistemas de Potabilización de Agua. Universidad de Nariño. 2012 pág. ,11.

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

La investigación se desarrolla en el campo de saneamiento básico, debido a que se trata el agua en un estado natural sin potabilizar, mejorando las condiciones para que se pueda dar a este recursos diferentes usos, domestico, agrícolas , etc.

El enfoque es cualitativo ya que se determina el grado de correlación entre las variables de estudio, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede y cuantitativo ya que permite medir datos de análisis de parámetros físicos y químicos del agua, que es considerada como condición necesaria en una investigación con enfoque cuantitativo; la medición es sometida a los criterios de confiabilidad y de validez.

La investigación se desarrolla en el lavadero de autos “Los Amigos” ubicado en el barrio pilar ciudad de San Juan de Pasto y se trabajó con las siguientes variables:

Variables independientes

- Oxígeno disuelto en el agua del aljibe que abastece al lavadero de automóviles “los amigos “, en el aireador de toberas empleado y en el tanque de abastecimiento.
- El potencial de hidrogeno pH como parámetro fundamental para la remoción del Hierro y el Manganeseo.
- Carga contaminante de Hierro y Manganeseo.

Variables dependientes

- Remoción de Hierro y Manganeseo.
- El tiempo de exposición del flujo de agua ,
- Oxígeno disuelto proveniente del agua del aljibe

Inicialmente se hace la investigación en campo: Se evalúa el agua durante una semana para determinar la concentración promedio del Hierro y Manganeseo además de sus características físicas químicas y microbiológicas, en la siguientes semanas se realiza la lectura de oxígeno disuelto in situ y su respectivo montaje para el tratamiento con el aireador de toberas más el tanque de contacto con

lechos de grava para la retención de los precipitados oxidados, evaluando así la eficiencia y remoción del tratamiento empleado.

Finalmente, las pruebas son analizadas en laboratorio de la Universidad Mariana sede Alvernia.

De igual manera, se diseña el sistema para remoción de Hierro (Fe) y Manganese Mn utilizando aireadores y un tanque de contacto, es construido e instalado en el lugar de la investigación y se llevan a cabo los diferentes análisis, sin el sistema y con el sistema instalado para comprobar la eficiencia del mismo.

A continuación, se presenta una matriz general de la investigación (tabla 4) y el proceso metodológico que se realizó (tabla 4).

Tabla 4. Matriz general

TITULO: EVALUACION DE REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO EN AIREADORES DE TOBERAS EN LA CIUDAD SAN JUAN DE PASTO

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	FORMULACION PROBLEMA	TECNICAS RECOLECCION INFORMACION	DISEÑO DE INVESTIGACION
Determinar el Oxígeno disuelto en el Aireador de Toberas y la remoción de Hierro y Manganese mediante el tanque de contacto con lechos de grava en muestras de agua, en el aljibe ubicado en lavadero de Automóviles barrio el Pilar en la ciudad de San Juan de Pasto.	➤ Diseñar y construir el aireador de toberas. ➤ Determinar el oxígeno disuelto en el Aireador de Toberas in situ mediante el oxímetro. ➤ Determinar la remoción de Hierro y Manganese en un tanque de contacto con lechos de grava	¿Cómo construir un sistema práctico no convencional para evaluar la remoción de Hierro y Manganese en el agua de aljibes en la Ciudad de Pasto?	La investigación propuesta contiene dos grandes tipos de estudio Cualitativo: ✓ Análisis documental ✓ Ensayos preliminares ✓ Diseño y construcción del sistema de remoción de Fe y Mn Cuantitativo: ✓ Recolección y análisis de muestras de agua, con y sin el sistema implementado, para evaluar la eficiencia del diseño.	Revisión documental Entrevistas Diseño y Construcción de un sistema para Remoción de hierro (Fe) y Manganese (Mn) en aguas de aljibe. Plan de recolección y generación de información. Definición de las técnicas de recolección, generación, registro y sistematización de información. Categorización y análisis DEFINICION SITUACION PROBLEMA: Exploración de la situación, diseño TRABAJO DE CAMPO: Recolección de datos cualitativos, organización de la información IDENTIFICACION DE PATRONES Análisis, interpretación, conceptualización

Tabla 5. Proceso metodológico.

OBJETIVO	METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN	ACCIONES DE EJECUCION.		RESULTADOS ESPERADOS	ENFOQUE
		ACTIVIDADES	SUB ACTIVIDADES		
Determinar el Oxígeno disuelto en el Aireador de Toberas y la remoción de Hierro y Manganeso mediante un tanque de contacto con lechos de grava, en muestras de agua, en el aljibe ubicado en lavadero de Automóviles Barrio el Pilar en la ciudad de San Juan de Pasto.	recolección de información teórico práctico para identificar la tobera a utilizar para el aireador	Ensayo de surtidores.	Recopilación Bibliografía Entrevista persona a cargo del laboratorio de hidráulica	identificar la tobera más adecuada para el aireador	cualitativo
	construcción del aireador	diseño del aireador	Componentes y dimensiones del aireador de toberas	aireador de toberas construido	cualitativo
		Construcción del aireador de toberas	Compra de materiales insumos requeridos para el Aireador.		
			construir el aireador y realizar ensayos		
	Reconocimiento y selección de la zona de investigación	ubicar diferentes aljibes en la ciudad de Pasto	toma de muestras de agua de aljibe en diferentes puntos de la ciudad	zona de investigación reconocida y seleccionada para la investigación	cuantitativo y cualitativo
			selección del aljibe para realizar la investigación		
		verificar la continuidad de la concentración de Fe y Mn	tomar muestras caracterización del agua del aljibe seleccionado		
	selección del número de toberas	Descripción del aljibe seleccionado	Descripción del aljibe del lavadero de automóviles "los amigos"	Número de toberas seleccionadas	
			medición de oxígeno disuelto en el agua en el aljibe, en el tanque de abastecimiento y en el aireador		
	Elaboración del tanque de contacto.	Aforos	Medición del caudal a la salida del aireador.	Construcción del tanque de contacto con lechos de grava	cuantitativo y cualitativo
	Montaje de sistema de aireador de toberas y el tanque de contacto con lechos de grava	ubicación y montaje del sistema en las instalaciones	traslado de elementos de la Universidad al aljibe "los amigos"	sistema instalado	cualitativo
			selección de la ubicación para realizar el montaje		
			llevar a cabo el montaje del sistema		
	Determinación de la remoción de Fe y Mn	análisis y pruebas de laboratorio para determinar la remoción de Fe y Mn	Muestras de caracterización del agua análisis físicos químicos y microbiológicos ,	Determinación de remoción de Fe y Mn en el agua del aljibe	Cualitativo
			Toma de muestras contempladas en 3 etapas. antes y después del tratamiento con sistema de aireación por medio de toberas y el tanque de contacto con lechos de grava de Fe-Mg		

			Evaluar la eficiencia y porcentaje de remoción obtenida mediante el sistema de aireación por toberas y el tanque de contacto con lechos de grava		
--	--	--	--	--	--

3.1 MUESTRA

Se realiza un muestreo aleatorio: un método probabilístico que se basan en el principio de equiprobabilidad, por lo tanto, todas las posibles muestras de tamaño n tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas.²⁶

Para reiterar la confiabilidad de la muestra de agua extraída y tratada del aljibe del lavadero de automóviles “los amigos” ubicado en la ciudad de San Juan de Pasto, se realiza de la siguiente manera, para la determinación de hierro y manganeso tanto a la entrada como a la salida del sistema:

$$n = \frac{N * Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 * \pi * (1 - \pi)}{(N - 1) * e^2 + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 * \pi * (1 - \pi)} [7]$$

N = Población evaluada
Z = Nivel de confianza normal
 π = Coeficiente de proporción.
e = Error estimado
N = Tamaño de la muestra

$$n = \frac{30 * 1.96^2 * 0.05 * (1 - 0.05)}{(40 - 1) * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.05 * (1 - 0.05)}$$

$$n = \frac{30 * 1.96^2 * 0.05 * (1 - 0.05)}{(30 - 1) * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.05 * (1 - 0.05)}$$

²⁶ MARTÍNEZ BERCARDINO, Ciro, Estadística básica aplicada, edición reimpressa Eco Ediciones, 2006 pág.71

$$n = 21.46$$

El anterior dato indica que ese es el número de datos confiables para un tamaño de población de 30 muestras.

4. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN TEÓRICO PRÁCTICO PARA IDENTIFICAR LA TOBERA A UTILIZAR EN EL AIREADOR.

Con el fin de identificar la tobera para el aireador a construir y que forma parte del sistema para remoción de Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn), se llevan a cabo las siguientes actividades.

4.1.1 Entrevista a la persona a cargo del laboratorio de hidráulica de la Universidad de Nariño. En busca de identificar la tobera más adecuada para el aireador, se ve prudente realizar la entrevista (ver anexo1) con un experto en el tema.

Preguntas:

1. ¿Qué aspersores o surtidores existe en el laboratorio para ser evaluados y escoger el más adecuado para ser instalado en un aireador de toberas para la exposición del agua con el oxígeno oxígeno atmosférico, donde se oxiden el Hierro y Manganeseo de agua de aljibe con altas concentración de Hierro y Manganeseo?

Rta/ Existen tres tipos de aspersores en los cuales se encuentran los utilizados en los sistemas de riego por goteo o micro aspersores y nebulizadores, estos se utilizan para pequeños herbarios y para hidratar las semillas, tienen una alta pulverización generando gotas finas y por consiguiente el tiempo de permanencia es mayor aunque corren el riesgo de obstruirse.

Están también los aspersores, los cuales se emplea para cultivos con mayor área, que cubren un radio de riego de 5 mts a la redonda estos pueden hacer la función de aireación y no tienen problemas de obstruirse pero la gota es muy gruesa y el tiempo de permanencia en el aire es muy corto para poder hacer la transferencia de oxígeno y reducir la oxidación del Hierro y Manganeseo.

Por último, están los accesorios de jardinería a nivel de fuentes, conocidas también como toberas que se utilizan para embellecer el entorno, y el cual el chorro que sale de esta, es una capa de lámina delgada, que contribuye mejor a la

aireación que los aspersores corrientes ya que este efecto causa una mayor transferencia de oxígeno haciendo oxidar el hierro y manganeso.

2. ¿Qué presión es la adecuada para ensayar este tipo de aspersores micro-aspersores o toberas para que el caudal no sea mayor de 1l/?

Rta/Los micro aspersores o nebulizadores tiene presiones bajas por consiguiente su caudal es inferior al solicitado, se tendría que aumentar el número de ellos para alcanzar el caudal deseado de 1l/seg. En cuanto a los aspersores y las toberas se requieren de 20 psi para que funcionen como tal, los cuales arrojan mayores caudales o iguales al solicitado.

Con esta entrevista se pudo aclarar que los accesorios más apropiados eran las toberas puesto que funcionarían mejor para la transferencia de oxígeno y la oxidación de Hierro y Manganeso era más eficiente, además estéticamente eran mejores. (BOLIVAR, 2012); (Hidalgo Moya, 2012); (Gilarranz casado & Tuñón Valladares, 2012); (NETAFIM, 2012); (Welch, 2013)

4.1.2 Ensayo de surtidores. Teniendo como referencia la información proporcionada con el encargado del laboratorio de hidráulica, se lleva a cabo el ensayo de surtidores. (Ver anexo 2)

Entre los surtidores más comunes, están las toberas, micro aspersores, o aspersores cuyas características contribuyen a la aireación. Estos fueron conectados mediante una manguera de 1/2" en forma de sistema de riego, la cual a su vez contenía un manómetro que no excedía una presión de 20 psi con el fin de mantener un caudal constante de 1 l/s.

El caudal fue calculado mediante el método volumétrico utilizando una probeta de 1000 ml y un cronómetro en las instalaciones de la Universidad de Nariño en el laboratorio de hidráulica con colaboración del laboratorista encargado. (Anexo 2), se registran los datos obtenidos en los sistemas de riego por goteo y aspersores medianos (tabla 6).

Los resultados indican que los micro aspersores muestran un porcentaje de obstrucción debido a la cantidad de Hierro y Manganeso encontrada en el agua de subsuelo, los cálculos de caudal con estos dispositivos fueron muy bajos, llegando

hasta 0.00083 l/, por lo cual el sistema de aireadores incrementara los costos haciéndolo inviable económicamente. (ver figura 2) (ver tabla 6)

Figura 2. Ensayo de aspersor en la Universidad de Nariño.



Tabla 6. Características de nebulizadores y micro aspersores trabajando a 20 psi

MARCA	PRESION(psi)	CAUDAL (l/seg)	Nº ACCESORIOS	%OBSTRUCCIÓN
AGRIFIM	20	0.01388	36	100%
AGRIFIM	20	0.02222	22.5	100%
AGRIFIM	20	0.03611	13.85	80%
AGRIFIM	20	0.00083	60	100%
AGRIFIM	20	0.0125	40	97%
AGRIFIM	20	0.0181	28	97%
AGRIFIM	20	0.0280	18	85%
AGRIFIM	20	0.0444	12	80%
AGRIFIM	20	0.0083	61	100
AGRIFIM	20	0.0138	36	97%
AGRIFIM	20	0.021	24	95%
AGRIFIM	20	0.03611	13.85	100%
AGRIFIM	20	0.034	14.4	80%
AGRIFIM	20	0.042	12	80%
AGRIFIM	20	0.0486	11	79%
AGRIFIM	20	0.055	9	77%

Se realiza, un montaje para aspersores medianos con un sistema de riego referencias **NAAN 2033/91, LEGOS S33A y TOBERA MINI WATER BELL SUM**

/SUM, con una sola boquilla, y se procede a llevar a cabo los ensayos respectivos, los cuales arrojaron mejores resultados. (ver figura 3)

Con base a los resultados, se selecciona la tobera mini wáter Bell (Figura 3), ya que al salir la lámina delgada de agua en forma de hongo existe mayor transferencia de oxígeno, los valores determinados de este ensayo se encuentran en la **tabla 7**.

Figura 3. Tobera mini wáter bell y su respectivo ensayo en el laboratorio de hidráulica Universidad de Nariño.



Tabla 7. Referencia de aspersores medianos y tobera ensayos en el laboratorio Hidráulica de la Universidad de Nariño Torobajo.

MARCA	REF	PRESION(psi)	CAUDAL (l/seg)
NAAN	2033/91 Débil	20	0.37
NAAN	2033/91 Dibur	20	0.40
NAAN	323/Demand	20	0.46
NAAN	323/Dimus	20	0.5
LEGOS	S33A	20	0.516
Tobera mini wáter bell Ø13"	SUNSUN	20	0.95

4.2 CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DEL AIREADOR DE TOBERAS.

Una vez encontradas las toberas las cuales no tendrían problemas de obstrucción, se inicia con el diseño y construcción del aireador, se trabaja en el laboratorio de hidráulica de la Universidad de Nariño con asesoría y compañía del laboratorista. (Ver anexo 3)

Las seis toberas ajustadas al área del tanque de soporte se colocan directamente sobre la tubería de $\frac{3}{4}$ ", sin necesidad de utilizar conexiones, evitando mas perdidas hidráulicas, se distribuyeron sobre 3 ramales, dos en sentido perpendicular a las llaves de compuerta y la otra en sentido paralelo a estas; cada ramal tienen su propia llave de compuerta de $\frac{3}{4}$ ", permitiendo que el sistema sea dinámico y se pueda trabajar con diferentes números de toberas.

Toda esta estructura, se ensambla a un tanque de acrílico de 3 milímetros de espesor, una base de aluminio y un desagüe en la parte inferior del tanque con un codo $1\frac{1}{4}$ " de 90° conectando este a su vez el filtro mediante una tubería de $1\frac{1}{4}$ " (Ver figura 4).

Figura 4. Aireador de toberas, tanque de recolección con red de tuberías y toberas.



4.2.1 Tiempo teórico de exposición de una gota de la tobera utilizada. La tobera se ubicó de manera perpendicular sobre la tubería, se toma el valor de 90° como ángulo de posición y calcular el seno trigonométrico.

El valor del tiempo de exposición que arroja la tobera se determina con la expresión [5] del **Capítulo2. pág. 36.**

$$t = 2 * 0.43120 \sin 90^\circ \sqrt{\frac{2(14mts)}{9.8 m/seg^2}}$$

$$t = 1.457 seg$$

Ø: 90° ángulo de Posición de La tobera o surtidor.

Cd: 0.43120 Coeficientes de descarga

H: 14 m (20 psi) Energía sobre La tobera o surtidor.

g: 9.8 m/seg² (Gravedad)

Por tanto el tiempo de exposición es de 1.457 seg.

4.2.2 Accesorios necesarios para construir el aireador. En la tabla 8, se presentan los accesorios que fueron utilizados para construir el aireador con sus respectivas dimensiones. (ver tabla 8)

Tabla 8. Accesorios utilizados en la construcción del aireador.

Accesorios	Dimensión
Llaves de compuertas	3/4"
Tubería pvc	3/4"
Uniones pvc	3/4"
Teepvc	3/4"
Insertos pvc	3/4"
Unión universal	3/4"
Tapones pvc	3/4"
Codos 90°	3/4" y 1 1/4"
Uniones pvc	3/4"
Manómetro	
Adaptador Macho en pvc	3/4"
Adaptador hembra en pvc	3/4"

4.3 RECONOCIMIENTO Y SELECCIÓN DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

4.3.1 Ubicar diferentes aljibes en la ciudad de Pasto. Se ubican diferentes aljibes en la ciudad de Pasto y se procede a caracterizar sus aguas, Con el fin de

comparar y escoger el sitio con mas alta concentración de Hierro y Manganeso, se extraen muestras de agua de los aljibes seleccionados (ver anexo11).

Según los valores obtenidos en laboratorio y mediante el método fotométrico se obtuvo la información que se presenta en la tabla 9.

Tabla 9. Análisis de hierro (Fe) y manganeso (Mn) en aguas de aljibe en diferentes lugares de San Juan de Pasto.

LUGAR	Fecha	Hora	Concentración Fe (mg/l)	Concentración Mn (mg/l)
U MARIANA ALJIBE JARDIN	2013/09/02	4:10 pm	0.82	1.2
U MARIANA ALJIBE CONSULTORIO	2013/09/03	4:10 pm	0.05	0.007
HOSPITAL SAN PEDRO	2013/09/06	11 am	0.075	0.009
LAVAUTOS PANAMERICANA	2013/09/07	10:10am	3.66	1.57
U MARIANA ALJIBE JARDIN	2013/09/10	4:11 pm	0.24	1.18
LAVAUTOS “ LOS AMIGOS “	2013/09/15	4.10 pm	23	2.25

La concentración de Hierro y Manganeso en el lava-Autos “los amigos” es la más elevada, por consiguiente, este sitio es escogido para desarrollar la investigación.

4.3.2 Verificación de la continuidad de la concentración de hierro y manganeso en el aljibe del lava-autos los amigos.

Luego de la selección del sitio para realizar la investigación, era necesario tomar muestras caracterización del agua del aljibe seleccionado para verificar la alta concentración de Hierro y Manganeso en el agua.

