

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
(UNAN – LEÓN)**

*Utilización de Fosas de Absorción como Tratamiento Transitorio en el
Tratamiento de Aguas Residuales en el Barrio Santa Lucía (Subtiava).
León- Nicaragua.*

Presentado por:

Maria José Alvarado Rodríguez
Nelson José Páiz Gutiérrez

Requisito previo para Optar al Título de Licenciados en Biología

Tutora:

Msc. Rebeca Pastora C.

León, Nicaragua, Mayo del 2003

ÍNDICE

Pág.

Introducción	1
Objetivos	3
Literatura revisada	4
Características de las aguas residuales	4
Composición física del agua	4
Temperatura	5
Color	5
Olor	5
Composición química del agua	5
Sólidos totales	6
Sólidos orgánicos	6
Sólidos inorgánicos	6
Sólidos suspendidos	6
Sólidos sedimentales	6
Sólidos coloidales suspendido	6
Sólidos disueltos	7
Sólidos totales	7
Gases disueltos	7
Composición biológica de las aguas negras	7
Composición química de las aguas negras	8
Bacterias	9
Bacteria parásitas	8
Bacteria saprofitas	8
Disposiciones de las aguas negras	10
Disposición por irrigación	10
Disposición por superficial	10
Disposición por dilución	10
Auto - purificación	10
Zona de degradación	11
Zona de descomposición	11
Zona de recuperación	11
Zona de aguas limpias	11
Tratamientos de las aguas negras	11
Tratamiento primario	12
Tanque séptico	12
Tanque de doble acción	12
Tratamiento químico	13
Filtro goteadores o rociadores	13
Estanques de estabilización	13
Cloración de las aguas negras	14
Reacción del cloro con aguas negras	14
Propósitos de la cloración	15
Desinfección	15
Prevención de la descomposición de las aguas negras	15
Control de olores	15

Riego en el manejo de cloro	16
Tratamiento y disposición de los lodos	16
Disposición en aguas	16
Disposición en la tierra	16
Enterrado	16
Relleno	16
Como fertilizante o acondicionador de suelos	17
Tratamiento biológico de aguas residuales	17
Medios filtrantes	18
Reutilización directa e indirecta del agua residual	19
Reutilización municipal	19
Reutilización Industrial	19
Reutilización agrícola	20
Reutilización de zona de recreo	20
Aspectos legales según el diario oficial de Nic. la gaceta 1995	20
Capitulo II De las Aguas	20
Capitulo III disposiciones generales	21
Capitulo VI. De las descargas de las aguas residuales provenientes de los	
Sistemas de tratamientos de los alcantarillados a cuerpos receptores	23
Capitulo IX De las Sanciones	23
Capitulo X. Disposiciones transitorias y finales	24
Materiales y métodos	27
Construcción de las fosas de absorción	29
Eficiencia de las fosas de absorción a nivel experimental	30
Determinación de sólidos suspendidos	31
Determinación del DBO ₅	31
Determinación de la alcalinidad total	32
Cloro total	32
Determinación de fosfato	32
Resultado y discusión	33
Condiciones ambientales	33
Uso de las fosas de absorción	34
Eficiencia de las fosas de absorción a nivel experimental	36
Sólidos suspendidos	37
Demanda bioquímica de oxígeno	38
Alcalinidad	39
Cloro	39
Fosfato	39
Conclusión	41
Recomendaciones	42
Bibliografía	43

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

	<i>PÁG.</i>
Tabla N° 1.- De vertido domestico- industrial y agropecuario	22
Tabla N° 2.- De vertido domestico- industrial y agropecuario	23
Tabla N° 3.- Composición típica de afluentes domésticos sin tratamiento y con tratamiento primario y secundario.	26
Tabla N° 4.- Normas FAO (1987) parámetros físico – químico	26
Figura N° 1.- Esquema del área de trabajo y ubicación en el barrio Santa Lucia, León 1,999	28
Figura N° 2.- Ubicación y distribución de los materiales en las fosas de absorción	29
Figura N° 3.- Esquema de los tipos de fosas experimentales construidas en el Barrio Santa Lucia	30
Tabla N° 1.- Registro de las visitas sobre la situación de uso y funcionamiento de las fosas de absorción construidas en el barrio Santa Lucía, León.	34
Tabla N° 2.- Porcentaje de uso de fosas de absorción en el Barrio Santa Lucia, León en el período de febrero a septiembre del 2000.	35
Tabla N° 3.- Cantidad de agua filtrada por minuto en las dos fosas experimentales utilizadas en el barrio Santa Lucía, León.	37
Tabla N° 4.- Valores de sólidos suspendidos en muestras de entrada y salida de las dos fosas experimentales utilizadas en el barrio santa lucia.	38
Tabla N° 5.- Valores promedio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) en muestras de entrada y salida en los dos tipos de fosas experimentales utilizadas en el barrio santa lucia, león.	38
Tabla N° 6.- Valores de alcalinidad, cloro, y fosfato en muestras de agua de entrada y salida de las fosa experimental tipo a utilizada en Barrio Santa Lucía, León.	39
Tabla N° 7.- Valores de alcalinidad, cloro, fosfato, en muestras de entrada y salida de las fosas experimental tipo B utilizada en el Barrio Santa Lucía, León.	39

Dedicatoria

A todos nuestros seres queridos a quienes agradecemos por el apoyo que siempre nos han brindado y que hacen posible de un modo u otro esta realidad, en especial a los que en ella mencionamos.

Agradecemos a Dios que nos ha concedido fortaleza, salud y ganas de continuar hacia adelante, siendo ejemplo para nuestras familias, damos gracias también a nuestros padres quienes siempre nos han apoyado y alentado, brindándonos ayuda en el momento que más lo necesitábamos, a nuestros profesores quienes colaborando con su trabajo hacen posible que nos instruyamos intelectualmente y en los que no dejamos de reconocer los grandes esfuerzos que han hecho para enseñarnos.

A nuestra Tutora Rebeca Pastora, por ser la persona más paciente y dedicada a su trabajo, por la ayuda y tiempo que nos dedicó y doy gracias a Dios para que siempre le iluminé, le de fortaleza y sabiduría.

INTRODUCCIÓN

La mayor cantidad de agua de nuestro planeta se encuentra en los océanos y corresponde aproximadamente al 97% del total y el agua dulce ocupa el 3%, incluyendo la que se localiza en los casquetes polares y en las cimas de altas cordilleras, ríos, lagos, manantiales, mantos subterráneos y atmósfera.

El agua es uno de los principales factores del ambiente, indispensable para la vida de todo organismo vivo y por lo tanto fisiológicamente necesario para la supervivencia humana por su incidencia en las condiciones de salud de las comunidades.

Desde el punto de vista de la salud pública las aguas contaminadas están relacionadas con la cantidad y tipo de microorganismos, los cuales dependen ampliamente del abastecimiento nutritivo del medio y de los factores físicos-químicos, siendo el efecto más perjudicial del agua al provocar enfermedades diarreicas o de otra índole deteriorando la salud humana.

Las grandes ciudades constituyen una de las principales fuentes de contaminación del agua ya que después de usarla, esta es evacuada en forma de agua negra mezclándose con las corrientes naturales. La contaminación por detergentes ocupa un lugar importante entre los problemas ecológicos y sociales que finalmente también se mezclan con los ríos, arroyos y mares.

En Nicaragua se presentan muchos problemas con el destino de las aguas servidas ya que en ciudades y pueblos la cobertura del servicio de aguas negras es muy baja y una gran cantidad de barrios pobres de la periferia de las ciudades principales y los pueblos eliminan el agua de lavado de ropa, utensilios de cocina y otros son expulsadas hacia las cunetas de las calles facilitando focos infecciosos a la población. Trabajos realizados por el MINSA entre 1998 y 1999 en el barrio Santa Lucia ubicado en la ciudad de León, del Técnico La Salle 600 varas al este, demostraron muchos problemas de enfermedades como malaria, dengue y diarrea debido a la permanencia de las aguas expulsadas a las cunetas del barrio. Para tratar de dar respuesta a estos problemas de enfermedades en este barrio se considero construir fosas de absorción de aguas negras como un tratamiento alternativo y de bajo costo, estos problemas están relacionados con focos de infección que facilita la proliferación de mosquitos y otros organismos vectores de enfermedades ya que en el barrio todas las

casas hacen canales, para sacar el agua servida a la calle concentrándose en algunos puntos y el resto del agua cae al Río Pochote, contaminando este cuerpo de agua. A las aguas servidas para evitar eliminar el agua a las calles, sino que se infiltre en el suelo a través de un sustrato poroso como es arena/piedrín. También se proporciona información sobre el barrio su ubicación, cerca del río El Pochote, el cual es todavía limpio y alertar a instituciones como Alcaldía, MARENA, etc. a buscar alternativas preventivas a la contaminación.

OBJETIVOS

Objetivo General

Utilizar fosas de absorción como tratamiento alternativo de aguas residuales del Barrio Santa Lucia, para contribuir a disminuir su eliminación a las calles y focos de infección de enfermedades.

Objetivos Específicos

1. Construir fosas de absorción como alternativa de tratamiento transitorio para evitar el vertido de aguas residuales a las calles.
2. Capacitar a la población del Barrio Santa Lucia para hacer más eficiente el uso de las fosas de absorción de agua residuales.
3. Determinar parámetros físicos – químicos del agua residual de las fosas experimentales utilizadas en el Barrio Santa Lucía.
4. Establecer comparaciones entre la eficiencia de los dos tipos de fosas de absorción.

LITERATURA REVISADA

La cantidad de agua que hay en el planeta es constante y lo ha sido desde hace millones de años. El hombre siempre ha necesitado el agua para sobrevivir y para desarrollar todas sus actividades productivas, ocios, transporte, etc. Es un factor que ha influido muchísimo en la historia de la humanidad. El mismo planeta donde vivimos, visto desde el espacio es azul y el color se lo da el agua. Los seres vivos estamos constituidos por agua en proporciones altas. Las primeras civilizaciones se desarrollaron a orillas de ríos y hoy en día aún hay pueblos que viven dependiendo muchísimo del agua; en la mayor parte del Amazonas los ríos son las únicas grandes vías de comunicación para el hombre. La disponibilidad del agua es clave, pero no sólo importa la cantidad de agua disponible, la calidad de esta es otro factor clave (Solanz, 2000).

El término Agua Residual lo define el Joint Editorial Board como una combinación de los líquidos y residuos arrastrados por el agua procedente de las casas, edificios comerciales, fábricas e instituciones junto a cualquier agua subterránea, superficial y pluvial que pueda estar presente.

El tratamiento del agua residual supone la eliminación de contaminantes y se logra mediante procesos u operaciones unitarias, o combinaciones de ambos. (Metcalf, 1981).

CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

El entendimiento de la naturaleza de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales es esencial para su tratamiento. Los análisis realizados con aguas residuales pueden clasificarse en físicos, químicos y biológicos. Estos análisis varían desde precisas determinaciones químicas cuantitativas hasta determinaciones cualitativas biológicas y físicas. Además, muchos de los parámetros están interrelacionados entre sí (Romero, 1998).

