

ALGAS COMO BIOINDICADORES CAUSANTES DE OBTURACION EN LOS
FILTROS LENTOS DE ARENA DEL CORREGIMIENTO DE ALTAVISTA

YESID ANTONIO VILLA ROJAS

CARLOS MAURICIO ZEA MAZO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
MEDELLÍN
2006

ALGAS COMO BIOINDICADORES CAUSANTES DE OBTURACION EN LOS
FILTROS LENTOS DE ARENA DEL CORREGIMIENTO DE ALTAVISTA

YESID ANTONIO VILLA ROJAS

CARLOS MAURICIO ZEA MAZO

Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Ingeniería Ambiental

Director

JOHN JAIRO RAMIREZ RESTREPO

Doctor en Biología

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

MEDELLÍN

2006

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 06 de octubre de 2006

A nuestras familias que con su sacrificio y apoyo constante han contribuido al logro de este nuevo objetivo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente a las Empresas Publicas de Medellín, ESP, por haber creído en nosotros y patrocinar esta maestría. Al Ingeniero Gustavo Cano Gerente del Acueducto del corregimiento de Altavista por su valiosa colaboración. Al profesor John Jairo Ramírez, asesor de nuestra tesis, ya que con su apoyo y aporte de conocimientos se pudo llevar a feliz término este proyecto. A todas las personas que de una u otra forma aportaron sus experiencias para poder enriquecer nuestra profesión y nuestro logro.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	1
1. GENERALIDADES DEL CORREGIMIENTO DE ALTAVISTA	4
2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTRACIÓN LENTA DE ARENA	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. HIPÓTESIS	8
5. JUSTIFICACIÓN	9
6. OBJETIVOS	
6.1. OBJETIVO GENERAL	10
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
7. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	11
8. MARCO TEÓRICO	12
8.1 ANTECEDENTES	12
8.2. CONCEPTUALIZACION	14
8.2.1. Comportamiento del filtro lento	14
8.2.2. Mecanismos de remoción	17
8.2.4. Mecanismo de adherencia	22
8.2.5. Mecanismo biológico	23
8.2.6. Factores que modifican la eficiencia del filtro lento	24
8.2.7. Condiciones ambientales y calidad del agua cruda	26
8.2.8. El schmutzdecke definido	28
8.2.9. Procesos de la purificación en el schmutzdecke y la zona biológica	28

8.2.10.	Manteniendo el lecho húmedo	29
8.2.11.	Suministro de alimentos	29
8.2.12.	Fuente de Oxígeno	29
8.2.13.	Tiempo de contacto	30
8.3.	CONCENTRACIÓN DE ALGAS	30
8.4.	LAS ALGAS	31
8.4.1.	Clasificación de las algas	32
8.4.2.	Líneas filogenéticas	32
8.5.	ALGAS OBTURADORAS DE FILTROS	37
8.6.	CONTROL DE ALGAS	38
8.7.	BIOINDICADORES	39
9.	MATERIALES Y MÉTODOS	42
9.1.	SITIOS DE MUESTREO PARA CLASIFICACIÓN DE LAS ALGAS	42
9.2.	TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE ALGAS	42
9.3.	METODOLOGÍA	43
9.3.1.	Recuento de algas	43
9.3.2.	Toma de muestras para análisis de físico y químico	45
9.3.3.	Técnica para los análisis físicos y químicos	45
9.3.4.	Estructura del agrupamiento de diatomeas	45
10.	RESULTADOS	50
11.	DISCUSIÓN.	69
12.	CONCLUSIONES.	76
13.	RECOMENDACIONES.	77
	BIBLIOGRAFIA	78
	ANEXOS.	83

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Partículas Encontradas en el Agua (AWWA, 1991).	18
Tabla 2. Variables del Proceso que Afecta la Eficiencia de la Filtración Lenta.	25
Tabla 3. Número de Microorganismos Encontrados por Epoca en 0.5ml de Muestra, en cada uno de los Cuatro Filtros. Planta de Filtración Lenta en Arena. Corregimiento de Altavista. Medellín. Noviembre de 2005 y Enero – Febrero de 2006.	50
Tabla 4. Análisis Físicos y Químicos del Agua Natural en la Planta de Filtración Lenta de Arena. Corregimiento de Altavista. Medellín. Octubre 2005.	67
Tabla 5. Análisis Físicos y Químicos del Agua Natural en la Planta de Filtración Lenta de Arena. Corregimiento de Altavista. Medellín. Enero 2006.	68

