

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



“Capacidad de remoción de grasas en aguas residuales de la planta de tratamiento de aguas residuales Totorá. Ayacucho – 2010”.

TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE: BIÓLOGA

ESPECIALIDAD EN MICROBIOLOGÍA

PRESENTADO POR:

BACH. MEDINA MARTÍNEZ, YANET

AYACUCHO – PERÚ

2011

A mi madre.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi *alma máter*.

A la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Agua y Saneamiento – EPSASA – Ayacucho, por su apoyo, sin el cual no hubiera sido posible su materialización y conclusión de este trabajo de investigación.

A la Facultad de Ciencias Biológicas por haberme acogido durante mi formación profesional.

A la plana de docente de la Escuela de Formación Profesional de Biología quienes me brindaron sus conocimientos y orientaciones durante mis estudios universitarios.

Un agradecimiento especial al Dr. Bigo. Saúl Alonso Chuchón Martínez, por haberme brindado su asesoramiento y apoyo constante.

Un especial reconocimiento al Ing. Julio Hinojosa Molero, Jefe de Control Calidad de Agua Potable - EPSASA - Ayacucho, Ing. Wilson Lázaro Sacca, Asistente de Control de Calidad de Agua Potable - EPSASA, Ing. Edwin Rodríguez Quispe Jefe de Planta de Tratamiento de Agua Potable - EPSASA, Blgo. Rudisindo Huincho Rodríguez, Jefe de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Totorá, a todos los trabajadores de la PTAR y a todas las personas que apoyaron desinteresadamente en la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. Marco teórico.....	3
2.1. Antecedentes.....	3
2.2. Generalidades.....	6
2.2.1. Aguas residuales.....	7
2.2.1.1. Aguas residuales domésticas.....	7
2.2.1.2. Aguas residuales industriales.....	8
2.2.1.3. Infiltración y caudales adicionales.....	8
2.2.2. Aguas pluviales.....	8
2.2.3. Característica de las aguas servidas.....	8
2.2.4. Efecto de Contaminación por las aguas residuales.....	9
2.2.5. Composición de las aguas Servidas.....	11
2.2.5.1. Composición de las aguas residuales domesticas.....	11
2.2.5.2. Materia orgánica.....	12
2.2.5.1.1. Grasas y aceites.....	13
2.2.5.2.1.1. Grasas y Aceites en aguas residuales.....	13
2.2.5.2.2. Características de las grasas y aceites.....	17
2.2.5.2.3. Análisis típico de grasas en aguas servidas Según Buxwell.....	17
2.2.5.2.4. Efecto de las grasas y aceites en aguas residuales.....	18
2.2.5.2.5. Remoción de grasas y aceites.....	22
2.3. Evaluación del impacto ambiental de las descargas de aguas residuales.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Ubicación geográfica.....	22
3.2. Población y muestra.....	25
3.3. Métodos e instrumentos para la recolección de datos.....	25
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	48
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	52

“Capacidad de Remoción de grasas en Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de aguas residuales Totora. Ayacucho– 2010”.

Autor : Bach. Yanet Medina Martínez

Asesor : Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez

Co asesor: Ing. Julio Hinostraza Molero

RESUMEN

La investigación se realizó durante los meses de agosto, setiembre y octubre del 2010, para determinar la Capacidad de Remoción de grasas en Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de aguas residuales Totora de la ciudad de Ayacucho.

Los análisis se realizaron en los laboratorios de microbiología y fisicoquímico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales –Totora; donde se analizaron 56 muestras de aguas residuales de dos puntos de muestreo, para la determinación de grasas y aceites en aguas residuales se utilizó en método de extracción en Soxhlet (Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1990).

El tipo de investigación fue descriptivo. Calculándose el porcentaje de remoción $\%R = [(C_A - C_E / C_A) \times 100]$; la concentración promedio de grasas y aceites en aguas residuales del afluente de la PTAR fue 129.66 mg/L y concentración promedio de grasas y aceites en el efluente de la PTAR fue 54.34 mg/L.

Los resultados indican que la capacidad de remoción promedio de las grasas y aceites de la PTAR – Totora – Ayacucho fue 58.39 %. Se concluyó que la concentración promedio de grasas y aceites registrados durante los meses agosto, setiembre y octubre del 2010, en aguas residuales del afluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totora – Ayacucho fue 129.66 mg/L., y en el efluente se determinó una concentración de 54.34 mg/L., lo cual indica que no cumple con los límites máximos permisibles (LMP) de las descargas de aguas residuales en el sistema de alcantarillado sanitario (Decreto Supremo N° 021 – 2009 – vivienda) y los límites máximos permisibles (LPM) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (Decreto Supremo N° 003–2010 - MINAM).

Palabras clave: *Remoción, aguas residuales, grasas y aceites.*

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Con la ausencia de tratamiento, las aguas negras son por lo general vertidas en aguas superficiales, creando un riesgo obvio para la salud humana, y el medio ambiente. En Latinoamérica, muchas corrientes son receptoras de descargas directas de residuos domésticos e industriales (Reynolds, 2002).

En el Perú, a fines de 2007, el 63,6% de la población urbana total tuvo servicio de alcantarillado administrado por empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS); el resto fue administrado directamente por las municipalidades o a través de operadores especializados (OES) en pequeñas ciudades, comités de agua o simplemente no cuenta con dicho servicio (Reynolds, 2002).

