

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DE LA COLONIA EULALIO GUTIÉRREZ

TREVIÑO, SALTILLO, COAHUILA.

POR

BONIFACIO JIMÉNEZ SALAZAR

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO

DE:

INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACIÓN

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISION DE INGENIERIA**

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



**CALIDAD DE AGUA RESIDUAL DE LA COLONIA EULALIO GUTIÉRREZ
TREVIÑO, SALTILLO, COAHUILA.**

POR

BONIFACIO JIMÉNEZ SALAZAR

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA

ASESOR(A) PRINCIPAL

DRA. MANUELA BOLÍVAR DUARTE

COASESOR

COASESOR

M. C. GREGORIO BRIONES SÁNCHEZ DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

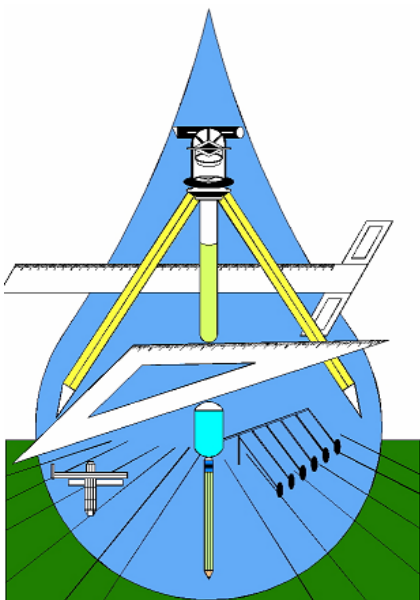
DR. RAÚL RODRÍGUEZ GARCÍA

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO
JUNIO 2008**

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater (UAAAN) por darme la oportunidad de formar parte de su historia y hacerme sentir honrado de la distinción de Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente. Alma Terra Mater te llevare en mi corazón en donde quiera que me encuentre y pondré en alto tu nombre como una gran Institución Agraria del país.

Al Departamento de Riego y Drenaje por formar parte de su leyenda y tradición en la formación de excelentes profesionistas para el agro mexicano y a todo el personal de docencia que la forman como el mejor departamento de la UAAAN.



Y a todos aquellos que ya no están y que fueron los pioneros en la formación de esta carrera.

Dra. Manuela Bolívar Duarte

Dr. Raúl Rodríguez García

Dr. Alejandro Zermeño González

Dr. Salvador Muñoz Castro

Dr. Felipe de Jesús Ortega

Dr. Javier de Jesús Cortés Bracho

Dr. Julio Méndez Berlanga

Mc. Sergio Z. Garza Vara

Mc. Gregorio Briones Sánchez

Mc. Luís Samaniego Moreno

Mc. Luís Edmundo Ramírez Ramos

Mc. Lindolfo Rojas Peña

Ing. Fernando Augusto Villareal

Ing. Tomás Reina Cepeda

A la Dra. Manuela Bolívar Duarte por darme la confianza y apoyo moral en todo momento, por compartir conmigo sus conocimientos y su valioso tiempo para realizar este trabajo. Gracias Dra. Manuela Que Dios la Bendiga a usted y a su familia.

A mis Asesores gracias por la dedicación que le dieron a este trabajo de tesis, por su valioso tiempo, que Dios los Bendiga a cada uno de ustedes.

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por permitirme concluir esta etapa de la vida e iluminar mi existencia desde el cielo, por las pruebas que me hacen crecer como persona y ser humano y que me permiten dar lo mejor de mí.

“Cuando veo tus cielos, obra de tus dedos,

La luna y las estrellas que tú formaste,

Digo: ¿Qué es el hombre, para que tengas de él memoria,

Del hijo del hombre, para que lo visites”?

A MIS ABUELO(A) S:

PATERNOS

Bonifacio Jiménez Antonio. Que Dios te tenga en su gloria, admiro tus hechos que llegaste a realizar en vida, aunque ya no estés con nosotros te dedico este trabajo.

Rosa Salvador Cruz. Gracias por tus consejos, te dedico este trabajo y compartir contigo mis éxitos y Dios te siga dando una larga vida. Gracias y Dios te bendiga.

MATERNOS.

Miguel Salazar. Gracias por el apoyo moral que me brindaste en todo mi camino, Dios te bendiga y te siga conservando en este mundo.

Josefa Antonio. Gracias por el apoyo moral y por tus grandes consejos de sabio que me transmitiste en todo mi camino, Dios te bendiga y te siga dando larga vida.

A MIS PADRES:

Sra. María Salazar Antonio. A ti mamá te dedico mis desvelos y trabajo por ser una mujer extraordinaria, maravillosa, por traerme a este mundo y ser un ejemplo de lucha en la vida, te agradezco tú apoyo incondicional, tu amor, tu cariño y todo lo que haces por mí, te amo mamá.

Sr. Pedro Jiménez Salvador. Papá por tu apoyo y porque gracias a ti he podido cumplir mi sueño, a ti te dedico este trabajo, pues más que míos son tuyos, por el orgullo de ser hijo de un hombre extraordinariamente maravilloso, gracias papá.

Porque ustedes siempre están aquí en las buenas y en las malas; me educan, me aconsejan, me imparten valores para conducirme correctamente y me ofrecen el sabio consejo en el momento oportuno; por hacerme un hombre de bien y por darme la mejor herencia, gracias, Dios los bendiga por siempre.

A MIS PADRES

Han sufrido tanto por mi causa lo sé,
han llevado mi mundo en sus espaldas,
yo no he sabido como aligerar sus cargas,
no sé si soy una esperanza o sólo un
compromiso.

Están cuidando de mí...
Con la voz que tranquiliza,
tranquiliza tiernamente a quien la escucha,
Con la mirada que reconforta,
a quien se atreve a mirarlos.

Que decir de su amor...
El amor que no acaba.
El amor verdadero.
El amor que sembraron un día.

Mirarán el fruto de su semilla...
y verán que no fue en vano su cuidado.
Contemplan con dicha su esfuerzo...
y verán que es un buen hombre el que los mira.

Cuando la vida parecía matarme
Allí estaban...
Con sus manos tratando de ayudar.
Con sus fuerzas para levantarme.

Sufrían por mí...
Por un simple hijo.
Por quien tantas veces prefirió no escuchar.
Por quien su esfuerzo es más de lo que merezco.

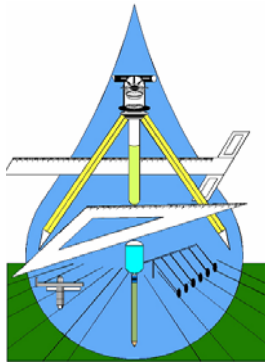
Padres...
La palabra le queda chica a tanta grandeza.
Los versos son pocos...
más su amor es eterno.

Sus sacrificios...
solo fueron para hacerme feliz.
Sus cuidados...
para ver a un gran ser humano.

¡No serán defraudados!...
Sabremos resistir al engaño.
No teman...
Que sus consejos...
Son el escudo para soportar la vida.

El triste día...
En que tenga que verlos partir.
En que al mirar no vea su rostro.
Sé que su espíritu estará aquí...

Sentados en las nubes
Podrán verme vivir
Serán ángeles eternos
Que cuidarán de mí...



Orgullosamente su hijo:
Bonifacio
Jiménez
Salazar

A MIS HERMANOS:

Por toda la admiración que te tengo, por el ser humano tan grande que eres, a ti, Rosa, mi hermana, te agradezco que siempre estés conmigo, por tu apoyo incondicional, te amo mucho hermana. A ti Josefa, por ser la más pequeña de la familia y por tu ternura con que me despedías. Gracias a ti, María, Pedro, Miguel por el apoyo moral que me brindaron en todo momento. Dios los bendiga.