Figura 5. Motobomba y manómetro para la extracción del agua y la regulación del caudal en el en el lavadero de automóviles “los amigos”



Para establecer la concentración promedio de Hierro y Manganeseo en el aljibe del lavadero de autos “los amigos”, se recolectaron 14 muestras en dos jornadas 7 am y 4 pm ya que la concentración del Hierro y Manganeseo varia con el volumen de agua en el acuífero. **Ver tabla 9 y 10. (Ver anexo 12)**

Esta actividad se realizó en dos periodos de tiempo diferentes, en las mismas condiciones. La primera se realizó en el mes de septiembre de 2013 y la segunda en el mes de enero de 2014. (Tablas 10 y 11) y como se puede observar, la concentración de Hierro y Manganeseo, difiere con respecto a las épocas del año en que fueron tomadas. (ver tabla 10-11)

Tabla 10. Concentraciones de hierro y manganeso en el agua del aljibe lava-autos “los amigos” durante una semana en forma continúa en el mes de septiembre año 2013.

DÍA	FECHA	HORA	Concentración De Fe mg/l	Concentración De Mn mg/l
LUNES	9/09/2013	7 AM- 4 PM	23	2.10
MARTES	10/09/2013	7 AM- 4 PM	23.5	2
MIERCOLES	11/09/2013	7 AM- 4 PM	23.2	2.15
JUEVES	12/09/2013	7 AM- 4 PM	23.5	1.98
VIERNES	13/09/2013	7 AM- 4 PM	23.9	2.10
SABADO	14/09/2013	7 AM- 4 PM	23.5	2.4
DOMINGO	15/09/2013	7 AM- 4 PM	22.95	2.11
PROMEDIO			23.36	2.12

Tabla 11. Caracterización de la muestra en la zona de estudio durante una semana en forma continua en el mes de enero año 2014.

DIA	FECHA	HORA	Concentración De Fe mg/l	Concentración De Mn mg/l
LUNES	13/01/2014	7 AM- 4 PM	14,20	1,88
MARTES	14/01/2014	7 AM- 4 PM	13,35	1,74
MIERCOLES	15/01/2014	7 AM- 4 PM	15,00	1,50
JUEVES	16/01/2014	7 AM- 4 PM	14,15	1,74
VIERNES	17/01/2014	7 AM- 4 PM	14,55	1,65
SABADO	18/01/2014	7 AM- 4 PM	15,55	1,56
DOMINGO	19/01/2014	7 AM- 4 PM	12,60	1,84
PROMEDIO			14,2	1,61

FUENTE. Investigación de los autores.

Las concentraciones más altas reportadas fueron en el mes de Septiembre, con un promedio de 23.36 mg/l de Fe y de 2.12 de Mn mg/l y las concentraciones mínimas se reportaron en el mes de Enero con unos promedios de 14.2 de Fe mg/l y 1.61 de Mn mg/l. Como se puede observar en las tablas 10 y 11, la diferencia en concentración de Hierro entre el mes de Septiembre y Enero es aproximadamente del 65% y del 24% en la concentración de Mn. Ver anexo 12

Debido a los análisis de altos niveles de Hierro y Manganeso, se aprueba al aljibe del lava-autos Los amigos, para realizar la investigación.

4.3.3 Descripción del aljibe del lava-autos “los amigos”. Luego de verificar la continuidad de la concentración de Hierro y Manganeso en el aljibe del lava-autos los amigos, se determina que si se puede realizar la investigación en este sitio y se procede a su identificación:

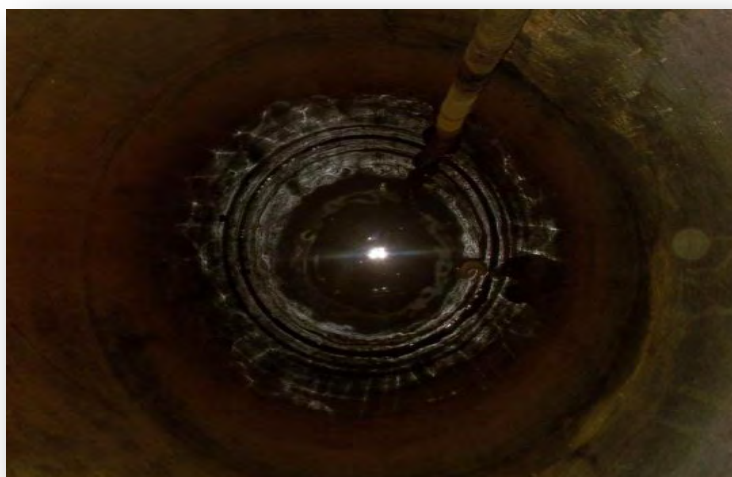
El lavadero de Automóviles “LOS AMIGOS” está ubicado al sur de la ciudad de San Juan de Pasto en el barrio Pilar perteneciente a la comuna 2 en la calle 12B # 10-13, en este lugar se dedican al lavado de automóviles hace 7 años aquí existe un aljibe del cual se extrae el agua para realizar sus funciones. (Ver figura 6)

El aljibe posee una profundidad de 15 m, y un área de 4 m², la extracción de agua se hace mediante una motobomba de 1.5 hp la cual bombea el agua hasta un tanque de abastecimiento con capacidad de 12 m³; este aljibe tiene antecedentes de tener problemas con la concentración de Hierro y Manganeso, ya que las cantidades presentes en estos parámetros son elevadas. (Ver anexo 5)

Figura 6. Ubicación geográfica del lavadero de automóviles “los amigos”²⁷



Figura 7. Vista en planta del aljibe del lavadero de automóviles “los amigos”



4.4. SELECCIÓN DE NÚMERO DE TOBERAS

Para la selección del número de toberas que se colocaron en el aireador, fue necesario identificar el oxígeno disuelto presente, para lo cual se realizaron los análisis respectivos in situ.

²⁷ <https://www.googleearth.com>

Es de anotar que si bien no todo el oxígeno disuelto que se presenta mediante el contacto del agua con el oxígeno atmosférico reacciona con estos elementos pueden existir otros factores que alteren estas lecturas.

4.4.1 Lecturas de oxígeno disuelto. Una vez construido el aireador se realizaron lecturas de oxígeno disuelto mediante un oxímetro, el oxímetro es un dispositivo electrónico que mide el oxígeno disuelto en (mg/l) utilizando una membrana y por lo general se emplea en campo. (ver tabla 8)

Estas lecturas se hacen en tres puntos importantes:

- El aljibe
- El tanque abastecimiento
- El aireador

Figura 8. **Lectura de oxígeno disuelto en el alije del lavadero de automóviles “los amigos”**



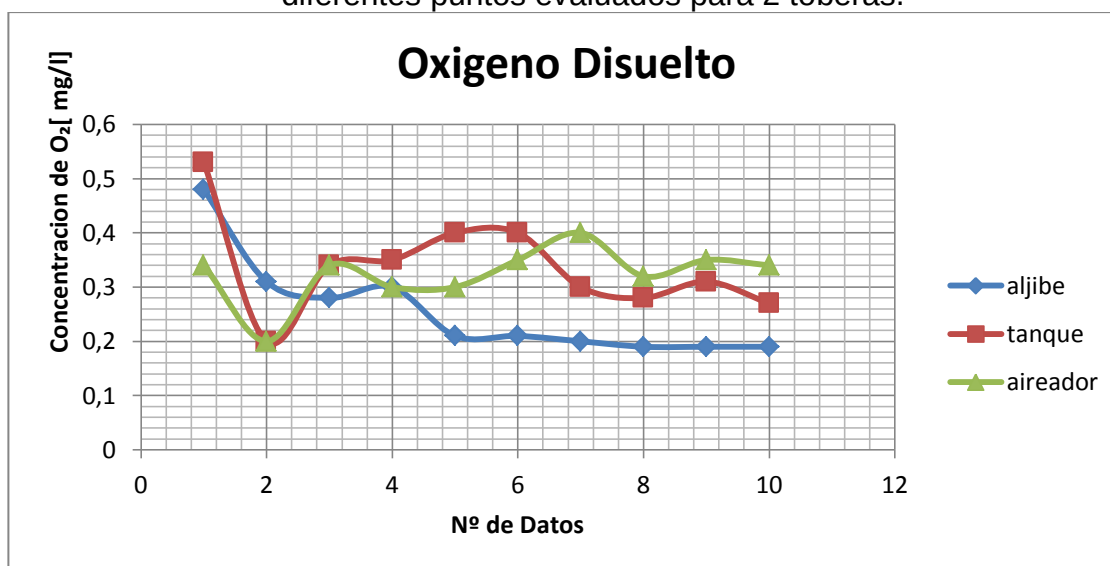
El ensayo inicia con dos toberas y obteniendo los datos registrados en la tabla 12.

Tabla 12. Lecturas de oxígeno disuelto, realizadas en el aljibe, el tanque de abastecimiento y el sistema de aireación empleando 2 toberas.

Nº MUESTRAS	ALJIBE	TANQUE	AIREADOR CON 2 TOBERAS
1	0,18	0,33	0,34
2	0,21	0,32	0,38
3	0,18	0,34	0,34
4	0,2	0,35	0,3
5	0,21	0,3	0,3
6	0,21	0,35	0,35
7	0,2	0,35	0,40
8	0,19	0,28	0,38
9	0,19	0,31	0,38
10	0,19	0,35	0,34

Como se puede observar las lecturas de oxígeno disuelto en promedio son: 0,19 el aljibe, 0,32 en el tanque y 0,36 en el sistema aireado empleando dos toberas y se puede observar en la gráfica 1, de dicho comportamiento.

Grafica 1. Comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto en los diferentes puntos evaluados para 2 toberas.



Posteriormente, el análisis se realiza con cuatro toberas (tabla 13)

Tabla 13. Lecturas de concentración de oxígeno disuelto en el aljibe, tanque de abastecimiento y aireado empleando cuatro toberas.

Nº MUESTRAS	ALJIBE	TANQUE	AIREADOR CON 4 TOBERAS
1	0,19	0,2	0,54
2	0,18	0,24	0,54
3	0,18	0,25	0,55
4	0,17	0,25	0,56
5	0,16	0,31	0,55
6	0,17	0,23	0,55
7	0,17	0,23	0,55
8	0,17	0,22	0,60
9	0,17	0,22	0,63
10	0,17	0,23	0,62

*FUENTE. Investigación de los autores.

Las lecturas de oxígeno disuelto en promedio son: 0,17 en el aljibe, 0,35 en el tanque y 0,58 en el sistema aireado empleando cuatro toberas y se puede observar en la gráfica 2, de dicho comportamiento.

Grafica 2. Comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto en los diferentes puntos evaluados para 4 toberas

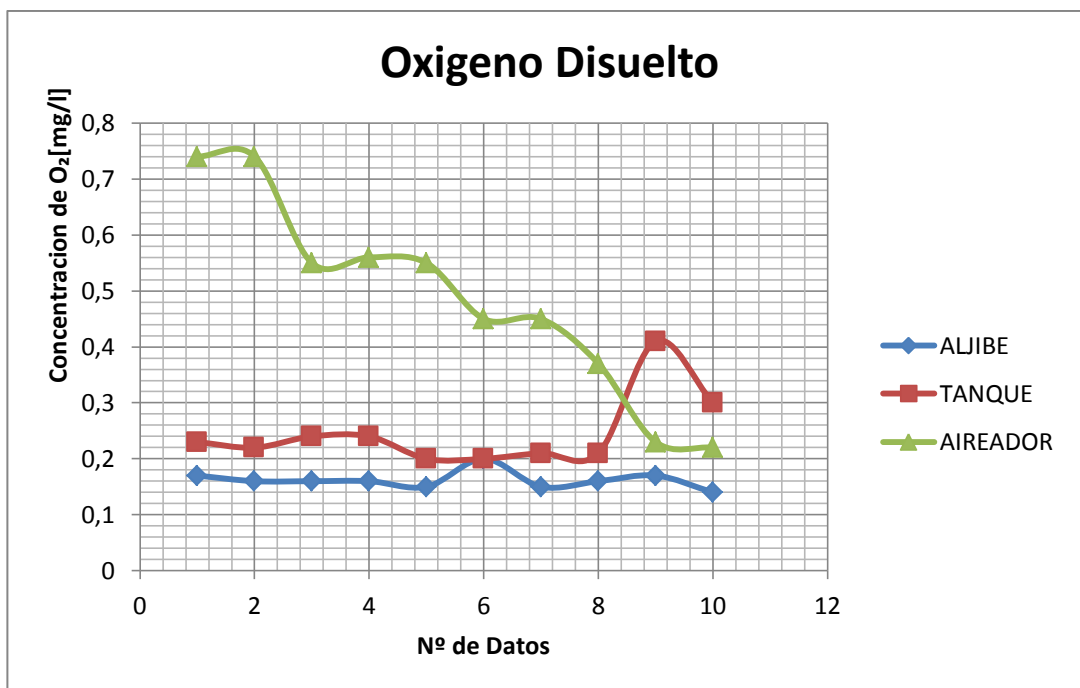
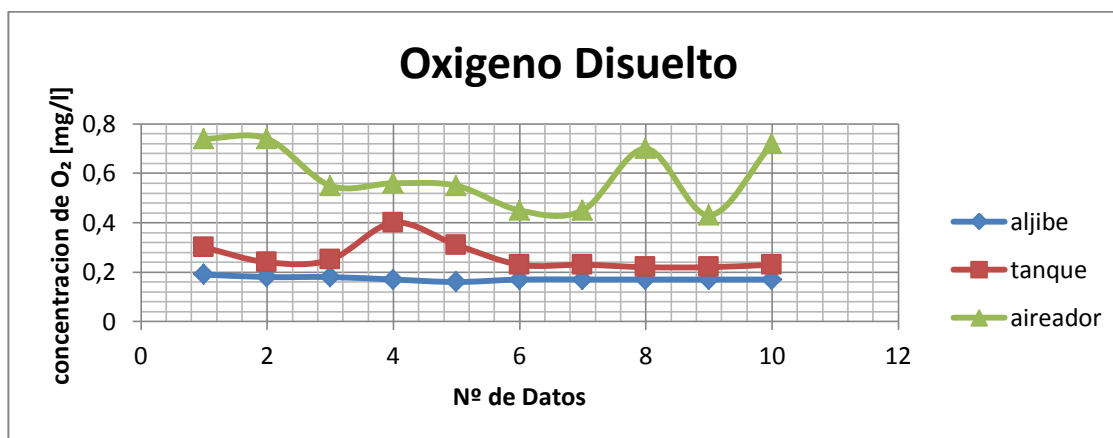


Tabla 14. Promedio de las lecturas del oxígeno disuelto tomados en el aljibe, tanque de abastecimiento y el aireador de empleando 6 toberas.

Nº MUESTRAS	ALJIBE	TANQUE	AIREADOR CON 6 TOBERAS
1	0,17	0,23	0,74
2	0,16	0,22	0,74
3	0,16	0,24	0,6
4	0,16	0,24	0,6
5	0,15	0,2	0,65
6	0,2	0,2	0,68
7	0,15	0,21	0,6
8	0,16	0,21	0,59
9	0,17	0,21	0,58
10	0,14	0,3	0,58

Las lecturas de oxígeno disuelto en promedio son: 0,16 en el aljibe, 0,22 en el tanque y 0,62 en el sistema aireador empleando seis toberas y se puede observar en la gráfica 3.

Grafica 3. Comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto en los diferentes puntos evaluados para 6 toberas.



Las lecturas de las tablas 12, 13 y 14 realizadas en el aljibe, referentes al oxígeno disuelto es pobre, lo cual da una idea de la mala calidad que tiene esta agua, esto fue comprobado al realizar el análisis microbiológico donde indica que hay presencia elevada de coliformes fecales haciendo esto que disminuya la concentración de oxígeno en el acuífero. (Ver anexo12).

En esta práctica se tomó la lectura del oxígeno disuelto en el tanque de abastecimiento ya que este se llena a través de una motobomba, la cual genera una primera aireación restando así estas lecturas al sistema y no tomarlas como parte del oxígeno disuelto generado entre el agua extraída y puesta en contacto mediante la tobera y el oxígeno atmosférico.

La incorporación de oxígeno disuelto mediante la reacción que se da con el contacto íntimo del agua a través de las toberas y el oxígeno atmosférico, está directamente relacionada con el número que se emplee de ellas, al comparar la gráfica 1 y 3 la diferencias son grandes, por lo tanto, se determinó utilizar un total de 6 toberas las cuales trabajan mejor y el sistema será más eficiente.

4.5 ELABORACION DEL TANQUE DE CONTACTO CON LECHOS DE GRAVA.

4.5.1 Aforos. El caudal se determina mediante el método volumétrico, colocando una probeta de 1000 ml a la salida del tanque de recolección, midiendo el volumen captado en un tiempo fijo empleando un cronometro. El dato obtenido sirve para calcular el coeficiente de descarga y así poder obtener las dimensiones del tanque de contacto que forma parte del sistema de remoción de Hierro y Manganeseo, los aforos se realizan en el laboratorio de hidráulica de la Universidad de Nariño con colaboración del laboratorista y en el lavadero de automóviles “los amigos”.

Se calculó el caudal promedio del sistema de aireación tomando como referencia la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V}{t} [8]$$

Q: caudal (l/seg)
V: volumen (l)
T: tiempo (Seg)

La tabla 15, se contiene los datos de caudal y se observa que a una presión constante de 20 psi, el caudal promedio que se obtuvo es de 0,8410 l/seg.

Tabla 15. Aforos in situ para 6 toberas con una presión constante de 20 psi.

Nº TOBERAS	Nº DATOS	Volumen (m³)	Volumen (litros)	Tiempo (seg)	Caudal (l/seg)
6	1	950	0.950	1.12	0,85
	2	990	0.990	1.13	0,88
	3	950	0.950	1.12	0,85
	4	960	0.960	1.12	0,86
	5	980	0.980	1.15	0,85
	6	990	0.990	1.16	0,85
	7	960	0.960	1.17	0,82
	8	950	0.950	1.16	0,82
	9	980	0.980	1.15	0,85
	10	970	0.970	1.14	0,85
	11	950	0.960	1.13	0,85
	12	960	0.990	1.14	0,87
	13	970	0.990	1.15	0,86
	14	980	0.980	1.16	0,84
	15	980	0.960	1.17	0,82
	16	990	0.980	1.15	0,85
	17	990	0.970	1.14	0,85
	18	990	0.950	1.13	0,84
	19	990	0.940	1.12	0,84
	20	950	0.960	1.13	0,85
	21	960	0.970	1.15	0,84
	22	970	0.980	1.16	0,84
	23	980	0.960	1.20	0,80
	24	995	0.980	1.22	0,80
	25	990	0.970	1.17	0,83
	26	990	0.960	1.15	0,83
	27	990	0.980	1.18	0,83
	28	990	0.980	1.18	0,83
	29	990	0.990	1.19	0,83
	30	980	0.970	1.17	0,83
	Caudal Promedio				0.8410

El caudal deducido de esta manera no es un caudal real debido a que no contempla las pérdidas de energía existentes en el dispositivo, por tanto es necesario corregirlo, para lo cual se define el coeficiente de descarga (C_d) que se determina como la relación entre el caudal real y el caudal teórico.