Durante ese año los sistemas de alcantarillado recolectaron aproximadamente 747,3 millones de metros cúbicos de aguas residuales, producto de las descargas de los usuarios conectados al servicio. De ese volumen, sólo 29,1% ingresaron a un sistema de tratamiento de aguas residuales, muchos de los cuales con deficiencias operativas y de mantenimiento, y el resto se descargó directamente a un cuerpo de agua (mar, ríos o lagos), se infiltró en el suelo o se usó clandestinamente para

fines agrícolas. Es decir, al menos 530,0 millones de metros cúbicos de aguas residuales pasaron a contaminar los cuerpos de agua superficial que se usan para la agricultura, pesca, recreación e incluso para el abastecimiento de agua potable (SUNASS, 2008).

El 8 de septiembre de 2000, en la Octava Sesión Plenaria de la Cumbre de las Naciones Unidas se declararon ocho Objetivos del Milenio, que deberán cumplirse en el año 2015.

Entre esos objetivos se encuentra la Meta 10: "Reducción a la mitad, para el año 2015, del porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable y saneamiento". Todo servicio de saneamiento prestado de manera sostenible implica necesariamente el respectivo tratamiento de aguas residuales, pues de otra manera no podría considerarse sostenible en términos ambientales. En el 2015, la cobertura de agua a nivel nacional debería subir a 82% (en 1990 se encontraba en 63%) y la de saneamiento a 77% (en 1990 la cobertura era de 54%). Y la cobertura de tratamiento de aguas residuales recolectadas por los sistemas de alcantarillado deberá llegar a 100% en el ámbito urbano (SUNASS, 2008).

En el país, de un total de 143 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), pocos son exitosos. El resultado es la contaminación de los cuerpos de agua que reciben tanto los efluentes de insuficiente calidad de las PTAR como los vertimientos de aguas residuales crudas provenientes de los sistemas de alcantarillado (SUNASS, 2008).

Otro problema que afecta directamente la eficacia de las PTAR, lo constituye el ingreso de efluentes industriales a los sistemas de alcantarillado, cuya carga orgánica y otros elementos como metales pesados, ácidos y bases que generan sobrecarga en las unidades de

tratamiento y afectan negativamente los procesos biológicos de depuración (SUNASS, 2008).

Los ingenieros de tratamiento de aguas residuales y los especialistas en saneamiento de aguas subterráneas enfrentan constantemente el problema de la presencia de grasas, aceites y lubricantes (en inglés FOG = fats, oils, and greases), que deben eliminarse para cumplir con los límites máximos permitidos o porque pueden recubrir diversos componentes de los equipos para el tratamiento. La eliminación de los FOG puede ser simple si no están emulsionados, es decir, si flotan como una película en la superficie del agua. Pueden emulsionarse mecánicamente, en cuyo caso, si las aguas residuales se dejan decantar en un tanque durante cierto tiempo, la mayor parte de los aceites afloran a la superficie. Sin embargo, parte puede quedar en el agua, si las gotitas son lo suficientemente pequeñas. Si no se eliminan, los FOG pueden constituir un problema, ya que recubren tuberías, materiales filtrantes, filtros de arena (Alther, 2009).

La proliferación de restaurantes de comida rápida y del sector alimenticio en general juega un papel importante. Los aceites y las grasas, son usados por la mayoría de la Población para la preparación de alimentos, incluyendo a la industria alimentaria, tal como panaderías, restaurantes, etc. ya que este rubro económicamente rentable, y que satisfacen las necesidades demandantes de la población consumista (UDB, 2004).

Sin embargo, cargas altas de grasas emulsificadas como las provenientes de mataderos, frigorífico, lavanderías y otras industrias causan serios problemas de mantenimiento en las plantas de tratamiento. Los aceites y grasas de origen mineral pueden ser no biodegradables y deben recibir un pre tratamiento para ser removidos antes del tratamiento biológico (UDB, 2004).

Sin embargo, no existe un método que permita distinguir las grasas y aceites vegetales o animales de las de origen mineral; aunque existe el procedimiento para diferenciar entre grasas y aceites polares y no polares (Romero, 1996).

En la PTAR Ayacucho actualmente no se tiene información sobre la concentración y remoción de grasas y aceites, por lo que con la siguiente investigación se pretende estimar un promedio de qué cantidad de estos elementos orgánicos son eliminados por la población, que cuenta con el servicio de desagüe, como también determinar la capacidad de remoción que tiene la PTAR con respecto a estos compuestos.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales, las políticas públicas y en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental (SUNASS, 2008).

2.2. GENERALIDADES

2.2.1. Aguas residuales.

Según la (Organización Panamericana de la Salud, 1990), son vocablos sinónimos "líquido cloacal", "aguas servidas", "líquido residual" o "aguas usadas", se emplean para llamar a aquellas aguas de abastecimiento que, habiendo sido usadas para fines diversos, acusan en su composición la presencia de sustancias extrañas provenientes de los domicilios, comercios, restaurantes, garajes, industrias, infiltración, percolación. Cuando estos líquidos son recolectados en sistemas de alcantarillado sanitario la mezcla demuestra composición diferente a la que tenía cada componente.

Las aguas servidas tienen un aspecto de las líquido grisáceo, parduzco de olor característico aunque no repugnante, excepto cuando se encuentra en pleno periodo de putrefacción. Las aguas servidas son inestables, biológicamente degradables o putrescibles y capaces de originar olores ofensivos (OPS, 1990).

El agua residual puede definirse como agua de composición variada proveniente de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos y, en general, de cualquier otro uso, que por su naturaleza no puede utilizarse nuevamente en el proceso que la generó (Velázquez, y col., 2002).

