

**CARACTERIZACION MICROBIOLOGICA DEL AGUA RESIDUAL DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR), UBICADA EN
EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA – SEDE
CAJICÁ**

INFORME FINAL OPCION DE GRADO

DARWIN LEANDRO TORRES MARTINEZ

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C., SEPTIEMBRE DE 2011**

**CARACTERIZACION MICROBIOLOGICA DEL AGUA RESIDUAL DE LA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR), UBICADA EN
EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA – SEDE
CAJICÁ**

**DARWIN LEANDRO TORRES MARTÍNEZ
AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN
Propuesta registrada:
IC-065-2011**

Informe final presentado como requisito
Parcial para optar al título de Ingeniero Civil
Tutor: Ing. JORGE LUIS CORREDOR RIVERA

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C
2012**

AUTORIDADES UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

MAYOR GENERAL (r) EDUARDO ANTONIO HERRERA BERBEL
Rector

VRIGADIER GENERAL (r) ALBERTO BRAVO SILVA
Vicerrector General

Dra. MARTHA LUCIA BAHAMON JARA
Vicerrector Académico

MAYOR GENERAL (r) EDGAR CEBALLOS MENDOZA
Vicerrector Administrativo

Dra. SONIA OSPINA GOMEZ
Vicerrectora de investigación

Dra. JACKELINE BLANCO BLANCO

ERNESTO VILLARREAL SILVA, Ph. D.
Decano de la Facultad de Ingeniería

APROBACIÓN

El informe final titulado “CARACTERIZACION MICROBIOLOGICA DEL AGUA RESIDUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR), UBICADA EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA – SEDE CAJICÁ”, presentada por el estudiante Darwin Leandro Torres Martínez en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de “Ingeniero Civil” fue aprobada por el tutor:

Ing. Jorge Luis Corredor Rivera
Tutor Universidad Militar Nueva Granada

Dedicado a mí mamá, mi abuela y mi familia, quienes fueron pilares fundamentales para mi formación académica. En donde encontré apoyo incondicional para la terminación de mi informe de grado, que con su amor y comprensión hicieron posible la culminación de mi trabajo de tesis.

Agradecimientos al ingeniero Jorge Corredor quien fue mi tutor de tesis, quien dirigió con gran dedicación mi proyecto de grado. Al Señor José Luis Cantor quien fue una ayuda importante para mi trabajo de tesis, a la bacterióloga Laura Silva quien me oriento en su campo de aplicación. A todos ustedes muchas gracias por ser partícipes de mi trabajo de grado.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1 MICROBIOLOGÍA.....	2
2 MARCO TEÓRICO	3
2.1 HIDROBIOLOGÍA	3
2.2 MICROORGANISMO.....	3
2.3 BACTERIAS.	3
2.4 PARÁSITOS.	4
2.5 VIRUS.....	4
2.6 PRIONES.....	5
3 MORFOLOGÍA MICROBIANA.....	6
4 DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO CAMPUS CAJICA	7
4.1 LODOS ACTIVADOS- PRINCIPIO Y FUNCIONAMIENTO	7
5 DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO	8
5.1 CAPTACION DE AGUA Y PRETRATAMIENTO	8
5.2 MEDICIÓN DE CAUDAL – AMORTIZACIÓN DE CAUDALES.....	8
5.3 PTAR DE LODOS ACTIVADOS	8
5.4 DESINFECCIÓN Y DESCARGA	9
5.5 TRATAMIENTO DE LOS LODOS ACTIVADOS PRODUCIDOS.....	9
6 CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PLANTA..	10
6.1 CAUDAL	10
6.2 BASE DE DISEÑO	11
6.3 DIMENSIONAMIENTO	11
6.3.1 Cribado.....	12
6.3.2 Desarenador	12
6.3.3 Trampa De Grasas.....	12
6.3.4 Canaleta Parshall	13
6.3.5 Tanque De Amortización.....	13

6.3.6	Tanque De Aireación.....	13
6.3.7	Tanque De Sedimentación.....	14
6.3.8	Cámara de contacto.....	14
6.3.9	Tanque de desinfección.....	15
6.3.10	Tanque de recolección de lodos.....	15
6.3.11	Concentrador De Lodos.....	¡Error! Marcador no definido.
6.3.12	Filtro prensa.....	17
7	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMPUS DE LA UMNG.....	17
7.1	ALGAS.....	18
7.2	PROTOZOOS.....	19
7.3	VIRUS.....	19
7.4	BACTERIAS.....	20
	Bacterias Gram negativas.....	20
	Bacterias Gram positivas.....	21
8	RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO COLIFORMES TOTALES Y FECALES.....	23
9	IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN LA PTAR UMNG.....	25
	CONCLUSIONES(Pinilla, 1998, 67p).....	29
	BIBLIOGRAFÍA.....	30

FIGURAS

Figura 1.	Células Eucariotas y Procarióticas.....	2
Figura 2	(descripción de una bacteria).....	4
Figura 3	Descripción de un parasito.....	4
Figura 4.	Descripción de un virus.....	5
Figura 5.	Descripción de un prion.....	5
Figura 6.	Morfología en células procarióticas.....	6

Figura 7. Descripción de una Cianobacterias	18
Figura 8. Descripción de un Cromófito.....	18
Figura 9. Descripción de los Clorófitos	18
Figura 10. Descripción de la Giardia.....	19
Figura 11. Descripción del Cryptosporidium	19
Figura 12. Descripción del Rotavirus	19
Figura 13. Descripción de una Adenovirus	20
Figura 14. Descripción de una pseudomona	20
Figura 15. Descripción de una Flavobacterium.....	20
Figura 16. Descripción de una Gallionella	21
Figura 17. Descripción de las Enterobacteria	21
Figura 18. Descripción de los Micrococcuus.....	21
Figura 19. Descripción de los Streptococcus.....	22
Figura 20. Descripción de los Bacillus	22
Figura 21. Descripción de los Clostridium.....	22

TABLAS

Tabla 1. Población estudiantil venidera de la UMNG campus cajicá	10
Tabla 2. parámetros exigidos por la car	11
Tabla 3. Condiciones de diseño de la PTAR	11
Tabla 4. Características técnicas de la etapa de cribado.....	12
Tabla 5. Características técnicas de la etapa de cribado.....	12

Tabla 6. Características técnicas del desarenador	12
Tabla 7. Características técnicas de la trampa de grasas.	13
Tabla 8. Características técnicas del tanque de amortización	13
Tabla 9. Características técnicas del tanque de aireación.....	14
Tabla 10. Características técnicas del tanque de sedimentación	14
Tabla 11. Características técnicas de la cámara de contacto	15
Tabla 12. Características técnicas del tanque de desinfección	15
Tabla 13. Características técnicas del tanque recolector de lodos	16
Tabla 14. Parámetros técnicos del bombeo de lodos al concentrador.....	16
Tabla 15. Parámetros técnicos del concentrador de lodos	16
Tabla 16. Características técnicas del equipo filtro-prensa.....	17
Tabla 17. Datos adquiridos de PTAR de la UMNG	23
Tabla 18. Registro microbiológico adquirido de la PTAR	28

ANEXOS

ANEXO 1. PLANOS

ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos el agua ha sido un tema fundamental para el consumo y bienestar en general de toda la población humana. A medida que pasa el tiempo, el hombre se ha encargado de utilizarla de forma inescrupulosa limitando cada vez más la calidad con la cual se encuentra el agua en su estado natural, y contaminando radicalmente el recurso hídrico que nos brindan nuestros paramos y corrientes superficiales que se encuentran en el territorio bogotano, vertiendo desechos al río sin ningún tratamiento o cuidado sin tener en cuenta posibles consecuencias que se puedan generar a la hora de arrojar contaminantes que puedan alterar el ecosistema acuático que se está modificando.

El vertido de agua de desecho de origen doméstico e industrial, carga con altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal a los cuerpos de agua. El control de la calidad microbiológica del agua tanto de consumo como de vertimientos, necesariamente requiere de un análisis con el propósito de determinar la presencia de microorganismos patógenos. Gracias a la reglamentación y tipificación de los distintos procedimientos para la detección de patógenos en el agua se ha logrado determinar que los agentes involucrados en la transmisión hídrica son las bacterias, los virus y los protozoos, que pueden causar enfermedades con distintos niveles de gravedad y llegando a causar la muerte en algunos casos. El diagnóstico de estos microorganismos, requiere procedimientos, equipos y laboratorios especializados que representan varios días de análisis y costos elevados. A pesar de esto y como alternativa a la solución de estos problemas, se ha propuesto el uso de indicadores microbianos que se puedan identificar mediante el uso de métodos sencillos, rápidos y económicos.