Se emplea la ecuación general para orificios y se reemplaza los valores:

$$C_d = \frac{Q}{A * \sqrt{2gh}} \quad [5a]$$

g: 9.8 Gravedad m/s²

h: 14 mts (Energía total sobre la tobera 20 psi)

Q : 0.948 l/seg Caudal calculado por el método volumétrico

A : 0.000133 m² Área de la tobera u orificio m² calculada con la expresión [9] Diámetro (Ø= 13 mm)

Se reemplaza:

$$C_d = \frac{0.00084 \frac{m^3}{seg}}{0.000133 m^2 * \sqrt{2(9.81)(14)}} = 0.3810$$

El coeficiente de descarga es de 0.3810, y este sirve como factor de corrección del caudal medido para tomar en cuenta las pérdidas de energía presentes.

Se determina posteriormente los caudales con la siguiente fórmula:

$$Q = C_d * A * \sqrt{2gh}$$

Se reemplaza:

$$Q_{teorico} = 0.3810 * 0.000133 * \sqrt{2(9.81)(14)} = 0.8398 \text{ l/seg}$$

Se identifica la relación entre el caudal real y el caudal teórico:

$$Q = \frac{Q_{REAL}}{Q_{TEORICO}} = \frac{0.8410}{0.8398} = 1.001 \frac{L}{Seg} \approx 1 \text{ l/seg}$$

Se puede decir que el sistema de aireación funciona con 6 toberas y un gasto de 1 l/, con una presión constante de 20 psi.

En cuanto al caudal empleado por tobera, para la lectura del oxígeno disuelto con el oxímetro en el aireador, se pudo observar que se mantuvo constante debido a que la red de tubería maneja una misma presión de 20 psi, es decir cuando se realizó el aforo con dos toberas arrojaba el mismo gasto que cuando el sistema utiliza las 4 y 6 toberas respectivamente. Al aumentar el número de toberas la presión se distribuye uniformemente, sin altear los resultados

4.5.2 Tanque de contacto con lechos de grava. El proceso que complementa el sistema de aireación en esta investigación es el tanque de contacto para la retención de los precipitados, para ello se vio la necesidad de seleccionar el tratamiento número 2 según la calidad del afluente expuesto en la tabla 1 del capítulo 2, pero solo a lo que se refiere al tanque de contacto de los metales oxidados. (Ver anexo 9), se adecuó un tanque de abastecimiento de agua con capacidad de 1000l, el cual cumplía con los requerimientos de área.

Modelación y construcción del tanque de contacto de grava: Para la modelación del tanque de contacto de grava que funciona mediante procesos físicos, se toman principios fundamentales de la Filtración Múltiple por Etapas, calculando el área superficial y el volumen del tanque de un filtro grueso dinámico de grava, aquí se genera velocidades de flujo que son acordes al caudal utilizado, aun así y debido al tamaño de las partículas del hierro y manganeso, los procesos físicos de remoción se asemejan más a los de un sedimentador, utilizando los espacios que se encuentran entre la grava y sus poros como un sistema de micro cámaras de sedimentación que por su geometría y disposición aumentan de forma dramática la superficie de contacto, generando una mayor remoción del hierro y manganeso en un menor tiempo.

A continuación, las partes que contempla el tanque de contacto.

Estructura de entrada: El afluente una vez ha pasado por el proceso de aireación conduce el agua a través de una tubería de 1 1/4" con perforaciones de Ø 1/8" cada 10 cm, haciendo contacto con el lecho de grava.

Lecho de contacto: La grava utilizada fue extraída de la cantera Briceño Alto, la cual es asimétrica y producto de la trituración mecánica, no posee propiedades especiales, siendo así económica, de fácil obtención y manipulación.

La grava es tamizada según el diseño de capas por tamaños y posteriormente limpiada, con el fin de evitar acumulación de polvo en los orificios de la grava, lo cual produciría una menor capacidad de remoción de hierro y manganeso; la grava es distribuida en forma ascendente cada 20 cm según CEPIS²⁸, las especificaciones físicas y químicas de la grava deben cumplir con la norma técnica colombiana NTC 2572. (Ver anexo 4 y 10). (ver tabla 16)

²⁸ OPS/CEPIS/UNATSABAR. Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas, lima, 2005.pag12

Tabla 16. Tamaño y disposición del lecho en tanque de contacto.

Posición en la unidad	Espesor de capa (mts)	Tamaño de grava (mm)
Superior	0.20	3-6
Intermedio	0.20	6-13
Inferior fondo	0.20	13-25

FUENTE. CEPIS.

Sistema de drenaje: Se emplea tubería sanitaria de 2" en formas de espina de pescado perforada en zigzag con diámetros de 1/8" cada 5 cm a 45° de la base, su función principal es recolectar y extraer uniformemente el agua y distribuir el agua de lavado con presión uniforme, a la salida del tanque se encuentra una tubería de 2 "para tomar las muestras donde se culmina el proceso.

Se tomó la velocidad de filtración de un filtro grueso dinámico para determinar el área superficial, aclarando que el tanque de contacto no cumple con los diseños de funcionalidad de un filtro, la velocidad se encuentra en un rango 2 a 3 m/h dependiendo de la calidad del agua cruda. A mayor contaminación del afluente menor velocidad de filtración.²⁹

En esta investigación, se toma una velocidad de 3m/h reduciendo así el área superficial del tanque.

Empleando la ecuación (9) de área superficial

$$A_{superficial} = \frac{Q}{V_C * N} [9]$$

Q: caudal m³ 0.001l/seg ≈ 3.2 m³/h

V_f: Velocidad de contacto de (m/h) 3 m/h

N: número de unidades.

$$A_S = \frac{3.2 \frac{m^3}{hora}}{3 \frac{m}{hora} * 1} = 1.06 m^2$$

De la ecuación, se despeja el diámetro y se reemplaza el valor de área superficial encontrada anteriormente.

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} [10]$$

²⁹OPS/CEPIS/UNATSABAR. Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas, lima, 2005.pag 12.

$$d = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}} [10a]$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 1.06}{\pi}} = 1.16mts$$

4.6 DESCRIPCIÓN DEL MONTAJE PARA EL SISTEMA DE AIREACIÓN-TANQUE DE CONTACTO CON LECHOS DE GRAVA

Se inicia el montaje del sistema de remoción en el lavadero de automóviles “los amigos”, cerca a la motobomba que extrae el agua del aljibe, su capacidad es de 1.5 hp conectada a una manguera de $\frac{3}{4}$ ”, se instaló un manómetro en glicerina y una llave de compuerta de $\frac{3}{4}$ ” con el fin de controlar el caudal, a una presión constante de 20 psi, (Ver anexo 5). (ver tabla 9)

El tanque de aireación fue instalado y conectado directamente a la manguera anteriormente descrita, el tanque de contacto fue armado en el sitio de estudio.

Figura 9. Montaje del sistema aireación y el tanque de contacto en el lavadero de automóviles “los amigos” Barrio el Pilar ciudad de San Juan de Pasto



4.7. DETERMINACIÓN DE LA REMOCIÓN DE HIERRO Y MANGANESO.

4.7.1 Toma de muestras y análisis de caracterización del agua y análisis físicos químicos y microbiológicos. Inicialmente se realiza el análisis para determinar los parámetros físicos químicos y microbiológicos del agua objeto de estudio para conocer las condiciones iniciales de calidad del afluente. (Ver anexo 13)

Ph (potencial de hidrógeno): Este parámetro está directamente relacionado con la remoción del Hierro y Manganese. Se determinó in situ con cinta colorimétrica y pruebas de laboratorio mediante la Técnica Fotométrica.

Según los resultados obtenidos, no es necesario adicionar cal u otra sustancia alcalina para subir el **PH** puesto que está dentro del rango admisible según la teoría expuesta en el capítulo 2, tabla 1, tratamiento 2(Ver anexo 13)

Los reactivos o mezclas de reactivos contienen además de este, un determinado número de sustancias auxiliares que son esenciales para el curso de la reacción: estos incluyen, por ejemplo, soluciones amortiguadoras para ajustar el pH al valor óptimo para la reacción y agentes enmascarantes que suprimen o minimizan la influencia de iones interferentes. (ver figura 10)

Figura 10. Toma de pH con la cinta colorimétrica, en el tanque abastecimiento en el lavadero de automóviles “los amigos”



Las reacciones de color se basan en procedimientos analíticos normalizados, que fueron optimizados para un manejo sencillo con tiempo de reacción más corto.

4.7.2 Toma de muestras y análisis para la determinación del hierro y manganeso en el aljibe del lava -autos “los amigos “:

4.7.2.1 Determinación de hierro:

Descripción del método: Aquí, todos los iones hierro se reducen a iones hierro (II). Éstos en un medio amortiguado con Tioglicolato forman con el derivado

Detriazina un complejo violeta rojizo que se determina fotométricamente. El Intervalo de medida va de 0.05 hasta 5 mg/L de Fe.³⁰

Campo de aplicación: El test realizado determina hierro divalente y trivalente en forma disuelta, así como hidróxido de hierro (III) coloidal. Se aplica en aguas subterráneas y superficiales, aguas marinas, aguas potables, aguas industriales, aguas residuales y de infiltración.³¹

Preparación: Se toma la muestra y se analiza inmediatamente, en caso contrario se debe conservar con ácido nítrico al 65 % (1 ml de ácido nítrico para 1L de solución de la muestra).³²

El valor del pH debe encontrarse en el intervalo 1 -10. Si es necesario, se ajusta con una solución de hidróxido sódico o con ácido clorhídrico. Si hay muestras turbias, es necesario filtrarlas.

Procedimiento Las muestras fueron preservadas, con Ácido Nítrico y a una temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1$, antes de iniciar el análisis se tomó una alícuota previamente homogenizada y se llevó a temperatura ambiente. / (Ver anexo 6)³³

Para determinar la concentración de las muestras, se hicieron pruebas iniciales y fue necesario hacer dilución al 10% debido a que el límite de detección del método es de 5 mg/L Fe y las muestras superaban este valor, se procede al análisis de las muestras de la siguiente forma:

- Pipetear en un tubo de ensayo 5 ml de la muestra preparada (según la descripción anterior).
- Añadir el reactivo Fe-1
- Mezclar
- El tiempo de reacción es de 3 minutos.
- Introducir la muestra en la celda de medición de cuarzo
- Medir en el equipo.

³⁰ MANUAL DE LABORATORIO QUÍMICO, para la determinación de Hierro y Manganese de química Universidad Mariana pág. 12

³¹ MANUAL DE LABORATORIO QUÍMICO, para la determinación de Hierro y Manganese de química Universidad Mariana pág. 12

³² Ibíd., pág. 12

4.7.2.2 Determinación de manganeso.

Descripción del método: En una solución alcalina los iones manganeso (II) forman con una oxima, un complejo pardo rojizo determinado fotométricamente. El intervalo de medida es de 0.5 hasta 10 mg/l de Manganeso Mn.³⁴

Campo de aplicación: En aguas subterráneas y superficiales, agua de mar, aguas potables, minerales y medicinales, aguas de manantial y de pozo, y soluciones nutritivas para fertilización.³⁵

Preparación: Se analizan las muestras inmediatamente después de la toma. En caso contrario la muestra se conserva con ácido nítrico al 65 % (1 m de ácido nítrico para 1L de solución de la muestra).³⁶

El valor del pH debe encontrarse en el intervalo 2 - 7. Si es necesario, hay que ajustarlo con una solución de hidróxido sódico o con ácido clorhídrico.

Si hay muestras turbias se filtran. Las muestras con más de 10 mg/l de Mn deben diluirse.³⁷

Procedimiento. Las muestras fueron preservadas, con el ácido nítrico a una temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1$. Antes de iniciar el análisis se tomó una alícuota previamente homogenizada y se llevó a temperatura ambiente. (Ver imagen 14)³⁸

Para determinar la concentración de las muestras se hicieron pruebas iniciales y como se encontraban dentro del rango de trabajo, se realizó el análisis de la siguiente forma³⁹(ver anexo 6):

- Pipeteo en tubo de ensayo 5 mL de la muestra preparada (según la descripción anterior).(Ver anexo7)
- Se añadió el reactivo Mn-1 y se mezcló
- Se midió el pH. Cuando el valor es diferente a 11.5, es necesario ajustarlo con una solución de hidróxido de sodio o ácido sulfúrico.⁴⁰
- Se añadió el reactivo Mn-2
- Se mezcló y se dejó en reposo durante 2 minutos (tiempo de reacción A)

³⁵MANUAL DE LABORATORIO QUÍMICO, para la determinación de Hierro y Manganeso de química Universidad Mariana pág. 13

³⁶MANUAL DE LABORATORIO QUÍMICO, para la determinación de Hierro y Manganeso de química Universidad Mariana pág. 13

³⁷Ibid, p 13

³⁸Ibid., p 13

³⁹Ibid., p 13

⁴⁰Ibid, p 13

- Se añadió el reactivo Mn-3, se mezcló y se dejó en reposo durante 2 minutos (tiempo de reacción B)
- Se introdujo la muestra en la celda de medición de cuarzo y se midió en el equipo.⁴¹ (ver tabla 17-18)

Como se puede observar los valores determinados en laboratorio para el Hierro y el Manganese difieren según la época del año, se encuentra una mayor concentración de estos parámetros en el mes de septiembre 2013 (tabla 17), con un promedio de Hierro de 21,86 mg/l y de 2,025 de Manganese mg/l. En el mes de Enero 2014 la concentración presentada registra un promedio en Hierro de 14.92 Mg/l y de 1,71 Mg/l de Manganese (tabla 18), esta diferencia se debe a que en el mes de septiembre para el análisis de remoción de Hierro y Manganese, el sistema carecía del tanque de contacto reteniendo en gran parte los precipitados.

Tabla 17. Hierro y manganeso - método fotométrico mes de septiembre 2013. ⁴²

MUESTRA/PUNTO	HIERRO TOTAL	
	HIERRO mg/L Fe ⁺	MANGANESO mg/L Mn
1	23,00	2,04
2	23,05	2,11
3	22,95	1,98
4	22,95	2,04
5	23,00	2,06
6	23,05	1,98
7	23,00	2,07
8	23,05	1,93
9	23,05	1,95
10	23,00	1,99
11	23,05	2,07
12	22,95	2,14
13	22,95	2,17
14	22,95	2,16
15	23,2	2,11
16	20,9	1,88
17	21	2,13
18	20,8	2,06
19	20,95	2,03
20	20,8	2,12
21	20,75	2,05
22	20,6	2,02
23	20,2	2,01
24	20,15	1,91

⁴² Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.

25	20,1	1,92
26	21	1,93
27	21,2	1,97
28	20,9	1,96
29	20,65	2,03
30	20,65	1,94

Tabla 18. Hierro y manganeso - método fotométrico mes de Enero 2014.⁴³

MUESTRA/PUNTO	HIERRO TOTAL	
	HIERRO mg/L Fe ⁻	MANGANESO mg/L Mn
1	15.20	1.88
2	15.35	1.84
3	15.00	1.85
4	15.15	1.84
5	14.55	1.85
6	15.55	1.86
7	15.60	1.84
8	15.25	1.88
9	15.85	1.87
10	15.03	1.85
11	15.77	1.80
12	15.18	1.87
13	15.80	1.83
14	15.35	1.80
15	15.10	1.86
16	15.10	1.70
17	15.45	1.88
18	14.60	1.71
19	14.60	1.65
20	15.95	1.60
21	15.90	1.84
22	15.40	1.67
23	15.25	1.65
24	15.90	1.77
25	15.55	1.68
26	15.20	1.50
27	15.90	1.65
28	15.55	1.60
29	15.75	1.85
30	15.90	1.75

⁴³ Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.

4.7.2.3 Análisis de los resultados de las determinaciones de hierro y manganeso. Este análisis se comprendió en 3 etapas con el fin de comparar la eficiencia con cada componente y el aporte que estos hacen dentro del tratamiento, las cuales fueron:

Etapas 1. Tratamiento solo con el aireador de toberas.

Etapas 2. Tratamiento con el aireador de toberas y el tanque de contacto con lechos de grava.

Etapas 3. Tratamiento solo con el tanque de contacto con lechos de grava.

Etapas 1. Tratamiento solo con el aireador de toberas.

La primera etapa hace referencia a oxidación y no a remoción, ya que el sistema carece del tanque de contacto con lecho de grava.

Como se observa en la tabla 19, el porcentaje promedio de oxidación del Hierro empleando 6 toberas es del 14.78 % y como se observa en la tabla 20, el porcentaje promedio de remoción de Manganeso es del 3.7%, lo que supone está por debajo del 15 % de oxidación, indicando que es un sistema incompleto, puesto que le falta un tanque de contacto que retenga los precipitados. Ver anexo 14.

Tabla 19. Datos del porcentaje de oxidación del hierro empleando 6 toberas mes de septiembre etapa 1.

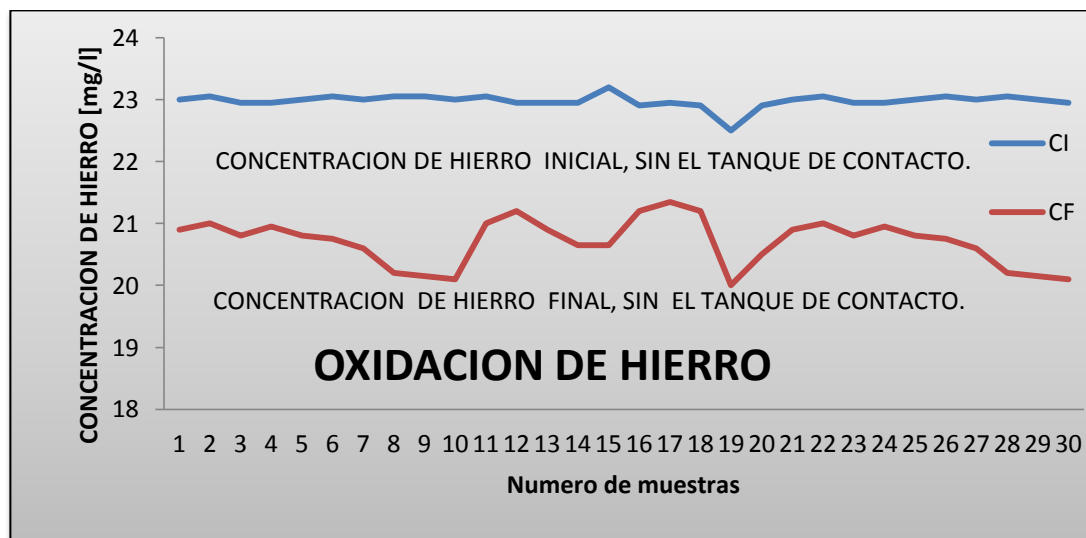
HIERRO (mg/l)		
CI	CF	% oxidación
23.00	20,9	14
23,15	21	13
22,95	20,8	14
22,95	20,95	13
23.00	20,8	14
23,05	20,75	15
23.00	20,6	16
23,05	20,2	19
23,05	20,15	19
23.00	20,1	19
23,05	21	13
22,95	21,2	11
22,95	20,9	13
22,95	20,65	15
23,2	20,65	17
21.2	20,1	11
21.35	20,2	10
21.2	2,20	11
23.00	20.1	16
23.05	21.00	16
22.95	21.2	14
21	20.6	13
23.05	20,8	14
22,95	21,2	13
20.8	20,1	14
21.0	20,75	15
21.2	20,6	16
20.9	20,2	19
20.65	20,15	19
20,65	20,1	19
Promedio de oxidación de Hierro (Fe)		14.78%

Tabla 20.Datos del porcentaje de oxidación del manganeso empleando 6 toberas mes de septiembre etapa 1.