De acuerdo con la procedencia del agua residual es posible hacer una predicción del tipo de contaminantes que contendrá el agua. Sin embargo, para poder caracterizar con precisión el tipo de contaminante descargada y, más aún, la concentración con que se descarga, es necesario llevar a cabo muestreos y determinaciones analíticas (Velázquez y col., 2002).

Las aguas residuales antes de ser vertidas a las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas al límite de evitar que su disposición provoque problemas graves de contaminación en el cuerpo de agua receptor (Cárdenas y col., 2007).

Las aguas residuales de acuerdo a origen pueden ser clasificadas como: (Rolim, 2000).

2.2.1.1. Aguas Residuales Domésticas.- A.R.D., Son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación

también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares (Bojaca, 2007).

2.2.1.2. Aguas Residuales Industriales.- se denominan a las aguas residuales provenientes de las descargas de industrias de manufactura. (OPS, 1990).

Son residuos líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria que la produzca (Rolim, 2000).

2.2.1.3. Infiltración y caudales adicionales.- Las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales que son descargados por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvia que descargan grandes cantidades de agua (Rolim, 2000).

2.2.1.4. Aguas pluviales.- Son aguas de lluvias, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo, parte de estas aguas es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que puedan estar sobre el suelo (Rolim, 2000).

2.2.2. Característica de las Aguas Servidas.

Según la Organización Panamericana de la Salud deben ser consideradas desde tres puntos de vista: concentración, composición, condición.

- **Concentración.-** Es la proporción en la que la materia sólida se halla diluida, lo cual, en términos generales, depende del consumo de agua. En ciudades de alto consumo, por ejemplo, las aguas servidas serán menos concentradas.

- Composición.- Depende de la cantidad de materias residuales extrañas lo cual, como es de esperarse, está en relación con el origen de las aguas servidas. Por ejemplo la dieta o alimentación de los pobladores influye en la composición.
- Condición.- Es distinto en cada momento dependiendo del tiempo transcurrido entre su entrega y la evacuación o tratamiento, lo cual se debe a fenómenos biológicos que se llevan a cabo.

Romero, (2008) Plantea: Dadas las características y variaciones en la descarga de aguas residuales, A.R., al sistema de alcantarillado, el tipo o sistema de alcantarillado usado, la diferencia en las costumbres de la comunidad aportante, el régimen de operación de las industrias servidas, el clima, etc., los caudales de las aguas residuales oscilan ampliamente durante el año, cambian de un día a otro y fluctúan de una hora a otra.

Los caudales mínimos ocurren durante las primeras horas de la mañana, entre las 2:00 y las 5:30; durante dichas horas el consumo humano es mínimo y el flujo es básicamente por infiltración y pequeñas cantidades de A.R., el caudal máximo ocurre entre las 7:00 y las 10:00 cuando se presenta el consumo máximo; existe, además, un segundo caudal máximo entre las 15:00 y las 16:00 horas. Entre las 7:00 y las 19:00 el caudal de A.R. es mayor que el caudal promedio y, durante la noche, el caudal es menor del caudal promedio (Romero, 2008).

2.2.3. Efecto de Contaminación por las Aguas Residuales

Toda agua residual afecta en alguna manera la calidad de la fuente o cuerpo de agua receptor. Sin embargo, se dice que un agua residual causa contaminación solamente cuando ella introduce condiciones o características que hacen el agua de la fuente o cuerpo receptor inaceptable para el uso

propuesto de la misma (Romero, 2008). En el cuadro 01 se presenta en forma muy breve y generalizada, los efectos más importantes de los principales agentes de contaminación de las aguas residuales.

Cuadro 01: Efectos más importantes de los principales agentes de contaminación de las aguas residuales.

contaminante	Causa de su importancia
Sólidos suspendidos.	Pueden conducir al desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se descargan A.R. crudas en el medio acuático.
Materia orgánica biodegradable.	Está compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas. Si no es removida puede producir agotamiento de oxígeno disuelto de la fuente receptora y desarrollo de condiciones sépticas.
Patógenos.	Producen enfermedad.
Nutrientes.	El C, N y P son nutrientes. Cuando se descargan en las aguas residuales pueden producir crecimiento de vida acuática indeseable. Cuando se descargan en cantidad excesiva sobre el suelo pueden producir contaminación del agua subterránea.
Materia orgánica refractaria.	Resiste tratamiento convencional. Por ejm. Detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas.
Metales pesados.	Proviene de aguas residuales comerciales e industriales y es posible que deban ser removidos para reuso del agua.
Sólidos inorgánicos disueltos.	Algunos como el calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y es posible que deban ser removidos para reuso de agua.

Fuente: Romero, 1994.

2.2.4. Composición de las Aguas Servidas

Según el Manual Técnico de Lagunas de Estabilización y Zanjas de Oxidación de la OPS, (1990). Desde el punto de vista físico, las aguas servidas contienen materia en suspensión, en solución y en estado coloidal. Desde el punto de vista químico, en cambio contienen sustancias de origen animal, vegetal y mineral.

2.2.4.1. Composición de las aguas residuales domesticas

Los contaminantes sólidos con materia orgánica fácilmente biodegradable están compuestos por un 40 - 60 % de proteínas, 25 – 50 de carbohidratos y 10 % de lípidos, y con trazas de otros compuestos (Ortega, 2007).

El agua residual doméstica está compuesta por componentes físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materia orgánica e inorgánica, suspendidas o disueltas en el agua. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, heces, materia vegetal (Rolim, 2000).

La cantidad de agua residual doméstica es igual al agua consumida del abastecimiento menos el agua utilizada para cocinar, beber y regar (Naveda, 1999).