A MIS AMIGOS(A):

Andrés F., Ignacio G., Ignacio G. Jr., Guadalupe de G., José L., Geraldo, Manuel Fco., José, Simón P., Mariano Fco., Lorenzo G., Manuelito, Rodrigo R., Eduardo R., Victorino O., Evelia J., Rocío J., Guadalupe J., Fátima J., Catarina J., Rosa P., Teresa B., Juana B., Marisol B. Anaí B., Claudia G., Eloisa J., Estela M., Judith R., Rebeca, Hortensia, Rosa A., Areli García., Elizabeth V., Magdalena, Remedios D., profa. Arminda González por animarme a estudiar, por ser las personas en quien puedo confiar y que me han ayudado en cada momento difícil de mi vida y a todos aquellos que omití sus nombres, gracias.

Quiero mencionar de manera muy especial a una gran familia que sin conocerme me dieron cobijo y una mano amiga en todo momento en las buenas y en las malas de manera incondicional y la confianza sin pedirme nada a cambio. Ellos son parte de mi vida y me refiero a la familia Méndez Betancourt de la colonia Eulalio Gutiérrez Treviño (Ranchito). Ellos son:

Sr. Pomposo Betancourt Silva

Sr. Rubén Méndez Salas

Sr. Rubén Méndez Betancourt

Sra. María Ester Betancourt

Joven Rolando Méndez Betancourt

Srita. Yadira Yeseña Méndez Betancourt

Familia Méndez Betancourt gracias a todos ustedes por ser grandes amigos(a), los llevaré en mi corazón y los recordaré a cada instante de mi existencia, donde quiera que me encuentre siempre pediré por ustedes que Dios todo poderoso los bendiga por siempre.

INDICE DE CONTENIDO	
AGRADECIMIENTOS	Pág iii
DEDICATORIAS	v
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen del Agua en la Tierra.....	3
Origen de la Contaminación de las Aguas.....	4
Agua Residual.....	5
1. Fuentes Naturales.....	5
2. Fuentes de Origen Humano.....	5
a). Industriales.....	5
b). Vertidos Urbanos.....	7
c). Navegación.....	7
d). Agricultura y Ganadería.....	7
Composición de las Aguas Residuales.....	8
Efectos de la Contaminación del Aguas.....	8
1. Efectos físicos.....	8
2. Efectos químicos.....	8
3. Efectos biológicos.....	8
Técnica de Muestreo.....	10
1. Muestreos en tomas.....	11
2. Muestreos en descargas libres.....	11
3. Muestreo en canales y colectores.....	12
Procedimiento de Muestreo.....	12
1. Muestreo manual.....	12

2. Muestreo automático.....	14
Preservación de la Muestra.....	14
Parámetros de Calidad de las Aguas.....	18
Norma Oficial Mexicana – 001 – ECOL – 1996.....	20
Método de Análisis.....	21
1. Características Físicas.....	21
2. Características Químicas Inorgánicas.....	21
3. Características Químicas de Compuestos Orgánicos Agregados...	22
4. Características Químicas de Compuestos Orgánicos Individuales.	22
5. Características Biológicas.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
Ubicación.....	24
Materiales y Equipos.....	25
Procedimiento de Muestreo.....	25
Muestreo Manual.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
Parámetros hidráulicos.....	27
Parámetros Físico-Químicos.....	29
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
VI. LITERATURA CITADA.....	34
VII. ANEXOS.....	36

INDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Tipos de industrias y los principales contaminantes que producen.....	6
Cuadro 2.	Composición típica del agua residual domestica.....	9
Cuadro 3.	Principales enfermedades relacionadas con el agua como principal mortalidad de países bajos. (Comisión nacional del agua 2005).....	10
Cuadro 4.	Tiempo de almacenamiento, preservación, volumen y Tipo de material utilizado para las muestras.....	15
Cuadro 5.	Tiempo de almacenamiento, preservación y volumen de muestra (IMTA, 2000).....	16
Cuadro 6.	Preservadores o conservadores más utilizados.....	16
Cuadro 7.	Norma Oficial Mexicana - 001 – ECOL – 1996. Niveles máximos permisibles de contenidos físico-químicos en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.....	20
Cuadro 8.	Material, equipo y parámetros en las que fueron usados.....	25
Cuadro 9.	Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos (8-sep-2007).....	29
Cuadro 10.	Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos (9-sep-2007).....	30
Cuadro 11.	Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos (12-sep-2007).....	30
Cuadro 12.	Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos (13-sep-2007).....	31
Cuadro 1A	Promedios de carga hidráulica, gasto y velocidad.....	37
Cuadro 2A	Promedios de los parámetros físico-químicos.....	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del sitio de muestreo del efluente.....	24
Figura 2.	Parámetros hidráulicos del día sábado 8 de septiembre del efluente.....	27
Figura 3.	Parámetros hidráulicos del día domingo 9 de septiembre del efluente.....	27
Figura 4.	Parámetros hidráulicos del día miércoles 12 de septiembre del efluente.....	28
Figura 5.	Parámetros hidráulicos del día jueves 13 de septiembre del efluente.....	28

RESUMEN

El trabajo realizado se llevó a cabo en la descarga del efluente de la Colonia Eulalio Gutiérrez Treviño, localizada al suroeste de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con la finalidad de evaluar los parámetros hidráulicos y calidad del agua residual.

En la medición de los parámetros hidráulicos se utilizó un muestreador automático SIGMA 900 MAX para la determinación de: gastos (m^3) velocidad (m/s) y la carga hidráulica (cm) y los parámetros de calidad del agua residual fueron: pH, demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO_5), demanda química de oxígeno (DBO), sólidos volátiles (SV), sólidos totales (ST), sólidos suspendidos (SS), conductividad eléctrica (CE), grasas, nitrógeno total (NT), fosfato total, sustancia activa al azul de metileno (SAAM)

El máximo gasto se presentó el miércoles 12 de Septiembre a las 7:00 con un gasto de $256.416 m^3/día$ y los días 9, 12 y 13 de Septiembre no se registraron gastos en las horas de 1:00 a 8:00. Con los parámetros de calidad obtenidos en el laboratorio nos indica que el día 8, 10 y 11 de Septiembre sólo pasó pH excepto el jueves 9 de Septiembre de los nueve parámetros evaluados de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana - 001 – ECOL – 1996 en donde se establece los límites máximos permisibles para la descarga a de aguas y bienes nacionales, con ellos se concluye que es necesario el tratamiento para cumplir en los marcados por dicha norma para realizar la descarga de aguas residuales.

Palabras claves: Agua residual, parámetros hidráulicos y parámetros de calidad.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional de asentamientos humanos tiene sus consecuencias en la modificación del medio ambiente y de los recursos naturales que en él existen; uno de los recursos más importantes para la vida ha sido afectado drásticamente desde el inicio en que el hombre se transforma de nómada a sedentario, es decir, se establece en un solo lugar. El recurso agua que constituye un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas. Resulta difícil imaginar cualquier tipo de actividad en la que no se utilice el agua de una u otra forma; dichas actividades pueden ser en la industria, actividades agrícolas, urbanas, domésticas, desechos de sustancias sólidas y líquidas de las grandes compañías, hospitales, laboratorios, etc. Cada uno de estas actividades contamina y modifican la pureza del vital líquido.

Para contrarrestar este problema, ha sido necesario realizar muestreos para la determinación de calidad de aguas residuales y parámetros hidráulicos del efluente, para ello es necesario tener el conocimiento de los tipos de muestreos que existen, así como la frecuencia con que se deben de llevar a cabo estas actividades, el tipo de material para muestreos, temperatura de conservación y técnicas de análisis en el laboratorio para la determinación

de parámetros de calidad de aguas residuales y realizar comparaciones con las normas oficiales establecidas por las instituciones competentes.

Justificación

El muestreo de agua residual fue para recabar datos de soporte técnico para el diseño de una planta de tratamiento, además los datos de calidad sirvieron para realizar una comparación con los parámetros establecidos en la norma oficial mexicana.

Objetivos

- ❖ Determinar los parámetros del efluente de la Colonia Eulalio Gutiérrez Treviño, Saltillo, Coah.