MANGANESO (mg/l)		
CI	CF	% oxidación
2	2	0.0
2.11	2.1	0.5
1.98	1.97	0.5
2.04	1.99	2.6
2	1.98	1.0
1.93	1.9	1.6
2.07	2	3.6
1.93	1.9	1.6
2.03	1.95	4.2
1.99	1.94	2.6
2	1.99	0.5
2.14	2.03	5.7
2	1.9	5.2
2.1	2	5.2
2.11	1.98	6.8
1.88	1.78	5.2
2.15	2	7.8
2.06	2	3.1
1.99	1.9	4.7
2.07	1.94	6.8
2.14	2	7.3
2.02	1.96	3.1
2.01	1.91	5.2
2.14	2	7.3
1.92	1.92	0.0
1.99	1.93	3.1
2	1.97	1.6
1.99	1.95	2.1
2.03	1.84	4.7
2.14	2	7.3
Promedio de oxidación manganeso(Mn)		3.7%

El informe de resultados obtenidos por medio del análisis físico y químico del agua del pozo del lava autos “los amigos”, muestra que la concentración de Hierro es constante luego del tratamiento (gráfica 4), se evidencia la formación de óxido férrico; que se manifiesta como un sedimento amarillento dando una apariencia amarilla al agua pero aun no queda removido. Ver anexo 8

Grafica 4.Concentración de hierro antes y después del tratamiento etapa 1.⁴⁴



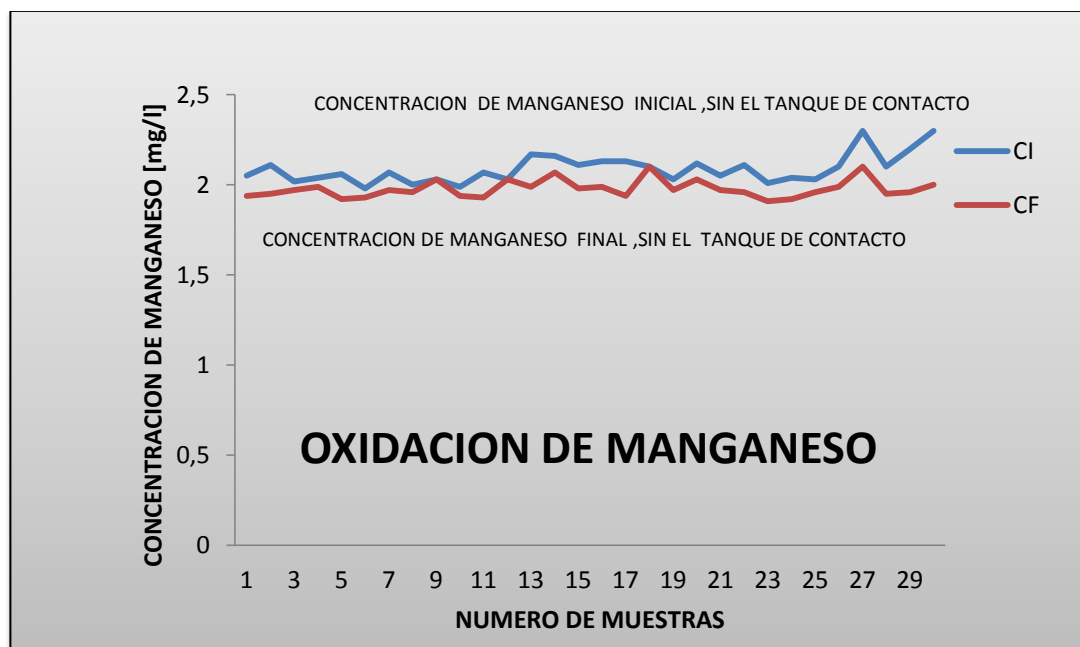
En la tabla 20, se observa que el contenido de Hierro en el agua del pozo del lava – autos “los amigos”, presenta un valor promedio de 14.78% ppm; sin embargo se alcanzó el valor más alto de 20.95 en varias de las tomas del muestreo.

La concentración final del Manganese se mantiene relativamente constante, (grafica 5) durante la primera semana. El Manganese alcanza un valor promedio de 1.92 ppm, este valor por encima de los límites permitidos es necesario complementar el sistema con un tanque de contacto donde se retengan los precipitados oxidados.

La reducción del Hierro es menor con respecto a la del manganeso, pero tampoco se encuentra dentro de los niveles permitidos según el decreto 15/75 del 2007 (ver grafica 5 capitulo 2)

⁴⁴ Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.(opciones graficas)

Grafica 5.Concentración de manganeso antes y después del tratamiento Etapa 1.



Al emplear solo el aireador de toberas, el agua presenta una apariencia igual de turbidez y su coloración amarillenta sin reducir significativamente sus concentraciones iniciales.

Etapa 2.Tratamiento completo aireador de toberas y tanque de contacto con lechos de grava.

Se presentan a continuación los resultados del trabajo experimental, realizados durante 2 semanas durante el mes de enero del 2014, al agua del acuífero de la lava. Autos “los amigos” en esta etapa el tratamiento se encuentra completo con el aireador más un tanque de contacto con lechos de grava.

Como se observa en la tabla 22, el porcentaje promedio de remoción del Hierro empleando 6 toberas es del 43%. Y como se observa en la tabla 23, el porcentaje promedio de remoción de Manganeso es del 44,5%, lo que supone está por debajo del 50% de remoción, lo cual indica que aunque es un sistema de retención sea económico, este no es tan efectivo como se quisiera. Ver anexo 15. (ver tabla 21-22)

Tabla 21. Datos del porcentaje de remoción del hierro empleando 6 toberas etapa 2⁴⁵

HIERRO mg/l		
(mg/l)	[C _i]	[C _F]
	(mg/l)	% REMOCION
15.20	9.55	37
15.35	8.75	43
15.00	9.45	36
15.15	9.50	37
14.55	9.40	33
15.55	9.35	40
15.60	8.45	46
15.25	9.35	38
15.85	9.50	41
15.03	9.55	36
15.77	9.60	40
15.18	8.50	43
15.80	8.35	48
15.35	8.40	45
15.10	8.22	45
15.10	9.50	36
15.45	8.23	47
14.60	8.05	43
14.60	8.15	42
15.95	9.60	41
15.90	8.18	50
15.40	8.40	46
15.25	8.60	43
15.90	9.50	42
15.55	8.60	45
15.20	8.23	46
15.90	8.87	48
15.55	8.20	41
15.75	9.40	41
15.90	8.16	50
Promedio de Remoción de Hierro(Fe)		43%

⁴⁵Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.

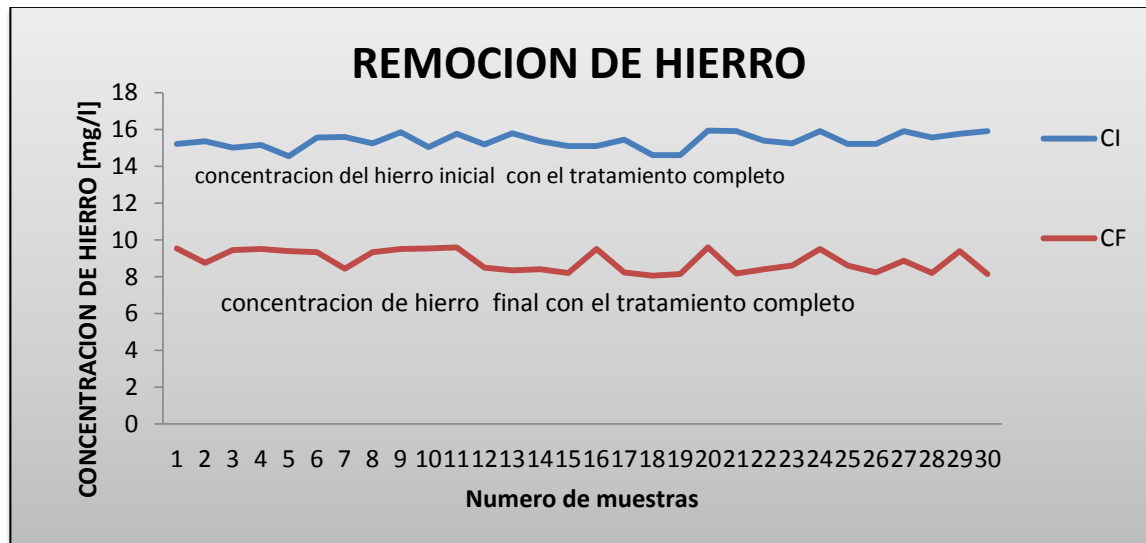
Tabla 22. Datos del porcentaje de remoción de manganeso empleando 6 toberas etapa 2.⁴⁶

MANGANESO mg/l		
(mg/l)	$[C_i]$ (mg/l)	$[C_F]$ (mg/l)
1.88	1.11	45
1.84	1.1	43
1.85	1.09	44
1.84	1.1	43
1.85	1.08	45
1.86	1.08	46
1.84	1.09	44
1.88	1.08	47
1.87	1.1	45
1.85	1.08	42
1.80	1.08	46
1.87	1.09	39
1.83	1.11	49
1.80	1.09	37
1.86	1.07	33
1.70	1.07	29
1.88	1.05	44
1.71	1.07	36
1.65	1.09	33
1.60	1.1	29
1.84	1.08	44
1.67	1.05	36
1.65	1.08	33
1.77	1.06	42
1.68	1.04	37
1.50	1.1	23
1.65	1.09	33
1.60	1.09	30
1.85	1.09	44
1.75	1.09	39
Promedio de Remoción del Manganeso		44.5%

El informe de resultados obtenidos por medio de análisis físico y químico del agua del pozo del lava autos “los amigos”, muestra que la concentración de Hierro disminuye luego del tratamiento (gráfica 6), mejorando en cierta medida la calidad de agua y se reduce el riesgo de oxidación del Hierro, por tanto, la formación de óxido férrico se manifiesta como un sedimento amarillento dando una apariencia amarilla al agua. (ver grafica 6)

⁴⁶ Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.

Grafica 6. Concentración de hierro antes y después del tratamiento etapa 2⁴⁷



En la tabla 22, se observa que el contenido de Hierro en el agua del pozo del lava – autos “los amigos”, presenta un valor promedio de 15.5 ppm, sin embargo, se alcanzó el valor más alto de 15,9 en una de las tomas de muestra.

La reducción del Hierro fue a niveles aun no aceptables para considerarla como agua potable pero si hubo un porcentaje importante del 43,5 % haciendo que el sistema empleado no sea muy eficiente aunque se removió parte de este parámetro.

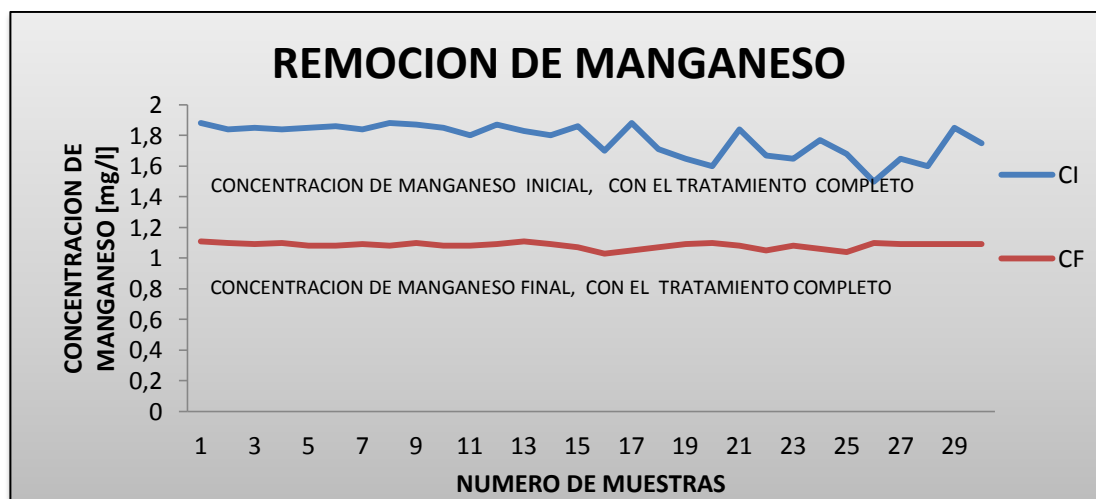
La presencia del hierro en el agua, luego de realizarse un proceso de aireación-filtración a través de la incorporación oxígeno del aire por la acción de la toberas y la remoción de los precipitados con el filtro empleado, genera un sedimento amarillento, el cual es depositado en la tubería de distribución y el tanque de recolección (ver anexo 8) que reduce el diámetro de la tubería, El sabor que adquiere el agua es un sabor metálico. El agua se considera no apta para consumo humano.

La concentración final del Manganeseo se mantiene relativamente constante, (grafica 6) durante la primera semana. El Manganeseo alcanza un valor promedio de 1.6 ppm. Este valor está en todos los casos, por encima de los límites permitidos.

⁴⁷ Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.(opciones graficas)

La reducción del Manganese es mayor con respecto a la del Hierro, pero tampoco se encuentra dentro de los niveles permitidos según el decreto 15/75 del 2007 (ver tabla 23 capítulo 2) (ver grafica 7)

Grafica 7. Concentración de manganeso antes y después del tratamiento etapa 2.⁴⁸



Al aplicar el tratamiento y luego de reducirse el Hierro y el Manganese, el agua presenta una apariencia de menor turbidez y su coloración amarillenta se redujo, quedando ésta más clara.

La prueba indica que el contenido de Manganese disminuyó y se puede afirmar que la eficiencia de la reducción del Manganese por medio del tanque de contacto es de un 44.5 % y que la concentración de Hierro se redujo en un 43,5%

El Hierro a diferencia del Manganese presentó diferentes valores de concentración dependiendo del día en que las muestras eran tomadas (gráfica 7) donde el Hierro no tenía una continuidad, es por ello que al llevarlas al laboratorio se realizaron dos veces los análisis para tener una mayor confiabilidad en los resultados. Es importante indicar, que la acción permite mantener su capacidad efectiva de oxidación tanto para el Hierro como para el Manganese.

⁴⁸Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.(opciones graficas)

Etapa 3. Tratamiento solo con el tanque de contacto con lechos de grava.

Se presentan a continuación los resultados del trabajo experimental, realizados durante 2 días durante el mes de Marzo del 2014, al agua del acuífero de la lava. Autos “los amigos”, en esta etapa se trabajó solo con el tanque de contacto con lechos de grava, para cuantificar la eficiencia sin el aireador de toberas.

Como se observa en la tabla 23, el porcentaje promedio de remoción del Hierro empleando 6 toberas es del 6.96%. Y como se observa en la tabla 24, el porcentaje promedio de remoción de Manganeseo es del 2.55%, lo que supone está por debajo del 10% de remoción, con ello se confirma que al sistema de remoción le hace falta la aireación la cual con estos ensayos son prueba que sí se está llevando a cabo el proceso de oxidación en la etapa de aireación la cual es vital para que el tratamiento tenga una mayor eficiencia. Ver Anexo 16. (ver tabla 23)

Tabla 23.Datos del porcentaje de remoción del hierro empleando 6 toberas etapa 3⁴⁹

HIERRO mg/l		
(mg/l)	[C _i] (mg/l)	[C _F] (mg/l)
14.2	12.55	11
14.35	13.75	4
14	12.45	10
14.15	12.5	11
14.55	12.4	14
14.55	13.35	8
14.6	12.45	14
14.25	13.35	6
14.85	14	6
14.03	13.55	3
14.77	13.6	8
14.18	12.5	11
14.8	13.35	9
14.35	13.4	6
14.1	13.22	6
14.1	13.5	4
14.45	13.23	8
14.6	14.05	4
14.6	14.15	3
14.95	14.6	2
14.9	14.18	5
14.4	14.1	2
14.6	14.25	2
14.9	14.1	5

⁴⁹Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.

14.55	13.6	6
14.2	13.12	7
14.9	12.87	13
14.55	14.2	2
14.75	13.4	9
14.9	13.16	11
Promedio de remoción de hierro(Fe)		6.96%

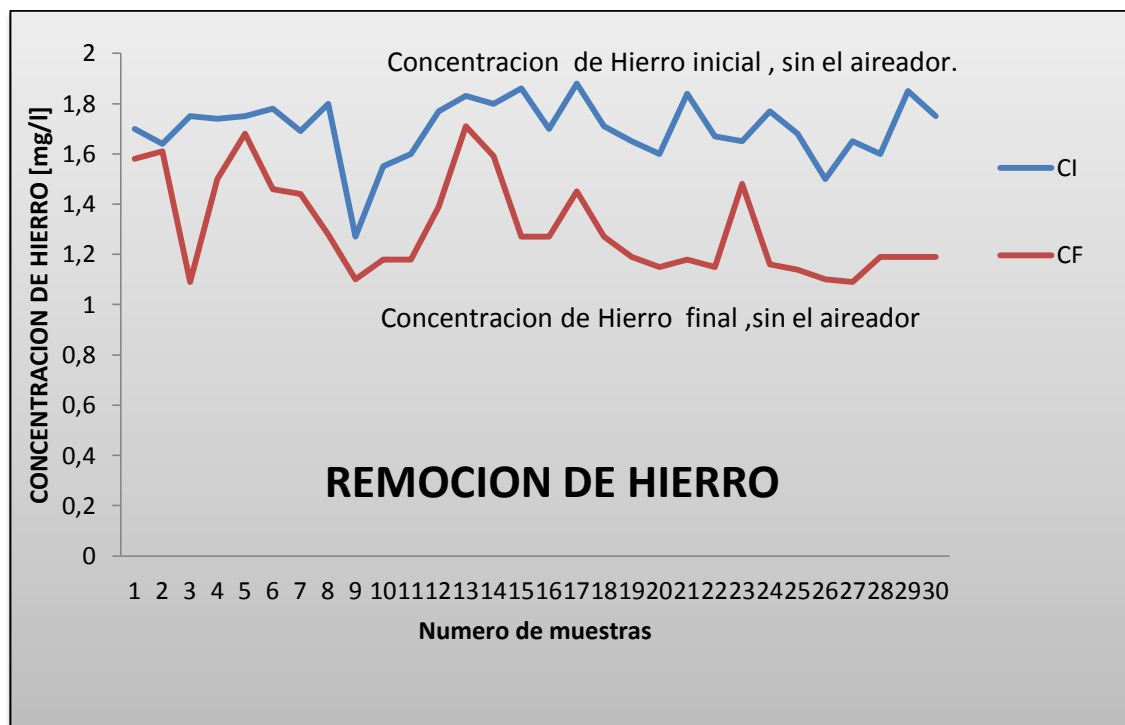
Tabla 24. Datos del porcentaje de remoción de manganeso empleando 6 toberas etapa 3.⁵⁰

MANGANESO mg/l		
(mg/l)	[C _i] (mg/l)	[C _F] (mg/l)
1,7	1,58	1
1,64	1,61	0
1,75	1,09	4
1,74	1,5	2
1,75	1,68	0
1,78	1,46	2
1,69	1,44	2
1,8	1,28	3
1,27	1,1	1
1,55	1,18	2
1,6	1,18	3
1,77	1,39	2
1,83	1,71	1
1,8	1,59	1
1,86	1,27	4
1,7	1,27	3
1,88	1,45	3
1,71	1,27	3
1,65	1,19	3
1,6	1,15	3
1,84	1,18	4
1,67	1,15	3
1,65	1,48	1
1,77	1,16	4
1,68	1,14	4
1,5	1,1	3
1,65	1,09	4
1,6	1,19	3
1,85	1,19	4
1,75	1,19	4
Promedio de Remoción del Manganeso		2.55 %

⁵⁰ Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.