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA

La característica física más importante del agua residual es su contenido total de sólidos, el cual está compuesto por materia flotante y materia en suspensión, en dispersión

coloidal y en disolución. Otras características físicas son la temperatura, color y olor. (Romero, 1998).

Temperatura: es la medida de calor almacenado en el agua, es una propiedad sumamente importante en la química del agua, ya que sus variaciones tienen efectos negativos y positivos en la dinámica del agua.

Las elevadas temperaturas favorecen la auto depuración y aumentan la velocidad de sedimentación en los procesos de tratamientos de desechos, las reacciones químicas y bioquímicas se aceleran consumiendo oxígeno. El oxígeno disuelto disminuye al aumentar la temperatura permitiendo la producción de ácido sulfhídrico y el metano, produciendo olores y gustos desagradables.

La temperatura del agua residual es generalmente más alta que la del suministro, debido a la adición de agua caliente procedente de las casas y de actividades industriales (Romero, 1998).

Color: el agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, como los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua se reduce a cero y el color cambia a negro. En esta condición, se dice que el agua residual es séptica. Algunas aguas residuales de tipo industrial añaden color al agua residual.

Olor: los olores son debido a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar algo desagradable, pero más tolerable que el agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica es el del sulfuro de hidrógeno producido por los microorganismos anaerobios que reducen los sulfatos a sulfitos (La Gaceta, 1995).

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA

Pueden clasificar en dos grupos generales según su composición y condición física, tenemos así los siguientes:

Sólidos: los sólidos se refieren a la materia suspendida o disuelta en el agua o agua de desecho. Los sólidos pueden afectar el agua o influenciar la calidad adversamente de muchas maneras.

Las aguas con muchos sólidos disueltos son: generalmente, de inferior sabor agradable o puede inducir a una desfavorable reacción fisiológica en el consumidor transitorio. Por estas razones, un límite de 500 mg/l de sólidos disueltos, es deseable en las aguas potables. Las aguas con alta cantidad de sólidos pueden ser estéticamente no satisfactorias para baño (Romero, 1998).

Sólidos Totales: es el término aplicado al material residual sobrante en el recipiente después de la evaporación de una muestra y su secado subsecuente en una estufa u horno a una temperatura definida.

Los sólidos totales, o residuo de evaporación incluyen los sólidos totales suspendidos, la porción de sólidos totales retenidos por un filtro, y los sólidos totales disueltos, la porción que pasa a través del filtro (Metcalf, 1981).

1. **Sólidos Orgánicos:** son de origen de desechos de vida animal – vegetal, es materia muerta, pero se pueden incluir compuestos orgánicos sintéticos, carbono, oxígeno y hidrógeno combinado con nitrógeno, azufre, fósforo. Los grupos principales son las proteínas, hidrato de carbono y las grasas, junto con su producto de descomposición. Están sujetos a la degradación por la actividad de las bacterias y otros organismos vivos.
2. **Sólidos Inorgánicos:** son sustancias que no están sujetas a la degradación. A los sólidos inorgánicos se le conoce frecuentemente como sustancias minerales del abastecimiento del agua que produce su dureza y contenido mineral.
3. **Sólidos Suspendidos:** son aquellos que están en suspensión y que son perceptibles a simple vista en el agua, la cual se separa por medio físico – es la que queda retenida por la capa filtrante – los sólidos suspendidos se dividen en dos partes: sólidos sedimentales y sólidos coloidales.
 - 3.1 **Sólidos Sedimentales:** son la porción de sólidos suspendidos cuyo tamaño y peso es suficiente en un período determinado, una hora.
 - 3.2 **Sólidos Coloidales Suspendido:** se define algo indirectamente como la diferencia entre los sólidos suspendidos totales y los sólidos suspendidos sedimentales que no se pueden eliminar fácilmente recurriendo a tratamiento físico, pero que no pasa la capa filtrante de un crisol gooch.

- 4 **Sólido Disuelto:** es utilizada en estudios de aguas negras, no es técnicamente correcto. No todos los sólidos están disueltos; pero hay sólidos en estado coloidal. Los sólidos disueltos totales que pasan por un crisol gooch, aproximadamente el 90% están verdaderamente disueltos y un 10% en estado coloidal, y están compuesto de un 40% de orgánico y 60% de materia inorgánica, aquí están todas las sales de minerales del agua de abastecimiento.
- 5 **Sólidos Totales:** son la totalidad de los sólidos orgánicos e inorgánicos o las Totalidades de sólidos suspendidos y disueltos. En las aguas negras domesticas de composición media, mitad orgánica, inorgánica y aproximada una dos tercera parte están en solución y una tercera parte en suspensión. Es esa mitad orgánica de los sólidos sujeta a degradación, la que constituye el problema principal de las aguas negras.
- 6 **Gases Disueltos:** las aguas negras tienen concentraciones variables de gases disueltos y el más importante es el oxígeno. El oxígeno disuelto es un componente importante de las aguas y que puede contener otros gases como bióxido de carbono que resulta de la descomposición de la materia orgánica, el nitrógeno disuelto en la atmósfera.

El ácido sulfúrico se forma a partir de la descomposición de los compuestos orgánicos y ciertos compuestos inorgánicos del azufre , aunque estos gases están en pequeñas cantidades, su función es importante en la descomposición y tratamiento de los sólidos de las aguas negras (Metcalf, 1981).

Las aguas con muchos sólidos disueltos son, generalmente, de inferior sabor agradable o puede inducir a una desfavorable reacción fisiológica en el consumidor transitorio. Por estas razones, un límite de 500 mg de sólidos / litros. disueltos, es deseable en las aguas potables. Las aguas con alta cantidad de sólidos pueden ser estéticamente no satisfactorias para baño (Metcalf, 1981).

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL AGUA NEGRA

Aguas Negras: agua suministrada a una población que habiéndose aprovechado para diversos usos; que ha quedado impurificada desde el punto de vista de su origen, en una combinación de líquidos o desechos arrastrados por el agua de las casas de habitación, edificios comerciales e instituciones, a la que se le agregan aguas subterráneas y de lluvias.

Las aguas negras son fundamento, de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resulta de la combinación de los líquidos o de desechos arrastrados por el agua (Herman,1990).

COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS NEGRAS

Las aguas negras consisten de sólidos disueltos y suspendidos, la cantidad de sólidos es generalmente muy pequeña, casi siempre menos de 0.1% en peso, pero es la fracción que presenta mayor problema para un tratamiento y disposición adecuada (Herman,1990).

COMPOSICIÓN BIOLÓGICA DE LAS AGUAS NEGRAS

Las aguas negras contienen también incontables organismos vivos, la mayoría son pequeños que tiene que ser observado a través de microscopio. Es la parte viva de la materia orgánica y su presencia es importante por que es motivo para el tratamiento de esta agua, y su éxito, incluyendo la degradación y descomposición, depende de sus actividades. Estos organismos microscópicos vivos pertenecen, dos tipos generales: bacterias y otros organismos vivos más complejos (Herman,1990).

Bacteria: son pequeñísimos organismos vivos, formado por una sola célula, son vistas con microscopio por lo que reciben de nombre de Microorganismo. Las bacterias se encuentran donde quiera, en nuestro medio ambiente, el suelo, aire, agua, y en todos los cuerpos de los organismos vivos. Las bacterias requieren, como todos los organismos vivos, alimento, Oxígeno y agua (Herman,1990).

Las bacterias se clasifican en dos grupos principales:

- Bacterias Parásitas
- Bacterias Saprofitas.

Bacterias Parásitas: son las que viven normalmente a expensas de otros organismos vivos, que recibe alimentación preparados para consumirlo: estas bacterias se conocen como Patógena, que causan enfermedades.

Bacterias Saprofitas: bacterias que se alimentan o medran sobre materia orgánicas muerta descomponiendo los sólidos orgánicos para obtener el sustento necesario y produciendo a

su vez sustancias de desecho, que consiste en sólidos orgánicos e inorgánicos (Herman,1990).

Hay muchas bacterias saprofitas que desempeñan papel específico en el tratamiento de aguas negras en la descomposición de sólido orgánico. Cada especie tiende a morir cada vez que ha cumplido su misión en proceso de descomposición las bacterias parásitas y saprofitas necesitan de oxígeno para su respiración, a demás de alimento así también requieren de humedad para mantenerse vivas para su eficiencia máxima en su función, además requiere una temperatura favorable. Las saprofitas prosperan mejor que las mesofílicas de 20 a 40°C, termofílica es de 55 a 60°C, se utiliza para tratamiento de aguas negras durante la digestión, virus y otras formas de vida que se encuentran en las aguas negras, son más pequeñas que cualquiera de los otros órganos microscópico (Herman ,1990).

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS NEGRAS

En las aguas negras se producen muchos cambios, en la composición química de sus sólidos. Los cambios bioquímicos, no sólo indica la actividad de los microorganismos, mide también el grado de la descomposición de sólidos. En el tratamiento de las aguas negras, la fuerza de la gravedad disminuye material, de sólidos suspendidos, en especial la porción sedimentable, los cambios bioquímicos producen, sobre los sólidos coloidales una eliminación de las moléculas de agua retenidas en ellos. Estos sólidos sedimentados tanto orgánicos e inorgánicos, que se separan, se conocen como lodo y arena.

Por la descomposición anaerobia el oxígeno es eliminado de los compuestos complejos y se forman otros más sencillos, las reacciones bioquímica degradan estos hasta llegar a producto final para formar producto de sustancia inorgánica y orgánico estable.

Durante la etapa de descomposición bioquímica se forman productos intermedios. Ácido sulfúrico, metano, bióxido de carbono y en ocasiones gases de olor ofensivo que resulta de los cambios bioquímicos, de los compuestos orgánicos sulfurados (Herman,1990).

DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS NEGRAS

Las aguas negras son las aguas de desechos originados por la actualidad vital de una población. En cuanto a la composición figuran sólidos orgánicos, disueltos y suspendidos, la cual es putrescible porque lo que esta sujeta a degradación. Las aguas negras contiene también un número incalculable de organismos vivos, como bacterias que llevan a cabo la degradación y descomposición en ausencia de oxígeno disuelto, las aguas son desagradables, originan olores cuando la degradación se da en condiciones aeróbicas, el proceso marcha con gran celeridad. Es importante la promoción de limpieza y eliminación de las inmundicias. Es necesario constar con procedimientos regulados para disponer de las aguas negras, a fin de proteger la salud y mantener la limpieza del medio ambiente para el bienestar de los habitantes (Herman,1990).

Hay tres métodos a seguir para llevar a cabo la descomposición final de las aguas negras:

1. **Disposición por Irrigación:** consiste en derramar agua sobre la superficie del terreno, mediante zanja de regadío. Una parte se evapora y el resto se resume en la tierra y suministra humedad. Es aplicado para población muy pequeña en la que se dispone de la superficie necesaria para zona árida o semiárida.
2. **Disposición Superficial:** consiste en hacer llegar las aguas negras a la tierra por debajo de su superficie a través de excavación o enlosado.
3. **Disposición por Dilución:** es descargas las aguas negras a la superficie como la de un río, lago ó mar (Herman,1990).