Es de gran importancia hacer un debido tratamiento a las aguas transformadas o alteradas por el ser humano en donde priman intereses medioambientales para beneficio de la humanidad. Por tal motivo es importante crear procesos que ayuden a normalizar, desinfectar el agua manipulada por el hombre y generar el menor daño al ecosistema que están recibiendo las aguas manipuladas por el ser humano.

Procesos tales como la coagulación, filtración, decantación y desinfección son patrones claves para normalizar y estabilizar el ecosistema en una fuente hídrica de la cual se está utilizando.

La forma en la cual se esté tratando el agua varía fundamentalmente del tipo de desecho o industria que se esté manejando, por tal motivo los análisis de laboratorio y las simulaciones de plantas pilotos son factores predominantes para determinar si una planta de tratamiento está cumpliendo con su objetivo de eliminar desechos y agentes patógenos que pueda ser perjudiciales para la salud

humana y animal. Razón por la cual se orienta la investigación de mi propuesta de grado la cual se enfoca a identifica cuantitativamente y cualitativamente cuales son los microorganismos que se encuentran en dichas aguas residuales proveniente del campus de la universidad militar nueva granada.

1 MICROBIOLOGÍA

Para estudiar la relación que existe entre calidad de agua y salud humana, es necesario introducir el concepto de microbiología, y a partir de ello valorar la presencia de organismos microscópicos en el agua potable, los efectos de las distintas especies y la posibilidad de aplicar tecnologías de desinfección a la hora de realizar los diferentes procesos de potabilización del agua. (Cartor Jose Luis. 2011)

La microbiología es una rama de la biología que estudia seres vivientes de tamaño microscópico que existen como células aisladas o asociadas y también incluye el estudio de virus, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra de manera esquemática la definición de biología. En general, los microorganismos a diferencia de los macroorganismos, son capaces de llevar a cabo procesos de crecimiento, generación de energía y reproducción, independientemente que otras células sean del mismo tipo o diferentes. (Cartor Jose Luis. 2011)

Las células estudiadas en microbiología pueden pertenecer a dos grandes grupos, eucariotas y procariotas, las cuales se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Las eucariotas constituyen la unidad estructural de protozoarios, hongos y algas cuyo tamaño las incluye en esta especialidad. Son organismos unicelulares o multicelulares que poseen en su interior estructuras limitadas por membranas llamados orgánulos (núcleo, mitocondrias y cloroplastos presentes sólo en células capaces de realizar fotosíntesis). (Cartor José Luis. 2011)

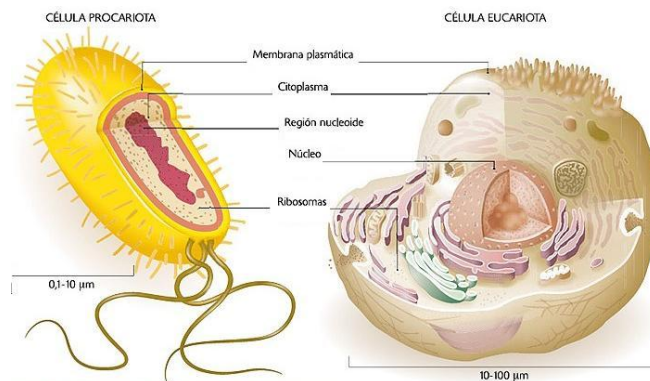


Figura 1. Células Eucariotas y Procariotas

Fuente: Editada por el autor, disponible en <http://neetesuela.com/wp-content/uploads/2011/01/Diferencias-entre-las-celulas-eucariotas-y-procariotas2.jpg>. Consultada el 2 de julio de 2011

2 MARCO TEÓRICO

2.1 HIDROBIOLOGÍA

Es la ciencia que estudia la vida de los seres que pueblan las aguas, de forma individual colectiva, organizados o no. Comprende tanto la fisiología de los individuos, como su metabolismo, ecología, etología a, reproducción, desarrollo y relaciones con otros individuos de manera interespecifica.

(http://www.peruecologico.com.pe/lib_c20_t02.htm)

2.2 MICROORGANISMO

se define como aquel organismo que solo puede ser visualizado a través de un microscopio, en su mayoría unicelulares e individuales que presentan una organización biológica elemental aunque en algunos casos se traten de organismos cenóticos compuestos por células multinucleadas o incluso multicelulares. (http://www.peruecologico.com.pe/lib_c20_t02.htm)

Dentro de este grupo de organismos podemos distinguir los siguientes tipos de microorganismos, Todos ellos en función de su naturaleza pueden causar ciertos efectos sobre los seres humanos siendo algunos de ellos perjudiciales.

(http://www.peruecologico.com.pe/lib_c20_t02.htm)

2.3 BACTERIAS.

Las bacterias son microorganismos unicelulares cuyo tamaño suele oscilar entre los 0,5 a 5 micrómetros (μm), (figura 3). Son los organismos más abundantes de la Tierra siendo en su mayoría inocuas para el ser humano, las podemos encontrar en cualquier medio bien sea en el suelo, en el agua e incluso en medios donde no sería posible la vida, pueden presentar formas variadas como esferas, hélices, comas y/o barras. (Fredrickson J, Zachara J, Balkwill D, 2004)

En función de la presencia de determinadas estructuras que le confieren su funcionalidad, las bacterias se clasifican dentro de los procariontes ya que a diferencia de los eucariotes como son las células de los seres humanos, carecen de núcleo y de algunos orgánulos internos, además de presentar una pared celular de peptidoglicano. Algunas de ellas, dentro de su estructura, presentan flagelos, fimbrias o pilis que intervienen en la movilidad de la bacteria o en procesos de reproducción. Se estima que en el cuerpo humano hay tantas bacterias como células poseemos, concentrándose en la piel y en el tracto digestivo. (Fredrickson J, Zachara J, Balkwill D, 2004)

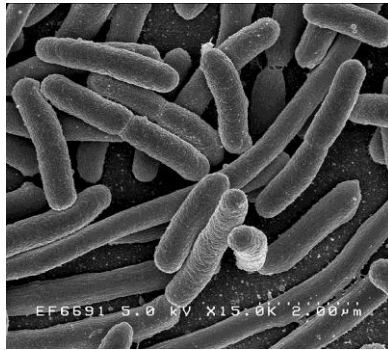


Figura 2 Descripción de una bacteria

Rocky Mountain Laboratories, NIAID, NIH. (1990) part of the United States Department of Health and Human Services. Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:EscherichiaColi_NIAID.jpg

2.4 PARÁSITOS.

Un parásito se define como aquel ser vivo que se nutre a expensas de otro, llamado hospedador, sin que le aporte un beneficio, dentro de estos organismos nos podemos encontrar con aquellos cuyo tamaño se ven a simple vista tales como las pulgas, los piojos, las chinches, gusanos entre otros y aquellos que solo son visibles bajo la visión de un microscopio (figura 5) tales como determinados protozoos dentro de los cuales se encuentra *Naegleria fowleri*, agente causal de la Meningoencefalitis Amebiana Primaria. (Masel J, Jansen. 1999)

La relación que existe entre el parásito y el hospedador, es siempre desigual debido a que mientras el primero se beneficia del segundo, este último sufre las consecuencias de este tipo de relación. (Masel J, Jansen. 1999)



Figura 3 Descripción de un parasito

Borg Queen. Sources clockwise from top left. 2009 Recuperado de <http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Parasitos.htm>

2.5 VIRUS.

Curiosamente los virus se definen como “parásitos intracelulares obligados”, esto quiere decir que para poder multiplicarse necesitan de la “maquinaria genética de la célula” para poder realizar dicha función, y así, expandirse.

Su envoltura lipídica, en algunos casos, que envuelve a la cápside. Su tamaño es variable, pero todos coinciden en que no son visibles mediante un microscopio óptico (figura 6), necesitan ser visualizados mediante un microscopio electrónico, como ejemplos de este tipo de microorganismos se tienen el virus de la gripe, el virus de la polio o el virus del papiloma humano.