- ❖ Determinación de la calidad del agua residual de la Colonia Eulalio Gutiérrez Treviño, Saltillo, Coah.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Agua en la Tierra

En la actualidad se plantean dos teorías sobre el origen del agua (<http://club.telepolis.com/geografo/clima/agterrt.htm>):

a) Teoría volcánica

b) Teoría extraterrestre de los meteoritos transportadores de agua.

a) Teoría volcánica: Plantea que el agua se formó en el centro de la Tierra, por reacciones a altas temperaturas (527 °C) entre átomos de hidrógeno y oxígeno. Estas fueron expelidas a la superficie terrestre en forma de vapor; algo de este vapor de agua pasó a formar parte de la atmósfera primitiva (carecía de oxígeno molecular), y otra parte se enfrió y condensó para formar el agua líquida y sólida de la superficie terrestre. Este proceso tomó millones de años y se cree actualmente que el agua está presente en la Tierra hace unos 3,800 millones de años.

b) Teoría extraterrestre de los meteoritos transportadores de agua: Se afirman que el agua llegó a la Tierra en forma de hielo, en el interior de numerosos meteoritos, que liberaron este compuesto y llenaron los océanos (o al menos parte de ellos). Descubrimientos que constituyen la primera evidencia sólida para este suceso: análisis del cometa S4 LINEAR han mostrado una similitud la

composición y estructura química de éste con el agua que actualmente existe en los océanos de la Tierra, así como estudios de presencia de deuterio (D_2O), átomos de hidrógeno con un neutrón extra, característicos de este tipo de cometas, inclusive en las profundidades de los mares. Siendo que el D^2O se encuentra en toda el agua —independientemente del tipo de cuerpo de agua o la profundidad— en una relación natural aproximada de 99,85 por ciento de H y 0,15 por ciento de D.

Si bien ambas teorías son muy distintas y tienen poco en común, todavía dejan algunas dudas sobre su validez, ya que ninguna de ellas explica del todo el origen del agua en el planeta.

Origen de la Contaminación de las Aguas

La contaminación de las aguas procede de diferentes fuentes. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos muchos de los cuales van a parar al agua y el uso de medios de transporte fluviales y marítimos que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas. También se consideran las fuentes naturales y antropogénicas de contaminación, estudiando dentro de estas últimas las industriales, los vertidos urbanos, las procedentes de la navegación y de las actividades agrícolas y ganaderas. El agua que contiene todos estos contaminantes son llamados aguas residuales o aguas negras.

(http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/120P_rocC.htm)

Agua Residual

Son aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos o es el resultado de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua. (Departamento de sanidad del estado de Nueva York. 1986)

Las fuentes de aguas residuales se describen a continuación:

(http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/120P_rocC.htm)

1. Fuentes Naturales

Algunas fuentes de contaminación del agua son naturales. Por ejemplo, el mercurio que se encuentra naturalmente en la corteza de la Tierra y en los océanos contamina la biosfera mucho más que el procedente de la actividad humana. Algo similar pasa con los hidrocarburos y con muchos otros productos. Estas fuentes de contaminación natural son dispersas y no provocan concentraciones altas de contaminación.

2. Fuentes de Origen Humano

Hay cuatro focos principales de contaminación antropogénica.

a). Industriales

Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos. Normalmente en los países desarrollados muchas industrias poseen eficaces sistemas de

depuración de las aguas, sobre todo las que producen contaminantes más peligrosos, como metales tóxicos. En el cuadro 1 se mencionan los tipos de industrias y los contaminantes que producen.

Cuadro 1. Tipos de industrias y los principales contaminantes que producen.
(<http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/120ProcC.htm>)

Sector Industrial	Substancias contaminantes principales
Construcción	Sólidos en suspensión, metales.
Minería	Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica, pH, cianuros.
Energía	Calor, hidrocarburos y productos químicos.
Textil y piel	Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, ácidos acético y fórmico, sólidos en suspensión.
Automoción	Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales.
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.
Siderurgia	Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones, sosas y ácidos.
Química inorgánica	Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, F, Mn, Mo, Pb, Ag, Se, Zn, etc. y los compuestos de todos ellos.
Química orgánica	Organohalogenados, organosilícicos, compuestos cancerígenos y otros que afectan al balance de oxígeno.
Fertilizantes	Nitratos y fosfatos.
Pasta y papel	Sólidos en suspensión y otros que afectan al balance de oxígeno.
Plaguicidas	Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, biocidas, etc.
Fibras químicas	Aceites minerales y otros que afectan al balance de oxígeno.
Pinturas, barnices y tintas	Compuestos organoestámicos, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, etc.

b). Vertidos Urbanos

La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias: emisiones de los automóviles (hidrocarburos, plomo, otros metales, etc.), sales, ácidos, etc.

c). Navegación

Produce diferentes tipos de contaminación, especialmente con hidrocarburos. Los vertidos de petróleo, accidentales o no, provocan importantes daños ecológicos marina.

d). Agricultura y Ganadería

Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas.

Se llama vertidos directos a los vertidos que no se hacen a través de redes urbanas de saneamiento y por tanto son más difíciles de controlar y depurar.

Composición de las Aguas Residuales

La composición de las aguas residuales se refiere a las cantidades de constituyentes físicos, químicos y biológicos presentes en las aguas residuales.

En el cuadro 2. Se presentan datos típicos sobre la composición de las aguas residuales. En función de las concentraciones estos constituyentes, podemos clasificar el agua residual concentrada, media o débil. Tanto los constituyentes como sus concentraciones presentan variaciones en función de la hora del día, el día de la semana, el mes del año y otras condiciones locales. (Metcalf y Eddy, 1996)

Efectos de la Contaminación del Aguas

Los efectos causados por aguas contaminadas, pueden ser:

1. Efectos físicos.

Como mal olor, cambio de color, enturbiamiento, fermentación, cambio de temperatura, etc.

2. Efectos químicos.

Como la disminución de la concentración necesaria de oxígeno para la vida acuática.

3. Efectos biológicos.

Como la muerte de plantas y animales, así como la producción de enfermedades en el hombre (Comisión Nacional del Nacional del Agua, 2005) como se muestra en el Cuadro No. 3.

Cuadro 2. Composición típica del agua residual domesticas (Metcalf y Eddy, 1996).

Contaminantes	Unidades	Concentración		
		Débil	Media	Fuerte
Sólidos totales (ST)	Mg/l	350	720	1,200
Sólidos disueltos totales (SDT)	Mg/l	250	500	850
Fijos	Mg/l	145	300	525
Volátiles	Mg/l	105	200	325
Sólidos en suspensión (SS)	Mg/l	100	220	350
Fijos	Mg/l	20	55	75
Volátiles	Mg/l	80	165	275
Sólidos sedimentables	Ml/l	5	10	20
Demanda Bioquímica de oxígeno, 5 días, 20°C (DBO ₅ ,20°C)	Mg/l	110	220	400
Carbono Orgánico Total (COT)	Mg/l	80	160	290
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Mg/l	250	500	1.000
Nitrógeno	Mg/l	20	40	85
Orgánico	Mg/l	8	15	35
Amoníaco libre	Mg/l	12	25	50
Nitritos	Mg/l	0	0	0
Nitratos	Mg/l	0	0	0
Fósforo	Mg/l	4	8	15
Orgánico	Mg/l	1	3	5
Inorgánico	Mg/l	3	5	10
Cloruros ^a	Mg/l	30	50	100
Sulfatos ^a	Mg/l	20	30	50
Alcalinidad	Mg/l	50	100	200
Grasas	Mg/l	50	100	150
Coniformes Totales ^b	n.º/100ml	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹
Compuestos Orgánicos Volátiles	Mg/l	<100	100-400	>400

^a Los valores se deben de aumentar en la cantidades que estos compuestos se hallen presenten en las aguas de suministro.

^b se debe de consultar en tabla.

Cuadro 3. Las principales enfermedades relacionadas con el agua como principal mortalidad de países bajos (Comisión Nacional del Agua, 2005).