Hay otros métodos para llegar a la eliminación de aguas negras

Auto-purificación: cuando se descarga el agua negra en una corriente continua la degradación y la descomposición hasta completarse .una corriente contaminada en un punto dado tendrá que volver a un estado similar al de antes de la contaminación, como resultado de la materia orgánica contaminante a esto se conoce como auto purificación el cual se lleva a cabo por medios físicos, químicos, biológicos; las reacciones físicas son esenciales por que los sólidos suspendidos forman depósitos como bancos de lodos, ocurre la clarificación y otros efectos de la luz del sol y la reaereación.

Las reacciones químicas y biológicas son más complejas los organismos vivos se alimentan de sólidos orgánicos produciendo desechos que pueden destruirlos y que al mismo tiempo sirve como alimentos para los tipos que los suceden los cuales contienen el proceso de descomposición hasta que los complejos sólidos orgánicos quedan finalmente reducidos a sales orgánicas estables como nitritos, sulfato, fósforo. El proceso de auto purificación depende del tiempo, temperatura, abastecimiento de oxígeno y de otros factores ambientales (Herman,1990).

Cuando ocurre el proceso de auto depuración en una corriente continua se pueden observar las siguientes zonas:

Zona de Degradación: se caracteriza por presentar signos visibles de contaminación, se presentan sólidos flotantes, basuras, astillas, papel, solidez fecales. El oxígeno se disminuye pero no agota inmediatamente (Herman,1990).

☞ **Zona de Descomposición:** a medida que se va agotando el oxígeno disuelto, la zona de degradación se convierte en zona de descomposición se inicia la descomposición anaeróbica o putrefacción, cuando el volumen del agua negra es muy pequeño en comparación a las corrientes, hay suficiente oxígeno para mantener la vida aerobia. La zona de descomposición se conoce por el desarrollo de la descomposición anaeróbica, desaparece toda fauna acuática, el agua es negra, putrescible.

☞ **Zona de Recuperación:** en esta zona aparece el oxígeno disuelto en cantidades gradualmente mayores, los sólidos orgánicos disminuyen y presenta una apariencia favorable, las corrientes.

☞ **Zona de agua Limpia:** en la zona de recuperación, es consumida casi completamente la descomposición de los sólidos orgánicos y se hallan en mayor concentración de sólidos inorgánicos estables, no hay sólidos flotantes visibles, el agua es clara, libre de materia suspendida, y ha recuperado su transparencia orgánica (Herman,1990).

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS

Es un proceso que remueve o destruye organismos vivos patógenos o sustancias químicas indeseables antes de descargar las excretas. Los procesos que funcionan

principalmente mediante mecanismos de remoción físicas, incluyen la sedimentación, flotación, filtración, destilación, osmosis inversas y los procesos con membrana.

Los desinfectantes más comunes en los tratamientos de aguas residuales con el cloro y el ozono que actúan principalmente mediante la reacción con las enzimas y otros componentes claves de los organismos, interfiriendo de esa manera con sus actividades metabólicas. Los agentes oxidantes de cloro y el cloro destruyen ciertas sustancias orgánicas mediante las reacciones químicas directas .

Tratamiento Primario: La actividad biológica en las aguas negras durante este proceso, tiene escasa importancia. Consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas, para que pueda sedimentarse los sólidos.

El tratamiento primario separa sólidos orgánicos e inorgánicos, mediante proceso físico de sedimentación, el cual se lleva a cabo reduciendo la velocidad de flujo. En el tratamiento se disminuye esta velocidad hasta unos 30 cm/seg.; durante un corto lapso de tiempo, se depositan arena como sólido orgánico más pesado. La velocidad de flujo se reduce a uno o dos centímetros por segundo en un tanque de asentamiento, se deposita la mayor parte de sólidos sedimentables. El principal dispositivo son los tanques de sedimentación y función adicional de servir a la descomposición de los sólidos orgánicos, sedimentados, lo cual se le conoce como digestión de los lodos, los diversos tipos de tanque que se usan en el proceso (Herman,1990).

Tanque Séptico: fue uno de los más antiguos dispositivos. Está diseñado para mantener a las aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaeróbicas, de 12 a 24 horas, se efectúa una eliminación de sólidos sedimentables, los sólidos se descomponen en el fondo del tanque, produciendo gases que arrastran a los sólidos, los tanques sépticos ya no se usan, excepto en instalaciones muy pequeñas; en residencia, y escuelas.

Tanque de Doble Acción: se dieron para corregir pequeños defectos principales del tanque séptico: (Herman,1990).

- ☞ impedir que los sólidos que se han separado de las aguas negras se mezclen nuevamente con ellas, permitiendo la retención de sólidos para su descomposición en la misma unidad.
- ☞ Proporciona un efluente adaptable a un tratamiento ulterior.

El contacto de las aguas negras y los lodos se digieren anacrónicamente quedando eliminados y disminuyen el periodo de retención en el tanque.

Tratamiento Químico: es uno de los más antiguos de tratamientos de aguas negras, consiste en agregar uno o más reactivos a los insolubles que observe la materia coloidal envolviendo a los sólidos suspendidos no sedimentables. Los reactivos que más se usan son el sulfato de aluminio o alumbre, sulfato ferroso con cal, sulfato férrico y el cloruro férrico con o sin cal.

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Este tratamiento es comparable a la zona de recuperación de la auto-purificación de una corriente.

Filtro Goteadores o Rociadores: es un filtro que esta en contacto con las aguas negras, sedimentadas con el cultivo biológico, a esto se le conoce como “Lecho de Oxidación Biológica” es polarizado como filtros goteadores, se emplea para describir “Este tipo de unidad” son unidades resistentes que no se dañan fácilmente por cargas violentas, por ser capaz de resistir malos tratos. Como en todas las unidades de tipo biológico, la temperatura le afecta; por eso, el clima frío abate la actividad biológica del filtro y su construcción es muy costosa.

Por economía, los filtros deben ser precedidos por tanque de sedimentación primario equipados con colectores de natas. El Tratamiento primario ante estos filtros, permite aprovechar al máximo de su capacidad haciendo fácil la sedimentación de sólido no sedimentable, coloidal y disuelta. Estos sólidos orgánicos en su mayor parte no son separados de las aguas negras, si no que se convierten en parte integrante de los organismos vivos microscópico, por esta razón los filtros goteadores deben preceder a tanques de sedimentación secundaria, para eliminar definitivamente los sólidos de las aguas negras.

ESTANQUES DE ESTABILIZACIÓN (LAGUNA DE OXIDACIÓN)

Se basa en estanque especialmente preparados, se usaron en zonas en la que prevalecen los climas calurosos y días soleados, también en zonas de clima frío y nublado con resultado satisfactorio. Los tanques estabilizadores se pueden utilizar en cualquier parte,

variando la velocidad que pueda operar, con la temperatura, energía luminosa y otras condiciones locales.

Las lagunas de oxidación pueden usarse como un tratamiento completo cuando reciben aguas negras crudas o como un tratamiento secundario para aguas sedimentadas, también como tratamiento adicional para efluente de proceso secundario. Estos tanques son de construcción baratos y requieren un mínimo de operación.

CLORACIÓN DE LAS AGUAS NEGRAS

La cloración de las aguas negras consiste en la aplicación de cloro para lograr un propósito determinado, el cloro puede introducirse en forma de gas, acuoso, hipoclorito de sodio o calcio, al disolverse desprenden cloro. El cloro controla el agua negra a través de dispositivos especiales.

- Cloradores
- Clorinizadores
- Otros similares

REACCIÓN DEL CLORO EN LAS AGUAS NEGRAS

El cloro es una sustancia sumamente activa, que reacciona con muchos compuestos, dando productos muy diversos. Así se agrega cloro en una pequeña cantidad a las aguas negras, se consumirá al reaccionar rápidamente con sustancia como el ácido sulfhídrico y el hierro ferroso. En este caso no se logra ninguna desinfección. Si se agrega suficiente cloro para reaccionar con todas estas sustancias, que se conocen como compuestos reductores y la materia orgánica presente y formará compuestos orgánicos clorados, los cuales tienen una acción desinfectante, añadiendo cloro suficiente, la adición actuará sobre el amoníaco u otros compuestos nitrogenados, produciendo cloramina que tiene acción desinfectante, el cloro ejerce directa contra las células bacterianas, destruyéndola, por su carácter tóxico, mueren por inanición. Las cantidades de cloro en exceso, se define como cloro residual y se expresa como parte por millón (ppm).

PROPÓSITOS DE LA CLORACIÓN

El cloro se agrega a las aguas negras para diversos propósitos:

Desinfección: ninguno de los métodos primarios y secundarios de tratamiento pueden eliminar completamente de ellas a las bacterias patógenas que siempre están presentes potencialmente. La cloración para la desinfección requiere ascensionalmente que sean destruidos todos los organismos patógenos en el efluente de una planta de aguas negras. No se intenta esterilizar el agua negra, pues su esterilización es la destrucción de todos los organismos vivos, es poco práctico. Para lograr la desinfección, debe agregarse el cloro necesario para satisfacer la demanda de cloro y dejar un cloro residual que destruya a las bacterias, se necesita equipo de laboratorio especial para medir la destrucción de bacteria y la prueba requiere de varios días para su ejecución. Si se agrega cloro suficiente a las aguas negras para que a los 15 minutos de agregado queda una concentración de cloro residual de 0.5 ppm., se logra la desinfección y la prueba consiste en medir cloro residual por medio de prueba de la ortotoloidina. La desinfección debe ser un proceso continuo, el punto de aplicación del cloro, debe localizarse en un lugar en donde pueda mezclarse rápidamente con todas las corriente de las aguas negras.

La desinfección debe ser un proceso continuo, pues sería peligroso descargar efluente sin tratar, aun durante un corto período de tiempo, el punto de aplicación del cloro donde pueda mezclarse rápidamente con todas las corrientes de aguas negras durante un mínimo de quince minutos, antes de descargarse en las corrientes receptoras (Herman,1990).

1. PREVENCIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LAS AGUAS NEGRAS

a) **Control de Olores:** la descomposición de las aguas negras llega hacer molesto solo después de verificada la descomposición anaeróbica. El cloro puede aplicarse en las alcantarillas, antes de que llegue a la planta, en líneas de distribución, en los posos de succión de las bombas, en la cámara de cribas, desarenadores, en el efluentes de los filtros, goteadores, en los tanques de sedimentación., para reducir los malos olores se aplican la dosis de cloro de 10 ppm. Para controlar rápidamente los olores y disminuir gradualmente la dosificación durante un tiempo adecuado que permita la dosificación mínima que satisfaga las condiciones locales.

RIESGO EN EL MANEJO DE CLORO

El cloro gaseoso seco es extremadamente tóxico y corrosivo en el ambiente húmedo y se manejan con seguridad en recipiente y tuberías de acero, materiales resistentes a la corrosividad, como plata, vidrio, hule y ciertos plásticos. El gas es muy irritante para la membrana mucosa y un pequeño % en el aire produce fuertes acceso de tos. Una prolongada exposición puede ser fatal. Es importante disponer de mascararas contra cloro gaseoso deben colocarse en sitios adecuados, de manera que estén siempre listas para su uso inmediato, en lugares fuera de la sala de cloración.