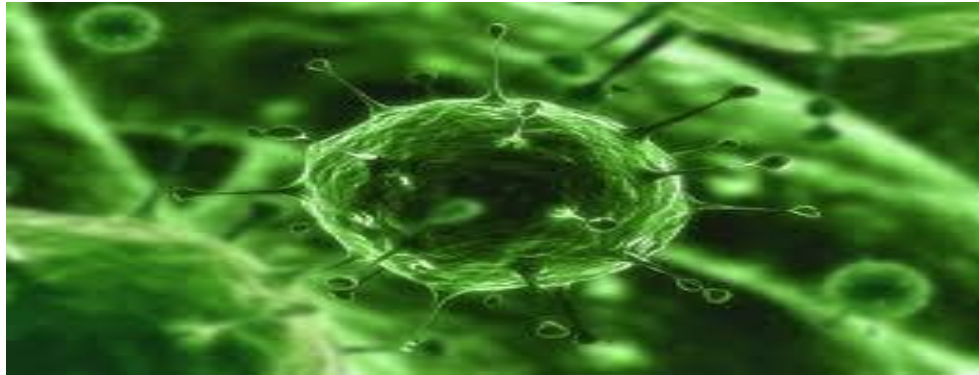


Figura 4. Descripción de un virus.

Sherris Medical Microbiology (4th edición). McGraw Hill. 2004. pp. 624–8. Recuperado de <http://genomayvida.blogspot.com/2010/11/nuevas-mutaciones-en-el-genoma-del.html>

2.6 PRIONES.

Estos no son microorganismos, son exclusivamente proteínas y su capacidad infecciosa se debe a que dichas proteínas tienen una configuración diferente a las proteínas normales induciendo a éstas a adoptar una configuración anormal, (figura 7) consecuencia de ello es que estas proteínas no pueden realizar sus funciones normales y tienden a polimerizar formando depósitos y placas en las células infectadas. (Mathews, Christopher K. 2008)

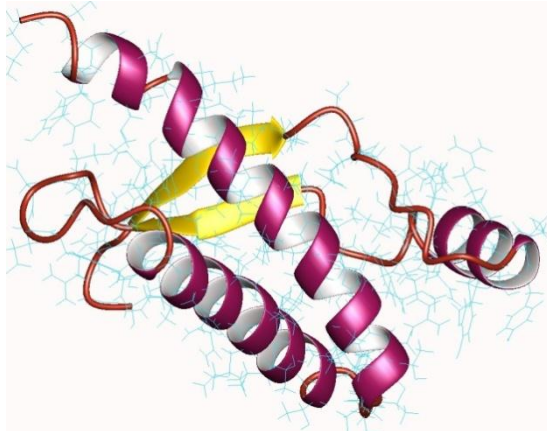


Figura 5. Descripción de un prion.

Sherris Medical Microbiology (4th edición). McGraw Hill. 2004. pp. 624–8 . Recuperado de <http://20000caligrafias.wordpress.com/2011/06/07/ciencia-en-palabras-los-amigos-priones-una-teoria-sobre-la-memoria/>

3 MORFOLOGÍA MICROBIANA

En biología, la morfología se refiere la forma característica de un organismo. En las células eucarióticas, las formas son mucho más variadas que en las células procariotas, teniendo desde formas elipsoidales en las levaduras, a formas complejas mantenidas por sistemas de citoesqueleto en ciertos protozoos, además de las diferentes organizaciones pluricelulares de hongos filamentosos y de algas. (Cartor Jose Luis. 2011).

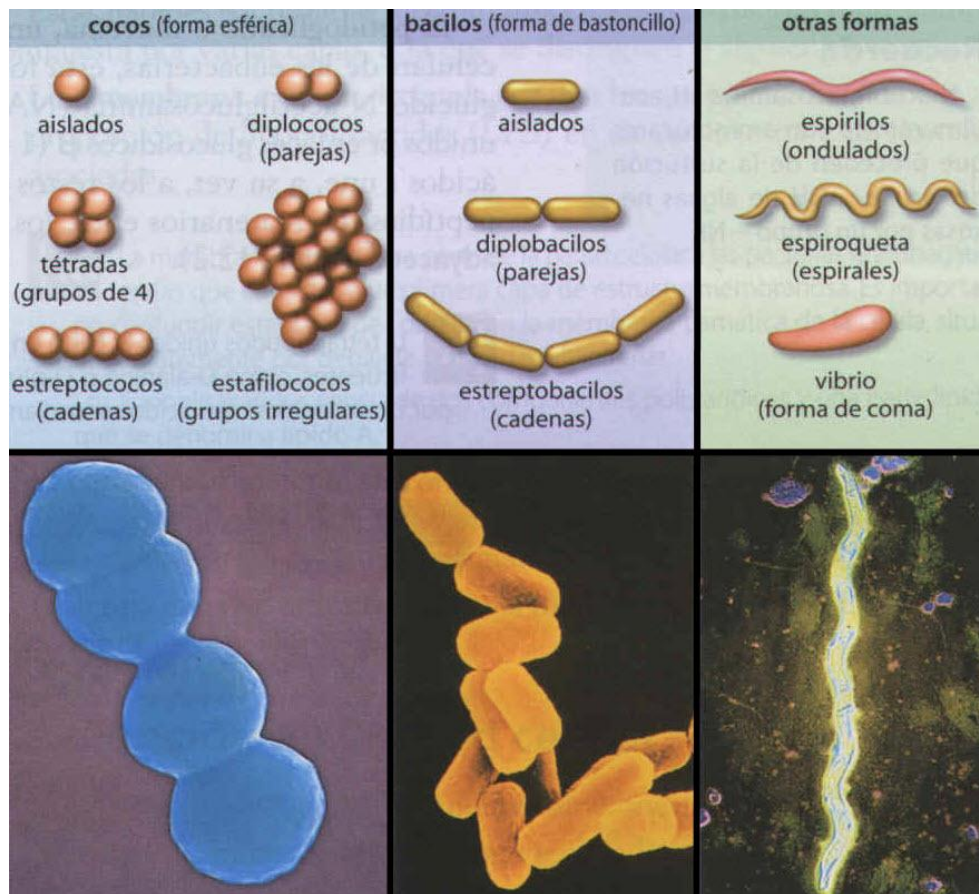


Figura 6. Morfología en células procariotas

Fuente: Disponible en <http://biogeo.iespedrojimenezmontoya.es/BIOLOGIAJM/MICRO/microbio3bac.htm>.

Consultado el 4 de agosto de 2011

4 DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO CAMPUS CAJICA

La planta de tratamiento de aguas residuales del campus de la universidad militar nueva granada. Está diseñada para la depuración biológica de aguas residuales domesticas del nuevo campus de la umng. Está construida en concreto reforzado en sus partes internas y poliéster reforzado con fibra de vidrio(PRFV) en sus partes internas. La tecnología utilizada es conocida con el nombre de los lodos activados.

4.1 LODOS ACTIVADOS- PRINCIPIO Y FUNCIONAMIENTO

Este es un proceso de tratamiento biológico que trabaja bajo principio aeróbico presencia de oxígeno en fase de respiración endógena de la curva e crecimiento bacterial a baja carga con estabilización aerobia de lodos en exceso.

Este proceso consiste en provocar y favorecer el desarrollo de una colonia bacteriana en un depósito de aireación de alimento con el afluente a tratar.

El tanque de aireación va equipado con un sistema de aireación (soplador) y difusores de aire (34). La aireación en este depósito se lleva a cabo durante 8 horas: tiempo donde la masa biológica desarrollada utiliza da DBO del afluente crudo para la síntesis de materia celular viviente, es decir utiliza la materia orgánica como alimento: este proceso se asimila al de cualquier ser viviente que requiere de oxígeno y alimento para sobrevivir. De esta manera se procede a una eliminación biología de la polución por la asimilación en la masa bacteriana.

La mezcla del afluente con la colonia bacteriana es denominada licor misto. Este licor es a continuación enviado a un clarificador o decantador secundario con el fin de separar el afluente tratado de los lodos activados.