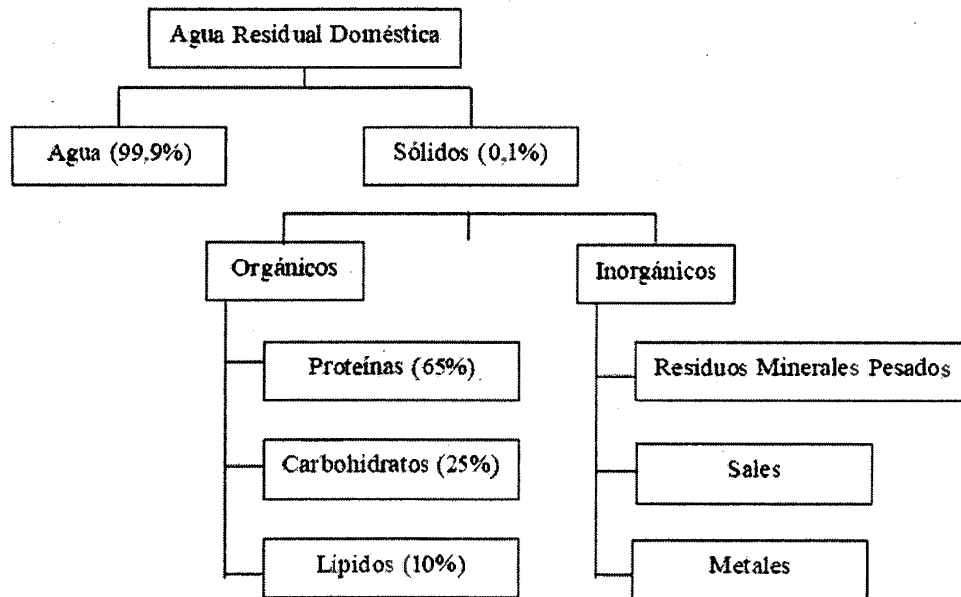
En la figura Nº 01 se presenta la composición de las aguas residuales domésticas.

2.2.4.2. Materia Orgánica.

Los grupos principales son las proteínas, los hidratos de carbono, las grasas y los productos de descomposición. Todas estas sustancias se descomponen con la acción bacteriana. Cerca del 75 % de los sólidos en suspensión y del 40 % de los sólidos filtrables de un agua residual de concentración media son de naturaleza orgánica. Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas

relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40-60 %), hidratos de carbono (25-50%), y grasas y aceites (10%) (Ortega, 2007).

Figura N° 01: Composición de las aguas residuales.



Fuente: Chuchón, 2004.

2.2.4.2.1. Grasas y Aceites.

Por definición, los lípidos son componentes biológicos que son solubles en solventes no polares como benceno, cloroformo y éter, y son prácticamente insolubles en agua. Consecuentemente, éstas moléculas son diversas tanto en lo referente a su estructura química como a su función biológica. Se distinguen en ellos los ácidos grasos, las grasas y aceites, los jabones, etc. (Univ. de Oviedo, Dpto Ingeniería Química y Tecnologías del medio ambiente, 2004).

2.2.4.2.1.1. Grasas y Aceites en Aguas Residuales

Son los compuestos orgánicos más estables y por tanto, de más difícil descomposición bacteriana. Proviene principalmente de los desperdicios

industria alimentaria contiene grandes concentraciones de materia orgánica, grasas, aceites, sólidos suspendidos y sustancias alcalinas (Romero, 2008).

El kerosene, los aceites lubricantes y los procedentes de materiales bituminosos son derivados del petróleo y del alquitrán, y sus componentes principales son carbono e hidrógeno. En ocasiones pueden alcanzar la red de ALC en grandes cantidades procedentes de tiendas, garajes, talleres y calles. La mayor parte de estos aceites flotan en el agua residual, aunque una fracción de ellos por acción de la temperatura y presión atmosférica, se incorpora al lodo por los sólidos sedimentables. Los aceites minerales tienden a recubrir las superficies en mayor medida que las grasas, los aceites y los jabones. Las partículas de estos compuestos interfieren en el normal desarrollo de la actividad biológica y son causa de problemas de mantenimiento (Arboleda, 2000).

Benavides (2006), plantea que el tratamiento de desechos orgánicos producidos en el proceso de sacrificio de animales es muy complejo, debido a la composición y origen de los contaminantes que generan un efluente que contiene proteínas, compuestos lignocelulósicos y grasas en forma soluble y sólidos en suspensión. Dado el alto contenido de sólidos y grasas presentes en el efluente crudo, aún luego de los tratamientos primarios clásicos, se obtiene un efluente que presenta una importante cantidad de estos sólidos de lenta biodegradación, que ocasionan problemas operativos. La grasa ocasiona problemas de flotación de lodos, mientras que los compuestos lignocelulósicos presentan resistencia al ataque bacteriano.

En general, los efluentes de mataderos también tienen altas temperaturas y contienen elementos patógenos, además de altas concentraciones de compuestos orgánicos y nitrógeno (Benavides, 2006).

La determinación analítica de grasas y aceites no mide una sustancia específica sino un grupo de sustancias susceptibles de disolverse en hexano, incluyendo ácidos grasos, jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, aceites y cualquier otras sustancia extractable con hexano (Toapanta, 2004).