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LOS LODOS

DISPOSICIÓN DE LOS LODOS

1. **Disposición en Aguas:** este método es económico, pero poco común debido de que depende de la disponibilidad de masas de agua adecuadas que la permitan.
2. **Disposición en la Tierra:**
 - a) **Enterrado:** se usa principalmente para los lodos crudos en lugares donde, a no ser que se cubra con tierra, originen serias molestias por el olor, los lodos se llevan a zanjas de 0.60 a 0.90m (2 a 3 pies) de ancho y de unos 0.60m de profundidad (2 pies), se cubren con 0.30m de tierra como mínimo (12 pulg).

Cuando se dispone de grandes superficies de terreno el disponer de ellos, por que elimina costos de cualquier proceso de tratamiento – rara vez se emplea como recurso provisional debido a la superficie del terreno que se requiere (Herman,1990).

- b) **Relleno:** el empleo de los lodos como material de relleno se limita casi exclusivamente a los lodos dirigidos, los cuales quedan a intemperie sin producir molestias por el olor que puedan considerarse serias. Los lodos deben estar bien dirigidos y sin cantidades apreciables de lodos crudos ya sea mojado o parcialmente deshidratado, se puede usar para rellenar terrenos bajos, tal como sale de los lechos secadores o de los filtros de vacío. Cuando el área que se dispone para rellenar esta cerca del incinerador, puede hacerse una lechada de cenizas agregándole agua, al extraerla de la cámara de cenizas y bombearse al lugar de disposición. Si la superficie que va a rellenar esta lejos, hay que

humedecer las cenizas suficientes para suprimir el polvo y transportarlo en camiones al lugar de disposición (Herman,1990).

Como Fertilizante o Acondicionador de Suelos: el lodo de las aguas negras contiene muchos elementos para la vida vegetal como nitrógeno, fósforo, potasio, además contiene como menos traza de nutrientes menores, se considera más o menos indispensable para el crecimiento de las plantas como el boro, calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, azufre, zinc, algunas veces estos elementos se encuentran en concentraciones que pueden ser perjudiciales. El humos de los lodos además de proporcionar alimento a los vegetales beneficia a los suelos aumentando su capacidad de retención de agua y mejorando su calidad para el cultivo, haciendo así posible labores agrícolas en suelos pesados que se transforman en buenas sementeras, también disminuye la erosión del suelo. Los suelos tienen necesidades variables de fertilizante los elementos esenciales para el crecimiento de la planta se dividen en dos grupos:

Los que provienen del agua y del aire sin restricción y los que se encuentran en el suelo, en el primer grupo están el carbono, hidrogeno y oxígeno. El segundo grupo está nitrógeno, fósforo ,potasio, en suelo de composición media que son, carbono, magnesio, manganeso, azufre ,hierro, y otros.

Los lodos secos de las aguas negras son excelentes mejoradores o acondicionadores del suelo, además son buenos fertilizantes aunque incompletos a no ser que se refuercen con N, P, K, el mejor producto son los lodos activados crudos, secados por calentamiento, tanto desde el punto de vista químico como higiénico aunque desprenden olor al usarlo (Herman,1990).

TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES

Los objetivos que persigue el tratamiento biológico del agua residual son la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentales y la estabilización de la materia orgánica. En el caso del agua residual doméstica, el principal objetivo es reducir el contenido orgánico (Metcalf, 1981).

En la mayoría de los casos, el agua residual puede ser tratada biológicamente, a base de conseguir un control ambiental adecuado. Por tanto, se debe asegurar que exista tal

ambiente y que esté controlado eficazmente, lo que puede conseguirse con una elección cuidadosa del método de introducción del agua residual en las unidades de tratamiento o mediante dilución del agua residual por medio de recirculación de una parte del efluente tratado (Metcalf, 1981).

Uno de los sistemas de tratamiento del agua residual que es muy utilizado es la filtración. Estos filtros se construyen bajo tierra y consisten en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual se filtra el agua residual. La materia orgánica presente en el agua residual es degradada por la población de microorganismos adherida al medio. Dicha materia orgánica es absorbida sobre la película biológica o capa viscosa, en cuyas capas externas es degradada por los microorganismos aerobios. Cuando los microorganismos crecen, el espesor de la película aumenta y el oxígeno es consumido antes de que pueda penetrar todo el espesor de la película. Por tanto, se establece un ambiente anaerobio cerca de la superficie del medio. Conforme la película aumenta de espesor, la materia orgánica absorbida es metabolizada antes de que pueda alcanzar los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante (Metcalf, 1981).

MEDIOS FILTRANTES

El medio filtrante ideal es un material que posea una elevada área superficial por unidad de volumen, que sea económico, duradero y que no obstruya fácilmente. El material más aconsejable suele ser grava o piedra triturada clasificada por tamaños uniformes, generalmente 2.5 a 7.5 cm. La roca volcánica es sumamente adecuada para este fin. También se utilizan otros materiales tales como escoria, cenizas o antracita. Las piedras con diámetro inferior a 2.5 cm no proporcionan suficiente espacio de poros entre las piedras que permitan la libre fluencia de agua residual y de los sólidos arrastrados y darán como resultado la obstrucción del medio y estancamiento del agua dentro del filtro o en la superficie. Las piedras de gran tamaño evitan el problema de la obstrucción pero tienen un área superficial relativamente pequeña por unidad de volumen; por ello no pueden soportar una población biológica tan grande. La uniformidad del tamaño es un modo de asegurar el espacio de los poros. Una importante característica del medio filtrante es su resistencia y durabilidad (Metcalf, 1981).

REUTILIZACIÓN DIRECTA E INDIRECTA DEL AGUA RESIDUAL

Por lo general, un agua residual no es posible que se reutilice completa e indefinidamente. La reutilización de un efluente tratado por medios directos e indirectos es en definitiva un método de evaluación que complementa a otro existente. La cantidad de efluente que puede reutilizarse depende de la disponibilidad y costo del agua dulce, costo del transporte y tratamiento, normas sobre la calidad del agua y el potencial de reutilización del agua residual (Metcalf, 1981).

La reutilización del agua se clasifica según su uso en: 1) Municipal; 2) Industrial; 3) Agrícola; 4) de Recreo, y 5) recarga de Acuíferos.

REUTILIZACIÓN MUNICIPAL

En algunos casos de emergencia será posible la reutilización directa del agua, como agua potable, tras diluciones tan prolongada como sean posible en aguas naturales, después de ser sometida a tratamiento de coagulación, filtración y fuerte cloración para su desinfección (Metcalf, 1981).

Los métodos avanzados de tratamiento de agua y del agua residual, tales como la desmineralización y la desalinización, pueden eliminar casi totalmente las impurezas y el agua así tratada se puede beberse sin temor alguno, una vez que haya sido clorada. Otros métodos citados son muy caros y cuando su uso sea imprescindible por falta de abastecimiento de aguas adecuadas la única solución económica consiste en adoptar un sistema doble de suministros. En tales casos, cabe utilizar los efluentes residuales debidamente tratados y desinfectados para la limpieza de inodoros mediante descarga, riegos, así como otras aplicaciones directas.

REUTILIZACIÓN INDUSTRIAL

La industria es, casi con seguridad, quien consume más agua en el mundo y la mayor demanda de agua industrial es para procesos de agua de refrigeración.

En algunos casos, la industria ha empleado también agua, con un elevado contenido mineral así como otras que no reúnen los requisitos estipulados en las ramas sobre el agua potable en lo referente a contenido de bacterias. Debido a que los procesos se utilizan en

circuitos cerrados, se eliminan los posibles peligros para la salud pública y para la estética (Metcalf, 1987).

REUTILIZACIÓN AGRÍCOLA

Los cultivos susceptibles de regarse con agua residual reutilizada depende de la cantidad y calidad del efluente, así como de las disposiciones de tipo sanitario relativas al empleo de agua residual para tal uso.

En algún tipo de cultivos, tales como algodón, remolacha y verduras para producción de semillas se permite el uso de efluente de agua residual sin desinfectar o procedente de un tratamiento.

REUTILIZACIÓN EN ZONAS DE RECREO

Los ejemplos típicos de la reutilización del agua, son el riego de campo de golf y parques, construcción de estanques para la práctica de deportes náuticos y conservación de la fauna acuática o vida animal propia de los estanques. La tecnología actual permite la producción de un efluente de alta calidad que se ajusta muy bien a los objetivos citados (Metcalf, 1981).

ASPECTOS LEGALES SEGÚN EL DIARIO OFICIAL DE NICARAGUA LA GACETA 1995

Según la gaceta diario oficial del 26 – 06 -1995 de Nicaragua No. 118 en el **Decreto No. 33 - 95** se encuentran las disposiciones para el control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domesticas, industriales y agropecuarias 2186.

CAPITULO II. De las Aguas

Definiciones de términos.

Arto.- 1 Las disposiciones del presente decreto tiene por objeto fijar los valores máximos permisibles o rangos de vertidos líquidos generados por actividades domesticas, industriales y agropecuarias que descargan a las redes de alcantarillados sanitarios y cuerpos receptores.

Arto.- 2 Para efectos de este decreto se entenderá como:

2.1-Vertimiento líquido: cualquier descarga de desechos líquidos vertidos a un cuerpo de agua y alcantarillado.

2.3-Lodos: sólidos acumulados separados de las aguas residuales generados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales

2.7-Son aguas residuales aquellas procedentes de actividades domésticas, comerciales, industriales y agropecuarias que presenten características físicas, químicas y biológicas dañinas a la salud humana, animal o al ecosistema.

CAPITULO III. Disposiciones Generales

Arto. 7.- No será permitida la descarga de aguas limpias de desecho, de refrigeración y de aguas pluviales al alcantarillado sanitario; esta agua deberá descargarse al alcantarillado pluvial.

Arto. 8.- No será permitida la dilución de efluentes industriales y agropecuarios con aguas no contaminadas, tales como agua de abastecimiento, agua de mar y agua de refrigeración.

Arto. 9.- MARENA e INAA solicitarán a las municipalidades colaborar en la fiscalización y actividades orientadoras dirigidas a la aplicación del presente decreto.

Arto. 13.- Los lodos removidos de los sistemas de tratamiento deberán ser manejados de acuerdo a las opciones tecnológicas recomendadas por MARENA. La disposición final de los mismos deberá contar con un aval de la misma institución, así con el permiso sanitario del MINSA.

Arto. 14.- Se prohíbe la descarga directa o indirecta de aguas residuales tratadas o no tratadas de origen doméstico, industrial y agropecuario a los ecosistemas de lagos volcánicos (Meriluz, 2000).

Arto. 19.- Los parámetros de calidad de vertidos líquidos que sean descargados en las redes de alcantarillado sanitario del país, provenientes de vertidos domésticos y actividades industriales y agropecuarias autorizadas deberán cumplir los rangos y límites máximos permisibles siguientes:

Tabla N° 1.- CAPITULO V. De las Descargas Domesticas, Industriales y Agropecuarias a las °Redes de Alcantarillado Sanitario.