El informe de resultados obtenidos por medio de análisis físico y químico del agua del pozo del lava autos “los amigos”, muestra que la concentración de Hierro no disminuye luego del proceso (gráfica 8), es prácticamente la misma, sin reducir el riesgo de oxidación del Hierro, por tanto, no se lleva a cabo la formación de óxido férrico; que se manifiesta en la aireación con la oxidación de los precipitados.

Gráfica 8. Concentración de hierro antes y después del tratamiento etapa 3⁵¹



En la tabla 23, se observa que el contenido de Hierro en el agua del pozo del lava – autos “los amigos”, presenta un valor promedio de 2.55 ppm; sin embargo se alcanzó el valor más alto de 1.85% en una de las tomas de muestra.

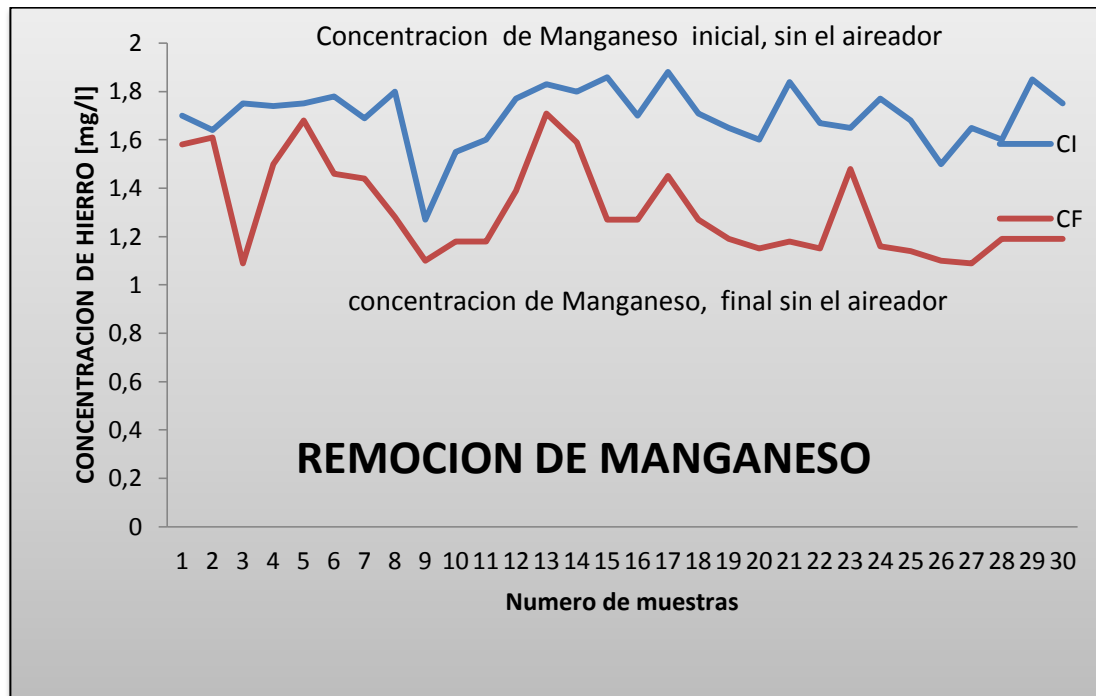
La presencia del hierro en el agua, luego de realizarse únicamente con el tanque de contacto con lechos de grava, no alcanza ni siquiera el 10% de la remoción por lo tanto, el agua se considera no apta para consumo humano.

La concentración final del Manganeseo se mantiene relativamente constante, (gráfica 9) durante la toma de estas muestras. El Manganeseo alcanza un valor

⁵¹ Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.(opciones graficas)

promedio de 2.55 ppm. Este valor está en todos los casos, por encima de los límites permitidos. (ver grafica 9)

Grafica 9. Concentración de manganeso antes y después del tratamiento etapa 3.⁵²



La prueba indica que el contenido de Manganeso no disminuyó y se puede afirmar que la eficiencia de la reducción del Manganeso depende de un tratamiento completo es decir se trabaje con el aireador.

⁵²Microsoft Office Excel 2010. Ayuda de Excel.(opciones graficas)

CONCLUSIONES

Este sistema de aireación y el tanque de contacto con lechos de grava ofrece una alternativa económica a la problemática del hierro y el manganeso encontrada en el aljibe del lava autos “los amigos” la cual no necesita químicos siendo una técnica factible, fácil de implementar y operar, pero no es la más óptima ya que solo alcanzo en un 50 % de remoción de los parámetros de Hierro y Manganeso.

La variación entre el número de toberas utilizadas cambia la concentración del oxígeno disuelto, el rango de diferencia entre utilizar 2 y 4 toberas es mayor al rango al utilizar entre 4 y 6 toberas, por lo tanto después de la combinación con 4 toberas el sistema genera valores semejantes de oxígeno disuelto que al utilizar 6 toberas, debido a que el área de contacto era limitada.

La mejor opción de tobera es la mini wáter Bell, debido a que los demás surtidores según estudios basados en sistemas de riego por goteo presentan obstrucciones químicas por su alto contenido de Hierro y Manganeso

Se alcanzó un tiempo de retención de la gota menor a dos segundos, este tiempo es poco favorable para la transferencia de oxígeno, ya que es muy corto, mas sin embargo el proceso de oxidación del Hierro y Manganeso se da y eso lo demuestran las lecturas de oxígeno disuelto en el aireador.

Mediante la lectura de oxígeno disuelto en el acuífero se reafirma la teoría descrita por la MSC. Ing. Norma Avendaño coordinadora de unidad y vigilancia (MPSA) la cual dice: “que las aguas de pozo tienen mayor concentración de Hierro y manganeso que las aguas superficiales debido a que la concentración de dióxido de carbono CO_2 es alta y el oxígeno disuelto es escaso.

Se determinó que al utilizar solo el aireador de toberas el cual alcanzo oxidar en un 14.73% al Hierro y en un 3.7 % al Manganeso el proceso no tiene la eficiencia adecuada puesto que el al tener el desagüe en la parte inferior del tanque al cual esta ensamblada la estructura y al tomar las muestras bajo estas condiciones se volvía a capturar los precipitados los cuales nunca se retuvieron en un lecho de grava.

Con el proceso utilizando solo el tanque de contacto con grava y posteriormente el análisis de muestras, se comprueba que el aireador es fundamental en este

tratamiento, ya que no obtuvo ni el 10% de remoción en ambos parámetros y eso confirma la teoría que estos tratamiento van acompañados tanto en su parte de aireación como la retención de sus precipitados.

Al comparar las tres etapas se determina que el aporte del aireador de toberas es alto, sin embargo el modelo del tanque permite el desagüe los precipitados del Hierro y Manganese oxidado, siendo esta la principal razón de las bajas lecturas en los ensayos de la primera etapa, necesitando una cámara de precipitación de estos elementos.

Es importante aclarar que las toberas no introducen oxígeno, simplemente exponen al agua del acuífero en contacto intimo con el oxígeno atmosférico pero esta exposición del agua a través de las toberas es en forma de laminas, las cuales facilita la teoría expuesta por la ley Fick, Lewis y Whiman citadas en el marco teórico.

Se Determina la remoción de Hierro y Manganese después de pasar por el tratamiento completo que incluye la aireación y el tanque de contacto con lechos de grava en donde se obtuvo una remoción de Hierro y Manganese que no supera un 50%, lo que indica que tanto el área de contacto y la permanencia de la gota en el aire son fundamentales para este tipo de tratamiento corroborando las desventajas que este tipo de sistema tiene como es la falta de área en el tanque de aireación presentado.

Cuando el Hierro y el Manganese se presentan en forma químicamente reducida y soluble como bicarbonato de manganeso y bicarbonato de hierro, estos estados no imparten color al agua siendo esto totalmente opuesto al color encontrado en el agua del pozo del lava autos los amigos donde supera las 25 unidades de platino cobalto, lo que significa la alta presencia de Hierro y Manganese en el aljibe donde se realizó la investigación.

En épocas de precipitación existe una infiltración de aguas lluvias lo que causa una disolución en los parámetros de Hierro y Manganese los cuales alteran los resultados, de allí la importancia de realizar las tomas de agua en diferentes épocas del año, para que los datos obtenidos sean más confiables.

El realizar este tipo de análisis y tratamiento a las aguas extraídas de aljibes es importante ya que en un futuro las aguas superficiales corren el riesgo de estar insuficientes para abastecer las necesidades humanas, donde se recurrirá entonces a las aguas sub-superficiales y subterráneas.

RECOMENDACIONES

Remover la turbiedad, puesto que el valor fue elevado siendo no favorable este sistema para este tipo de parámetro, este puede ser un objeto de investigación en futuros trabajos.

Medir el oxígeno que este sistema brinda al agua, ya que esta es una aireación primaria y se debe restar al agua que pasa por el aireador, con el fin de evitar datos errados de la lectura del oxímetro.

Evitar que el aire externo cause cambios en las lecturas, ya que estos datos pueden ser alterados e indicando lecturas erróneas en el oxímetro.

Diluir las muestras tomadas cuando la turbiedad es alta, ya que muchas veces esta turbiedad genera valores de hierro elevados, es por ello que se realizaron diluciones a las muestras tomadas.

BIBLIOGRAFÍA

BURBANO L, SANCHEZ L.D Remoción de hierro y manganeso por oxidación – filtración, instituto Cinara, universidad del valle seminario internacional: visión integral en el mejoramiento de la calidad del agua pág. 4.

CASTAÑEDA CASTRO, JOSÉ GUILLERMO; Reducción de hierro y manganeso y detergente en el agua por medio de arena verde de manganeso y carbón activado septiembre Guatemala (2004)

JURADO MORA, NICOLAS SANTIAGO, MARTINEZ BENAVIDEZ, ANDERSON FAVER; Evaluación de la remoción del contenido de sales de hierro y manganeso en aguas de la universidad Mariana a partir de un tratamiento por torres de aireación dinámica de bandejas. Mayo (2012)

CORDÓN M. R. Octavio. Ing. Civil, H. Avendaño Flores. Ing. Química, Aplicación de Estudios de Laboratorio al Diseño de Plantas de Tratamiento de Agua. XXI congreso centroamericano y nacional de ingeniería sanitaria y ambiental Guatemala, octubre de 1999.

SOMERFELD, EMER; Iron and Manganese removal handbook, editorial American Water Works Association, ISBN 13: 9781583210123 (1999-2000).

SALAZAR CANO, Roberto, Sistemas de Potabilización de Agua. Universidad de Nariño. 2012 pág. (284-288).

AVANCE EN INVETIGACION Y DESARROLLO EN AGUA Y SANAMIENTO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS METAS DEL MILENIO Compiladores: Inés Restrepo, Luis Darío Sánchez Alberto Galvis , Johnny Rojas, Irma Yaneth Sanabria ISBN 958-670-608-7, compilación 28 parte ii Gestión integrada de calidad del Agua ; Editorial Universidad del Valle, Octubre,(2007)

ROMERO, ROJAS, Jairo Alberto. Purificación de agua. Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería .2000. Pág. (33-36).

VERGUINIA PETKOVA SIMEONOVA, Remoción de Hierro y Manganeso por medios de contacto no convencionales instituto mexicano de tecnología del agua, Cuernavaca, Morelos, cp. 62550 pág.

MARTÍNEZ BERCARDINO, CIRO, Estadística básica aplicada, edición reimpresa Ecoe Ediciones, 2006 pág. 15

BOLIVAR, Ramón; Impacto del riego con aguas del trasvase de taiguaiguay sobre los suelos del valle del tucutunemo estado Aragua. Universidad de Carabobo

Valencia, Marzo, 2012. Pág. 41.

OPS/CEPIS/UNATSABAR. Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas, lima, 2005.pag12

MANUAL DE LABORATORIO QUÍMICO, para la determinación de Hierro y Manganese de química Universidad Mariana pág. 15-17.

NETGRAFIA

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/020867/020867-13.pdf>

<http://www.engineeringfundamentals.net/ToberasNet/fundamentos.htm>

<https://www.googleearth.com>.

http://www.agrifoodgateway.com/sites/default/files/articles/prevencion_obstruccion_goteros.pdf

http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agrotec%2FAgrotec_2002_8_89_92.pdf

http://www.netafim.com/Data/Uploads/120430%20Preventive%20Maintenance%20Guide%20Spanish_1.pdf

<https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/37462/em8782-S.pdf>

ANEXOS

**ANEXO 1. FORMATO DE ENTREVISTA UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**ENTREVISTA REALIZADA AL ENCARGADO DEL LABORATORIO DE
HIDRAULICA**

Objetivo: Recolectar información para identificar la tobera más adecuada para el aireador que se va a construir como parte del sistema de remoción de Hierro y Manganeso.

Fecha:.....

Nombre:.....

1. ¿Qué aspersores o surtidores existe en el laboratorio para evaluarlos y poder escoger el más adecuado para ser instalado en un aireador de toberas para la exposición del agua con el oxígeno oxígeno atmosférico, donde se oxiden el Hierro y Manganeso de agua de aljibe con altas concentración de Hierro y Manganeso?

.....
.....
.....

1. ¿Qué presión es la adecuada para ensayar este tipo de aspersores micro aspersores o toberas para que el caudal no sea mayor de 1l/seg?

.....
.....
.....

Muchas gracias!

ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ENSAYO DE SURTIDORES.

- 1. Ensayo de micro aspersores, nebulizador trabajando a 20 psi, UDENAR, laboratorio de hidráulica**



- 2. Secuencia de nebulizadores en serie, adaptadas a manguera de $\frac{3}{4}$ ", con manómetro a 20 psi**



3. Ensayo de aspersores de largo alcance (1 metro de radio), trabajando a 20 psi



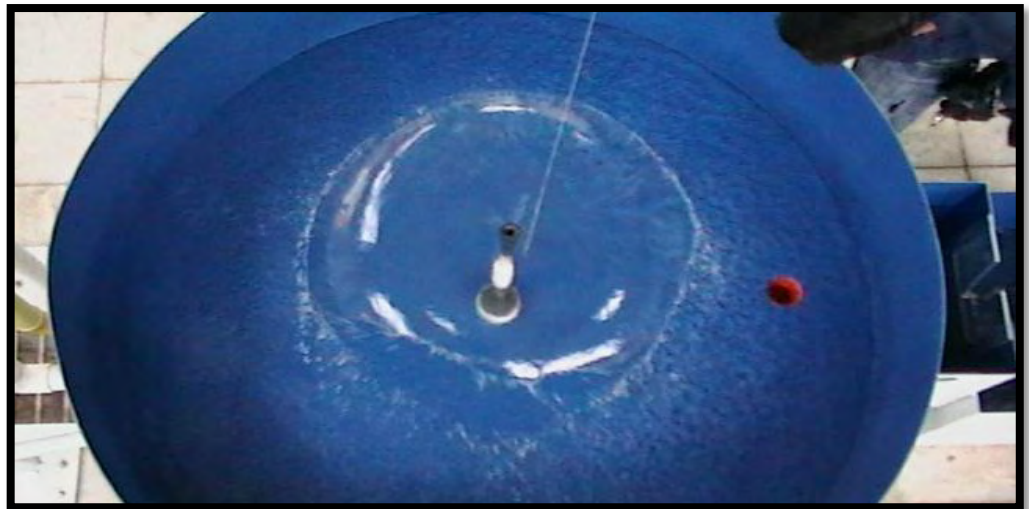
4. Detalle salida agua aspersor de largo alcance, (referencia AGRIFIN)



5. Lectura a 20 psi manómetro de glicerina, para aspersores.



6. Medida del radio máximo de cobertura a 30 psi, UDENAR, laboratorio de hidráulica.



ANEXO 3.REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA CONSTRUCCION Y FUNCIONAMIENTO DEL AIREADOR DE TOBERAS.

1. Instalación de toberas **MINIWATTER BELL** sobre la red de tuberías $\frac{3}{4}$ ".
UDENAR, laboratorio de hidráulica



2. Toberas instaladas en los tubos de la red.



3. vista lateral, tanque acrílico de ensamblaje para la red de tuberías, cuerpo en aluminio.



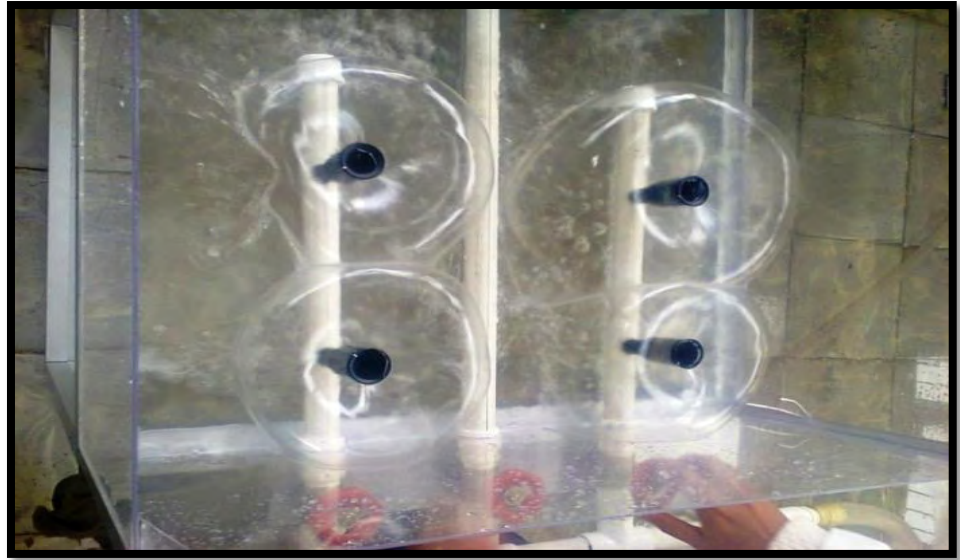
4. Perforación lateral para la instalación de la red de tuberías. UDENAR. Laboratorio de hidráulica.