Enfermedades	Datos estadísticos
Diarreicas	Cada año muere 1.8 millones de personas, de ellos el 90 % son niños menores de 5 años. El 88 % de enfermedades se atribuye a la mala calidad del agua e higiene inadecuado.
Malaria	Cada año se presenta 396 millones de casos y 1.3 millones de personas mueren, el 90 % son niños menores de 5 años. A nivel mundial el 90 % de muertes es en África.
Esquistosomiasis	Enfermedad causada por una larva que se encuentran muchas veces en acequias de riego y en aguas estancadas. De los 200 millones infectados en el mundo el 80 por ciento del contagio se produce en África.
Parásitos intestinales	133 millones de personas sufren de infecciones intestinales por parásitos, esta enfermedad causa 9400 muertes cada año.
Encefalitis japonesa	El 20 % de los casos mueren y el 35 % sufren de daño cerebral.
Otras enfermedades	
Hepatitis A	Cada año hay 1.5 millones de casos de hepatitis clínica
Fluorosis	Esta enfermedad se da tanto en los dientes como en los huesos y es por la presencia de flúor en el agua.
Arsénico	Se debe a que las aguas subterráneas han sido contaminadas con arsénico inorgánico y pueden causar cáncer de vejiga, riñón, pulmón e incluso enfermedades cardiovasculares.

Técnica de Muestreo

Gómez y Mantilla (2000) mencionan los tipos de muestreos:

1. Muestreos en tomas

Cada toma de muestreo debe tener una válvula de cierre que permita el paso de las aguas residuales y de los materiales que pueden contener, además de proporcionar un cierre hermético de la toma. Esta válvula y los accesorios necesarios para su instalación, debe de ser de materiales similares a los de la toma o conductos en los que se instalen. La toma debe de tener un diámetro adecuado con la menor longitud posible, situando las válvulas de tal manera que las muestras sean representativas de la descarga. Para la toma se deja fluir un volumen aproximadamente igual a 10 veces la cantidad de la muestra y a continuación se llena el recipiente de muestreo.

2. Muestreos en descargas libres

Cuando las aguas residuales fluyen libremente en forma de chorro, debe emplearse el siguiente procedimiento.

- El recipiente muestreador se debe de enjuagar repetidas veces antes de efectuar el muestreo.
- Se introduce el recipiente muestreador en la descarga o de ser posible se toma directamente la muestra en su recipiente.
- La muestra se transfiere del recipiente muestreador al recipiente para la muestra, cuidando que ésta siga siendo representativa.

La muestra debe agitarse constantemente para que no se sedimente.

3. Muestreo en canales y colectores

Se recomienda tomar las muestras en el centro del canal o colector, de preferencia en lugares donde el flujo sea turbulento a fin de asegurar un buen mezclado.

Si se va a evaluar el contenido de grasas y aceites, se deben tomar porciones, a diferentes profundidades, cuando no haya mucha turbulencia para asegurar una mayor representatividad. El recipiente muestreador se debe enjuagar repetidas veces con el agua por muestrear antes de efectuar la toma de muestra. El recipiente muestreador o botella y sostenido con la mano, se introduce en el agua y se extrae la muestra a un tercio de la profundidad.

Procedimiento de Muestreo

Los mismos autores describen el procedimiento a seguir en el muestreo que se mencionan enseguida:

1. Muestreo manual

El muestreo manual se realiza por una persona entrenada para recolectar las muestras en los sitios y tiempos definidos. Esto implica la necesidad de un desplazamiento continuo del muestreador durante el tiempo para generar las muestras simples y / o las compuestas. El procedimiento general utilizado para el muestreo en corrientes es el siguiente.

- Se localiza el sitio de acuerdo a su ubicación previa en el plano y se procede a la recolección de la muestra dependiendo del sitio del que se trate.
- Los recipientes del muestreo deberán ser previamente identificados por medio de una etiqueta autoadherible e impermeable en el laboratorio con marcador a prueba de agua, de tal manera que en el momento de tomar la muestra correspondan a los sitios previamente seleccionados anotando la fecha y la hora en que se toma la muestra y los parámetros a analizar.
- Se recomienda determinar primero el flujo en el centro de la corriente, midiendo con el estadal marcando la profundidad total y se procede a ajustar la posición del medidor de velocidad a un tercio de la profundidad total.
- En el mismo sitio y a la misma altura donde se mide el flujo, se introduce el recipiente muestreador en el agua.
- Suba el muestreador y enjuáguelo con el agua colectada.
- En seguida, tome la muestra y determine los parámetros de campo de acuerdo a lo indicado.
- La muestra se trasfiere al recipiente con ayuda de un embudo y se enjuaga tres veces antes de depositar el volumen adecuado.
- Se repite el procedimiento de muestreo hasta llenar el recipiente para los análisis de laboratorio, utilizando los procesos de preservación indicados.

2. Muestreo automático

Los muestreadores automáticos son equipos que permiten la obtención de muestras compuestas proporcionales al flujo y a intervalos previamente programados. Los equipos existentes en el mercado, pueden incluir recipientes de diferentes capacidades, determinación de parámetros de campo incluyendo el gasto y la preservación a temperatura de refrigeración. Las ventajas de estos equipos es que permite reducir el error humano siendo su principal desventaja su costo. Se permite el empleo de muestreadores automáticos siempre y cuando se operen de acuerdo con las instrucciones del fabricante, además de darles el mantenimiento adecuado, asegurando de esta manera la obtención de muestras representativas. Se pueden utilizar en descargas libres, canales y colectores.

PRESERVACION DE MUESTRA

Las muestras se preservan con el objeto de detener o retardar las reacciones químicas que sufren después de su recolección alterando su composición original. Y en el cuadro No. 4 se muestran el tiempo de almacenamiento, preservación, volumen y tipos de recipiente para las muestras (Jaramillo,2003), en el cuadro No. 5 se describe los tiempo de almacenamiento, preservación, volumen , tipos de recipiente y tipos de muestras para cada parámetro (IMTA, 2000) y en el cuadro No. 6 nos muestran los preservadores más utilizados (Sociedad Mexicana de Aguas A.C., 2005).

Cuadro 4. Tiempo de almacenamiento, preservación, volumen y tipo de material utilizado para las muestras (Jaramillo, 2003).

Análisis	Material del recipiente	Vol. Min. De muestra	preservación	Tiempo máx. de almacenamiento	
				Recomendado	reglamento
Turbiedad	Plástico. vidrio	50	Inmediatamente O refrigere en oscuridad por 24h	24h	48h
Conductividad	Plástico, vidrio	500	Refrigere a 4°C	28d	28d
Alcalinidad	Plástico, vidrio	100	Refrigere a 4°C	24h	14d
Oxígeno disuelto	Vidrio	300	6 inmediatamente	0.5h	No establecida
Electrodo			Inmediatamente o acidifique	8h	8h
Método Winkler					
DBO	Plástico. vidrio	1,000	Refrigere a 4°C	6h	48h
DQO	Plástico. vidrio	100	Inmediatamente, Añada H ₂ SO ₄ hasta pH <2 y refrigere a 4°C	7d	28d
Sólidos	Plástico. vidrio	300	Refrigere a 4°C	7d	2-7d
Grasas y aceites	Vidrio	1,000	Añada H ₂ SO ₄ hasta pH <2 y refrigere a 4°C	28d	28d
Metales pesados	Plástico. Vidrio enjuagado con HNO ₃		Metales disueltos.- filtre inmediatamente, HNO ₃ hasta pH<2 y refrigere a 4°C	6meses	6meses
Amonio (N-NH ₄)	Plástico. vidrio	500	Ninguna o añada H ₂ SO ₄ hasta pH <2 y refrigérese	7d	28d
Nitrato (N-NO ₃)	Plástico. vidrio	100	Ninguna o refrigere	48h	48h
Nitrito(N-NO ₂)	Plástico. vidrio	100	Ninguna o refrigere	Ninguna	48h
Nitrógeno Proteico y kjeldahl(NTK)	Plástico. vidrio	500	Refrigere o añada H ₂ SO ₄ hasta pH <2	7d	28d
Fosfato (P-PO ₄ y P-PT)	Vidrio enjuagado con HNO ₃	100	Fosfato disuelto filtre inmediatamente y refrigere	48h	X
Coniformes fecales	Vidrio neutro(estéril)	100	Refrigere a 4°C	6h	Ninguno
Huevo de Helmintos	plástico	200	Influyente Efluente	1 semana	X