Las grasas se hallan entre los compuestos orgánicos de mayor estabilidad, y su descomposición por acción bacteriana no resulta sencilla. No obstante, sufren el ataque de ácidos minerales, lo cual conduce a la formación de glicerina y ácidos grasos. En presencia de determinadas sustancias alcalinas, como el hidróxido de sodio, se libera la glicerina dando paso a la formación de sales alcalinas y ácidos grasos. Las sales alcalinas que se producen se conocen como jabones, sustancias que, como las grasas, son estables. Son solubles en agua, pero en presencia de constituyentes de dureza, las sales sódicas se transforman en sales cálcicas y magnésicas de ácidos grasos, compuestos también conocidos como jabones minerales que son insolubles y se precipitan (Campos, 1990).

2.2.4.2.2. Características de las grasas y aceites

Altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades (UDB, 2004).

En aguas, los aceites, las grasas y las ceras son los principales lípidos de importancia. El parámetro grasas y aceites incluye los ésteres de ácidos grasos de cadena larga, compuestos con cadenas largas de hidrocarburos, comúnmente con un grupo ácido carboxílico en un extremo, materiales solubles en solventes orgánicos, pero muy insolubles en agua debido a la estructura larga hidrofóbica del hidrocarburo. Estos compuestos sirven de alimento para las bacterias, puesto que pueden ser hidrolizados en los ácidos grasos y alcoholes correspondientes (Gray, 2000).

2.2.4.2.3. Análisis Típico de Grasas en Aguas Servidas Según Buxwell

Según el Manual Técnico de Lagunas de Estabilización y Zanjas de Oxidación de la (OPS, 1990), las grasas presentes en aguas residuales contienen principalmente:

- Jabón 50%.
- Glicéridos 34%.
- Aceites minerales 3%.
- Otros no saponificables 7%.
- Humedad 6%.

La mayor parte de las grasas está en estado coloidal; Las grasas contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Las aguas servidas domésticas contienen de 25 a 50 ppm de grasas.

2.2.4.2.4. Efecto de las grasas y aceites en aguas residuales.

- a. Sobre los cauces de agua que reciben aguas servidas. Impermeabiliza los suelos (OPS, 1990).
- b. Sobre la operación de las plantas: perjudica rendimiento de las rejas; acumulación de grasa en las paredes, interferencia en la digestión y barros acidificados, deterioro de las pinturas, olores (OPS, 1990).
- c. Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos (Romero, 1996).
- d. Interfieren con el tratamiento de residuos biológicos causando problemas de mantenimiento, en la vida acuática, impacto estético (Romero, 1996).
- e. Las grasas y los aceites con los sólidos suspendidos, tienden a acumularse sobre la superficie de los sistemas de disposición sobre el

suelo, limitando la capacidad de infiltración del terreno (Tchobanoglous, 2000).

- f. Las grasas y aceites en las aguas de riego, forma una película en la superficie de agua, que al tener contacto con los cultivos, interfieren el ingreso de los rayos solares a los cultivos, impidiendo de esta manera su desarrollo biológico (Gray, 2000).

Tchobanoglous (2000), Plantea, Si las grasas y los aceites no se eliminan en los procesos de pre tratamiento de aguas residuales tenderán a acumularse posteriormente en los procesos siguientes creando películas desagradable a la vista.

En el cuadro N° 02 se presenta el espesor de aceites requerido para formar una película translúcida en la superficie de un cuerpo de agua.

Cuadro N° 02: Espesor de aceite requerido para formar una película en la superficie del agua.

Apariencia	Espesor de la película (ul)	Cantidad preparado gal/mi ²
Pobremente visible	0.0000015	25
Plateado	0.0000030	50
Trazas de color	0.0000060	100
Bandas brillantes de color	0.0000120	200
Apariencia de colores	0.0000400	666
Colores mucho más oscuros	0.0000800	1332

Fuente: Eldridge, 1942.

Romero (2008), plantea los requisitos de tratamiento, desde el punto de vista de protección del sistema de alcantarillado en el cual se prohíbe la descarga de materiales que puedan causar taponamiento, su corrosión o producir riesgos de explosión. Para la protección del sistema biológico de tratamiento secundario es necesario controlar el flujo de contaminantes orgánicos e inorgánicos tóxicos.

Las limitaciones principales, para protección de las alcantarillas, se requieren a las características siguientes:

- Acidez o alcalinidad excesiva los cuales pueden causar reacciones químicas.
- Gases tóxicos y reactivos como el ácido sulfhídrico, dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno.
- Sustancias explosivas.
- Grasas, aceites y sólidos suspendidos.
- Sustancias inflamables o tóxicas.

En lo referente a protección del sistema de tratamiento, las restricciones se refieren principalmente a:

- DBO y SS excesivamente altos.
- pH indeseable, menor a 5 o mayor a 9.
- Grasas y aceites en concentraciones excesivas.
- Sustancias tóxicas inhibidoras del proceso biológico.

El artículo 72 del Decreto 1594 de 1984 establece que todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, las siguientes normas.

Cuadro Nº 03: Característica de las aguas residuales para el vertimiento a un cuerpo receptor.

Referencia	Usuario existente	Usuario nuevo
pH	5 -9	5 - 9
temperatura	Menor o igual a 40 °C.	Menor o igual a 40 °C.
Material flotante	Ausente.	Ausente.
Grasas y aceites	Remoción mayor o igual a 80 % en carga.	Remoción mayor o igual a 80 % en carga.
Sólidos suspendidos, domésticos e industriales	Remoción mayor o igual a 50 % en carga.	Remoción mayor o igual a 80 % en carga.

DBO:			
Para	desechos	Remoción mayor o igual a 30 % en carga.	Remoción mayor o igual a 80 % en carga.
domésticos			
Para	desechos	Remoción mayor o igual a 20 % en carga.	Remoción mayor o igual a 80 % en carga.
industriales			

Romero, 2008.