Parámetros físico-químico	Limite máximo o rango
Temperatura	50°C
pH	6 – 10
Conductividad Eléctrica Micromhos/cm	5,000
Aceite y grasas totales	150mg/l
Aceite y grasas minerales	20mg/l
DBO (mg/l)	400mg/l
DQO (mg/l)	900mg/l
Fósforo total	mg/l*
Nitrógeno total	*
Sólidos Flotantes	Ausentes
Sólido suspendidos Totales (mg/l)	400mg/l
Sólidos totales	1500mg/l
Mercurio	0.02mg/l
Arsénico	1.0mg/l
Cadmio	1.0mg/l
Cromo Hexavalente	0.5 mg/l
Cromo Trivalente	3 mg/l
Cianuro	2 mg/l
Cobre	3 mg/l
Plomo	1 mg/l
Fenoles	1 mg/l
Níquel	3 mg/l
Zinc	3 mg/l
Plata	5 mg/l
Selenio	5 mg/l
Sulfuros	5 mg/l
Sustancias Tensoactivas que racionan con el azul del metileno	10 mgl
Hierro	50 mg/l
Cloruro	1500 mg/l
Fluoruros	50 mg/l

Nota: estos limites serán definidos dependiendo del cuerpo receptor.

Fuente La Gaceta: diario oficial No. 118 de Abril a Junio.

Arto. 42.- Las descargas de agua residuales en forma directa o indirecta a cuerpos receptores provenientes de la industria de refinación de petróleo y petro química deberán cumplir con los rangos y límites permisibles descritos a continuación:

Tabla N° 2

Parámetros	Rango y Límites Máximos Permisibles Promedio Diario
Temperatura (Celsius)	<u>50° C</u>
pH	<u>6 – 9</u>
Sólidos Suspendidos Totales	<u>110 (mg/l)</u>
DBO	<u>200 (mg/l)</u>
DQO	20 (mg/l)
Grasas y Aceites	1 (mg/l)
Cromo Total	0.1 (mg/l)
Cromo Hexavalente	0.5 (mg/l)
Compuesto Fenólicos	0.3 (mg/l)
Sulfuros Total	10 (mg/l)
Nitrógeno Amoniacal	2 (mg/l)
Arsénico Total	0.2 (mg/l)
Cambio Total	2 (mg/l)
Cobre Total	2 (mg/l)
Níquel Total	0.02 (mg/l)
Plomo Total	0.002 (mg/l)
Mercurio Total	1 (mg/l)
Selenio Total	1 (mg/l)
Vanadio total	2 (mg/l)
Zinc Total	<u>5 (mg/l)</u>
Fósforo Total	
Hidrocarburos Totales	2 (mg/l)

Fuente La Gaceta: diario oficial No. 118 de Abril a Junio.

CAPITULO VI. De las Descargas de Aguas Residuales Provenientes de los Sistemas de Tratamientos de los Alcantarillados a Cuerpos Receptores

Arto. 23.- Los parámetros de calidad de vertido líquido provenientes de los sistemas de tratamientos de los alcantarillados que sean descargados directa o indirectamente a los cuerpos receptores, deberán cumplir con los rangos y límites máximos permisibles expresados.

CAPITULO IX. De las Sanciones

Arto. 59.- El incumplimiento de las disposiciones para el control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias, podrá ser sancionado con amonestación, multa, cierre temporal y cierre indefinido.

Arto. 63.- Constituyen faltas leves las infracciones administrativas que provoquen obstaculización al procedimiento de aplicación de las presentes disposiciones: serán sancionadas administrativamente de la siguiente forma:

- a) Se sancionará con multa de hasta 10,000.00 córdobas el no presentar los resultados de los análisis de laboratorio solicitados por MARENA (Arto. 11).
- b) Se sancionará con multa de hasta 20,000.00 córdobas, el entregar datos o informaciones parcialmente falsos.
- c) Se sancionará con multa de hasta 25,000.00 córdobas al empresario o responsable de proyecto que impida o dificulte las inspecciones de los funcionarios de MARENA e INAA y recurra a medios de cualquier índole para inducirles a actuar con negligencia.

CAPITULO X. Disposiciones Transitorias y Finales

Arto. 75.- El plan gradual de descontaminación constara de dos etapas:

Para las industrias que descargan al alcantarillado sanitario:

I Etapa: en los dos primeros años después de oficializarse el plan gradual de descontaminación individual de cada empresa existente, estas deberán caracterizar sus efluentes y construir las obras necesarias para las mediciones de caudales.

II Etapa: en los cuatro años posteriores al plazo de la I Etapa de acuerdo a las fechas acordadas en el plan gradual de descontaminación, las empresas deberán implementar un programa de cumplimiento de las siguientes actividades:

- Seleccionará un equipo consultor par formular el programa de cumplimiento.
- Se hará un estudio sobre el proceso industrial identificando los diversos orígenes y tipos de contaminantes producidos en las diferentes fases del proceso.
- Desarrollará un proceso de pretratamiento con sus criterios de diseño, para cumplir con estas disposiciones de descarga(si es necesario, hacer estudios de tratamiento en sitios o en laboratorio, para fijar los criterios de diseño).
- Disponer de un diseño detallado del sistema de pretratamiento (planos y especificaciones del diseño).

- Seleccionar un contratista par realizar la construcción.
- Poner en marcha el sistema de pretratamiento.
- Implementar un programa regular de muestreo y análisis par el monitoreo de la eficiencia del proceso de pretratamiento par confirmar el cumplimiento de estas disposiciones.

Para las Industrias que no Descargan al Alcantarillado Sanitario:

I.- Etapa: en los dos primeros años después de oficializarse el plan gradual de descontaminación individual de cada empresa existente, estas deberán caracterizar sus efluentes y construir las obras necesarias para las mediciones de caudales.

II.- Etapa: en los seis años posteriores a los plazos fijados para la I Etapa cada empresa deberá de diseñar y poner en marcha el sistema de tratamiento completo par los residuales líquidos, con el objetivo de cumplir estrictamente con las presentes disposiciones. Así mismo la empresa deberá continuar con el plan de monitoreo.

Los plazos establecidos en el presente artículo podrán variar de acuerdo a las condiciones económicas de cada empresa así como al tipo y cargas de contaminantes, pero nunca podrán exceder los ocho años establecido para las tres etapas anteriormente descritas.

La presentación de los planes de las diversas etapas del plan gradual de descontaminación deberán ser presentados por cada una de las industrias existentes a MARENA para su posterior aprobación, los planes deberán se entregados en los primeros treinta días al inicio de cada etapa. (Manual sobre regulación de calidad ambiental Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) (Meriluz , 2000)

REGLAMENTO DE VERTIDO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES. FRECUENCIA MÍNIMA DE PRESENTACIÓN DE REPORTES OPERACIONALES

Tabla 3. Composición típica de afluentes domésticos sin tratamiento y con tratamiento primario y secundario.

COMPONENTES	UNIDADES	SIN TRATAMIENTO (INTERVALO DE CONCENTRACIÓN)			TRATAMIENTO PRIMARIO		TRATAMIENTO SECUNDARIO . RANGO	
		ALTO	MEDIA	BAJA	RANGO	MEDIANA		
Sólidos	Totales	mg/l	1300	700	200		400- 1200	
	Disuelto	mg/l	1000	500	260	200-500	500	400- 1100
	suspendidos	mg/l	350	220	100	50-150	100	10- 100
DBO5 a20°C		mg/l	350	200	100	65- 200	135	10- 80
DQO		mg/l	1000	500	250	150- 750	335	30- 160
Nitrógeno	Total	mg/l	85	40	20	10- 60	40	10- 50
	amonio	mg/l	50	25	10	7-40	30	1-40
	orgánico	mg/l	35	15	5			
	Nitrato	mg/l	1.5	0.2	0	-	<0.1	0-10
Fósforo		mg/l	36	10	4	5-17	8	6- 17
Cloruros		mg/l	650	150	10			40- 200
Calcio + magnesio		mg/l	150	80	25			300- 170
Sodio		mg/l	460	120	10			50-250
Potasio		mg/l	25	10	5			10-40
Alcalinidad		mg/l caco	400	200	50			200-100
Grasa		mg/l	150	100	35			
PH			8	7.2	7			7.8 –8.1
Boro		mg/l						0-1
RAS		mmhol/l						4.5-7.9
COT		mg/l	290	160	80			

Fuente: Feigin, Ravina, Shalhevet (1991)

La siguiente tabla se presentan los valores aceptados para la utilización de agua residuales para riego.

Tabla 4. Normas FAO (1987) Parámetros Físico – Químico

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Temperatura	°C	15 a 38	40
Concentración de Iones Hidrógenos	Valor	6 –8.5	9.0
Sólido Suspendido	Mg/l	≤ 500	500
DBO ₅	Mg/l	≤ 400	400
Fosfato	Mg/l	≤ 2	-
Cloro	Mg/l	≤ 10	10
Alcalinidad	Mg/l	200 a 350	-

Fuente FAO (1987).

MATERIALES Y MÉTODOS

El Barrio Santa Lucía tiene 10 manzanas conformadas por 5 calles donde habitan 130 familias siendo aproximadamente un total de 500 personas. Las viviendas son construidas con paredes de bloques, tablas, pedazos de nicalit, barriles plásticos y techos de zinc, tejas, nicalit, plásticos y la mayoría con pisos de tierra.

Este trabajo se realizó en el Barrio Santa Lucía de la ciudad de León, ubicado del Técnico La Salle 600 varas al oeste, a orillas del río El Pochote en el período correspondiente desde el mes de octubre 1,999 a octubre del 2,000.

Para realizar el trabajo se realizaron visitas a los pobladores del barrio y reuniones con la coordinadora del barrio donde se hizo un reconocimiento del área de estudio con el objetivo de identificar la problemática sobre los desechos de aguas servidas. Una vez identificado el problema en conjunto con la coordinadora se planificaron varias reuniones con los pobladores para plantearles la posible solución de la problemática de las aguas residuales. La selección de los beneficiarios la realizó la coordinadora seleccionando 11 personas en total las cuales fueron seleccionadas por calle de manera que estuvieran distribuidas en todo el barrio quedando alrededor de 2 a 3 fosas por calle.