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Especies de Diatomeas Presentes en el Filtro 1. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Época de Lluvias (Dic-2005).	51
Gráfico 2. Estructura del agrupamiento de diatomeas. Filtro 1. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Epoca de Iluvias. (Dic-2005).	52
Gráfico 3. Especies de Diatomeas Presentes en el Filtro 1. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Época Seca (Feb 2006).	53
Gráfico 4. Estructura del agrupamiento de diatomeas. Filtro 1. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Epoca Seca. (Feb 2006).	53
Gráfico 5. Especies de Diatomeas Presentes en el Filtro 2. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Época de Lluvias (Dic-2005).	54
Gráfico 6. Estructura del agrupamiento de diatomeas. Filtro 2. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Epoca de Lluvias. (Dic 2005).	55

Gráfico 7. Especies de Diatomeas Presentes en el Filtro 2. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Época Seca (Feb 2006).	56
Gráfico 8. Estructura del agrupamiento de diatomeas. Filtro 2. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Epoca Seca. (Feb 2006).	56
Gráfico 9. Especies de Diatomeas Presentes en el Filtro 3. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Época de Lluvias (Dic-2005).	57
Gráfico 10. Estructura del agrupamiento de diatomeas. Filtro 3. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Epoca de Lluvias. (Dic 2005).	58
Gráfico 11. Especies de Diatomeas Presentes en el Filtro 3. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Época Seca (Feb 2006).	59
Gráfico 12. Estructura del agrupamiento de diatomeas. Filtro 3. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Epoca Seca. (Feb 2006).	59
Gráfico 13. Especies de Diatomeas Presentes en el Filtro 4. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Época de Lluvias (Dic-2005).	60

Gráfico 14. Estructura del agrupamiento de diatomeas. Filtro 4. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Epoca de Lluvias. (Dic 2005).	61
Gráfico 15. Especies de Diatomeas Presentes en el Filtro 4. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Época Seca (Feb 2006).	62
Gráfico 16. Estructura del agrupamiento de diatomeas. Filtro 4. Planta de Filtración Lenta en Arena – Corregimiento de Altavista. Epoca Seca. (Feb 2006).	62
Gráfico 17. Comportamiento de las Especies <i>Pinnularia sudetica</i> y <i>Melosira varians</i> en Cuanto al Promedio del Crecimiento. Corregimiento de Altavista. Periodo de Lluvia y Periodo Seco. Diciembre 2005 y Enero – Febrero 2006.	63
Gráfico 18. Estructura Promedio de los Filtros para el Periodo Lluvioso.	65
Gráfico 19. Estructura Promedio de los Filtros para el Periodo Seco.	66

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa del Corregimiento de Altavista.	4
Figura 2. Imagen Panorámica de la Planta de Filtración Lenta del Corregimiento de Altavista. Municipio de Medellín.	5
Figura 3. Imagen de los Filtros 2 y 3 en Mantenimiento. Planta de Filtración Lenta del Corregimiento de Altavista. Municipio de Medellín.	6
Figura 4. Imagen del Canal de Repartición y Prefiltro. Planta de Filtración Lenta del Corregimiento de Altavista. Municipio de Medellín.	6
Figura 5. Mecanismos de Transporte.	19
Figura 6. Líneas de Flujo en el Interior del Lecho Filtrante.	21
Figura 7. Filtro Lento para el Medio Rural (CEPIS, 1982).	27
Figura 8. Imagen de la Toma de Muestras de la Capa Biológica. Planta de Filtración Lenta del Corregimiento de Altavista. Municipio de Medellín	43
Figura 9. Imagen de la Especie Algal <i>Melosira varians</i> .	64
Figura 10. Imagen de la Especie Algal <i>Pinnularia sudetica</i> .	64

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Procedimientos de Análisis Físicos-químicos: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater	83
Anexo B. Imágenes de Especies de Diatomeas Encontradas en los Muestreos. Filtros Lentos de Arena. Corregimiento de Altavista del Municipio de Medellín.	84

GLOSARIO

ACIDEZ: la condición del agua o suelo que contienen una cantidad suficiente de sustancias ácidas para disminuir el pH por debajo de 7. Presencia de ácido; quiere decir, de un compuesto hidrogenado en estado líquido o en solución y se comporta como un electrolito. La concentración de iones H^+ se expresa por el valor pH.