Mientras el afluente es recuperado superficialmente para su disposición final, los lodos son recogidos en el fondo del clarificador y recirculados, por medio de un sistema "air lift" (sistema que no requiere bombeo) hacia el tanque de aireación con el fin de mantener en al mismo una concentración suficiente. Esta recirculación puede llegar hasta el 100% del caudal nominal (Q) de la planta. Una fracción de estos lados debe ser llevado a filtro prensa de acuerdo con el exceso de lodos producidos.

El volumen de los lodos producidos en grande teniendo en cuanta que se produce 0.3Kg de lodo por cada kilogramo de DBO₅ (dato teórico) como una humedad del 98%, el sistema más elemental es proceder a la deshidratación de mismo por medio del concentrador de lodos y la filtro prensa.

5 DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO

El procedimiento de tratamiento consiste básicamente en una planta de tratamiento en donde regula caudales, estabiliza las aguas residuales de la universidad, trata lodos activados captados de la misma planta de tratamiento explicando claramente cada procedimiento que se muestra a continuación.

5.1 CAPTACION DE AGUA Y PRETRATAMIENTO

El agua procedente de las descargas del campus (baños, cocina, sanitarios, duchas, etc.) llegan a un colector principal. El agua pasa por un sistema de tratamiento preliminar donde se eliminan materiales sólidos de gran tamaño, como palos, hojas, preservativos, etc., por medio de rejillas de desbaste grueso y fino. Posteriormente el agua pasa por un desarenador donde se eliminan las arenas y tierras. Finalmente pasa a una trampa de grasas para la eliminación de las mismas.

5.2 MEDICIÓN DE CAUDAL – AMORTIZACIÓN DE CAUDALES

El agua pasa por una canaleta parshall donde se mide el caudal de entrada al sistema.

Las aguas residuales llegan a un tanque de amortización de caudales, por gravedad. El cual permite regular, igualar y amortizar el caudal en los momentos en que se presentan picos máximos y mínimos.

El agua pasa al tanque de aireación por gravedad (aprovechando los niveles).

5.3 PTAR DE LODOS ACTIVADOS

El agua entra a un tanque de aireación, donde se realiza el proceso de tratamiento biológico de tipo aeróbico (presencia de oxígeno). El agua es aireada por medio de la inyección de aire del soplador a los difusores. Los difusores crean un a micro burbuja fina. Después de un tiempo de retención en el tanque de aireación (8 horas-cada tanque) el agua pasa al tanque de sedimentación, con el fin de separar el agua tratada de los lodos.

El tratamiento aeróbico genera lodos; estos lodos son enviados del tanque de aireación al tanque de sedimentación por medio de un tubo; en este sitio se inyecta aire generado por el soplador empleando una tubería independiente permitiendo que lodos viajen a través del “air lift”. Desde ahí se retiran los lodos,

los cuales son enviados al concentrador de lodos o a la cabeza de proceso con fin de crear la masa bacteriana (lodos activados) empleando "air lift" (sistema que evita el empleo de bombas utilizando el aire del soplador).

5.4 DESINFECCIÓN Y DESCARGA

Luego el agua tratada pasa por un tanque de contacto donde se suministra una solución de cloro gaseoso, con lo cual se busca la desinfección, eliminando las bacterias que pueden encontrarse en el agua.

Al agua después de este tratamiento se le realiza una nueva medición de caudal. Este está en condiciones aptas para ser vertida al río Bogotá, sin que cause ningún perjuicio a la naturaleza y de acuerdo a la regulación vigente (decreto 1594 de 1984 del ministerio de salud 80% de remoción). Sin embargo las descargas de agua serán vertidas directamente a la dársena, desde este punto el agua se reutilizara para riego. Únicamente se realizara vertimiento en caso que el dársena o reservorio la capacidad de soporte.

5.5 TRATAMIENTO DE LOS LODOS ACTIVADOS PRODUCIDOS

Los lodos producidos de tratamiento aeróbico son llevados a una caja de recolección de lodos por medio de impulsión de aire "air lift" (sistema que evita el empleo de bombas utilizando el aire del soplador).

En esta fase del proceso, los lodos activados son bombeados a un conector de lodos, con el fin de reducir el porcentaje de humedad (agua - lodo) de 4 a 6%.

Los lodos son enviados a un sistema de filtro prensa; por medio de una bomba neumática, para reducir el porcentaje de humedad hasta un 10%, donde se secan y quedan listos para ser utilizados como abono o en labores de jardinería. Estos lodos secos son ricos nutrientes que sirven para recuperación de suelos erosionados, labores e jardinería o en su defecto disponerse en un relleno sanitario.

El lixiviado generado del concentrador y filtro prensa son conducidos nuevamente al inicio del proceso de la planta.

6 CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PLANTA

6.1 CAUDAL

La proyección para el año 2025 y datos encontrados de población estudiantil se muestra a continuación.

población estudiantil probable			
año	población		
1995	632	2009	4.689
1996	727	2010	4.979
1997	906	2011	5.269
1998	1.159	2012	5.559
1999	1.535	2013	5.848
2000	1.966	2014	6.138
2001	2.267	2015	6.428
2002	2.729	2016	6.718
2003	2.925	2017	7.008
2004	3.303	2018	7.297
2005	3.530	2019	7.587
2006	3.820	2020	7.877
2007	4.110	2021	8.167
2008	4.399	2022	8.457
		2023	8.746
		2024	9.036
		2025	9.326

*Tabla 1. Población estudiantil venidera de la UMNG campus cajicá
Tabla suministrada por el autor*

De acuerdo a esta información suministrada se procedió al diseño del caudal de la planta. Adicionalmente se especuló una dotación unitaria de 70 L/Hab/Día.

Se asume una carga promedio normal de DBO de 250 mg/l y una utilización de sanitario del 40 – 50 % de los estudiantes en carga orgánica. Esto dado que no todos los estudiantes no utilicen el baño sanitario, aproximadamente entre 4 y 8 horas diarias en la universidad militar.

El diseño de la planta está proyectada para 9330 estudiantes en total. La construcción de la planta se realizara en 3 etapas. Cada etapa para 3110 estudiantes. El caudal medio por planta es de $9.0 \text{ m}^3/\text{h}$ y un total futuro de $27 \text{ m}^3/\text{h}$. El caudal a manejar de la obra de llegada es de: $43.75 \text{ m}^3/\text{h}$ equivalentes a 12.15 LPS.

6.2 BASE DE DISEÑO

A continuación se muestra la figura con los datos establecidos por la car para el vertimiento de aguas residuales a un cuerpo de agua del territorio.

ítem	parámetro	niveles avalados
1	DBO5	> 80%
2	SST	> 80%
3	GRASAS Y ACEITES	> 80%
4	PH	5 a 9
5	TEMPERATURA	< 40%
6	MATERIAL FLOTANTE	AUSENTE

*Tabla 2. Parámetros exigidos por la car 1
Tabla tomada del ministerio de salud pública decreto 1594 de 1995*

En la siguiente tabla se muestran las condiciones básicas de diseño de la planta de tratamiento.

PARAMETRO	MODULO UNITARIO	MODULO TOTAL
No DE ESTUDIANTES	3110	9330
DOTACION	69.45	69.46
CAUDAL MEDIO DIARIO	9.0 m3/h	27.0 m3/h
CAUDAL MEDIO	2.50 m3/h	7.50 m3/h
CARGA ORGANICA ESTUDIANTE	0.050Kg. DBO5/Est/Dia	0.050Kg. DBO5/Est/Dia
DBO5 ENTRADA	250 mg/l	250 mg/l
DBO5 SALIDA	37 mg/l	37 mg/l
A.S.N.M	2545 M.S.N.M	2545 M.S.N.M
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL MINIMA DEL AGUA	15°C	15°C

*Tabla 3. Condiciones de diseño de la PTAR UMNG 1
Tabla suministrada por aguas de colombia Ltda.*

6.3 DIMENSIONAMIENTO

A continuación se presenta un resumen de los diferentes sistemas y equipos de todo el tratamiento de las aguas residuales captadas por el campus de la universidad militar nueva granada.

El tratamiento preliminar, compuesto por obra de llegada, cribado desarenador y trampa de grasas consta de las siguientes especificaciones como son:

construcción en concreto reforzado, con 2 módulos paralelos con el fin de realizar el mantenimiento y que sea de fácil manejo.