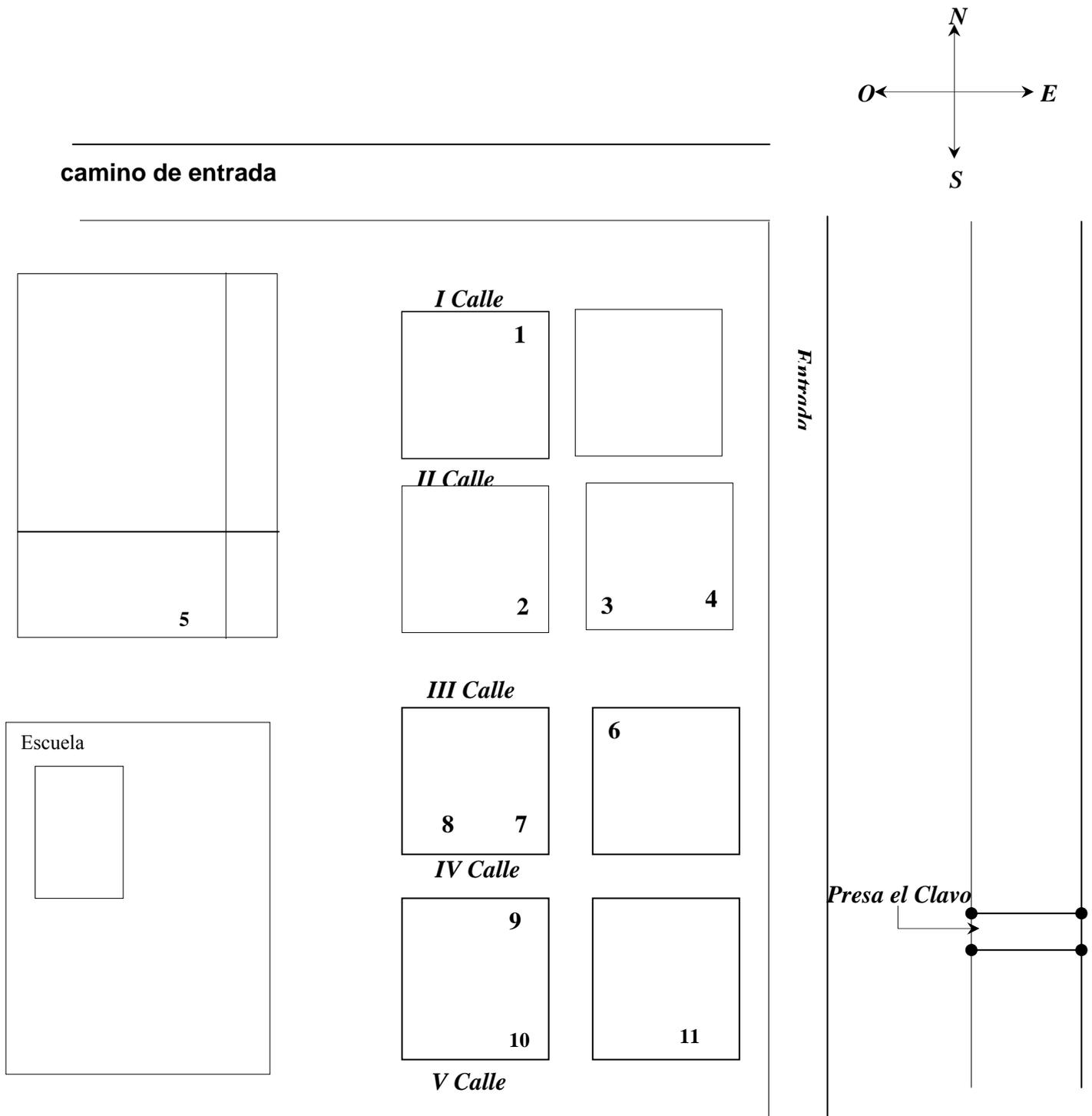


Figura 1. Esquema del área de trabajo y ubicación en el barrio Santa Lucia, León 1,999

CONSTRUCCIÓN DE FOSAS DE ABSORCIÓN

Para la ubicación de la fosa se tomó en cuenta: que estuvieran cercanas al lava trasto y al lavadero y teniéndose que hacer reubicaciones en algunos casos. Para la construcción se utilizó como material filtrante: arena, piedra y piedrín. Estos materiales se distribuyeron de la siguiente forma: 10% de piedrín como cama, 50% de arena en la parte media, 30% de piedra o piedrín dejando un 10% libre para recolectar el agua. El lavadero o lava trasto se conectó a la fosa a través de un tubo de pvc. 2" a una distancia de 5 m. Las dimensiones de las fosas fueron de 1 x 1.8 m, a las que se les construyó un borde de dos filas de ladrillos de barro para que sirviera de protección y que fuese fácil la colocación de tapadera. En la Figura. 2 se representa la disposición del material filtrante y su ubicación con el lavadero.

Una vez construidas se realizaron cuatro visitas de control para indicar a los usuarios el buen uso y recomendando no agregar sólidos como restos de comida, plásticos, papel etc. y revisar si la fosa estaba trabajando correctamente con una buena filtración. Estas visitas se realizaron por la mañana y por la tarde para confirmar la capacidad de filtración.

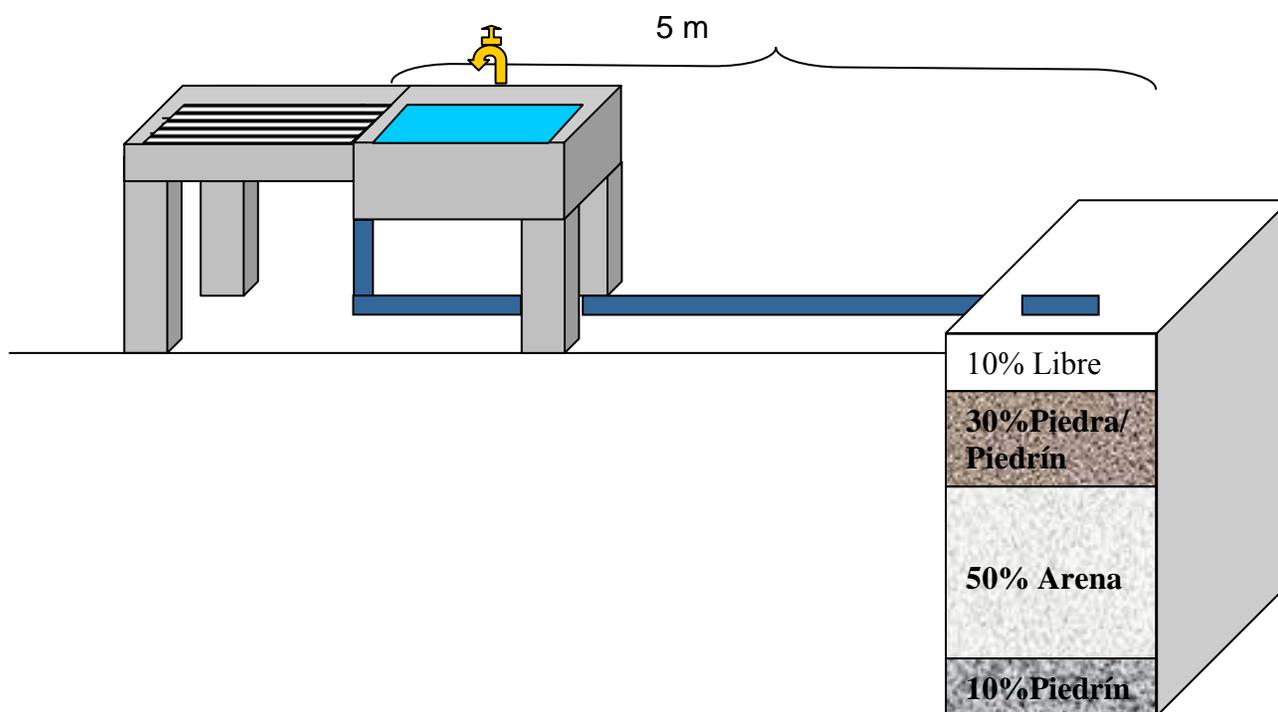


Figura N° 2.- Ubicación y distribución de los materiales en las fosas de absorción.

EFICIENCIA DE FOSAS DE ABSORCIÓN A NIVEL EXPERIMENTAL

Para evaluar la eficiencia de las fosas de absorción se construyeron dos fosas una Tipo A (arena y piedra) y otra Tipo B (arena y piedrin) utilizando bidones plásticos de 20 litros a los que se les colocó un tubo de PVC 0.5 pulgadas en forma de escuadra con perforaciones en la parte inferior, piedrín 10% una capa de arena 50% luego una capa de piedra para la fosa tipo A 30% y para la fosa tipo B se colocó una capa de piedrín (Fig.3). Estas fosas se colocaron en dos casas de beneficiarios diferentes pero cercanos donde se agregaba diariamente el agua servida a fin que estuvieran en uso continuo. Se colectaron muestras antes de la filtración, rotulándose como A y B. Estas muestras se colectaron del agua servida que caía y que quedaban encima de las fosas antes de filtrarse tomándose en frascos de 1000 ml. Las muestras filtradas se rotularon como A' y B' siempre dependiendo del tipo de la fosa donde se colectó, se colectaron por capilaridad es decir al echar el agua servida a las fosas experimentales el agua filtrada subía a través del tubo pvc de manera que esta goteaba y caía en los frascos.

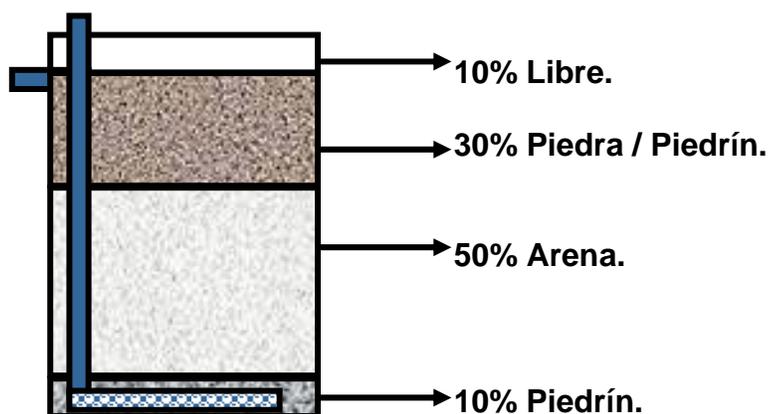


Figura N° 3.- Esquema de los tipos de fosas experimentales construidas en el Barrio Santa Lucia

Los parámetros que se midieron fueron: fosfato, cloro, alcalinidad utilizando HANNA instruments, ISO 9000 Certified Compañía Since 1992; el pH se tomó utilizando cintas; temperatura y oxígeno disuelto se midieron con el oxígenometro YSI Dissolved Model #55/12FT 99C 1269 AZ, sólidos suspendidos por el método de secado y DBO utilizando el método de prueba de la DBO a los 5 días de acuerdo a métodos de American Publicó Health Asociación 1998.

Determinación de Sólidos Suspendidos: para la determinación de sólidos se colocó cada filtro de fibra de vidrio en el horno para eliminar residuos agua y luego son pesados, se filtró 100 ml de muestra de agua sin filtrar y filtrada. Luego se colocaron los filtros en el horno a 103°C - 105°C por 1 hora. Se Pesó y colocó nuevamente por una hora más y se pesó nuevamente.

Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$L = (A - B) \times 1000 / \text{volumen muestra. ml .}$$

Donde:

L= mg sólidos suspendidos totales.

A= peso del filtro + residuo secado mg

B= peso del filtro

Determinación del DBO₅: este tiempo se midió el oxígeno disuelto final utilizando el oxígeno. La determinación se realiza en muestras de aguas sin filtrar y filtrada de ambos tipos de fosas se prepararon diferentes diluciones. En un erlenmeyer se colocó 200 ml de cada dilución y utilizando un oxígenómetro se determinó el valor del oxígeno disuelto inicial y la temperatura de la muestra. Cada dilución se colocó en frascos de tapón esmerilado los cuales se taparon con papel parafinado para evitar la entrada de aire, después se envolvió con papel de aluminio y las muestras fueron guardadas en un cuarto donde la temperatura es de 20°C - 25 °C por un período de cinco días.