ALGAS: cuando se piensa en algas, probablemente se piensa en las algas marinas o las verdes la materia fangosa que se forma en las paredes de las piscinas sucias, sin tratamiento. Aquí nos centraremos en las algas microscópicas. Las algas se encuentran generalmente en el agua, aunque también pueden crecer sobre las rocas y árboles cuando hay suficiente humedad. (También crecen en el pelo de los micos perezosos suramericanos, dando al animal un color verdoso).

BACTERIAS: con seres generalmente unicelulares que pertenecen al grupo de los protistos inferiores. Son células de tamaño variable cuyo límite inferior está en $0,2\mu$ y el superior en las 50μ ; sus dimensiones medias oscilan entre $0,5$ y 1μ . Las bacterias tienen una estructura menos compleja que la de las células de los organismos superiores: son células procariotas (su núcleo está formado por un único cromosoma y carecen de membrana nuclear). Igualmente son muy diferentes a los virus, que no pueden desarrollarse dentro de las células y que sólo contienen un ácido nucleico.

BACTERIÓFAGOS: los bacteriófagos o fagos son virus que se reproducen en células procariontes. Existen distintos tipos de virus que pueden infectar células procariontes o células eucariontes.

COAGULACIÓN: procedimiento químico (para este caso), necesario para la remoción de sustancias primordialmente coloidales. Proceso de adición de un producto químico (coagulante) que provoca la desestabilización y agrupación de materiales coloidales dispersos en forma de grumos.

DIATOMEAS: son algas de pared rígida que contiene sílice, moldeada o grabada en formas regulares. Sus cloroplastos tienen color pardo.

EFLUENTE: agua tratada o sin tratar, que sale de una planta de tratamiento de agua potable o residual.

FILTRACIÓN LENTA EN ARENA: es un tratamiento no convencional que se basa en el principio de la remoción de contaminantes del agua por medio del paso a través de una capa biológica suspendida en un lecho de arena, la cual se forma debido a la baja velocidad de filtración.

MICROORGANISMOS: en general son representantes del reino protisto el cual lo constituyen un grupo de organismos de estructura sencilla, que llevan a cabo actividades complejas. Entre ellos se tiene: bacterias, algas verde-azules, flagelados, ciliados, rizópodos y esporozoarios

PROTISTAS: la categoría de protistas incluye varios tipos de microbios, incluyendo mohos mucilaginosos hasta protozoarios y algas primitivas. Son todos eucariotes, lo que significa que su ADN está incluido en un núcleo dentro de la célula a diferencia de las bacterias, que son procariotes.

ROTÍFEROS: son organismos pluricelulares, de pequeño tamaño, visibles a través de microscopía óptica. Presentan un órgano rotatorio, con cilios, de movimiento giratorio, creando fuertes corrientes de agua que le sirven para captar su alimento.

TRATAMIENTO CONVENCIONAL DEL AGUA POTABLE: es aquel que se realiza mediante la aplicación de productos químicos por medio de operaciones unitarias de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

TRATAMIENTO NO CONVENCIONAL DEL AGUA POTABLE: es aquel que utiliza tecnologías apropiadas con el fin de remover del agua las partículas y microorganismos que le transfieren la característica de indeseable

RESUMEN

Los filtros lentos en arena es una tecnología apropiada para la potabilización de agua en zonas periurbanas y rurales. Su principio de funcionamiento es la formación de una capa biológica en la parte superficial y esta es la responsable de la remoción de un altísimo porcentaje de los microorganismos patógenos que contiene el agua natural influente. Las algas diatomáceas, quienes hacen parte de esta capa biológica, además de producir oxígeno que consumen unos microbios aerobios, con su presencia pueden ser un factor coadyuvante al taponamiento del lecho filtrante.

La metodología utilizada para la investigación consistió en realizar un recuento de algas después de haber tomado en los cuatro filtros un total de 24 muestras. Doce muestras en época lluviosa (Octubre y noviembre de 2005) y doce muestras en época seca (Enero y Febrero de 2006). Este recuento de algas se realizó en el laboratorio de Limnología del Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia.

Luego de haber identificadas las especies se cuantificaron utilizando un microscopio fotónico, con cámara de conteo Sedgwick-Rafter con capacidad de un mL de muestra.

Se identificaron veintiuna especies de algas diatomáceas, de las cuales catorce se presentaron en las dos épocas climáticas y cinco desaparecen en la época seca. De todas estas, las especies principales en número son: *Pinnularia sudetica*, *Melosira varians*, *Synedra ulna*, *Tetracyclus rupestris* y *Cocconeis placentula*.