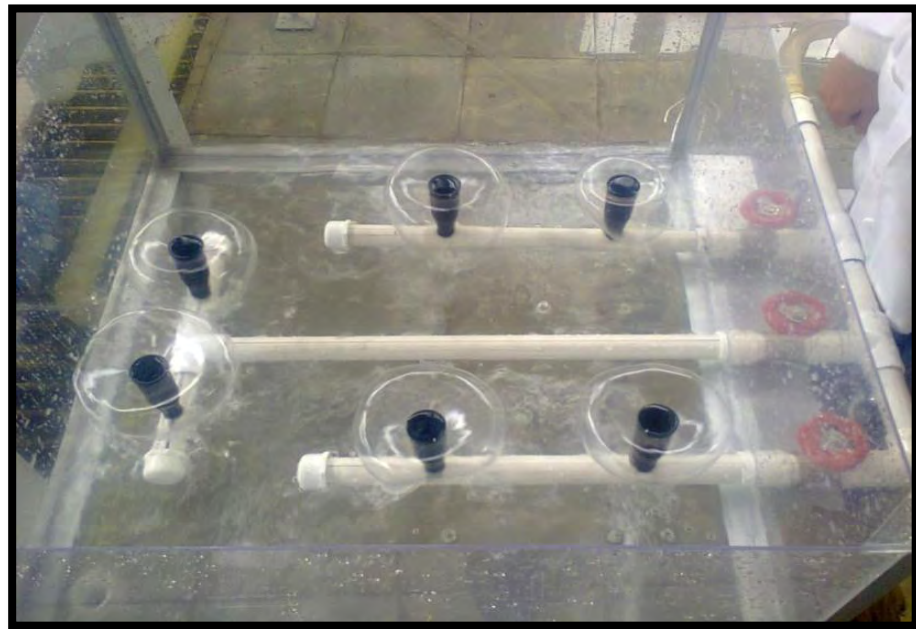
5. Aireador de toberas funcionando a 10 psi, combinación de toberas. UDENAR, laboratorio de hidráulica



6. Vista en planta, aireador funcionando a 20 psi, con cuatro toberas.
UDENAR, laboratorio de hidráulica.



7. Aireador de toberas, funcionando a 20 psi, con seis toberas en funcionamiento, .UDENAR, laboratorio de hidráulica.



**ANEXO 4. REGISTRO FOTOGRAFICO DEL ENSAYO GRANULOMETRICO
DEL MATERIAL EMPLEADO PARA EL LECHO FILTRANTE.**

- 1. Peso de la muestra de grava utilizada en los lechos filtrante
laboratorio de suelos UDENAR.**



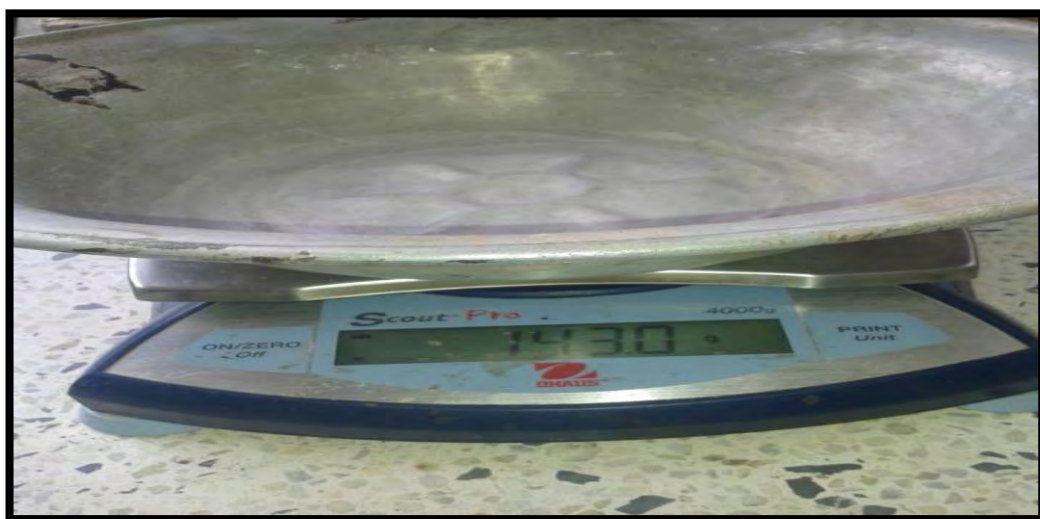
- 2. Tamizado del material empleado en el tanque de contacto laboratorio
de suelo instalaciones UDENAR**



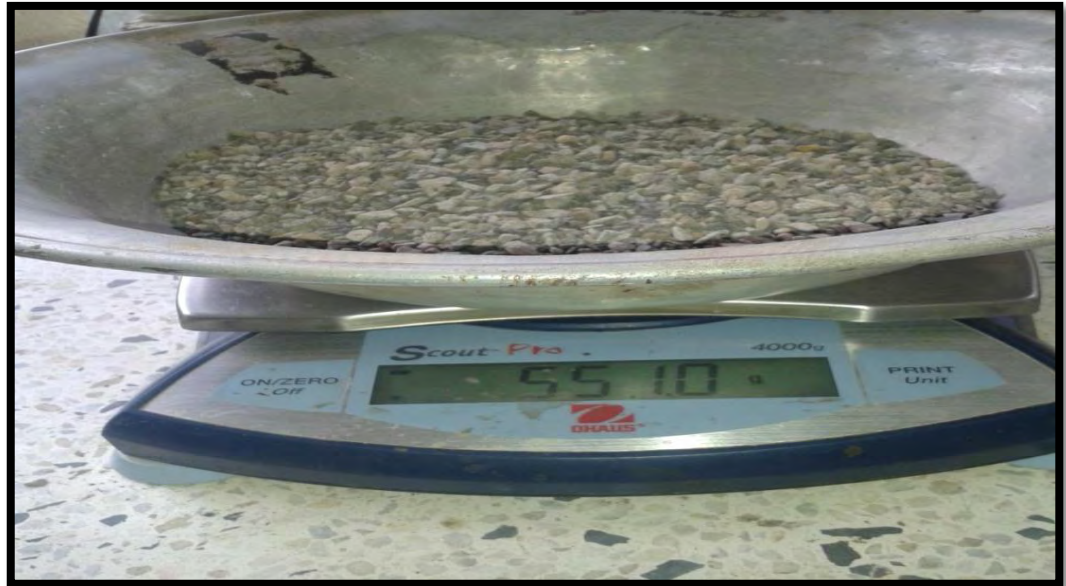
3. Vista en planta del material del lecho filtrante para la capa superior del lecho con el tamiz N° 4 laboratorio de suelos UDENAR



4. Peso del recipiente utilizado para pesar todos los tamaños de gravas empleadas en el tanque de contacto laboratorio de suelos.
Instalaciones UDENAR Torobajo



5. Peso del material de la capa superior del tanque de contacto laboratorio de suelos instalaciones UDENAR Torobajo.



6. Peso del material (3/8") de la capa intermedio EL TANQUE DE CONTACTO laboratorio de suelos instalaciones UDENAR Torobajo.



7. **Peso del material (3/4) inferior el tanque de contacto** **Peso del material de la capa superior del tanque de contacto laboratorio de suelos instalaciones UDENAR Torobajo.**



8. **Material del lecho superior utilizado después de calcular la granulometría deseada para el tanque de contacto** **Peso del material de la capa superior del tanque de contacto laboratorio de suelos instalaciones UDENAR Torobajo.**



9. Material del lecho inferior utilizado, después de calcular la granulometría deseada para este tipo del tanque de contacto Peso del material de la capa superior del tanque de contacto laboratorio de suelos instalaciones UDENAR Torobajo.



ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ALJIBE DE ESTUDIO Y MONTAJE DEL SISTEMA DE AIREACION- TANQUE DE CONTACTO.

1. Lavadero de Automóviles, Los Amigos, Barrio El Pilar, San Juan de Pasto.



2. Lectura de 20 psi en el manómetro de glicerina, Lavadero de Automóviles, Los Amigos, Barrio El Pilar, San Juan de Pasto.



**3. Montaje del aireador sobre el tanque de almacenamiento
Lavadero de Automóviles, Los Amigos, Barrio El Pilar, San
Juan de Pasto.**



**4. Vista lateral del tanque de abastecimiento Lavadero de
Automóviles, Los Amigos, Barrio El Pilar, San Juan de Pasto y
andamiaje para la toma de muestras y montaje del aireador.
Vista lateral del tanque de abastecimiento en la Etapa 1.**



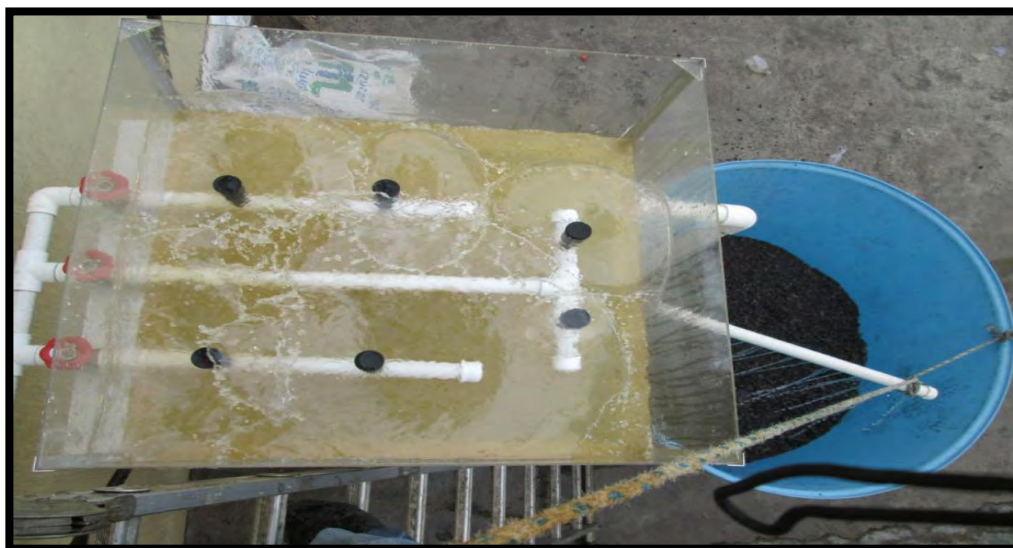
- 5. Abastecimiento Lavadero de Automóviles, Los Amigos, Barrio El Pilar, San Juan de Pasto y andamiaaje para la toma de muestras y montaje del aireador, en la Etapa 2.**



- 6. Instalación de la conexión entre el aireador y el tanque de contacto en el aljibe del lava-autos los amigos en la Etapa 2.**



7. Vista en planta del filtro con sus respectivos lechos filtrantes en la Etapa 2.



8. Evaluación de hierro y manganeso solo con el tanque de contacto con grava en el lava-autos “los amigos”, en la Etapa 3.



ANEXO 6. REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA TOMA Y CONSERVACION DE MUESTRAS

- 1. Toma de muestras a la salida del sistema aireación-tanque de contacto de grava del aljibe “los amigos” Etapa 2.**



- 2. Conservación de la muestra mediante la adición de 10 ml de ácido sulfúrico recipiente de almacenamiento del agua del aljibe Lavadero de Automóviles, Los Amigos, Barrio El Pilar, San Juan de Pasto.**



3. Elementos para la recolección y conservación de la toma de muestras de agua del aljibe Lavadero de Automóviles, Los Amigos, Barrio El Pilar, San Juan de Pasto.



4. Almacenamiento para el transporte de las muestras etiquetadas desde Lavadero de Automóviles, Los Amigos hasta los laboratorios de la Universidad Mariana, Sede Alvernia.



ANEXO 7. REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA REFIGERACION DE MUESTRAS Y DETERMINACION DE HIERRO Y MANGANESO EN EL AGUA TRATADA.

- 1. Equipos, implementos y materiales para el análisis de las muestras tomadas en el aljibe, método fotométrico, kit de análisis de hierro y manganeso MERCK, laboratorios de la Universidad Mariana, Sede Alvernia.**



- 2. Preparación de las muestras en reposos para analizar, laboratorios de la Universidad Mariana, Sede Alvernia.**



3. Campana de extracción de gases para la manipulación de los materiales utilizados, laboratorios de la Universidad Mariana, Sede Alvernia



**ANEXO 8. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL ESTADO FINAL DEL AIREADOR
DESPUES DE CONCLUIR LAS ACTIVIDADES.**

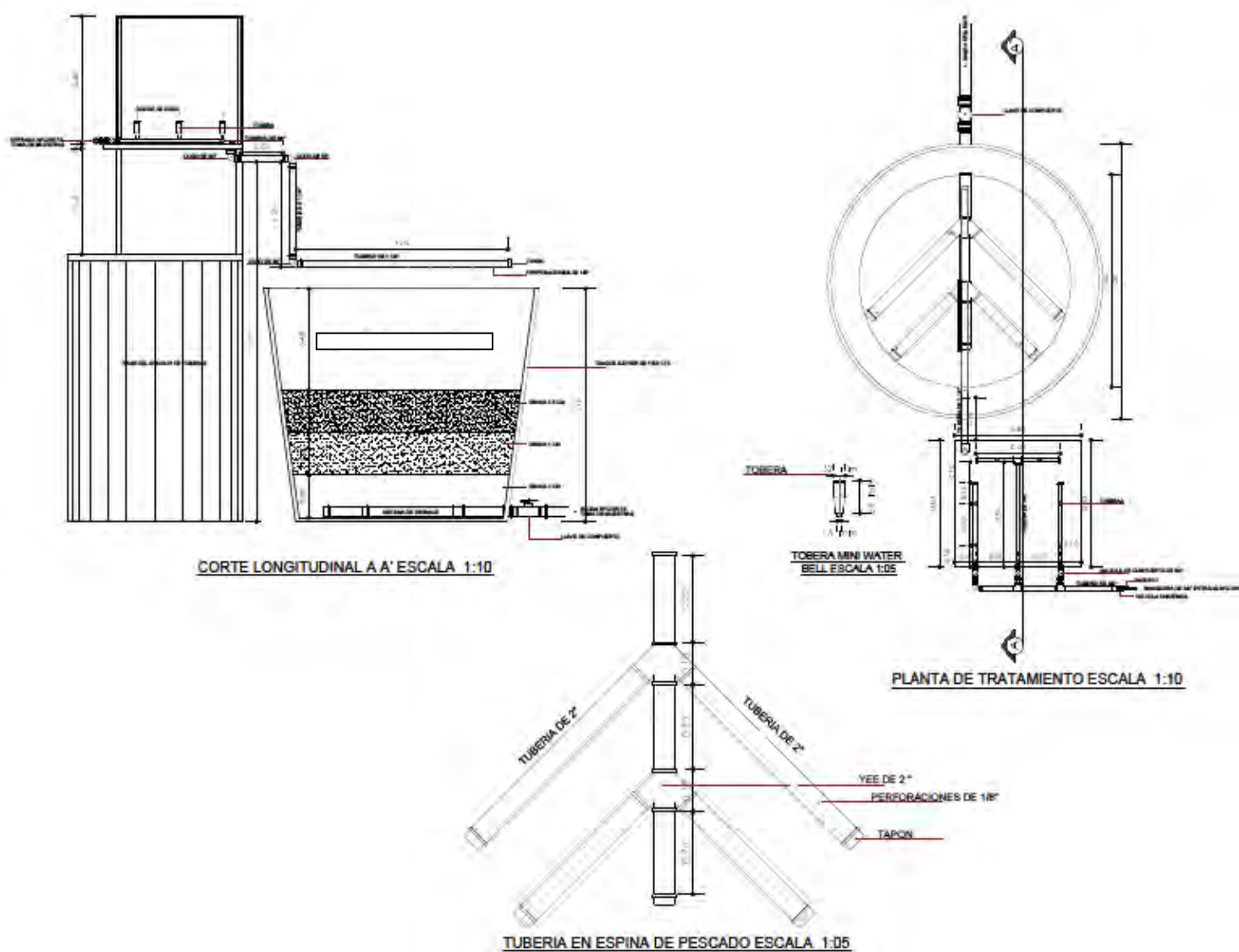
1. vista frontal superior del aireador y su estado final una vez realizados los ensayos en el agua del aljibe del Lavadero de Automóviles, Los Amigos, Barrio El Pilar, San Juan de Pasto.



2. Vista lateral superior del aireador y su estado final una vez realizados los ensayos en el agua del aljibe del Lavadero de Automóviles, Los Amigos, Barrio El Pilar, San Juan de Pasto



ANEXO 9. PLANOS EN PLANTA Y EN PERFIL DEL SISTEMA AIREACIÓN – TANQUE DE CONTACTO CON LECHOS DE GRAVA.



**ANEXO 10. INFORME LABORATORIO DE SUELOS -CURVA
GRANULOMETRIA.**



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO N°1

PROYECTO: TANQUE DE CONTACTO CON LECHOS DE GRAVA **FECHA:**
11- ENERO- 2014

LOCALIZACIÓN: CANTERA LA VICTORIA

DESCRIPCIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA GRAVA LECHO
FILTRANTE

GRANULOMETRÍA

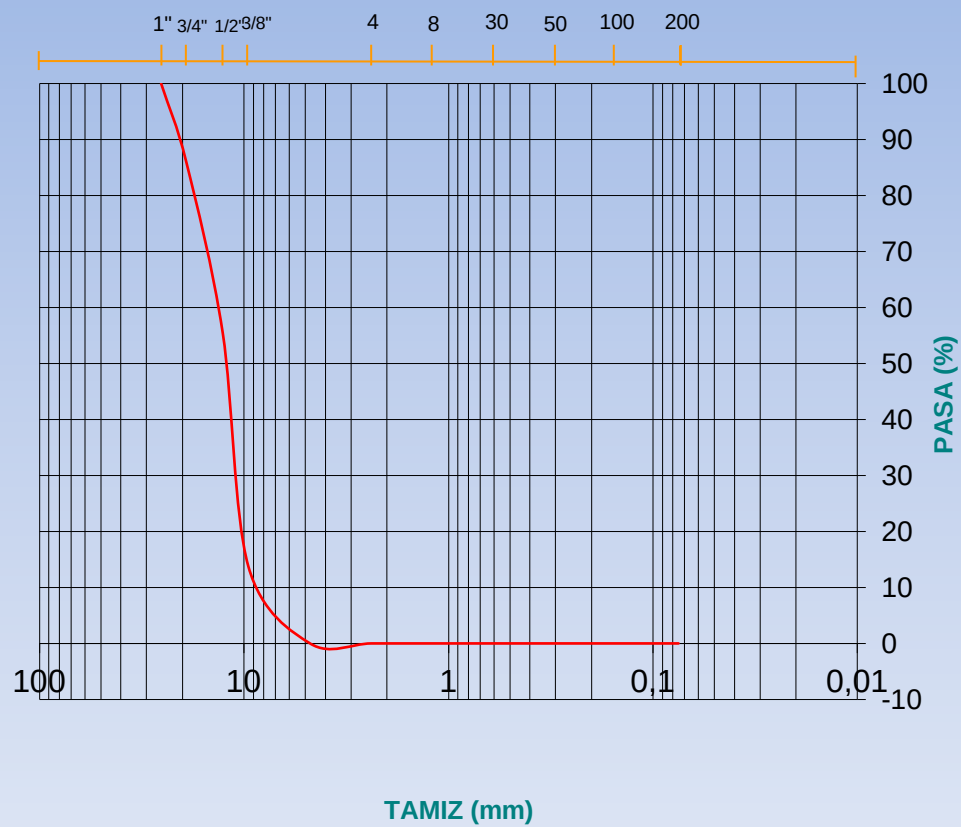
PESO MUESTRA SECA
(gr) =

4000

TAMIZ N°	ABERTURA	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
	(mm)			
1"	25,4	0,00	0	100
3/4"	19,1	565,40	14,14	85,87
1/2"	12,7	1215,7	44,53	55,47
3/8"	9,52	1668	86,23	13,77
4	4,75	550,9	100,00	0,00
8	2,38	0	100,00	0,00
16	1,19	0	100,00	0,00
30	0,6	0	100,00	0,00
50	0,3	0	100,00	0,00
100	0,15	0	100,00	0,00
200	0,075	0	100,00	0,00
PASA 200		0	100,00	

TOTAL PESO
RETENIDO = 4000,00
PORCENTAJE DE ERROR
= 0,00

CURVA GRANULOMÉTRICA



ANEXO 11. INFORME DE RESULTADOS DEL CONTENIDO DE HIERRO Y MANGANESO EN DIFERENTES PUNTO DE LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO.