Cuadro 5. Tiempo de almacenamiento, preservación y volumen de muestra.
(IMTA, abril 2000)

parámetros	Recipientes	Vol. Min. muestra	Tipo de muestra	Preservación	Tiempo de conservación Recomendado/EPA
Alcalinidad	Plástico, vidrio	200 ml	simple	Refrigeración	24h / 14d
DBO	Plástico, vidrio	1,000ml	simple	Refrigeración	6h / 48h
DQO	Plástico, vidrio	100 ml	Simple, compuesta	H ₂ SO ₄ pH <2	7d / 28d
Nitrógeno Amoniacal	Plástico, vidrio	500 ml	Simple, compuesta	H ₂ SO ₄ pH <2	7d / 28d
Nitratos	Plástico, vidrio	100 ml	Simple, compuesta	Refrigeración	48h (28 días para muestras cloradas)
Nitratos + Nitritos	Plástico, vidrio	200 ml	Simple, compuesta	Refrigeración	Inmediato/28d
Nitritos	Plástico, vidrio	100 ml	Simple, compuesta	Refrigeración	Inmediato/48d
Ortofosfato	Vidrio*	100 ml	simple	Refrigeración	48h
Fósforo total	Vidrio*	100 ml	simple	Refrigeración	28d
Oxígeno disuelto	Vidrio	300 ml	simple	X	Inmediato
Sólidos	Plástico, vidrio	200 ml	Simple, compuesta	Refrigeración	7d / 2 -7d
Coniformes	Plástico	300 ml	simple	Refrigeración	24h
Huevos de helmintos	Plástico	4,000 ml	simple	Refrigeración	Meses
Cianuros	Plástico, vidrio	500 ml	Simple, compuesta	NaOH pH>12	24h / 14d
Clorofila	Plástico, vidrio	500 ml	Simple, compuesta	Refrigeración	24h
Metales pesados	Plástico, vidrio	500 ml	Simple, compuesta	HNO ₃ pH<2	6 meses

* Enjuagar el recipiente con HCl

Cuadro 6. Preservadores o conservadores más utilizados (Sociedad Mexicana de Aguas A.C., 2005).

PRESERVATIVO	ACCIÓN	ANÁLISIS
HgCl ₂	Inhibidor bacteriano	Nitrógeno, Fósforo, Ortofosfatos, Fosfatos
HNO ₃	Solvente de metales, prevenir la precipitación	Metales
H ₂ SO ₄	Inhibidor bacteriano, Formador de sales	Materia orgánica, D.Q.O., carbón orgánico
Refrigeración	Inhibidor bacteriano	Acidez, alcalinidad, materia orgánica, D.B.O.

Los preservadores pueden adicionarse previamente en los recipientes adecuados, como es el caso de la adición de tiosulfato de sodio para muestras con cloro residual para análisis microbiológico. Si la muestra se preserva desde el campo, se debe de seguir el siguiente procedimiento (Gómez y Mantilla, 2000).

- Los reactivos de preservación deben adicionarse con pipetas o goteros con escala a cada recipiente.
- El preservador debe ser grado reactivo analítico o de alta pureza.
- Se debe de utilizar reactivos recientes para cada muestreo.
- Después de la adición de los reactivos se debe verificar el pH, utilizando papel pH o potenciómetro de campo. Si es necesario, debe adicionarse mas reactivo para alcanzar el pH indicado por la tabla 3.
- La cantidad adicional debe de registrarse y debe ser el mismo lote de reactivo para todas las muestras.
- La misma cantidad de preservador se debe añadir a todos los blancos correspondientes.
- La preservación con ácidos se debe de hacer en un área ventilada o en una campana de extracción. cualquier reacción inusual se debe de registrar en las bitácoras u hojas de campo.
- Todos los reactivos para la preservación de las muestras se deben de trasportar en recipientes de plásticos o de teflón para evitar su rompimiento y en contenedores diferentes a los de transporte de las muestras.

Parámetros de Calidad de las Aguas

La calidad del agua se define en relación con el uso o actividad a la que se la quiera dedicar. Y por ello no podemos hablar de buena o mala calidad en abstracto, si no que cada actividad exige una calidad adecuada. Para evaluar los cambios que las diferentes aplicaciones del agua puedan originar en su calidad, empleamos parámetros físicos, químicos o biológicos. A estos parámetros se los denomina indicadores de calidad del agua. (Seoáñez, 1999.)

El mismo autor considera que con el fin de poder establecer los límites dentro de los cuales una modificación de los componentes del agua pueda ser aceptada de manera que no resulte impropia para los distintos usos o para el medio mismo. En las reglamentaciones internacionales se establece distintas limitaciones.

- La concentración máxima recomendada representa un tope alcanzar. Si el agua se encuentra dentro de esta limitación se puede asegurar su excelente calidad.
- La concentración máxima aceptable representa un límite a partir del cual ya no se puede garantizar la calidad del agua, pues aparecen una serie de factores que resulta incómodos al consumidor.
- La concentración máxima admisible representa el punto a partir del cual las aguas no sólo representan características molestas para el consumidor, si no que su ingestión puede resultar peligrosa para la

salud y por tanto el consumo de este tipo de aguas debe quedar prohibido.

En los últimos años se han desarrollados diferentes métodos de conservación. Cada vez más prácticos, especialmente a la hora de estabilizar componentes del agua que tengan gran inestabilidad. Sin embargo, no existe un método de conservación definitivo y hay determinados parámetros que deben ser medidos directamente al obtener la muestra. De éstos, los más importantes son:

- pH
- Temperatura del agua
- Temperatura del aire
- Concentración de oxígeno disuelto.
- Concentración de nitratos.
- Concentración de iones amonio.

El resto de las características propias del agua puede ser determinado en el laboratorio posteriormente, si bien se debe minimizar al máximo el tiempo que trascorra. Entre estos parámetros, los más usuales en la evaluación de niveles de contaminación son:

- DQO
- DBO
- Concentración de coloides
- Contenido de materia decantable
- Contenido en grasas
- Determinaciones bacteriológicas

- Estudios biológicos
- Concentración de fosfatos y detergentes
- Determinación de contaminantes específicos

Norma Oficial Mexicana – 001 – ECOL – 1996

Dentro de la normatividad, se encuentra una parte la Norma Oficial Mexicana - 001 – ECOL – 1996, en donde se establece los límites máximos permisibles para la descarga a de aguas y bienes nacionales. También se mencionan los niveles y tipos de contaminantes como son: grasas y aceites, material flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno₅, nitrógeno total, fósforo total y temperatura, estos se mencionan e el Cuadro No. 7

Cuadro No. 7 Norma Oficial Mexicana - 001 – ECOL – 1996. Niveles máximos permisibles de contenidos físico-químicos en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (DOF, 1996).

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS						
PARÁMETROS	RIOS		EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES		SUELO	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
(mg/l, excepto cuando se especifique)						
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	N.A.	N.A.
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	N.A.	N.A.
Sólidos suspendidos Totales	150	200	75	125	N.A.	N.A.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅	150	200	75	150	N.A.	N.A.
Nitrógeno Total	40	60	40	60	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	N.A.	N.A.

Notas: P. M.= Promedio mensual P. D.= Promedio diario N. A.= No aplica A*= Ausente

Método de Análisis

Los métodos cuantitativos de análisis (Nalco.2001) dice: gravimétricos, volumétricos o físico-químico. En los métodos físico-químicos se miden propiedades diferentes a la masa o al volumen. Los métodos instrumentales de análisis como turbimetría, colorimetría, potenciometría, polarografía, espectrometría de absorción, flurometría, espectroscopia y radiación nuclear son análisis físico-químicos representativos.