La concentración típica de grasas y aceites presentes en aguas residuales de restaurantes pueden tomar valores que van desde 1000 hasta 2000 mg/L o más.

Para evitar los problemas ocasionados por su presencia, tanto en unidades de sistemas descentralizados de tratamiento como en sistemas de disposición, la concentración de grasas y aceites en el efluente de estos sistemas debe ser menor a 30 mg/L (Tchobanoglous, 2000).

Cuando los aceites y las grasas se descomponen, emiten un desagradable olor a ranciedad, que son el resultado de los cambios químicos ocasionados por la acción del oxígeno, y en algunos casos son causados por acción de enzimas formadas por hongos con las grasas han sido inoculadas. Los productos formados como resultado de esta descomposición de las grasas, consiste en una mezcla de aldehídos, cetonas, lactonas, oxi e hidroxí ácidos, y otros ácidos de bajo peso molecular que están originalmente presentes tal como alcoholes, bióxido de carbono y humedad. La auto oxidación es la primera causa de la ranciedad, donde la primera etapa de la oxidación espontánea de las grasas es la formación de peróxidos de los enlaces de ácidos insaturados (UDB, 2004).

Los aceites y grasas en los vertidos líquidos generan dos tipos de problemas a la hora de la depuración de las aguas residuales, disminución de la mojabilidad de los sólidos en suspensión impidiendo, con ello su sedimentación, y formación de una película que recubre los microorganismos encargados de la biodegradación, impidiendo con ello la captación de oxígeno por los mismos y disminuyendo su poder depurador (Aznar, 2000).

Su efecto en los sistemas de tratamiento de aguas residuales o en las aguas naturales se debe a que interfieren con el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera. No permiten el libre paso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles de oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar (Aznar, 2000).

Estos compuestos sirven de alimento para las bacterias, puesto que pueden ser hidrolizados en ácidos grasos y alcoholes correspondientes. Las grasas son muy difíciles de transportar en las tuberías de alcantarillado, reducen la capacidad de flujo de los conductos, son difíciles de atacar biológicamente y generalmente, se requiere su remoción en plantas de pre tratamiento (Ortega, 2007).

Las grasas afectan adversamente la transferencia de oxígeno del agua a las células e interfieren con su desempeño dentro del proceso de tratamiento biológico aerobio. La rotura de las emulsiones grasosas puede requerir acidificación o agregación de coagulantes (Ortega, 2007).

Las grasas no son deseables, ya que provocan mal olor, forman espuma, inhiben la vida de los microorganismos, provocan problemas de mantenimiento (Ortega, 2007).

2.2.4.2.5. Remoción de Grasas y Aceites

Tchobanoglous (2000), Plantea que recientemente, los problemas asociados con la remoción de grasas y aceites se han hecho cada vez más complejos, debido al aumento en el número de productos de cocina que contienen grasas y aceites, el problema se agrava aún más gracias a la existencia de aceites solubles a temperaturas relativamente bajas, lo cual dificulta la remoción.

En general los tanques receptores de desnatación se emplean para retener las grasas por enfriamiento y flotación, y los aceites por flotación. Para conseguir que la flotación sea efectiva es necesario que el tanque separador retenga el agua por un periodo de tiempo adecuado (normalmente mayor a 30 minutos) (Tchobanoglous, 2000).

A pesar de contar en el mercado con un gran número de trampas de grasas y aceites, la eficiencia que proveen estos equipos está limitada por los cortos tiempo de retención de estas unidades (Tchobanoglous, 2000).

El objetivo del pre tratamiento de las aguas residuales es remover sólidos, grasas y aceites y otros materiales flotantes o sedimentables por que el agua residual pueda ser tratada eficientemente y reutilizada o vertida sin ningún riesgo (Tchobanoglous, 2000).

Las grasas (ésteres de glicerina y ácidos grasos) son reducidas por una serie de bacterias y hongos con auxilio de las enzimas lipasas. Las ceras (ésteres orgánicos superiores) pueden ser desintegradas igualmente por microorganismos, aunque con mayor lentitud (Ortega, 2007).

2.3. Evaluación del impacto ambiental de las descargas de aguas residuales

La contaminación que provoca el arrojado de aguas residuales sin tratamiento o con tratamiento primario, como es el caso de la mayoría de PTAR de las EPS, tiene un impacto sobre el ambiente que genera pérdidas a la sociedad.

Valorar el tamaño del daño en exige una metodología de evaluación social que se aplica a obras como las PTAR. Dicha metodología permite estimar la mayor rentabilidad de los cultivos regados con aguas residuales tratadas; los costos evitados por el tratamiento médico de enfermedades gastrointestinales; el

incremento del valor de las propiedades aledañas a las descargas por la reducción de malos olores, mosquitos y zancudos; la posibilidad de liberar recursos económicos destinados a la extracción de agua subterránea al disponerse más agua de reuso; la pérdida de la productividad de los ecosistemas acuáticos y de la pesca; y la necesidad de dedicar recursos a la limpieza de lagos y ríos eutrofizados por la invasión de maleza acuática (SUNASS, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La zona en evaluación se ubica en el margen izquierdo del río Totorá, de la ciudad de Ayacucho ubicada en el paraje denominado Totorilla.

El área que abarca el emplazamiento de las estructuras, tiene la siguiente ubicación política:

Lugar : Totorilla

Distrito : Jesús Nazareno

Provincia : Huamanga

Departamento: Ayacucho

Región : Ayacucho

Y presenta la siguiente ubicación planimétrica:

Coordenada norte: 8'547,700m.