	INFORME DE RESULTADOS N° 1 PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA A
---	--

Fecha Emisión: 2013-09-09

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martinez
---------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	4475	4476	4478	4479	4482	4483
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-02	2013-09-03	2013-09-04	2014-09-05	2013-09-06	2013-09-07
Hora de recepción (hh:mm):	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-02	2013-09-03	2014-09-06	2013-09-07	2013-09-10	2013-09-15
Hora de toma (hh:mm):	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Sector de muestreo:	U Mariana Jardin	U Mariana consultorio	Hospital San Pedro	lava-autos PANAMERICANA	U Mariana edificio nuevo	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Transparente	Transparente	Transparente	Ligeramente turbia	Transparente	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-09-02	2013-09-03	2013-09-04	2013-09-05	2013-09-06	2013-09-07
Hora de análisis (hh:mm):	4:40 PM	4:40 PM	4:40 PM	4:40 PM	4:40 PM	4:40 PM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				4475		4476		4478		4479		4482		4483	
				Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	0,82	No estimada	0,05	No estimada	0,075	No estimada	3,66	No estimada	0,24	No estimada	23,00	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,20	No estimada	0,01	No estimada	0,01	No estimada	1,57	No estimada	1,18	No estimada	2,25	No estimada

ANEXO 12. TOMAS DE MUESTRAS DE CONTINUIDAD DE HIERRO Y MANGANESO DURANTE LOS MESES DE SEPTIEMBRE Y ENERO EN EL ALJIBE DEL LAVADERO DE AUTOMÓVILES “LOS AMIGOS “

	INFORME DE RESULTADOS N° 1 PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA
---	---

Fecha Emisión: 2013-09-16

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martinez				
Identificación de la muestra (consecutivo):	1	2	3	4	5	6	7
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-09	2013-09-10	2014-09-11	2013-09-12	2013-09-13	2013-09-14	2013-09-15
Hora de recepción (hh:mm):	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de toma (hh:mm):	7:00 AM	7:00 AM	7:00 AM	7:00 AM	7:00 AM	7:00 AM	7:00 AM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-09-09	2013-09-10	2013-09-11	2013-09-12	2013-09-13	2013-09-14	2013-09-15
Hora de análisis (hh:mm):	9:10 AM	9:15 AM	9:20 AM	9:25 AM	9:30 AM	9:35 AM	9:35 AM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1		2		3		4		5		6	
				Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb	Resultado	± Incertidumb
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	23,00	No estimada	23,50	No estimada	23,200	No estimada	23,50	No estimada	23,90	No estimada	23,50	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	2,10	No estimada	2,00	No estimada	2,15	No estimada	1,98	No estimada	2,10	No estimada	2,40	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 1
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA A

Fecha
Emisión 2014-01-15

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente: Magda Milena Martinez Ramos
Dirección: Maridiaz
Teléfono: 7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Subterránea Responsable muestreo: Magda Martinez

Identificación de la muestra (consecutivo):	1	2	3	4	5	6	7
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-13	2014-01-14	2014-01-15	2014-01-16	2014-01-17	2014-01-18	2014-01-19
Hora de recepción (hh:mm):	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-13	2014-01-14	2014-01-15	2014-01-16	2014-01-17	2014-01-18	2014-01-19
Hora de toma (hh:mm):	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM	4:00 PM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-01-13	2014-01-14	2014-01-15	2014-01-16	2014-01-17	2014-01-18	2014-01-19
Hora de análisis (hh:mm):	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS													
				1		2		3		4		5		6		7	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,20	No estimada	13,35	No estimada	15,000	No estimada	14,15	No estimada	14,55	No estimada	15,55	No estimada	12,60	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,88	No estimada	1,74	No estimada	1,50	No estimada	1,65	No estimada	1,56	No estimada	1,84	No estimada	1,61	No estimada

La incertidumbre de los resultados se reporta con un nivel de confianza del 95%.

4. CONFIDENCIALIDAD:

Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente, contiene controles de seguridad que garantizan su autenticidad. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización del LAA.

5. RESPONSABILIDAD:

Este informe solo será válido si se encuentra firmado por el Profesional Laboratorio de servicios y el Coordinador de los Laboratorios.

6. OBSERVACIONES:

¹ La temperatura reportada está relacionada con la medición del pH.

Las muestras fisicoquímicas serán descartadas por el laboratorio 4 días después de entregado el informe, las microbiológicas se descartarán después de su procesamiento.

Los análisis se realizaron conforme con las referencias normativas relacionadas en el capítulo 3. ítem "Método utilizado".

Los valores reportados en el ítem "Valor de referencia" del capítulo 3. Resultados de laboratorio son tomados de la resolución 2115 de 2007 aplicables a muestras de agua para consumo humano.



Rocío Ojeda Ocaña
Profesional Laboratorio Servicios
Revisó



Diana López Zarama
Coordinador Laboratorios
Aprobó

FIN DEL INFORME DE RESULTADOS

**ANEXO 13. INFORME DE RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA DEL ALJIBE LAVA-AUTOS
“LOS AMIGOS”.**

	INFORME DE RESULTADOS PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA
---	--

Informe No. ILAB -2060, versión 01

Fecha Emisión 2013-01-27

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Pasto
Teléfono:	3127204069

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua: Subterránea Responsable muestreo: Externo LAA

Identificación de la muestra (consecutivo):	4612
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-14
Hora de recepción (hh:mm):	03:20:00 p.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-14
Hora de toma (hh:mm):	02:50:00 p.m.
Sector de muestreo:	Lavautos Los Amigos
Punto de recolección:	Aljibe
Aspecto de la muestra:	Ligeramente turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-01-14
Hora de análisis (hh:mm):	3:25:00 p.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
				4612	
				Resultado	± Incertidumbre
pH	Unidades de pH	SM 4500-H+ B. Ed. 22/2012	6,5 - 9,0	7,90	0,03
Temperatura ¹	°C	SM 2550 B. Ed. 22/2012	-	18,80	N/A
Turbiedad	NTU	SM 2130 B. Ed. 22/2012	≤ 2.0	125,00	No estimada
Color Verdadero	Pt/Co	SM 2120 C. Ed. 22/2012	-	20	No estimada

Los parámetros que tienen (*) se encuentran dentro del proyecto de acreditación del laboratorio.

3.2 Microbiológicos: N.A

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
				4612	
				Resultado	± Incertidumbre
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	SM 9222 B. Ed. 22/2013	0	7x10	No estimada

Página 1 de 2

Sede Deportiva Alvernia – Vía Mapachico a 800 metros de Hospital San Pedro. Celular: 3206666578.

E-mail: labanalisis@umariana.edu.co

Código:F-MA-32, versión: 02. 2013-05-31

La incertidumbre de los resultados se reporta con un nivel de confianza del 95%.

4. CONFIDENCIALIDAD:

Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente, contiene controles de seguridad que garantizan su autenticidad. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización del LAA.

5. RESPONSABILIDAD:

Este informe solo será válido si se encuentra firmado por el Profesional Laboratorio de servicios y el Coordinador de los Laboratorios.

6. OBSERVACIONES:

¹ La temperatura reportada está relacionada con la medición del pH.

Las muestras físicoquímicas serán descartadas por el laboratorio 4 días después de entregado el informe, las microbiológicas se descartaran después de su procesamiento.

Los análisis se realizaron conforme con las referencias normativas relacionadas en el capítulo 3. ítem "Método utilizado".

Los valores reportados en el ítem "Valor de referencia" del capítulo 3. Resultados de laboratorio son tomados de la resolución 2115 de 2007 aplicables a muestras de agua para consumo humano.

Rocio Ojeda Ocaña
Profesional Laboratorio Servicios
Revisó

Diana López Zarama
Coordinador Laboratorios
Aprobó

FIN DEL INFORME DE RESULTADOS

ANEXO 14. INFORME DE RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN ANTES Y DESPUÉS DEL HIERRO Y MANGANESO EN LA ÉPOCA DE SEPTIEMBRE DEL 2013 PRIMERA ETAPA DEL AGUA DEL ALJIBE LAVA-AUTOS “LOS AMIGOS”.

	INFORME DE RESULTADOS N° 1 PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA
---	---

Fecha Emisión: 2013-10-14

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martinez
---------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1001E	1001S	1002E	1002S	1003E	1003S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-16	2013-09-16	2013-09-16	2013-09-16	2013-09-17	2013-09-17
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-16	2013-09-16	2013-09-16	2013-09-16	2013-09-17	2013-09-17
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10
Hora de análisis (hh:mm):	08:00 a.m.	08:15 a.m.	08:30 a.m.	08:45 a.m.	09:00 a.m.	09:15 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1001E		1001S		1002E		1002S		1003E		1003S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	23,00	No estimada	20,9	No estimada	23,05	No estimada	21,00	No estimada	22,95	No estimada	20,8	No estimada

Página 1 de 2

Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	2,04	No estimada	1,94	No estimada	2,11	No estimada	1,95	No estimada	1,98	No estimada	1,97	No estimada
-----------	---------	-------------	-----	------	-------------	------	-------------	------	-------------	------	-------------	------	-------------	------	-------------



INFORME DE RESULTADOS N° 2
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2013-10-14

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1004E	1004S	1005E	1005S	1006E	1006S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-17	2013-09-17	2013-09-18	2013-09-18	2013-09-18	2013-09-18
Hora de recepción (hh:mm):	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-17	2013-09-17	2013-09-18	2013-09-18	2013-09-18	2013-09-18
Hora de toma (hh:mm):	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10
Hora de análisis (hh:mm):	09:30 a.m.	09:45 a.m.	10:00 a.m.	10:15 a.m.	10:30 a.m.	10:55 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1004E		1004S		1005E		1005S		1006E		1006S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	22,95	No estimada	20,95	No estimada	23,00	No estimada	20,8	No estimada	23,05	No estimada	20,75	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	2,04	No estimada	1,99	No estimada	2,06	No estimada	1,92	No estimada	1,98	No estimada	1,93	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 3
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2013-10-14

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de APUA:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1007E	1007S	1008E	1008S	1009E	1009S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-19	2013-09-19	2013-09-19	2013-09-19	2013-09-20	2013-09-20
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-19	2013-09-19	2013-09-19	2013-09-19	2013-09-20	2013-09-20
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10	2013-10-10
Hora de análisis (hh:mm):	02:00 p.m.	02:15 p.m.	02:30 p.m.	02:45 p.m.	03:00 p.m.	03:15 p.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1007E		1007S		1008E		1008S		1009E		1009S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	23,00	No estimada	20,6	No estimada	23,05	No estimada	20,20	No estimada	23,05	No estimada	20,15	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	2,07	No estimada	1,97	No estimada	1,93	No estimada	1,84	No estimada	2,03	No estimada	1,95	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 4
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2013-10-14

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martínez
------------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1010E	1010S	1011E	1011S	1012E	1012S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-20	2013-09-20	2013-09-23	2013-09-23	2013-09-23	2013-09-23
Hora de recepción (hh:mm):	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-20	2013-09-20	2013-09-23	2013-09-23	2013-09-23	2013-09-23
Hora de toma (hh:mm):	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-10-11	2013-10-11	2013-10-11	2013-10-11	2013-10-11	2013-10-11
Hora de análisis (hh:mm):	08:00 a.m.	08:15 a.m.	08:30 a.m.	08:45 a.m.	09:00 a.m.	09:15 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1010E		1010S		1011E		1011S		1012E		1012S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	23,00	No estimada	20,1	No estimada	23,05	No estimada	21,00	No estimada	22,95	No estimada	21,2	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,99	No estimada	1,94	No estimada	2,07	No estimada	1,84	No estimada	2,14	No estimada	2,03	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 5
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2013-10-14

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1013E	1013S	1014E	1014S	1015E	1015S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-24	2013-09-24	2013-09-24	2013-09-24	2013-09-25	2013-09-25
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-24	2013-09-24	2013-09-24	2013-09-24	2013-09-25	2013-09-25
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-10-11	2013-10-11	2013-10-11	2013-10-11	2013-10-11	2013-10-11
Hora de análisis (hh:mm):	09:30 a.m.	09:45 a.m.	10:00 a.m.	10:15 a.m.	10:30 a.m.	10:45 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1013E		1013S		1014E		1014S		1015E		1015S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	22,95	No estimada	20,9	No estimada	22,95	No estimada	20,65	No estimada	23,2	No estimada	20,65	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	2,17	No estimada	1,90	No estimada	2,16	No estimada	2,07	No estimada	2,11	No estimada	1,98	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 6
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2013-10-14

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martínez
------------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1016E	1016S	1017E	1017S	1018E	1018S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-25	2013-09-25	2013-09-26	2013-09-26	2013-09-26	2013-09-26
Hora de recepción (hh:mm):	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-25	2013-09-25	2013-09-26	2013-09-26	2013-09-26	2013-09-26
Hora de toma (hh:mm):	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-11-10	2013-11-10	2013-11-10	2013-11-10	2013-11-10	2013-11-10
Hora de análisis (hh:mm):	02:00 p.m.	02:15 p.m.	02:30 p.m.	02:45 p.m.	03:00 p.m.	03:15 p.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1016E		1016S		1017E		1017S		1018E		1018S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	21,20	No estimada	20,10	No estimada	21,35	No estimada	20,2	No estimada	21,2	No estimada	20,00	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,88	No estimada	1,78	No estimada	2,15	No estimada	1,84	No estimada	2,06	No estimada	1,95	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 7
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2013-10-14

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martínez
---------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1019E	1019S	1020E	1020S	1021E	1021S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-27	2013-09-27	2013-09-27	2013-09-27	2013-09-30	2013-09-30
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-27	2013-09-27	2013-09-27	2013-09-27	2013-09-30	2013-09-30
Hora de toma (hh:mm):	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12
Hora de análisis (hh:mm):	08:00 a.m.	08:15 a.m.	08:30 a.m.	08:45 a.m.	09:00 a.m.	09:15 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1019E		1019S		1020E		1020S		1021E		1021S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	23,00	No estimada	20,1	No estimada	23,05	No estimada	21,00	No estimada	22,95	No estimada	21,2	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,99	No estimada	1,90	No estimada	2,07	No estimada	1,84	No estimada	2,14	No estimada	2,00	No estimada

	INFORME DE RESULTADOS N° 8 PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA
--	---

Fecha Emisión	2013-10-14
---------------	------------

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1022E	1022S	1023E	1023S	1024E	1024S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-09-30	2013-09-30	2013-10-01	2013-10-01	2013-10-01	2013-10-01
Hora de recepción (hh:mm):	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-30	2013-09-30	2013-10-01	2013-10-01	2013-10-01	2013-10-01
Hora de toma (hh:mm):	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12
Hora de análisis (hh:mm):	09:30 a.m.	09:45 a.m.	10:00 a.m.	10:15 a.m.	10:30 a.m.	10:45 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1022E		1022S		1023E		1023S		1024E		1024S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	21,00	No estimada	20,60	No estimada	23,05	No estimada	20,80	No estimada	22,95	No estimada	21,2	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	2,02	No estimada	1,96	No estimada	2,01	No estimada	1,96	No estimada	2,14	No estimada	2,00	No estimada

	INFORME DE RESULTADOS N° 9 PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA
	Fecha 2013-10-14
	Emisión

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1025E	1025S	1026E	1026S	1027E	1027S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-10-02	2013-10-02	2013-10-02	2013-10-02	2013-10-03	2013-10-03
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-10-02	2013-10-02	2013-10-02	2013-10-02	2013-10-03	2013-10-03
Hora de toma (hh:mm):	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12	2013-10-12
Hora de análisis (hh:mm):	02:00 p.m.	02:15 p.m.	02:30 p.m.	02:45 p.m.	03:00 p.m.	03:15 p.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1025E		1025S		1026E		1026S		1027E		1027S	
				Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	20,80	No estimada	20,10	No estimada	21,000	No estimada	20,75	No estimada	21,20	No estimada	20,60	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,92	No estimada	1,96	No estimada	1,99	No estimada	1,93	No estimada	2,00	No estimada	1,97	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 10
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA A

Fecha
Emisión 2013-10-14

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martínez
------------------	-------------	-----------------------	------------------------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1028E	1028S	1029E	1029S	1030E	1030S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2013-10-03	2013-10-03	2013-10-04	2013-10-04	2013-10-04	2013-10-04
Hora de recepción (hh:mm):	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-10-03	2013-10-03	2013-10-04	2013-10-04	2013-10-04	2013-10-04
Hora de toma (hh:mm):	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2013-11-14	2013-11-14	2013-11-14	2013-11-14	2013-11-14	2013-11-14
Hora de análisis (hh:mm):	08:00 p.m.	08:15 p.m.	08:30 p.m.	08:45 p.m.	09:00 p.m.	09:15 p.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1028E		1028S		1029E		1029S		1030E		1030S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	20,90	No estimada	20,20	No estimada	20,650	No estimada	20,15	No estimada	20,65	No estimada	20,10	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,99	No estimada	1,95	No estimada	2,03	No estimada	1,84	No estimada	2,14	No estimada	1,84	No estimada

La incertidumbre de los resultados se reporta con un nivel de confianza del 95%.

4. CONFIDENCIALIDAD:

Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente, contiene controles de seguridad que garantizan su autenticidad. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización del LAA.

5. RESPONSABILIDAD:

Este informe solo será válido si se encuentra firmado por el Profesional Laboratorio de servicios y el Coordinador de los Laboratorios.

6. OBSERVACIONES:

¹ La temperatura reportada está relacionada con la medición del pH.

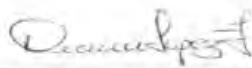
Las muestras fisicoquímicas serán descartadas por el laboratorio 4 días después de entregado el informe, las microbiológicas se descartaran después de su procesamiento.

Los análisis se realizaron conforme con las referencias normativas relacionadas en el capítulo 3. ítem "Método utilizado".

Los valores reportados en el ítem "Valor de referencia" del capítulo 3. Resultados de laboratorio son tomados de la resolución 2115 de 2007 aplicables a muestras de agua para consumo humano.



Rocio Ojeda Ocaña
Profesional Laboratorio Servicios
Revisó



Diana López Zarama
Coordinador Laboratorios
Aprobó

FIN DEL INFORME DE RESULTADOS

Anexo 15. INFORME DE RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN ANTES Y DESPUÉS DEL HIERRO Y MANGANESO EN LA ÉPOCA DE ENERO 2014 DEL AGUA DEL ALJIBE LAVA-AUTOS “LOS AMIGOS, ETAPA 2.