6.3.1 Cribado

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
CANT. DE MATERIAL DE LLEGADA	2 UNIDADES
LARGO DEL MODULO	1.50 M
ANCHO DEL MODULO	0.60M
BORDE LIBRE	0.10M
ALTURA HUMEDA	0.30M
ALTURA TOTAL	0.55M

*Tabla 4. Características técnicas de la etapa de cribado.
Suministrada por el autor*

Donde se instalaron 2 rejillas con las siguientes características

DESCRIPCION	CARACTERISTICA	
	DESBASTE GRUESO	DESBASTE FINO
BARROTOS (DIAMETRO)	1/2"	1/2"
SEPARACION DE BARROTOS	3 Cm	1.5 Cm
ANCHO DEL CANAL	0.60 m	0.60 m
INCLINACION DE BARROTOS	60°	60°

Tabla

5.

*Características técnicas de la etapa de cribado
Suministrada por el autor*

6.3.2 Desarenador

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
CANTIDAD	1 UNIDAD
LARGO	1.50 m
ANCHO	0.60 m
ALTURA HUMEDA	0.75 m
ALTURA TOTAL	1.0 m

*Tabla 6. Características técnicas del desarenador
Suministrada por el autor*

6.3.3 Trampa De Grasas

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
CANTIDAD	1 UNIDAD
LARGO	2.50 m

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
ANCHO	0.60 m
ALTURA HUMEDA	0.75 m
ALTURA TOTAL	1.20 m

*Tabla 7. Características técnicas de la trampa de grasas.
Suministrada por el autor*

6.3.4 Canaleta Parshall

Canaleta Parshall en PRFV; se utilizaron 2 canaletas de 6" y 3" de garganta. La función específica de esta canaleta es poder medir el caudal de entrada al sistema y a la salida.

6.3.5 Tanque De Amortización

Se construyó un tanque de amortización de caudales para que tenga un tiempo de retención de 1 hora con 74 minutos, tiempo para amortizar el caudal total de la planta. Este tanque va enterrado. Cumple con la función de amortizar nivelar y regular las descargas del agua. Se realiza la limpieza de este de acuerdo a la necesidad que se desempeñe durante el día

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
MATERIAL	CONCRETO REFORZADO
LONGITUD	3.0 m
ANCHO	2.60 m
ALTURA	2.0 m
VOLUMEN TOTAL	15.60 m

*Tabla 8. Características técnicas del tanque de amortización.
Suministrada por el autor*

6.3.6 Tanque De Aireación

Cumple con las necesidades de suplir oxígeno para la oxidación de la materia orgánica y promover la agitación.

La unidad de aireación es automática, controlada por un rele temporalizado, con un selector manual automático. El mantenimiento se hace semestralmente dependiendo del atascamiento de lodos que se presenten.

Las dimensiones dadas a continuación están expresadas por módulo de aireación a construir. Este tanque se encarga de darle oxígeno disuelto al agua para retomar las condiciones normales del cauce utilizado.

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
CANTIDAD	1 UNIDAD
LARGO	6.0 m
ANCHO	4.0 m
ALTURA HUMEDA	3.0 m
ALTURA TOTAL	3.30 m
VOLUMEN TOTAL	72 m3
CONSTRUCCION	COCRETO REFORZADO
INDUCCION DE AIRE	DIFUSOR DE BURBUJA FINA

*Tabla 9. Características técnicas del tanque de aireación.
Suministrada por el autor*

6.3.7 Tanque De Sedimentación

La función del tanque consiste en separar del licor mezclado, los sólidos del agua para entregar un efluente libre de materiales en suspensión, con el fin de mantener una concentración estable.

El porcentaje de lodos debe estar comprendido entre el 40 y 60%, se procede a extraer los lodos de exceso para mantener el porcentaje en 40% cada 15 a 30 días.

Las dimensiones del tanque se muestran a continuación.

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
CANTIDAD	2 UNIDADES
LARGO	4.0 m
ANCHO	1.20 m
ALTURA HUMEDA	3.0 m
ALTURA TOTAL	3.30 m
EXTRACCION DE LODOS	TIPO AIR- LIFT
No DE EXTRACCIONES	3 POR SEDIMENTADOR

*Tabla 10. Características técnicas del tanque de sedimentación.
Suministrada por el autor*

6.3.8 Cámara de contacto

La cámara de contacto ha sido diseñada especialmente para la desinfección de aguas residuales de plantas de tratamiento y cámaras filtrantes donde su principal función es eliminar partículas flotantes en el agua. (<http://www.aguamarket.com>)

Las dimensiones de la cámara de contacto se muestran a continuación.

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
CANTIDAD	1 UNIDAD
LONGITUD	1.50 m
ANCHO	1.0 m
PROFUNDIDAD	1.0 m
PARTES INTERNAS	3 PLACAS PLANAS PARA SALIDA DE AGUA

*Tabla 11. Características técnicas de la cámara de contacto
Suministrada por el autor*

6.3.9 Tanque de desinfección

El tanque de desinfección cumple con la función de proveer el cloro gaseoso a las cámaras de contacto y espuma para poder eliminar microorganismos provenientes de la PTAR de la universidad militar nueva granada. Sin alterar el PH o algún otro parámetro que exija el ministerio de salud.

Las dimensiones y especificaciones se describen a continuación.

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
CANTIDAD	1 UNIDAD
DIAMETRO	3"
ALTO	0.60 m
MATERIAL	PRFV
TIPO	EL EQUIPO GENERADOR ES UNA CELDA ELECTROLITICA QUE PRODUCE UNA MEZCLA DE GASES OXIDANTES (CLORO GASEOSO)
FUNCIONAMIENTO	LA CELDA ESTA CONSTRUIDA POR UNA MEMBRANA SEMIPERMIABLE QUE SEPARA LOS COMPARTIMIENTOS ANODICOS Y CATODICOS .
BOMBA	BOMBA DE RECIRCULACION DE CLORO CON ACCESORIOS DE 3/4 "

*Tabla 12. Características técnicas del tanque de desinfección.
Tabla suministrada por aguas de Colombia Ltda.*

6.3.10 Tanque de recolección de lodos

El tratamiento de lodos consta de 3 etapas las cuales son: tanque de recolección de lodos, bombeo de lodos a concentración y concentrador de lodos. El fango obtenido tiene generalmente una apariencia flotante color marrón. El color a la hora de obtener el fango activado es fundamental ya que son esta característica podemos determinar qué calidad de fango tenemos en nuestra planta de tratamiento.

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
CANTIDAD	1 UNIDAD
LONGITUD	0.80 m
ANCHO	0.80 m
PROFUNDIDAD	0.80 m

*Tabla 13. Características técnicas del tanque recolector de lodos
Suministrada por el autor*

PARAMETRO	CARACTERISTICA
TIPO	SUMERGIBLE
POTENCIA	0.70 HP
MARCA	0.80 m
FUNCION	LLEVAR LOS LODOS AL CONCENTRADOR DE LODOS
MODELO	WQ1 B

*Tabla 14. Parámetros técnicos del bombeo de lodos al concentrador
Tabla suministrada por aguas de Colombia Ltda.*

6.3.11 Concentrador de lodos

La función principal del concentrador de lodos es aumentar la concentración de lodos del 2 al 5%. El concentrador de lodos es fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).

Cuando el porcentaje de lodos este entre un 55 a un 60% se debe evacuar los lodos. Para esto se aprovecha cuando el soplador este en funcionamiento para poder hacer mayor extracción de lodo decantado que se encuentre cargado en el fondo. El mantenimiento se realiza 1 vez por año.

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
DIAMETRO DEL TANQUE	1.20 m
ALTURA TOTAL	3.30 m
MATERIAL DE CONSTRUCCION	PRFV
VALVULERIA	MARIPOSA MANUAL
DIAMETRO DE ENTRADA DEL CONCENTRADOR	3"
DIAMETRO VALVULA DE SALIDA	4"

*Tabla 15. Parámetros técnicos del concentrador de lodos.
Suministrada por el autor Tabla suministrada por aguas de Colombia Ltda.*

6.3.12 Filtro prensa

La función que cumple este equipo consiste en deshidratar el lodo por medio de unas láminas que por medio de compresión hidráulico generan unas láminas de lodos deshidratados que se convertirán más adelante en compostaje o abono para los cultivos.