Coordenada sur : 586,500 m.

Altitud : 2,615.000 m.s.n.m.

En el anexo N° 01 se presenta el plano de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población.

Aguas residuales del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá.

3.2.1.1. Puntos de muestreo

Los lugares de los cuales se obtuvieron las muestras fueron.

Punto de muestreo 1 (PM1): afluente de aguas residuales crudas.

Punto de muestreo 2 (PM2): efluente de aguas residuales tratadas.

3.2.2. Muestra

Las muestras fueron tomadas cada 7 días entre los meses de agosto, setiembre y octubre del 2010.

Se realizó tres muestreos por día, tanto del afluente y efluente a partir del cual se obtuvo la muestra compuesta de un litro; obteniéndose un total de 7 muestras del afluente y 7 muestras del efluente durante la semana. Haciendo un total de 56 muestras para el análisis del trabajo de investigación.

3.3. MÉTODOS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Toma y preservación de la muestra

El total de muestras analizadas fueron 56, (28 muestras en el afluente y 28 muestras en el efluente), los cuales se obtuvieron en las 12 horas del día, las muestras se recolectaron cada 6 horas (6.00 am, 12.00 pm y 6.00 pm).

Una vez obtenida las 3 muestras del día se procedió a mezclar para la obtención de la muestra compuesta de (1 litro).

3.3.2. Procedimientos para la obtención de la muestra:

Según Toapanta (2004).

- La muestra se tomó en frasco de vidrio de boca ancha con capacidad máxima de un litro, la tapa estaba provista de una lámina de papel aluminio que impedía el contacto de la muestra con el interior de la tapa.

- El frasco de muestreo destapado se colocó en el muestreador, se sumergió el frasco, y se llenó hasta la marca de un litro cuidando que quede un espacio vacío, para permitir la fijación de la muestra y para evitar que la "nata" se adhiriera a la tapa del frasco.
- La muestra se tomó de un solo golpe, evitando que se derrame.
- Se determinó el pH y la temperatura de cada muestreo realizado.
- Una vez recogida cada una de las muestras simples se acidificaron adicionando H_2SO_4 (1:1) hasta obtener un $pH < 2$., luego se almacenó a $4.0^{\circ}C$.
- Una vez obtenida las tres muestras simples del día se procedió a mezclar, a partir de ello se obtuvo un litro de muestra compuesta para el análisis, a la cual también se le midió el pH.

3.3.3. Procedimientos de análisis

(Según Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1992).

- Se colocó el papel filtro del tipo disco whatman N° 450 en el embudo de filtración.
- Se filtró 10 mL de agua destilada para lavar el papel filtro.
- Se filtró la muestra acidificada, hasta que ya no pase más agua a través del filtro, una vez seco el papel filtro con la muestra, se procedió a doblar y colocar en el cartucho de Soxhlet.
- Se colocó el dedal de extracción con la muestra, en un horno de aire caliente a $103^{\circ}C$ durante 30 minutos, luego se almacenó la muestra en el desecador, hasta su procesamiento.
- Se pesó el balón del aparato de Soxhlet limpio, secado a $105^{\circ}C$ por una hora y puesto en un desecador por 30 minutos.

- Se colocó el dedal dentro de un aparato de Soxhlet, añadiendo 165 mL de hexano y se procedió a extraer el aceite y la grasa, a una velocidad de 20 ciclos/hora durante 4 horas, lo que equivale a una vuelta cada 3 minutos. Se reguló el tiempo desde el primer ciclo.
- Transcurrido el tiempo de extracción se recogió el solvente del Soxhlet, se dejó aproximadamente, 10 mL de solvente en el balón.
- El balón de extracción se colocó en baño María hasta evaporar el solvente, luego se puso a secar a 103 °C por 30 minutos, se enfrió en un desecador durante 30 minutos y luego se pesó en la balanza analítica, hasta peso constante.
- Luego se analizaron dos blanco y un estándar de reactivo bajo las mismas condiciones de la muestra.

3.3.4. Procedimiento de preparación de estándares

3.3.4.1. Blanco:

- Se tomó 1 litro de agua destilada y se acidificó con H₂SO₄ a pH < 2.
- Se realizó el mismo procedimiento de análisis de la muestra tal como lo plantea en los Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1992.

3.3.4.2. Estándares de control

- Se pesó 0.5 g de aceite de cocina en un vial, éste se disolvió con 5 mL de hexano, luego se transfirió en un frasco de un litro de boca ancha utilizado para el muestreo de grasas. Éste se llevó al horno a 95 °C por 30 minutos hasta que se evapore el solvente.

- Una vez frío el frasco, se adicionó agua destilada hasta completar un litro y luego se acidificó con H_2SO_4 a $pH < 2$.
- Se realizó el mismo procedimiento de análisis de la muestra tal como lo plantea en los Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, 1992.

LECTURA

Se calculó las grasas y aceites recuperables (G y A) en la muestra usando la siguiente ecuación:

$$G \text{ y } A \text{ (mg/L)} = (A - B) / V$$

Donde:

A: es el peso final del matraz de extracción (mg);

B: es el peso inicial del matraz de extracción (mg), y

V: es el volumen de la muestra, en litros.

Se restó al resultado obtenido de la muestra el valor del blanco de reactivo y se reportó los resultados del análisis en mg/L.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE REMOCIÓN

La capacidad de remoción fue determinada en base a las diferencias de cargas orgánicas entre el efluente y el afluente. Entonces la eficacia de la remoción fue calculada usando la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de remoción} = [(C_A - C_E / C_A) \times 100]$$

Donde:

C: representa la concentración de parámetro de grasas y aceites.