El mismo autor clasifica las características de las aguas residuales como sigue:

1. Características Físicas

Las principales características físicas de un agua residual, son su contenido de sólidos, distribución de partículas por tamaño, turbiedad, color, transmitancia/absorbancia, olor, temperatura y densidad.

2. Características Químicas Inorgánicas

Los constituyentes químicos de las aguas residuales son con frecuencia clasificados en inorgánicos y orgánicos. Los inorgánicos incluyen:

1. Elementos individuales como calcio (Ca), cloruro (Cl), hierro (Fe), cromo (Cr) y zinc (Zn).
2. Una amplia variedad de compuestos como nitratos (NO_3) y sulfatos (SO_4).

Los constituyentes químicos inorgánicos de interés comprenden nutrientes, constituyentes no metálicos, metales y gases. Entre los nutrientes inorgánicos están amoníaco libre, nitrógeno orgánico, nitritos, nitratos, fósforo orgánico y fósforo inorgánico. Otras pruebas como pH, alcalinidad, cloruros y sulfatos.

3. Características Químicas de Compuestos Orgánicos Agregados

La materia orgánica en aguas residuales se constituye básicamente de proteínas, carbohidratos, grasas y aceites. La urea, el mayor constituyente de la orina, es otro componente orgánico importante que hace parte de las aguas residuales frescas. Además de las proteínas, carbohidratos, grasas y aceites, las aguas residuales contienen pequeñas cantidades de un gran número de moléculas orgánicas sintéticas, con estructuras que van desde las más simples hasta las extremadamente complejas.

4. Características Químicas de Compuestos Orgánicos Individuales

Los compuestos orgánicos individuales se determinan para evaluar la presencia de contaminantes prioritarios. Los contaminantes prioritarios (orgánicos e inorgánicos) han sido y seguirán siendo seleccionados con base en el conocimiento o sospecha de su efecto carcinógeno, mutagénico y teratogénico o de toxicidad aguda alta. Muchos de los contaminantes orgánicos de prioridad también se clasifican como compuestos orgánicos volátiles (COV).

5. Características Biológicas

Las características biológicas de las aguas residuales son de fundamental importancia en el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano, y por el papel activo y fundamental de las bacterias y otros microorganismos dentro de la descomposición y estabilización de la materia orgánica, bien sea en el medio natural o en planta de tratamientos de aguas residuales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La toma de las muestras se realizo del 5 al 13 de Septiembre del 2007, el sitio se encuentra ubicado dentro la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista saltillo, Coahuila. Dicha área se encuentra localizada al suroeste de la Universidad. Su localización geográfica es $25^{\circ}21'21''$.46 latitud norte y en el meridiano $101^{\circ}02'04''$.99 longitud oeste, con una altitud de 1766 msnm.

UBICACIÓN



Figura 1. Localización del sitio de muestreo del efluente

Materiales y Equipos

A continuación se mencionan los materiales y equipos usados y los parámetros en las que fueron usados estos (Cuadro No. 8)

Cuadro 8. Material, equipo y parámetros en las que fueron usados.

Material y equipo	Parámetro
pH	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	Conductivímetro
Sólidos Sedimentables	Cono Imhoff
Grasas y Aceites	Extracción Soxhlet
Nitrógeno Total(N)	Kjeldahl
Nitrógeno Orgánico	Kjeldahl
Nitrógeno Amoniacal	Kjeldahl
Sustancias Activas al Azul de Metileno	Espectrofotométrico
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Incubación
Demanda Química de Oxígeno	Reflujo Dicromato
Fósforo Total (P)	Espectrofotométrico
Sólidos Suspendidos Totales	Gravimétrico
Sólidos Suspendidos Volátiles	Titulación

Procedimiento de Muestreo

Muestreo Manual

El muestreo fue manual realizado por una persona entrenada para recolectar las muestras en los sitios y tiempos definidos. Esto implica la necesidad de un desplazamiento continuo del muestreador durante el tiempo para generar las muestras simples y / o las compuestas. El procedimiento general utilizado para el muestreo en corrientes fue el siguiente:

- Se localizó el sitio de acuerdo a su ubicación previa en el plano y se procedió a la recolección de la muestra.
- Los recipientes del muestreo se identificaron previamente por medio de una etiqueta autoadherible e impermeable en el laboratorio con

marcador a prueba de agua/ o lápiz, anotando la fecha y la hora en que se toma la muestra y los parámetros a analizar.

- Se determinó primero el flujo en el centro de la corriente, con un registrador automático (SIGMA 900 MAX) compuesto por un sensor y un registrador de datos, con ello se obtuvieron los parámetros de altura, velocidad y el gasto.
- En el mismo sitio y a la misma altura donde se mide el flujo, se introduce en el agua el recipiente muestreador.
- Se subió el muestreador y se enjuagó con el agua colectada.
- En seguida, se tomó la muestra y se determinaron los parámetros de campo de acuerdo a lo indicado. La muestra se transfirió al recipiente y se enjuago tres veces antes de depositar el volumen adecuado.
- Se repite el procedimiento de muestreo hasta llenar el recipiente para los análisis de de laboratorio. utilizando los procesos de preservación indicados en el Cuadro No.6.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros hidráulicos

Los resultados obtenidos en el campo de los parámetros hidráulicos se muestran en las figuras 2, 3,4 y 5, los promedios diarios se mencionan en el anexo cuadro No. 1.