	INFORME DE RESULTADOS N° 1 PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA
---	---

Fecha Emisión: 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martínez
---------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1001E	1001S	1002E	1002S	1003E	1003S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-13	2014-01-13	2014-01-13	2014-01-13	2014-01-14	2014-01-14
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 AM	10:40 AM	4:30 PM	4:30 PM	10:40 AM	10:40 AM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2013-09-16	2013-09-16	2013-09-16	2013-09-16	2013-09-17	2013-09-17
Hora de toma (hh:mm):	10:00 AM	10:00 AM	4:00 PM	4:00 PM	10:00 AM	10:00 AM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	8:00 AM	8:15 AM	8:30 AM	8:45 AM	9:00 AM	9:15 AM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1001E		1001S		1002E		1002S		1003E		1003S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	15,30	No estimada	9,55	No estimada	15,35	No estimada	8,75	No estimada	15,00	No estimada	9,45	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,88	No estimada	1,11	No estimada	1,84	No estimada	1,10	No estimada	1,85	No estimada	1,10	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 2
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martínez
------------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1004E	1004S	1005E	1005S	1006E	1006S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-14	2014-01-14	2014-01-15	2014-01-15	2014-01-15	2014-01-15
Hora de recepción (hh:mm):	4:30 PM	4:30 PM	10:40 AM	10:40 AM	4:30 PM	4:30 PM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-14	2014-01-14	2014-01-15	2014-01-15	2014-01-15	2014-01-15
Hora de toma (hh:mm):	4:00 PM	4:00 PM	10:00 AM	10:00 AM	4:00 PM	4:00 PM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	9:30 AM	9:45 AM	10:00 AM	10:15 AM	10:30 AM	10:55 AM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1004E		1004S		1005E		1005S		1006E		1006S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	15,15	No estimada	9,50	No estimada	14,55	No estimada	9,40	No estimada	15,55	No estimada	9,35	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,84	No estimada	1,10	No estimada	1,85	No estimada	1,10	No estimada	1,86	No estimada	1,10	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 3
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA A

Fecha
Emisión 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de apua:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1007E	1007S	1008E	1008S	1009E	1009S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-16	2014-01-16	2014-01-16	2014-01-16	2014-01-17	2014-01-17
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 AM	10:40 AM	4:30 PM	4:30 PM	10:40 AM	10:40 AM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-16	2014-01-16	2014-01-16	2014-01-16	2014-01-17	2014-01-17
Hora de toma (hh:mm):	10:00 AM	10:00 AM	4:00 PM	4:00 PM	10:00 AM	10:00 AM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	2:00 PM	2:15 PM	2:30 PM	2:45 PM	3:00 PM	3:15 PM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Fisicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1007E		1007S		1008E		1008S		1009E		1009S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	15,60	No estimada	8,45	No estimada	15,250	No estimada	9,35	No estimada	15,65	No estimada	9,50	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,84	No estimada	1,14	No estimada	1,88	No estimada	1,15	No estimada	1,87	No estimada	1,15	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 4
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA

Fecha
Emisión 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1010E	1010S	1011E	1011S	1012E	1012S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-17	2014-01-17	2014-01-18	2014-01-18	2014-01-18	2014-01-18
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 AM	10:40 AM	4:30 PM	4:30 PM	10:40 AM	10:40 AM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-17	2014-01-17	2014-01-18	2014-01-18	2014-01-18	2014-01-18
Hora de toma (hh:mm):	4:00 PM	4:00 PM	10:00 AM	10:00 AM	4:00 PM	4:00 PM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	8:00 AM	8:15 AM	8:30 AM	8:45 AM	9:00 AM	9:15 AM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1010E		1010S		1011E		1011S		1012E		1012S	
				Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre	Resultado	± incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	15,03	No estimada	9,55	No estimada	15,770	No estimada	9,60	No estimada	15,18	No estimada	8,50	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,85	No estimada	1,10	No estimada	1,80	No estimada	1,10	No estimada	1,87	No estimada	1,10	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 5
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA A

Fecha Emisión: 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martínez
------------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1013E	1013S	1014E	1014S	1015E	1015S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-21	2014-01-21	2014-01-21	2014-01-21	2014-01-22	2014-01-22
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 AM	10:40 AM	4:30 PM	4:30 PM	10:40 AM	10:40 AM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-21	2014-01-21	2014-01-21	2014-01-21	2014-01-22	2014-01-22
Hora de toma (hh:mm):	10:00 AM	10:00 AM	4:00 PM	4:00 PM	10:00 AM	10:00 AM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	9:30 AM	9:45 AM	10:00 AM	10:15 AM	10:30 AM	10:45 AM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1013S		1013S		1014E		1014S		1015E		1015S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	15,80	No estimada	8,35	No estimada	15,35	No estimada	8,40	No estimada	15,10	No estimada	8,22	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,83	No estimada	1,11	No estimada	1,80	No estimada	1,12	No estimada	1,86	No estimada	1,10	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 6
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA A

Fecha Emisión: 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1016E	1016S	1017E	1017S	1018E	1018S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-22	2014-01-22	2014-01-23	2014-01-23	2014-01-23	2014-01-23
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 AM	10:40 AM	4:30 PM	4:30 PM	10:40 AM	10:40 AM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-22	2014-01-22	2014-01-23	2014-01-23	2014-01-23	2014-01-23
Hora de toma (hh:mm):	4:00 PM	4:00 PM	10:00 AM	10:00 AM	4:00 PM	4:00 PM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	2:00 PM	2:15 PM	2:30 PM	2:45 PM	3:00 PM	3:15 PM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1016E		1016S		1017E		1017S		1018E		1018S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	15,10	No estimada	9,50	No estimada	15,450	No estimada	8,23	No estimada	14,60	No estimada	8,05	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,70	No estimada	1,10	No estimada	1,88	No estimada	1,10	No estimada	1,71	No estimada	1,10	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 7
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha Emisión: 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martínez
------------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1019E	1019S	1020E	1020S	1021E	1021S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-24	2014-01-24	2014-01-24	2014-01-24	2014-01-25	2014-01-25
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-24	2014-01-24	2014-01-24	2014-01-24	2014-01-25	2014-01-25
Hora de toma (hh:mm):	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	08:00 a.m.	08:15 a.m.	08:30 a.m.	08:45 a.m.	09:00 a.m.	09:15 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1019E		1019S		1020E		1020S		1021E		1021S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0.3	14.60	No estimada	8.15	No estimada	15.90	No estimada	9.60	No estimada	15.90	No estimada	8.18	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0.1	1.65	No estimada	1.10	No estimada	1.60	No estimada	1.10	No estimada	1.84	No estimada	1.10	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 8
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA A

Fecha
Emisión 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martínez
---------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1022E	1022S	1023E	1023S	1024E	1024S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-25	2014-01-25	2014-01-27	2014-01-27	2014-01-27	2014-01-27
Hora de recepción (hh:mm):	04:30 p.m.	04:30 p.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	04:30 p.m.	04:30 p.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-25	2014-01-25	2014-01-27	2014-01-27	2014-01-27	2014-01-27
Hora de toma (hh:mm):	04:00 p.m.	04:00 p.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	04:00 p.m.	04:00 p.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	09:30 a.m.	09:45 a.m.	10:00 a.m.	10:15 a.m.	10:30 a.m.	10:45 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1022E		1022S		1023E		1023S		1024E		1024S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0.3	15.40	No estimada	8.40	No estimada	15.250	No estimada	8.60	No estimada	15.90	No estimada	9.50	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0.1	1.67	No estimada	1.10	No estimada	1.65	No estimada	1.10	No estimada	1.77	No estimada	1.10	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 9
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA A

Fecha Emisión: 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1025E	1025S	1026E	1026S	1027E	1027S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-28	2014-01-28	2014-01-28	2014-01-28	2014-01-29	2014-01-29
Hora de recepción (hh:mm):	4:30 PM	4:30 PM	10:40 AM	10:40 AM	4:30 PM	4:30 PM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-28	2014-01-28	2014-01-28	2014-01-28	2014-01-29	2014-01-29
Hora de toma (hh:mm):	4:00 PM	4:00 PM	10:00 AM	10:00 AM	4:00 PM	4:00 PM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	2:00 PM	2:15 PM	2:30 PM	2:45 PM	3:00 PM	3:15 PM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1025E		1025S		1026E		1026S		1027E		1027S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	15,55	No estimada	0,60	No estimada	15,200	No estimada	0,23	No estimada	15,90	No estimada	0,07	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,68	No estimada	1,10	No estimada	1,50	No estimada	1,10	No estimada	1,65	No estimada	1,10	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 10
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LA A

Fecha
Emisión 2014-02-10

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de APIA:	Subterránea	Responsable muestreo:	Magda Martinez
------------------	-------------	-----------------------	----------------

Identificación de la muestra (consecutivo):	1028E	1028S	1029E	1029S	1030E	1030S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-01-29	2014-01-29	2014-01-30	2014-01-30	2014-01-30	2014-01-30
Hora de recepción (hh:mm):	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM	4:30 PM
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-01-29	2014-01-29	2014-01-29	2014-01-30	2014-01-30	2014-01-30
Hora de toma (hh:mm):	4:00 PM	4:00 PM	10:00 AM	10:00 AM	4:00 PM	4:00 PM
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07	2014-02-07
Hora de análisis (hh:mm):	8:00 PM	8:15 PM	8:30 PM	8:45 PM	9:00 PM	9:15 PM

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Fisicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1028E		1028S		1029E		1029S		1030E		1030S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	15,55	No estimada	8,20	No estimada	15,750	No estimada	9,40	No estimada	15,90	No estimada	8,16	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,60	No estimada	1,10	No estimada	1,85	No estimada	1,10	No estimada	1,75	No estimada	1,10	No estimada

La incertidumbre de los resultados se reporta con un nivel de confianza del 95%.

4. CONFIDENCIALIDAD:

Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente, contiene controles de seguridad que garantizan su autenticidad. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización del LAA.

5. RESPONSABILIDAD:

Este informe solo será válido si se encuentra firmado por el Profesional Laboratorio de servicios y el Coordinador de los Laboratorios.

6. OBSERVACIONES:

¹ La temperatura reportada está relacionada con la medición del pH.

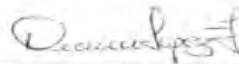
Las muestras fisicoquímicas serán descartadas por el laboratorio 4 días después de entregado el informe, las microbiológicas se descartarán después de su procesamiento.

Los análisis se realizaron conforme con las referencias normativas relacionadas en el capítulo 3. ítem "Método utilizado".

Los valores reportados en el ítem "Valor de referencia" del capítulo 3. Resultados de laboratorio son tomados de la resolución 2115 de 2007 aplicables a muestras de agua para consumo humano.



Rocio Ojeda Ocaña
Profesional Laboratorio Servicios
Revisó



Diana López Zarama
Coordinador Laboratorios
Aprobó

FIN DEL INFORME DE RESULTADOS

ANEXO 16. INFORME DE RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN ANTES Y DESPUÉS DEL HIERRO Y MANGANESO EN LA ÉPOCA DE MARZO 2014 TERCERA ETAPA DEL AGUA DEL ALJIBE LAVA-AUTOS “LOS AMIGOS. ETAPA 3.

	INFORME DE RESULTADOS N° 1 PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA
---	---

Fecha Emisión: 2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua: Subterránea

Responsable muestreo: Externo LAA - Magda Martínez

Identificación de la muestra (consecutivo):	1001E	1001S	1002E	1002S	1003E	1003S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	08:10 a.m.	08:15 a.m.	08:20 a.m.	08:25 a.m.	08:30 a.m.	08:35 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1001E		1001S		1002E		1002S		1003E		1003S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,20	No estimada	12,55	No estimada	14,350	No estimada	13,75	No estimada	14,00	No estimada	12,45	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 2
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua: Subterránea

Responsable muestreo: Externo LAA - Magda Martinez

Identificación de la muestra (consecutivo):	1004E	1004S	1005E	1005S	1006E	1006S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	08:40 a.m.	08:45 a.m.	08:50 a.m.	08:55 a.m.	09:00 a.m.	09:05 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1004E		1004S		1005E		1005S		1006E		1006S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,15	No estimada	12,50	No estimada	14,550	No estimada	12,40	No estimada	14,55	No estimada	13,35	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,74	No estimada	1,50	No estimada	1,75	No estimada	1,68	No estimada	1,78	No estimada	1,46	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 3
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martínez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua: Subterránea Responsable muestreo: Externo LAA - Magda Martínez

Identificación de la muestra (consecutivo):	1007E	1007S	1008E	1008S	1009E	1009S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	09:10 a.m.	09:15 a.m.	09:20 a.m.	09:25 a.m.	09:30 a.m.	09:35 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1007E		1007S		1008E		1008S		1009E		1009S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,60	No estimada	12,45	No estimada	14,250	No estimada	13,35	No estimada	14,85	No estimada	14,00	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,69	No estimada	1,44	No estimada	1,80	No estimada	1,28	No estimada	1,27	No estimada	1,10	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 4
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua: Subterránea

Responsable muestreo: Externo LAA - Magda Martinez

Identificación de la muestra (consecutivo):	1010E	1010S	1011E	1011S	1012E	1012S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	09:40 a.m.	09:45 a.m.	09:50 a.m.	09:55 a.m.	10:00 a.m.	10:05 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1010E		1010S		1011E		1011S		1012E		1012S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,03	No estimada	13,55	No estimada	14,770	No estimada	13,60	No estimada	14,18	No estimada	12,50	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,55	No estimada	1,18	No estimada	1,60	No estimada	1,18	No estimada	1,77	No estimada	1,39	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 5
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua:	Subterránea	Responsable muestreo:			Externo LAA - Magda Martinez	
Identificación de la muestra (consecutivo):	1013E	1013S	1014E	1014S	1015E	1015S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20	2014-03-20
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	10:10 a.m.	10:15 a.m.	10:20 a.m.	10:25 a.m.	10:30 a.m.	10:35 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1013S		1013S		1014E		1014S		1015E		1015S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,80	No estimada	13,35	No estimada	14,35	No estimada	13,40	No estimada	14,10	No estimada	13,22	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,83	No estimada	1,71	No estimada	1,80	No estimada	1,59	No estimada	1,86	No estimada	1,27	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 6
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha Emisión 2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua:	Subterránea			Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martinez	
Identificación de la muestra (consecutivo):	1016E	1016S	1017E	1017S	1018E	1018S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	10:40 a.m.	10:45 a.m.	10:50 a.m.	10:55 a.m.	11:00 a.m.	11:05 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1016E		1016S		1017E		1017S		1018E		1018S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,10	No estimada	13,50	No estimada	14,450	No estimada	13,23	No estimada	14,60	No estimada	14,05	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,70	No estimada	1,27	No estimada	1,88	No estimada	1,45	No estimada	1,71	No estimada	1,27	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 7
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua:	Subterránea	Responsable muestreo:	Externo LAA - Magda Martinez			
Identificación de la muestra (consecutivo):	1019E	1019S	1020E	1020S	1021E	1021S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	11:10 a.m.	11:15 a.m.	11:20 a.m.	11:25 a.m.	11:30 a.m.	11:35 a.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1019E		1019S		1020E		1020S		1021E		1021S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,60	No estimada	14,15	No estimada	14,950	No estimada	14,60	No estimada	14,90	No estimada	14,18	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,65	No estimada	1,19	No estimada	1,60	No estimada	1,15	No estimada	1,84	No estimada	1,18	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 8
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha Emisión 2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua: Subterránea Responsable muestreo: Externo LAA - Magda Martinez

Identificación de la muestra (consecutivo):	1022E	1022S	1023E	1023S	1024E	1024S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	11:40 a.m.	11:45 a.m.	11:50 a.m.	11:55 a.m.	12:00 p.m.	12:05 p.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1022E		1022S		1023E		1023S		1024E		1024S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,40	No estimada	14,10	No estimada	14,600	No estimada	14,25	No estimada	14,90	No estimada	14,10	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,67	No estimada	1,15	No estimada	1,65	No estimada	1,48	No estimada	1,77	No estimada	1,16	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 9
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha Emisión
2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua: Subterránea Responsable muestreo: Externo LAA - Magda Martinez

Identificación de la muestra (consecutivo):	1025E	1025S	1026E	1026S	1027E	1027S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	12:10 p.m.	12:15 p.m.	12:20 p.m.	12:25 p.m.	12:30 p.m.	12:35 p.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1025E		1025S		1026E		1026S		1027E		1027S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,55	No estimada	13,60	No estimada	14,200	No estimada	13,12	No estimada	14,90	No estimada	12,87	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,68	No estimada	1,14	No estimada	1,50	No estimada	1,10	No estimada	1,65	No estimada	1,09	No estimada



INFORME DE RESULTADOS N° 10
PROCESO MUESTREO Y ANÁLISIS
LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL - LAA

Fecha
Emisión 2014-03-22

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

Cliente:	Magda Milena Martinez Ramos
Dirección:	Maridiaz
Teléfono:	7312241

2. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Tipo de agua: Subterránea

Responsable muestreo: Externo LAA - Magda Martinez

Identificación de la muestra (consecutivo):	1028E	1028S	1029E	1029S	1030E	1030S
Fecha de recepción (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de recepción (hh:mm):	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.	10:40 a.m.
Fecha de toma (aaaa-mm-dd):	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21	2014-03-21
Hora de toma (hh:mm):	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.	10:00 a.m.
Sector de muestreo:	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"	lava-autos "los amigos"
Punto de recolección:	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe	aljibe
Aspecto de la muestra:	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia	Turbia
Fecha de análisis (aaaa-mm-dd):	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22	2014-03-22
Hora de análisis (hh:mm):	12:40 p.m.	12:45 p.m.	12:50 p.m.	12:55 p.m.	01:00 p.m.	01:05 p.m.

3. RESULTADOS DE LABORATORIO:

Métodos Analíticos: Basados en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th

3.1 Físicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR DE REFERENCIA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS											
				1028E		1028S		1029E		1029S		1030E		1030S	
				Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre	Resultado	± Incertidumbre
Hierro total	mg/L Fe	Fotométrico	0,3	14,55	No estimada	14,20	No estimada	14,750	No estimada	13,40	No estimada	14,90	No estimada	13,16	No estimada
Manganeso	mg/L Mn	Fotométrico	0,1	1,60	No estimada	1,19	No estimada	1,85	No estimada	1,19	No estimada	1,75	No estimada	1,19	No estimada

La incertidumbre de los resultados se reporta con un nivel de confianza del 95%.

4. CONFIDENCIALIDAD:

Este informe de laboratorio es válido únicamente para las muestras analizadas y relacionadas en él, son de carácter confidencial y de propiedad del cliente, contiene controles de seguridad que garantizan su autenticidad. Cualquier reproducción parcial requiere de la autorización del LAA.

5. RESPONSABILIDAD:

Este informe solo será válido si se encuentra firmado por el Profesional Laboratorio de servicios y el Coordinador de los Laboratorios.

6. OBSERVACIONES:

¹ La temperatura reportada está relacionada con la medición del pH.

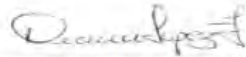
Las muestras fisicoquímicas serán descartadas por el laboratorio 4 días después de entregado el informe, las microbiológicas se descartarán después de su procesamiento.

Los análisis se realizaron conforme con las referencias normativas relacionadas en el capítulo 3. ítem "Método utilizado".

Los valores reportados en el ítem "Valor de referencia" del capítulo 3. Resultados de laboratorio son tomados de la resolución 2115 de 2007 aplicables a muestras de agua para consumo humano.



Rocio Ojeda Ocaña
Profesional Laboratorio Servicios
Revisó



Diana López Zarama
Coordinador Laboratorios
Aprobó

FIN DEL INFORME DE RESULTADOS