DESCRIPCION	CARACTERISTICA
CONSTRUCCION	NACIONAL
REFERENCIA	44 X 44
ANCHO DEL FILTRO	44 Cm
LARGO DEL FILTRO	150 Cm
ALTO DEL FILTRO	95 Cm
No DE PLACAS	17
No DE MARCOS	16
AREA TOTAL DE FILTRACION	1936 Cm ²
VOLUMEN TOTAL DE LA TORTA	32912/32.9 Cm ³ /L
PRESION NORMAL DE BOMBEO	30 Lb/in ²
PRESION MAX. DE BOMBEO	60 Lb/in ²
FUERZA MAX. DE CIERRE HIDRAULICO	20 Ton

*Tabla 16. Características técnicas del equipo de filtro-prensa.
Tabla suministrada por aguas de Colombia Ltda.*

7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL CAMPUS DE LA UMNG

La variabilidad microbiológica de las aguas naturales abarca numerosos organismos e incluye células eucariotas (algas, protozoarios y hongos), células procariotas (bacterias) y virus (microorganismos con capacidad de síntesis nula).

Se han tenido varios comportamientos que tiene la planta de tratamiento en lo correspondiente a ensayos de laboratorio, análisis organolépticos, y demás pero desafortunadamente no se había contado con un análisis detallado de la hidrobiología analizada en el la PTAR de la UMNG. Por tal motivo, se cataloga la identificación tipificada de los microorganismos emergentes comunes en una planta de tratamiento de aguas residuales.

7.1 ALGAS

Estos microorganismos contienen necesariamente clorofila para la actividad fotosintética, sin embargo el color verde puede estar enmascarado por otros pigmentos (carotenoides) presentes. Son aerobias, y en ambientes con poco oxígeno, mueren, flotan y se descomponen produciendo mal olor. Se pueden encontrar las siguientes divisiones o filos de algas.

Cianobacterias (*Cyanophyceae*)



Figura 7. Descripción de una Cianobacterias.

- Procariotas que pertenecen al reino Mónica.
- Comprenden las bacterias Gram negativas capaces de realizar fotosíntesis oxigénica.
- Son algas verdes azuladas con olores desagradables que pueden producir sustancias tóxicas, que se hacen notorias solo cuando hay una floración.
- Sus mecanismos de intoxicación pueden ser citotóxicos, hepatotóxicos o neurotóxicos.

Cromófitos (Heterokontophyta)



Figura 8. Descripción de un Cromófito.

- Microorganismos eucariotas pertenecientes al reino Protista.
- Viven principalmente en lagos y lagunas de agua dulce limpia.
- Son de color amarillo verdoso y a menudo generan olores aromáticos o huelen a pescado.

Clorófitos (Chlorophyta)



Figura 9. Descripción de los Clorófitos.

- Algas verdes con huelen a pescado o hierba.
- Estos organismos eucariotas pertenecen al reino de las Plantas.
- Tiene alrededor de 8200 especies en su mayoría de agua dulce.

7.2 PROTOZOOS

Frecuentemente en el agua contaminada con heces se encuentran dos protozoarios parásitos con incidencia en la salud humana, responsables de epidemias.

GIARDIA LAMBLIA

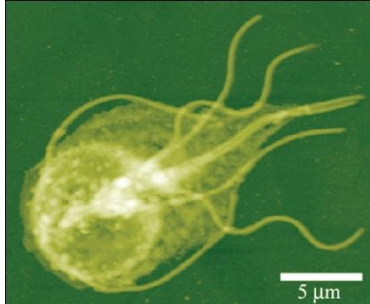


Figura 10. Descripción de la Giardia.

- Flagelado con un tamaño de 15 μm
- Se transmite al hombre a través de agua contaminada con materia fecal.
- Estas células producen un estado de reposo denominado *quiste*, que al ser ingeridos germinan y causan *giardiasis*.
- Esta enfermedad se caracteriza por diarreas, calambres intestinales, flatulencia, náuseas, síntomas que pueden ser agudos o crónicos. La *giardiasis* es una de las enfermedades parasitarias de origen hídrico más comunes.

CRYPTOSPORIDIUM PARVUM

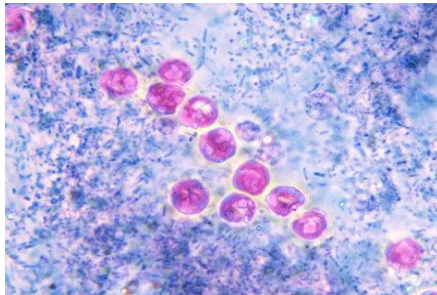


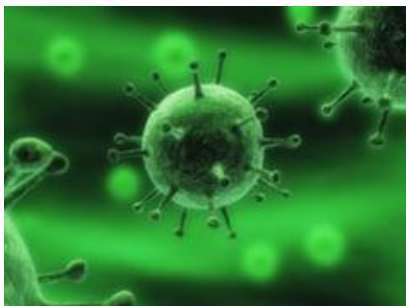
Figura 11. Descripción del Cryptosporidium.

- Es un parásito del hombre y animales de 2 a 5 μm en su tamaño. Crece en el interior de las células del epitelio mucoso de intestino y estómago.
- Los quistes producidos por este protozoario poseen una pared muy gruesa lo que los hace resistentes a la cloración.
- La *criptosporidiosis* es una infección que se caracteriza por dolores estomacales, náuseas, diarrea y deshidratación.

7.3 VIRUS

El 87% de las enfermedades virales transmitidas por el agua son causadas por el virus de la hepatitis, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan las principales enfermedades virales de origen hídrico y sus correspondientes agentes responsables.

ROTAVIRUS



- Género que pertenece a la familia Reoviridae. De los 7 grupos identificados, tres infectan a los humanos (Grupos A, B y C), siendo el grupo A, el más común y el más esparcido causando la gran mayoría de las infecciones.
- Causan vómito y diarrea severa sobre todo en infantes, siendo los niños, gran parte de la tasa de mortalidad por esta enfermedad.
- Su transmisión es fecal oral, infecta células del intestino delgado, provocando una gastroenteritis

Figura 12. Descripción del Rotavirus 1

que puede llevar a una diarrea a la deshidratación e incluso a la muerte.

- Además de infectar humanos, también afecta a algunos animales y es un patógeno para el ganado.

ADENOVIRUS

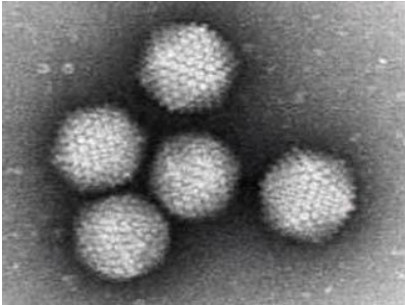


Figura 13. Descripción de una Adenovirus

- Son virus DNA divididos en seis especies (A-F) que provocan infecciones en los seres humanos.
- El adenovirus varía según el tipo, todos son transmitidos mediante el contacto directo, la transmisión fecal-oral, y ocasionalmente mediante transmisión por agua.

7.4 BACTERIAS

Más del 80% de las bacterias pueden aislarse del agua. Teniendo en cuenta la respuesta a la tinción de Gram, a continuación se mencionan y describen algunas de las más importantes.

Bacterias Gram negativas

Pseudomonas

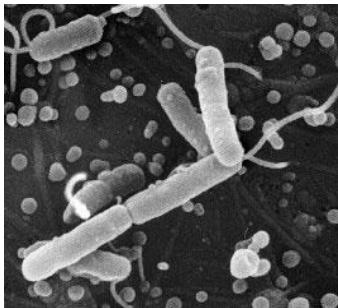
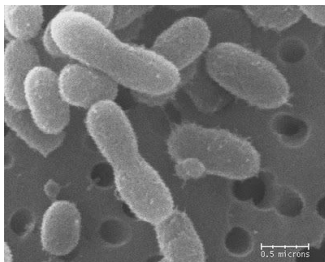


Figura 14. Descripción de una pseudomona.

- Bacilos con flagelos que producen pigmentos de color verde, azul verdoso, rojo y/o marrón y no forman esporas. Son comunes en mantos freáticos debido a su versatilidad respecto a fuentes de carbono y a sus bajos requerimientos nutricionales.
- La Pseudomonas aeruginosa es la de mayor relevancia, es el agente principal de infecciones en vías urinarias, intestino, oído y heridas. Es considerada un indicador de eficiencia de la cloración por su resistencia.
- El control de pseudomonas, debe intensificarse en redes expuestas a contaminación o cuando se comprueba cloración deficiente.