Para obtener el valor de DBO₅ se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{DBO}_5 = \frac{D_1 - D_2}{P}$$

Donde:

DBO₅ = demanda bioquímica de oxígeno

D₁ = oxígeno disuelto inicial

D₂ = oxígeno disuelto a los 5 días o final

P = fracción volumétrica decimal de la muestra usada.

V_f = volumen final

V_i. volumen inicial

$$P = \frac{V_f}{V_i}$$

Determinación de la Alcalinidad Total: se utilizó el instrumento KITT HANNA se enjuagó el recipiente con agua de muestra, se llena hasta 5 ml y se tapó a través del agujero de la tapa, se agregó una gota de reactivo 2, (azul de bromo fenol) y mezcla. Si la solución es amarilla, entonces es ácida y debe llevarse a cabo una prueba de acidez (prueba de acidez de Hanna). Si la solución es verde o azul, entonces se procedió al próximo paso. Con una jeringa de titulación, se tomó la solución del reactivo 3, (ácido clorhídrico 0.1%) y se agregó de modo que no quede aire dentro de la jeringa. Colocar la punta de la jeringa dentro del agujero de la tapa del recipiente de plástico y lentamente se le agregó la solución de titulación hasta que la solución del recipiente se tornó amarilla. Se anotó los mililitros de solución de titulación y se multiplicó por 300 para obtener mg/l (ppm) CaCO_3 .

Cloro Total: se determinó utilizando el Multímetro Bench espectrofotómetro donde se seleccionó el número del programa correspondiente al cloro total. Luego se llenó la cubeta hasta 1.5 cm (3/4") debajo del borde con 10 ml de muestra se tapó y colocó la muestra dentro del sostenedor. Se reguló a cero el equipo. Quitamos la cubeta y se agregó 1 paquete de HI. 93711-0 (reactivo para exámenes de 100 para cloro total) colocar la tapa y agitar suavemente, insertar la cubeta. El instrumento directamente muestra la concentración en mg/l de cloro total sobre el LCD.

Determinación de Fosfato: se utilizó Multímetro Bench espectrofotómetro donde se seleccionó el número de programa correspondiente a fosfato. Llenar la cubeta hasta 1.5 cm (3/4") debajo del borde con 10 ml de muestra. Colocó la cubeta dentro de un sostenedor regular el cero en el equipo. Quitó la cubeta y agregó el contenido de un paquete de HI. 93717-03-B. (Reactivo de alto rango fosfato) colocar la tapa y agitar suavemente. Reinsertar la cubeta dentro del instrumento. Presionar tiempo leído y la pantalla mostrará la cuenta regresiva antes de la medición, o alternativamente esperar 3 minutos y presionar lectura directa. El instrumento mostrará directamente la concentración en mg/l de fosfato.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En el Barrio santa Lucia se realizaron reuniones juntos con la coordinadora de este lugar y logro escoger las casa que si estaban disponibles a hacerse a cargo de su fosas y darle su mantenimiento.

Cuentan con servicios básicos de agua potable y energía eléctrica. La basura es colectada por el camión de la municipalidad una vez por semana, sin embargo, la basura constituye otro problema ya que el sitio donde se recoge, se acumula y viene a constituir un nido de diferentes animales como: cucarachas, ratas, moscas, que afectan a todo el lugar, también es depositada en las calles pero, algunas personas la queman. No existe servicio de aguas negras y las aguas residuales de baño, lavado de ropa y cocina estas son canalizadas a las calles a las que se unen las aguas de lavado de carro y talleres presente en el barrio. Las casas tiene letrinas y muy pocas han construidos pozos sépticos.

En relación al aspecto Educativo tienen un Preescolar comunitario que reciben ayuda del MED y cuenta con los tres niveles, para la primaria y secundaria los estudiantes tiene que asistir a los centros escolares de Subtiava. La atención de salud igualmente tienen que recurrir al centro más cercano que es el de Subtiava. La mayoría de los habitantes trabajan como albañil, carpinteros, trabajos de campo, servicios domésticos y talleres de vulcanización de llantas, de carro, motos y bicicletas.

Condiciones Ambientales: las condiciones ambientales del barrio no son muy buenas, ya que no existen alcantarillados para colecta de aguas negras, por lo que las mismas salen a las calles provocando charcas que constituyen focos de contaminación donde se desarrollan vectores de enfermedades como malaria y dengue, diarrea.

Al sur del barrio corre el río Pochote el cual se utiliza para recreación, lavandería y agua para el ganado. A este río llegan las aguas negras que circulan por las calles de las casas mas cercanas, contaminando el agua; a demás contiene mucha basura arrastrada por las corrientes de lluvia en la época lluviosa y las que botan las personas que utilizan la zona como transito y viviendas cercanas.

Con el establecimiento del barrio se ha modificado la ribera del río pero se conserva todavía alguna vegetación como: Ceiba (Ceiba pentadra), cajinicuil (Inga vera), Guarumo

(Cecropia peltata), Panama (Sterculia ojetata), Tigüilote (Cordia dentata), guasimo de ternero (Guazuma ulmafolia), Mango (Manguifera indica), Palma de techo (Sabal mexicana), almendro (Terminalia cattapa) y Acacia, colinsii cornizuelo

Usos de las fosas de absorción

En la tabla N° 1 se presentan los registros de las cinco visitas que se realizaron a las 11 fosas donde se utilizó una clasificación cualitativa de las fosas de acuerdo al uso y funcionamiento de las mismas. Las clasificadas como fosas que funcionaban bien fueron aquellas donde al realizarse la visita se podía observar que no rebasaba su capacidad, el dueño reportaba que no tenía problemas y que por la tarde ya se había filtrado toda el agua. En esta categoría puede observarse en el cuadro que hasta el mes de mayo prácticamente todas las fosas funcionaron bien lo que equivale a seis meses después de su construcción y que es después de este tiempo donde se dan problemas con algunas de las fosas.

Tabla 1.- Registro de las visitas sobre la situación de uso y funcionamiento de las fosas de absorción construidas en el Barrio Santa Lucía, León.

NO. DE FOSAS	BENEFICIARIOS	FEB	ABRIL	MAY	JUN	SEP
1	Jesús Corea	*	*	*	*	*
2	Leonso Cavaría	*	*	**	**	**
3	Esmeralda Mayorga	*	*	*	*	*
4	Luis Escoto	*	*	*	**	**
5	Patricia Castillo	*	*	*	***	***
6	Catalina Díaz	*	*	*	*	***
7	Ramona Vega	*	*	*	*	*
8	Dorayda Vega	*	*	*	*	*
9	Antonia Canales	*	*	*	*	*
10	Berta Flores	***	***	***	***	***
11	Manuel Prado	**	***	***	***	***

* =FUNCIONA BIEN

** = SE CONECTO PERO NO FUNCIONA BIEN

*** = NO CONECTADO Y ELIMINADO

En la tabla 2 los datos se muestran en términos de porcentajes de uso donde, a los tres y cinco meses el 81.8 % funcionaban bien y no se reportó ningún problema por parte de los usuarios. Por otro lado el caso de la fosa numero 11 desde el inicio no le funciono debido

a que la capacidad de la fosa fue sobrepasada porque en la vivienda eran cerca de 12 personas lo que significaba el doble de la capacidad de las otras viviendas y además lavaban ropa ajena lo que significaba una cantidad demasiado grande donde la capacidad de la fosa no era suficiente para una filtración eficiente de tal forma que a los cinco meses fue eliminada y la utilizaban solo como receptor de agua, lo que representaba un 9.1 %. La fosa número 10 nunca fue conectada ya que el usuario manifestó que quería poner en otro sitio su lavadero y ahí se le construyó la fosa pero durante el tiempo del trabajo nunca se pasó al lugar que ella había escogido representado esto un 9.1 %. A los cinco meses las fosas no conectadas y eliminadas representaron el 18.2 %.

Tabla 2.- Porcentaje de uso de fosas de absorción en el Barrio Santa Lucía, León, en el período de Febrero a Septiembre del 2000.

CLASIFICACIÓN	3 MESES		5 MESES		7 MESES		10 MESES	
	No-	%	No-	%	No-	%	No-	%
Funciona bien	9	81.8	9	81.8	6	54.5	5	45.5
Se conecto pero no funciona bien.	1	9.1	0	0.0	2	18.2	2	18.2
No conectado y eliminados	1	9.1	2	18.2	3	27.3	4	36.3
Total	11	100	11	100	11	100	11	100

En el séptimo mes el porcentaje de fosas que funcionaban bien disminuye a 54.5 % debido a que dos de los usuarios dejaron conectada la fosa pero estas no funcionan bien porque la filtración se hizo muy lenta y se llenaba de agua sin embargo, las utilizaban como receptoras de agua que después eran regadas. Una tercera fosa fue eliminada debido al tipo de terreno el cual es muy arcilloso y se satura; en ambos casos los poros de las fosas se habían saturados ocurriendo esto más o menos entre los 6 y 7 meses. Las causas del sellado de los poros son los residuos de comidas que aunque se recomendó no agregar residuo de comidas, esto no siempre se cumplía y también que con el tiempo de uso es lógico que se acumulen residuos y que se requieran una remoción de los mismos. La limpieza es necesaria para evitar cerrar los poros de las capas superiores y que la filtración sea eficaz.

A los 10 meses las fosas que estaban funcionando bien disminuyó a un 45.5 % debido a que la fosa número seis fue eliminada por problemas de espacio ya que estaba muy cerca de la letrina y los dueños por temor de que les afectara la letrina decidieron eliminarla, pero ella estaba funcionando bien.

Del total de las fosas construidas cinco que representa el 45.5 % estuvieron funcionando en perfectas condiciones hasta los 10 meses lo que indica que el tipo de terreno donde estaban ubicados es adecuado para realizar este tipo de trabajo además de que los usuarios siguieron las recomendaciones que se dieron y sus fosas realizaron una buena filtración y su periodo de funcionamiento es mayor sin tener que hacer la limpieza.

Por lo tanto el funcionamiento por un periodo mayor a los 7 meses depende del tipo de terreno y lo que el usuario ponga en práctica la recomendación de no agregar residuos o bien de colocar una maya para retener los residuos y evitar que sean depositados en la capa superior de la fosa.

Estos resultados demuestran que la utilización de estas fosas son una alternativa transitoria para solucionar el problema de deposito de agua residuales doméstico en lugares donde no existen servicios de alcantarillado y que para una buena filtración deben considerarse dos aspectos: tipo de suelo y seguir las recomendaciones dadas.

EFICIENCIA DE LAS FOSAS DE ABSORCIÓN A NIVEL EXPERIMENTAL

Se consideró importante medir la cantidad de agua por minuto que se filtra en los dos tipos de fosas y los resultados pueden apreciarse en la tabla 3 donde se registran el tiempo de filtración de las dos tipos de fosas. En el primer recuento la fosa tipo A, la filtración por minuto es menor, mientras que en el tipo B hay mayor cantidad de agua filtrada indicando que la fosa tipo A su filtración es más lenta, por lo tanto su degradación es mucho mejor que la del tipo B.