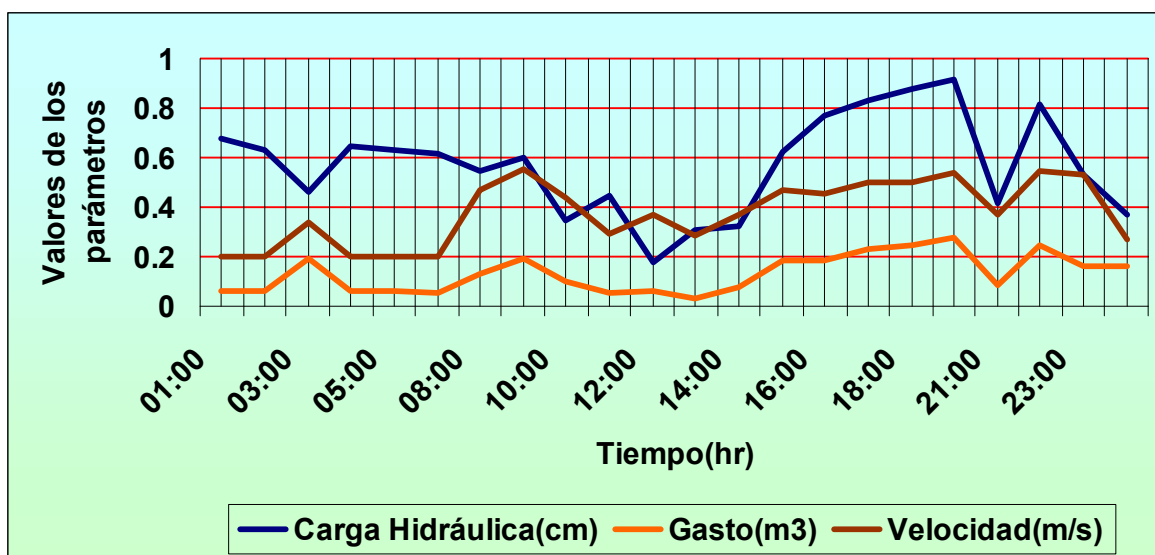


Figura 2. Parámetros hidráulicos del día sábado 8 de Septiembre del efluente

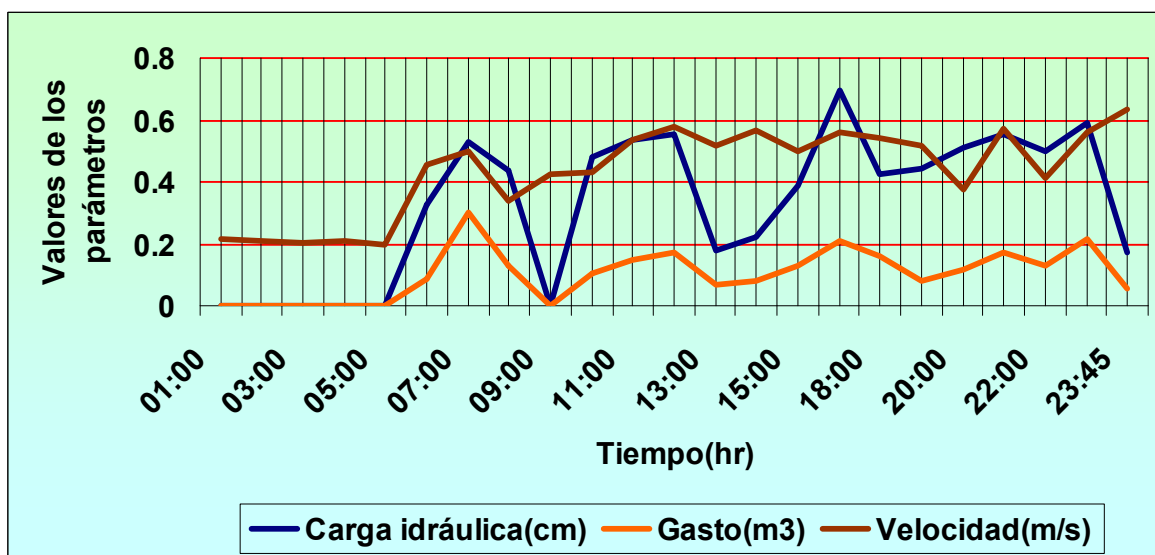


Figura 3. Parámetros hidráulicos del día domingo 9 de Septiembre del efluente

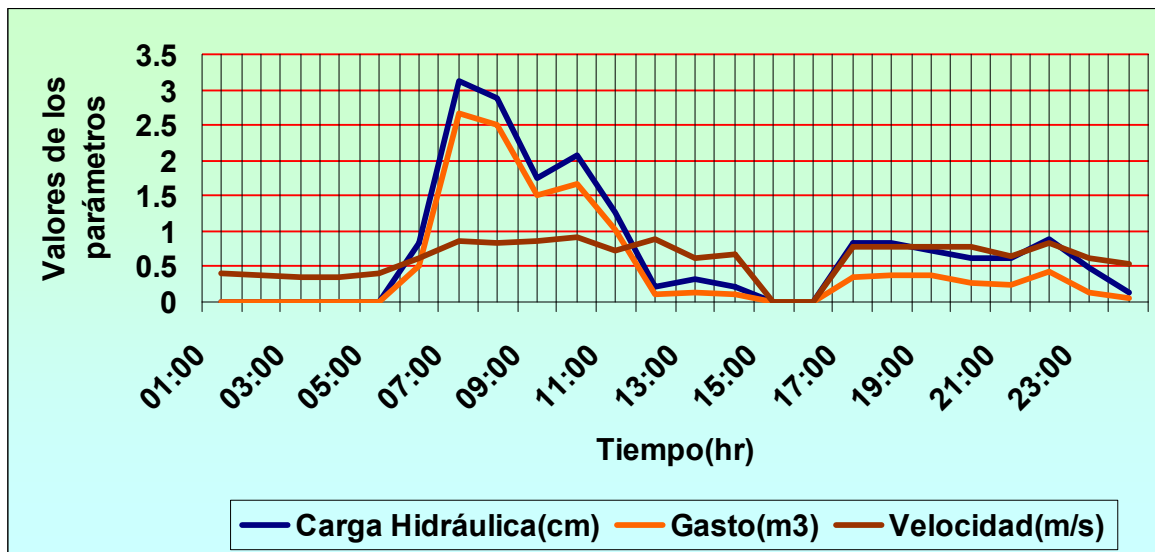


Figura 4. Parámetros hidráulicos del día miércoles 12 de Septiembre del efluente

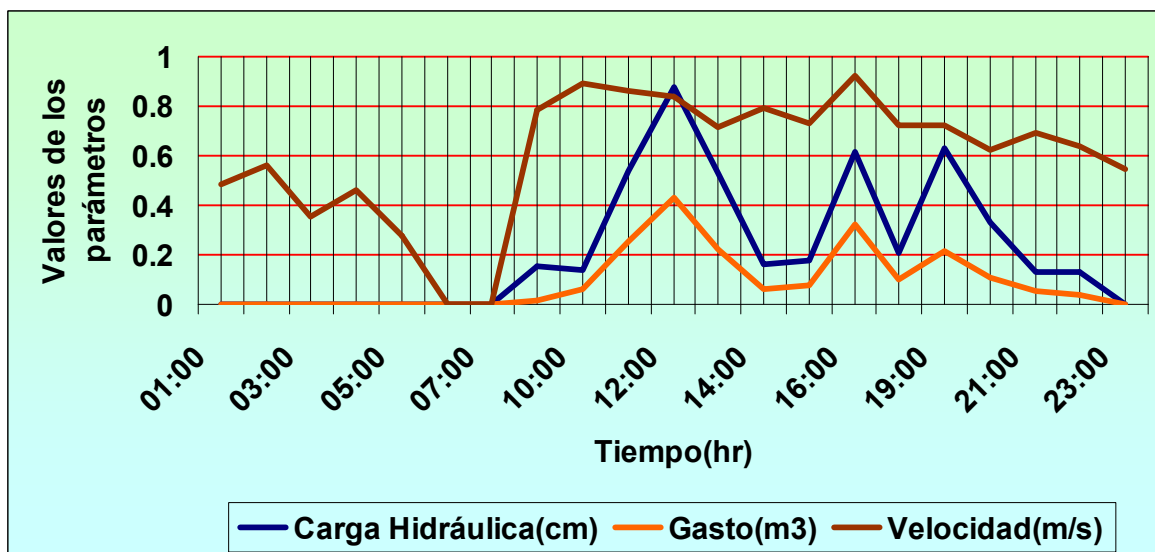


Figura 5. Parámetros hidráulicos del día jueves 13 de Septiembre del efluente

En las figura No. 2. Se pueden observar que a las 19:00 horas el gasto máximo fue de 0.276 m^3 , con ello podemos decir que se obtiene $1.104 \text{ m}^3/\text{hr}$ y resulta $26.496 \text{ m}^3/\text{día}$. El gasto mínimo se obtiene a las 13:00 horas, logrando $2.88 \text{ m}^3/\text{día}$.

En la figura No. 3 se registra el máximo gasto a las 7:00 a.m. con un valor $1.208 \text{ m}^3/\text{hr}$, alcanzando $28.992 \text{ m}^3/\text{día}$; observándose cero gasto de 1:00 a 6:00.

En la figura No. 4 se registra un gasto totalmente exagerado comparado con el resto de los días, observándose el valor máximo registrado a las 7:00 con un gasto de 10.684 m³/hr y 256.416 m³/día.

En la figura No. 5 se registró un gasto máximo de 0.433 m³ a las 12:00 p.m., resultando un gasto de 41.568 m³/día.

Parámetros Físico-Químicos

Datos de calidad de aguas obtenidos en el Laboratorio de Calidad de Aguas del Departamento de Riego y Drenaje de parámetros físico-químicos.

En los Cuadros Nos. 9, 10, 11 y 12 se observa la calidad del efluente en función de la NOM-001-ECOL-1996 y Metcalf y Eddy los promedios diarios de estos parámetros se mencionan en el cuadro No. 2 que se encuentra en el anexo.

Cuadro 9. Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos (8-sep-2007).