Flavobacterium



- Género de bacterias aerobias con forma de bastón que están ampliamente distribuido en aguas y suelos.
- Son bacilos que se caracterizan por falta de movilidad y producción de pigmentos de color amarillo.
- Sus organismos se encuentran en carnes crudas, leche y otros alimentos, en los ambientes

Figura 15. Descripción de una *Flavobacterium*.

hospitalarios y en las muestras clínicas de humanos. Algunas especies son patógenas en humanos.

Gallionella

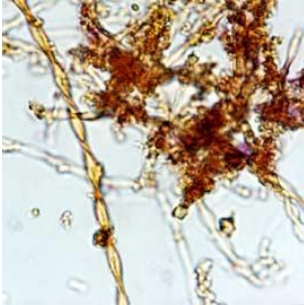


Figura 16. Descripción de una *Gallionella*

- Estos bacilos se caracterizan por ser quimiolitótrofos, obtienen energía por oxidación que les otorga una coloración marrón característica.
- Crecen en lugares donde existen mezclas de aguas aerobias y anaerobias, y es un indicador de hierro disuelto y reducido en el medio.

Enterobacterias

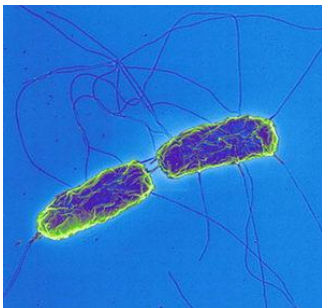


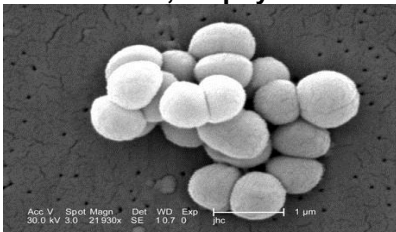
Figura 17. Descripción de las *Enterobacterias*

- Son las más importantes dentro de los *anaeróbicos facultativos* y su presencia en agua está asociada a contaminación fecal.
- Habita naturalmente el intestino de los animales. Son bacilos no esporulados, no móviles con requerimientos nutricionales relativamente simples.

Bacterias Gram positiva

No representan un grupo muy difundido en agua, sin embargo incluye algunos patógenos humanos aislados especialmente de aguas subterráneas. Los cocos más comunes pertenecen a los siguientes géneros.

Micrococcus, Staphylococcus



- Los micrococcos y estafilococos son aerobios y tolerantes a altas concentraciones salinas que permite diferenciarlos de los estreptococos.
- Varias especies son importantes patógenos humanos; aunque no existe certeza acerca de su hábitat original se les considera procedentes de

aguas subterráneas.

Figura 18. Descripción de los *Micrococcus*

Streptococcus

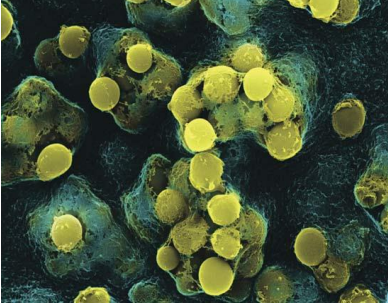


Figura 19. Descripción de los *Streptococcus*

- El género *Streptococcus* incluye a *Enterococcus faecalis*, patógeno humano que habita normalmente en el intestino de hombres y animales por lo que es un indicador de contaminación fecal de aguas.

Bacillus



Figura 20. Descripción de los *Bacillus*

- Bacterias de metabolismo aeróbico, pueden ser aislados a partir de suelos y acuíferos aeróbicos. Algunas especies son patógenas debido a la producción de exotoxinas. *Bacillus anthracis*, conduce al desarrollo de antrax, enfermedad de animales que puede transmitirse a humanos (zoonosis)

Clostridium



Figura 21. Descripción de los *Clostridium*

- Bacterias de metabolismo anaeróbico, se pueden aislar a partir de suelos, sedimentos, aguas subterráneas anaerobias y del tracto intestinal de animales. *Clostridium tetani* que ocasiona una enfermedad en humanos caracterizada por tetanización de músculos, razón por la cual recibe el nombre de tétano.

8 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Para determinar el grado de contaminación del agua a examinar se debe realizar un ensayo de laboratorio llamado coliformes el cual indica la presencia de heces fecales en algún cuerpo de agua a estudiar.

Universalmente la presencia de coliformes es aceptada como evidencia para considerar el agua potencialmente peligrosa para consumo humano y es rechazada indiscutiblemente.

Por tal motivo se presume que esta contaminación proveniente de heces fecales y por lo tanto podría existir además de coliformes, organismos patógenos que afecten la salud del ser humano (*laboratorio de microbiología para ingenieros UNC*).

8.1 DATOS ADQUIRIDOS DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES

A continuación se muestra en la tabla los resultados obtenidos en los ensayos realizados para coliformes totales y fecales en la PTAR de la universidad militar nueva granada.

FECHAS	DISOLUCIÓN ENTRADA DE PTAR	DISOLUCIÓN SALIDA DE LA PTAR	# DE ENSAYOS	COLIFORMES TOTALES		COLOFORMES FECALES	
				ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
27-jun-12	10 ⁻¹	10 ⁻¹	1	incontables	10	incontables	19
14-ago-12	10 ⁻²	10 ⁻¹	2	incontables	6	incontables	11
22-ago-12	10 ⁻³	10 ⁻¹	3	23	19	31	18
06-sep-12	10 ⁻³	10 ⁻¹	4	41	14	36	22
12-sep-12	10 ⁻³	10 ⁻¹	5	33	17	48	24

Tabla 17. Datos adquiridos de PTAR de la UMNG para cálculos de coliformes Suministrada por el autor

8.2 CALCULO DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Se realiza el cálculo de coliformes para determinar en número de unidades formadoras de colonias (UFC) en 100ml así:

$$\text{Coliformes totales} = \frac{UFC(100)}{V_{muestra}} \quad \text{Coliformes fecales} = \frac{UFC(100)}{V_{muestra}}$$

A) Coliformes totales entrada de la PTAR UMNG

- **Calculo 1: coli. totales: incontables**

- **Calculo 2: coli. totales: *incontables***
- **Calculo 3: coli. totales: $\frac{23 \times 100}{10^{-3}} = 2.300.000$ UFC**
- **Calculo 4: coli. totales: $\frac{41 \times 100}{10^{-3}} = 4.100.000$ UFC**
- **Calculo 5: coli. totales: $\frac{33 \times 100}{10^{-3}} = 3.300.000$ UFC**

B) Coliformes totales salida de la PTAR UMNG

- **Calculo 1: coli. totales: $\frac{10 \times 100}{10^{-1}} = 10.000$ UFC**
- **Calculo 2: coli. totales: $\frac{6 \times 100}{10^{-1}} = 6000$ UFC**
- **Calculo 3: coli. totales: $\frac{19 \times 100}{10^{-1}} = 19.000$ UFC**
- **Calculo 4: coli. totales: $\frac{14 \times 100}{10^{-1}} = 14.000$ UFC**
- **Calculo 5: coli. totales: $\frac{17 \times 100}{10^{-1}} = 17.000$ UFC**

C) Coliformes fecales entrada de la PTAR UMNG

- **Calculo 1: coli. fecales: *incontables***
- **Calculo 2: coli. fecales: *incontables***
- **Calculo 3: coli. fecales: $\frac{31 \times 100}{10^{-3}} = 3.100.000$ UFC**
- **Calculo 4: coli. fecales: $\frac{36 \times 100}{10^{-3}} = 3.600.000$ UFC**
- **Calculo 5: coli. fecales: $\frac{48 \times 100}{10^{-3}} = 4.800.000$ UFC**


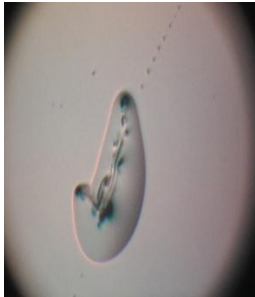
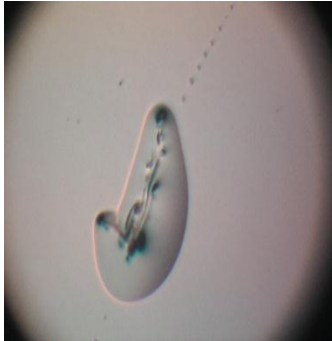
D) Coliformes fecales salida de la PTAR UMNG