Sin embargo, cuando se hizo una revisión de ambas fosas se pudo determinar que existían muchos residuos de comidas que obstruían los poros del material filtrante por lo que datos antes obtenidos no reflejaban realmente la filtración y se decidió realizar una limpieza en las dos tipos de fosas. Se removió una capa de la parte superior de la fosa aproximadamente unos 3 cm.; se lavó varias veces y se colocó nuevamente, y luego se esperó un tiempo para que se estabilizara.

Luego se hizo el segundo y tercer recuento donde puede observarse que la cantidad de agua filtrada es menor en los dos recuentos, en la tipo B (piedrín /arena) esto es debido a que el piedrín forma poros mas pequeño y por lo tanto la filtración es más lenta y esto

favorece el desarrollo de diferentes tipos de microorganismos necesarios para la degradación de la materia orgánica ubicada en la parte superior de la fosa lo que favorecería la limpieza más efectiva del agua si esta se desea reutilizar. Pero para efecto de filtración de agua es más rápida y más barata la utilización de piedra.

Tabla 3.- Cantidad de agua filtrada por minuto en las dos fosas experimentales de utilizadas en el Barrio Santa Lucía, León.

TIPO A (PIEDRA Y ARENA)		TIPO B (PIEDRIN Y ARENA)	
TIEMPO		TIEMPO	
GALÓN / min.	ml / min.	GALÓN / min.	ml / min.
GI/45	83.33	gl/15	250.00
GI/20	187.50	gl/35	107.14
GI/15	250.00	gl/30	125.00
Promedio	218.75	Promedio	116.07

Sólidos Suspendidos: en la tabla 4 puede observarse en las muestras de los dos tipos de fosas los valores obtenidos tuvieron un promedio de 194.25 mg/l el agua sin filtrar y de 97.25 mg/l después de filtrada. Estos valores son mas bajos que los establecidos como permisibles según normas de FAO y lo establecido en las leyes de Nicaragua (a 500 mg/l en aguas de alcantarillado) esto es debido a que el agua residual esta conformada por el agua de lavado de utensilios de cocina y lavado de ropa donde la cantidad de sólidos es poca, las casas donde se hizo la evaluación tenían cuidado de no incluir residuos de cocinas; por lo que es de esperarse que este tipo de agua la cantidad de sólidos sea menor que la normalmente hay en aguas de alcantarillado ya que no contienen residuos de heces porque en el barrio todas las casas utilizan letrinas.

Para este caso la disminución de la cantidad de sólidos en el agua facilita la filtración en el suelo por lo que los dos tipos de fosas disminuyen los sólidos eficientemente y si lo que se quiere es dar respuesta a un problema ambiental cualquiera de las dos fosas cumplen con lo requerido que es una buena filtración.

Tabla 4.- Valores de sólidos suspendidos en muestras de entrada y salida de las dos fosas experimentales utilizadas en el barrio Santa Lucía.

TIPO DE FOSA	A.- AGUA DE ENTRADA	A'.- AGUA DE SALIDA
Tipo A (Arena y Piedra)	163mg/l	100mg/l
	215mg/l	94mg/l
	111mg/l	100mg/l
	288mg/l	95mg/l
Media	194.25mg/l	97.25mg/l
Tipo B (Arena y Piedrín)	253mg/l	101mg/l
	114mg/l	90mg/l
	247mg/l	100mg/l
	165mg/l	98mg/l
Media	194.75mg/l	97.25mg/l

La temperatura y el pH tuvieron poca variación durante los meses de estudio, teniendo la temperatura un rango de variación de 27 a 28°C y el pH de 7.0 a 8.5 por lo que están dentro de los valores normales, con poca variación dentro del agua de entrada y salida de los dos tipos de fosas.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅)

En la Tabla N° 5 se encuentran los valores promedios obtenidos en los dos tipos de fosas en agua de sin filtrar y agua filtrada, los valores reflejan que no sufren ninguna modificación y los valores están dentro de los valores permisibles de aguas de residuales como es de 400mg/l según normas de FAO y 300 mg/l según la regulación en Nicaragua. De acuerdo a estos resultados no se esta dando degradación de la materia orgánica en las fosas ya que no existe variación de los valores del agua filtrada sino que prácticamente el agua no sufre modificación.

Tabla 5.- Valores promedio de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en muestras de entrada y salida en los dos tipos de fosas experimentales utilizadas en el Barrio Santa Lucía, León.

MUESTRA	Oxígeno ₀			Oxígeno ₅			DBO ₅			PROMEDIO
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
A	7.26	5.72	6.11	1.12	1.12	1.15	383.7	287.5	310	328.26
A'	7.37	5.80	6.07	1.10	1.14	1.22	391.8	291.2	303.1	328.66
B	7.30	5.81	5.90	0.96	1.19	1.19	345.6	288.7	294.3	309.53
B'	7.40	6.15	5.96	1.09	1.10	1.28	310.6	394.3	315.6	340.16

*A = Muestra de entrada A' = Muestra de salida B = Muestra de entrada ; B' = Muestra de salida

Alcalinidad: en la alcalinidad no hubo excedente en las muestras en comparación con el valor recomendado por la FAO (200 a 350 mg/l), teniendo un promedio de 340 mg/l en el agua de entrada de la fosa tipo A y 291mg/l en el agua de salida. En la fosa tipo “B” se obtuvo un promedio de 357 mg/l en agua de entrada y 213 mg/l en agua de salida. (Tabla 6 y 7).

Cloro: en la fosa tipo A el valor promedio de 3.50mg/l en al agua de entrada entra en los valores permisibles para agua de riego según las normas en Nicaragua (≤ 4 mg/l) también según las normas FAO (≤ 10 mg/l) cabe destacar que en el agua de salida el promedio es de 0.32mg/l lo cual es una remoción del 90.14 % de cloro. En la fosa tipo B se obtuvo un promedio de 2.40mg/l en agua de entrada y 0.01mg/l en agua de salida con una remoción casi total (Tabla N° 6 y 7).

Tabla N° 6.- Valores de Alcalinidad, Cloro, y Fosfato en muestras de agua de entrada y salida de las fosa experimental Tipo A utilizada en Barrio Santa Lucía, León.

PARÁMETRO	AGUA DE ENTRADA A				AGUA DE SALIDA A´			
	1	2	3	MEDIA	1	2	3	MEDIA
Fosfato Total	2.50	2.49	2.51	2.50	0.83	0.81	0.83	0.83
Cloro Total	3.50	3.50	3.49	3.50	0.32	0.30	0.32	0.32
Alcalinidad Total	345 mg/l	336mg/l	339mg/l	340mg/l	294mg/l	288 mg/l	291mg/l	291mg/l

Tabla N° 7.- Valores de Alcalinidad, cloro, fosfato, en muestras de entrada y salida de las fosas experimental tipo B utilizada en el Barrio santa Lucía, León.

PARÁMETRO	AGUA DE ENTRADA B				AGUA DE SALIDA B´			
	1	2	3	MEDIA	1	2	3	MEDIA
Fosfato total	2.50	2.51	2.50	2.50	0.80	0.75	0.78	0.77
Cloro total	2.42	2.40	2.40	2.40	0.01	0.01	0.01	0.01
Alcalinidad total	390mg/l	345mg/l	336mg/l	357mg/l	210mg/l	213mg/l	216mg/l	213mg/l

Fosfato: los fosfatos se encuentran excedidos en al agua de entrada de ambas fosas con relación al valor recomendado según la FAO, tener un promedio de 2.50mg/l en agua de entrada de la fosa tipo A y B. (Tabla N° 6 y 7). Este excedente se debe a la presencia de jabones y detergentes en al agua. En agua filtrada en la fosa tipo A con un promedio de

0.83mg/l indica una gran remoción de fosfatos por lo que está dentro de las normas FAO (≤ 2) y según regulación en Nicaragua (0 - 2). En la tipo B el agua filtrada obtuvo un valor promedio de 0.77mg/l igual que el caso anterior (Tabla N° 7). Esto indica que los fosfatos se reducen en ambas fosas.

CONCLUSIONES

- Se demostró que las fosas de absorción son una alternativa transitoria para el tratamiento de las aguas residuales en sitios donde no existen sistemas de alcantarillado sanitario. El tipo de suelo y seguir las recomendaciones del uso de las fosas de absorción son aspectos importantes que deben ser considerados para una mayor eficiencia.
- La fosa experimental tipo A (Arena y Piedra) tiene mayor velocidad de filtración que la fosa tipo B (Arena y Piedrín), debido al tamaño de los poros que tiene la menor capacidad de filtración por lo que esta sería la recomendada a utilizarse como alternativa transitoria en los barrios que tienen problemas con las aguas residuales.
- En las fosas experimentales de los resultados Físico – Químico determinados, no tienen variaciones en el agua tratada y sólo se observó remoción de cloro y fosfatos.

RECOMENDACIONES

- Contemplar en los programas de Educación Ambiental los beneficios del uso de las fosas como una alternativa para los desechos de aguas residuales en lugares donde no existen sistemas de alcantarillados.
- Instar a instituciones interesadas que financien proyectos de fosas de absorción de aguas residuales en lugares donde no existen sistemas de alcantarillas.
- Realizar una limpieza a las fosas cada 6 meses de manera que no haya ninguna obstrucción y se de una buena filtración.
- Hacer una evaluación en las fosas instaladas en las diferentes viviendas como análisis de tipo de suelo.
- Para resolver el problema ocasionado por la saturación de los poros debido al exceso de residuos se recomienda una limpieza de la capa superior para lo cual se saca un capa se lava bien y luego se vuelve a colocar, esta práctica se realizó en las fosas experimentales y funcionó bien, por lo que podría hacerse con este tipo de fosas.

BIBLIOPGRAFIA

- American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th Ed. American Public Health Association: Washington, DC.
- Solanz Hernández David.2000, Descontaminación con valoración doctorado de la universidad politécnica de Cataluña España. Managua .Pág. 19
- Herman E. Hilleboe. M: D. Comisionado 1990 Manual de Tratamiento de Aguas Negras. Editorial Limusa S.A. de C.V. Baldera 95, México Pág .303h.
- La Gaceta Diario Oficial, 1995, Republica de Nicaragua. No. 118.
- Romero, Mll. 1998 Consultaría para la Capacitación Ambiental Curso y Adiestramiento de Química Calidad de Agua, Ingeniería-Caura, S . A.
- Rodier, J; 1989; Análisis de las Aguas, Ediciones Omega S. A. Barcelona España; Pág. 1059.
- Metcalf-Eddy, Traducción por Juan de Dios Monsorio, 1981, Segunda Edición, Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales Editorial Labor S. A. Calabra - Barcelona, Pág. 837.
- Ministerio del Ambiente y los Recurso Naturales, Manual sobre Regulación de Calidad Ambiental, Elaborado por Meriluz Mendoza. Asesora Legal Liliam Jarquin. CEDA PRODE IMPRIMÁTUR arte gráficas, S.N. edición 1,000 Pág. N° 59, septiembre 2000.
- Mcjuckin, Eugene, F; 1986, Agua y Salud Humana, Edithde Cv, Limusa. S.A. México. Pág. 23Í