Parámetros fisicoquímicos			Metcalf y Eddy		
Parámetros	Laboratorio (calidad de agua residual)	NOM-001-ECOL-1996	Débil	Media	Fuerte
S. T.	1430.667 mg/l		350	750	1200
S. V.	430 mg/l		105	200	325
S. S.	2.5 mg/l		100	220	350
DQO	1153.333 mg/l		250	500	1000
pH	5.967	5.5-10			
CE μ S/cm	1190				
T °C	20.2				
Grasas	81.933 mg/l	15-25ppm	50	100	150
DBO	575.667 mg/l		110	220	400
SAAM	380.633 mg/l				
Fosfato total	10.2 mg/l		4	8	15
N Total	44.733 mg/l		20	40	85

Cuadro 10. Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos (9-sep-2007).

Parámetros fisicoquímicos			Metcalf y Eddy		
Parámetros	Laboratorio (calidad de agua residual)	NOM-001-ECOL-1996	Débil	Media	Fuerte
S. T.	1167.818 mg/l		350	750	1200
S. V.	91.636 mg/l		105	200	325
S. S.	3.4 mg/l		100	220	350
DQO	1199.925 mg/l		250	500	1000
pH	11.363	5.5-10			
CE μ S/cm	1202.727				
T °C	15.136				
Grasas	119.9 mg/l	15-25ppm	50	100	150
DBO	737.2 mg/l		110	220	400
SAAM	341.85 mg/l				
Fosfato total	15.45 mg/l		4	8	15
N Total	59.675 mg/l		20	40	85

Cuadro 11. Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos (12-sep-2007).

Parámetros fisicoquímicos			Metcalf y Eddy		
Parámetros	Laboratorio (calidad de agua residual)	NOM-001-ECOL-1996	Débil	Media	Fuerte
S. T.	2958.667 mg/l		350	750	1200
S. V.	2048.667 mg/l		105	200	325
S. S.	2.2 mg/l		100	220	350
DQO	1666 mg/l		250	500	1000
pH	6.033	5.5-10			
CE μ S/cm	1126.667				
T °C	15.333				
Grasas	62.3 mg/l	15-25ppm	50	100	150
DBO	742.333 mg/l		110	220	400
SAAM	68 mg/l				
Fosfato total	9.1 mg/l		4	8	15
N Total	64.7 mg/l		20	40	85

Cuadro 12. Promedio diario de los parámetros fisicoquímicos (13-sep-2007).

Parámetros fisicoquímicos			Metcalf y Eddy		
Parámetros	Laboratorio (calidad de agua residual)	NOM-001-ECOL-1996	Débil	Media	Fuerte
S. T.	1429.6 mg/l		350	750	1200
S. V.	88.8 mg/l		105	200	325
S. S.	8.38 mg/l		100	220	350
DQO	1467.5 mg/l		250	500	1000
pH	5.64	5.5-10			
CE μ S/cm	1260				
T °C	13.06				
Grasas	114.2 mg/l	15-25ppm	50	100	150
DBO	784.5 mg/l		110	220	400
SAAM	126.65 mg/l				
Fosfato total	15 mg/l		4	8	15
N Total	63.375 mg/l		20	40	85

En el cuadro No. 9 se observa que sólo un parámetro de los 9 que se evaluaron pasa para la descarga de aguas residuales, siendo pH el único y el para el día 9 de Septiembre no paso ningún parámetro (Cuadro No. 10).

En el cuadro No. 11 sólo pasa el pH para tener un comportamiento similar al día 8 del mes en curso.

En el cuadro No. 12 el comportamiento los parámetro se comporta igual que el día miércoles 9 de Septiembre, ya que no pasa ningún parámetro.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los datos obtenidos de los parámetros hidráulicos y de los análisis físico-químicos, se concluye lo siguiente:

Para los parámetros hidráulicos el mayor gasto que se obtuvo fue el del día 12 de Septiembre a las 7:00 a.m. con un valor de 2.671 m^3 , dando un gasto total de $256.416 \text{ m}^3/\text{día}$, esto quiere decir que el flujo promedio fue de 2.967 lps. Las horas en la que el sensor no registró ningún valor de gasto fue de la 1:00 a 5:00 de los días 9 y 12 de Septiembre y el día 13, hasta las 8:00 debido a que el sensor SIGMA 900 MAX estaba por encima de carga hidráulica, ya que ésta era mínima.

De los parámetros fisicoquímicos podemos concluir que el día 9 y 12 de Septiembre fue de mejor calidad ya que fueron los días pasaron 5 parámetros de un total de 9 que marca la NOM-001-ECOL-1996, siendo estos pH, Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Grasas (ppm), Fosfato total (ppm) y Nitrógeno Total (ppm) lo cual nos indica que los días miércoles y sábado la calidad es igual. No sucediendo así el día 9 (jueves) que resultó de peor calidad ya que el valor de grasas y SAAM fueron superiores a los límites máximos permisibles lo que puede dañar al cuerpo de agua receptor.

Se recomienda la utilización de los datos de aforo con los que se obtuvieron los valores de descarga máximos y mínimos, así como los parámetros de calidad evaluados sirven para el diseño de tamaño de la planta de tratamiento y el proceso a utilizar para tratar el agua residual recomendándose un tratamiento biológico para cumplir con la NOM-001-ECOL-1996.

VI. LITERATURA CITADA

- Comisión Nacional del Agua. 2005. Lo que se dice del agua. Editorial Limusa. México. pp-45.
- Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. 1986. Manuales de tratamiento de aguas negras. Editorial Limusa .Anáhuac México. pp-15.
- Gómez, N. A. y G. Mantilla, 2000. Técnicas de muestreo. curso teórico de práctico de tratamiento de aguas residuales municipales e Industrial. Instituto Mexicano de Tocología del Agua, Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México, Pág. 7 – 10.
- Juan J. J. V. 2003. Situación actual del agua residual en la ciudad de Saltillo, Coahuila. Tesis de Maestría UAAAN. pp. 42 y 43.
- Instituto Mexicano de Tocología del Agua (IMTA), 2000. Características fisicoquímicas y biológicas de las aguas residuales y efectos de las variaciones en el caudal. pp: 45
- Metcalf y Eddy. 1996. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertidos y reutilización. Tomo 1. Editorial Mc Graw-Hill / interamericana Editores, S.A. de C.V.. México. pág. 124-130.
- Nalco. 2001. Manual del agua su naturaleza, tratamiento y aplicación. Tomo I. Editorial McGraw Hill. Naucalpan, México pp.7-10
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Limites Maximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales. Mexico D. F.
- Seoáñez, C. M. 1999. Aguas residuales urbanas. Tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento. Colección Ingeniería Medioambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España Pág. 245-249.
- Sociedad Mexicana de Aguas A.C., 2005. Muestreo y análisis de campo de agua y aguas residuales. Monterrey, N.L. pp.178.

Páginas Consultadas en Internet

<http://club.telepolis.com/geografo/clima/agterrt.htm>

http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-agua_11.html

http://www.tecnun.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/120P_rocC.htm

<http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/11CAgu/100CoAcu.htm>

ANEXOS

Cuadro 1A Promedios de carga hidráulica, gastos y velocidad.

Días	Nivel(cm)	Flujo (m3)	Velocidad(m/s)
Miércoles	0,200416667	0,057104167	0,097947917
Jueves	0,17928125	0,061260417	0,121104167
Viernes	0,1911875	0,136489583	0,190135417
sábado	0,102391667	0,038072917	0,1506875

Cuadro 2A Promedios de los parámetros físico-químicos.

Días	S. T. (mg/l)	S. V. (mg/l)	S. S. (mg/l)	DQO (mg/l)	pH	CE μS/cm	T °C
Miércoles	1430.666	430	2.5	1153.33	5.9666	1190	20.2
Jueves	2958.666	2048.666	2.2	1666	6.033	1126.666	15.333
Viernes	1167.818	91.636	3.4	1199.925	11.363	1202.727	15.1363
Sábado	1429.6	88.8	8.38	1467.5	5.64	1260	13.06

Continuacion

Grasas (mg/l)	DBO (mg/l)	SAAM (mg/l)	Fosfato total (mg/l)	N Total (mg/l)
81.933	575.666	380.633	10.2	44.733
62.3	742.333	68	9.1	64.7
119.9	737.2	341.85	15.45	59.675
114.2	784.5	126.65	15	63.375