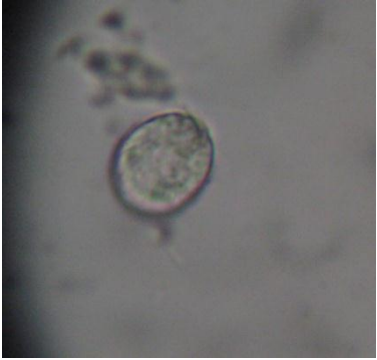
- **Calculo 1: coli. fecales: $\frac{19 \times 100}{10^{-1}} = 19.000$ UFC**
- **Calculo 2: coli. fecales: $\frac{11 \times 100}{10^{-1}} = 11.000$ UFC**




- **Calculo 3: coli. fecales:** $\frac{18 \times 100}{10^{-1}} = 18.000 \text{ UFC}$
- **Calculo 4: coli. fecales:** $\frac{22 \times 100}{10^{-1}} = 22.000 \text{ UFC}$
- **Calculo 5: coli. fecales:** $\frac{24 \times 100}{10^{-1}} = 24.000 \text{ UFC}$

9 IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN LA PTAR UMNG

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE MICROORGANISMOS PTAR CAMPUS UNMG	
<p style="text-align: center;"><i>Diatomea</i></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center; font-size: small;"><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p>Es de estrías transversales muy finas, apenas visibles, su tamaño es de 20-65 μm y de 2.5-5 μm de ancho, su hábitat se encuentra en aguas bastante contaminadas.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Diatomea- Cymbella</i></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center; font-size: small;"><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p>Hileras transversales de puntas finas, perpendiculares al eje medio, radiales poco antes de llegar a los polos. Su tamaño es de 10-40 μm y de largo y 5-12 μm de ancho. Se encuentra en las orillas estancadas.</p>

<p><i>Diatomea-Nitzachia</i></p>  <p><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p>Cara pleural con extremos redondeados y parte central estrangulada, tamaño 70-180μm de largo y 5-6μm de ancho. Su hábitat se encuentra en aguas tranquilas.</p>
<p>Ciliados clase III</p>  <p><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p>Son organismos indicadores de clase III, lo cual indica que nos encontramos en una zona α- mesosaprobia; en esta zona, la autodepuración ha progresado hasta el punto en que predominan los procesos de oxidación. El agua puede tener un alto nivel de oxígeno, como también puede presentar anoxia. Son poco frecuentes los animales y plantas superiores. Esta agua no es adecuada para el aseo personal de seres humanos, pero se puede lograr una buena purificación del líquido con ayuda de un tratamiento químico.</p>
<p><i>Ciliados-Chitdodonella</i></p>  <p><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p>De forma ovada, con pico débilmente sobresaliente, curvado hacia la izquierda. Aplanada por el lado ventral y solo aquí ciliada, se alimenta de diatomeas. Su tamaño es de 50-90 μm. Su hábitat se encuentra en las aguas estancadas.</p>

<p style="text-align: center;">Ciliados- Paramecium</p>  <p style="text-align: center;"><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p>De forma esbelta, con extremo superior contracónico. Boca aproximadamente en el centro del lado ventral, tamaño 50-80 μ m. Su hábitat se encuentra en aguas ricas en nutrientes, desarrollo masivo en zonas mesosaprobias</p>
<p style="text-align: center;">Diatomea –Nitchia-</p>  <p style="text-align: center;"><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p>Es de estrías transversales muy finas, apenas visibles; su tamaño es de 20-65 μ m y de 2.5-5 μ de ancho. Su hábitat en halla en aguas bastante contaminadas.</p>
<p style="text-align: center;">Ciliados</p>  <p style="text-align: center;"><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p>Son organismos indicadores de clase III, lo cual indica que nos encontramos en una zona α- mesosaprobias. En esta zona, la autodepuración ha progresado hasta el punto en que predominan los procesos de oxidación. El agua puede tener un alto nivel de oxígeno, como también puede presentar anoxia. Son poco frecuentes los animales y plantas superiores. Esta agua no es adecuada para el aseo personal de seres humanos, pero se puede lograr una buena purificación con ayuda de un tratamiento químico.</p>

<p style="text-align: center;">Ciliado-Lionotus</p>  <p style="text-align: center;"><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p>Forma muy esbelta, de movimientos natatorios. Especie depredadora, se alimenta de rotíferos. Su tamaño aproximado es 100 μ m. Su hábitat se encuentra en aguas estancadas y corrientes.</p>
<p style="text-align: center;">Bacterias – Acromatium</p>  <p style="text-align: center;"><i>fotografías adquiridos de la PTAR de la UMNG Suministrada por el autor</i></p>	<p>Esta bacteria pertenece a la zona IV, que es la más contaminada. El agua tiene poco oxígeno, despiden mal olor y deposita cieno putrefacto. Esta clase de aguas también son conocidas como polisaprobias, y se pueden producir por causa de restos de animales y vegetales, ya que son aguas no depuradas.</p> <p>Los movimientos de estos organismos son lentos; las células suelen contener pequeños gránulos de azufre y unos cristales mucho mayores, esféricos de carbonato cálcicos. Su tamaño es de 5-100 μ m.</p>
<p style="text-align: center;">Algas verdes</p>  <p style="text-align: center;"><i>fotografías adquiridos de la ptar de la umng Suministrada por el autor</i></p>	<p><i>Algas verdes-plaktosphaeria gelatinosa</i> Células aisladas o en pequeños grupos rodeados por una envoltura gelatinosa. Tamaño aproximado: 20 μ m. Su hábitat: plancton de lagos y estanques. Perteneciente a la clase III.</p>

*Tabla 18. Registro microbiológico adquirido de la PTAR de la UMNG
Suministrada por el autor*

CONCLUSIONES

Es importante determinar la cantidad de microorganismos que pueden proliferar en las aguas sin tratar y tratadas por medio de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Para dictaminar el incremento de microorganismos que se están vertiendo al río y el compostaje que se está recogiendo en la PTAR. De la UMNG.

La clasificación e identificación de los microorganismos provenientes de la ptar son datos predominantes para determinar qué tipo de microorganismos proliferan en la PTAR y así poder utilizar con toda certeza la venta de compostaje para beneficio de la universidad.

La información obtenida para conocer la verdadera productividad de la ptar en cuanto a la cantidad y calidad de agua residual. Da como resultado una planta apta para la demanda de personas que estas ocupando el campus universitario. Dando a entender que este complejo está cumpliendo con las tareas exigidas por la universidad en cuanto remoción de microorganismos y tratamiento de aguas residuales.

Se recomienda tener continuidad en el desarrollo del monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) para obtener una base de datos más amplia y consistente de las diferentes épocas del año. De igual modo un monitoreo regular a lo largo de la planta para ampliar los datos y observar la proliferación de microorganismos emergentes que se necesiten estudiar.

BIBLIOGRAFÍA

- **ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU)**, Departamento de Economía y Asuntos Sociales: División para el Desarrollo Sostenible. 1992. Agenda 21. .En:
- <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21spchapter18.htm>
- **PINILLA G.** Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Bogotá, Colombia. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones; 1998. 67 p.
- **APHA**, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, New York, (1992).
- **WILLIAMS and WILKINS.** Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, Baltimore, (1994).
- **OMS.** Guías para la Calidad del Agua Potable, Vol. 3, Publicación Científica N° 58, Organización Panamericana de la Salud, Washington, (1988).
- **M.T. MADIGAN, J.M. MARTINKO y PARKER J.** Brock, Biología de los Microorganismos, Prentice Hall, Madrid, 2004.
- **J. RODIER**, Análisis de las aguas, Omega, Barcelona, (1989).
- **MASKEW FAIR, Gordon.** Ingeniería sanitaria y de aguas residuales. México. Editorial Limusa, 1990.
- **TORTORA, G; FUNKE, B y CASE, C.** Introducción a la Microbiología. Madrid, España. Editorial Panamericana, 2007.