C_A : concentración de grasas y aceites en aguas residuales del afluente.

C_E : concentración de grasas y aceites en aguas residuales del efluente.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir de los resultados obtenidos se calcularon los valores estadísticos descriptivos, utilizando la técnica estadística no paramétrica de Kruskal – Wallis al 95% de nivel de confianza. Utilizando el programa de SPSS versión 15.

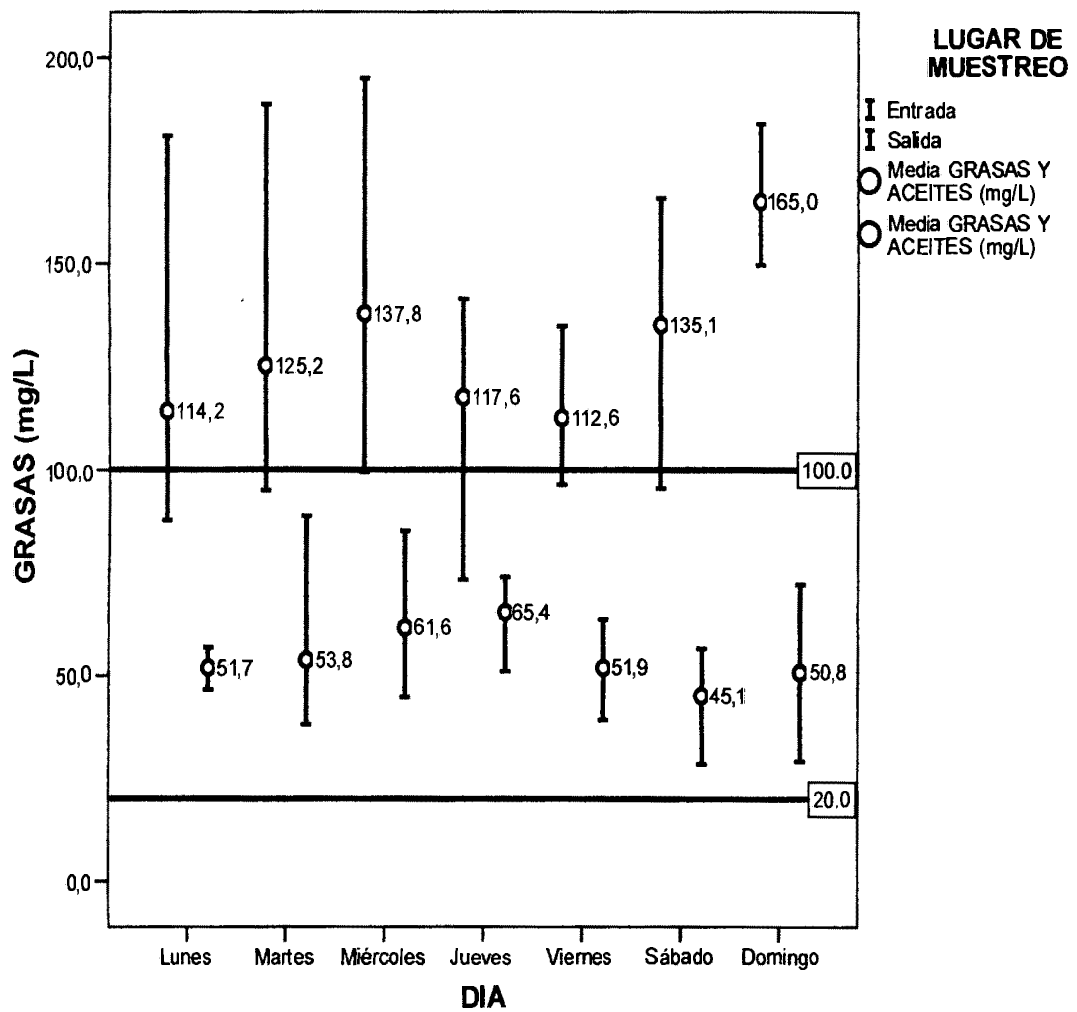
IV. RESULTADOS

Cuadro N° 04.- Estadísticos descriptivos de la cantidad de grasas (mg/L) registradas en las aguas afluentes a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, según días de la semana y meses. Ayacucho - 2010.

Días/meses		n	Media (mg/L)	Desviación típica	Intervalo de confianza (95%)		Mínimo (mg/L)	Máximo (mg/L)
					Límite inferior	Límite superior		
Días	Lunes	4	114,18	44,58	43,23	185,12	87,70	180,90
	Martes	4	125,23	43,80	55,53	194,92	95,00	188,60
	Miércoles	4	137,80	43,19	69,08	206,52	99,50	194,90
	Jueves	4	117,60	30,70	68,75	166,45	73,30	141,40
	Viernes	4	112,65	16,08	87,06	138,24	96,50	134,90
	Sábado	4	135,13	35,83	78,11	192,14	95,50	165,90
	Domingo	4	165,03	14,34	142,20	187,85	149,70	183,90
Meses	Agosto	7	115,11	25,19	91,82	138,41	94,10	166,40
	Setiembre	14	145,52	38,85	123,09	167,95	73,30	194,90
	Octubre	7	112,47	22,56	91,60	133,34	87,70	149,70

Cuadro Nº 05.- Estadísticos descriptivos de la cantidad de grasas (mg/L) registradas en las aguas efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, según días de la semana y meses. Ayacucho - 2010.

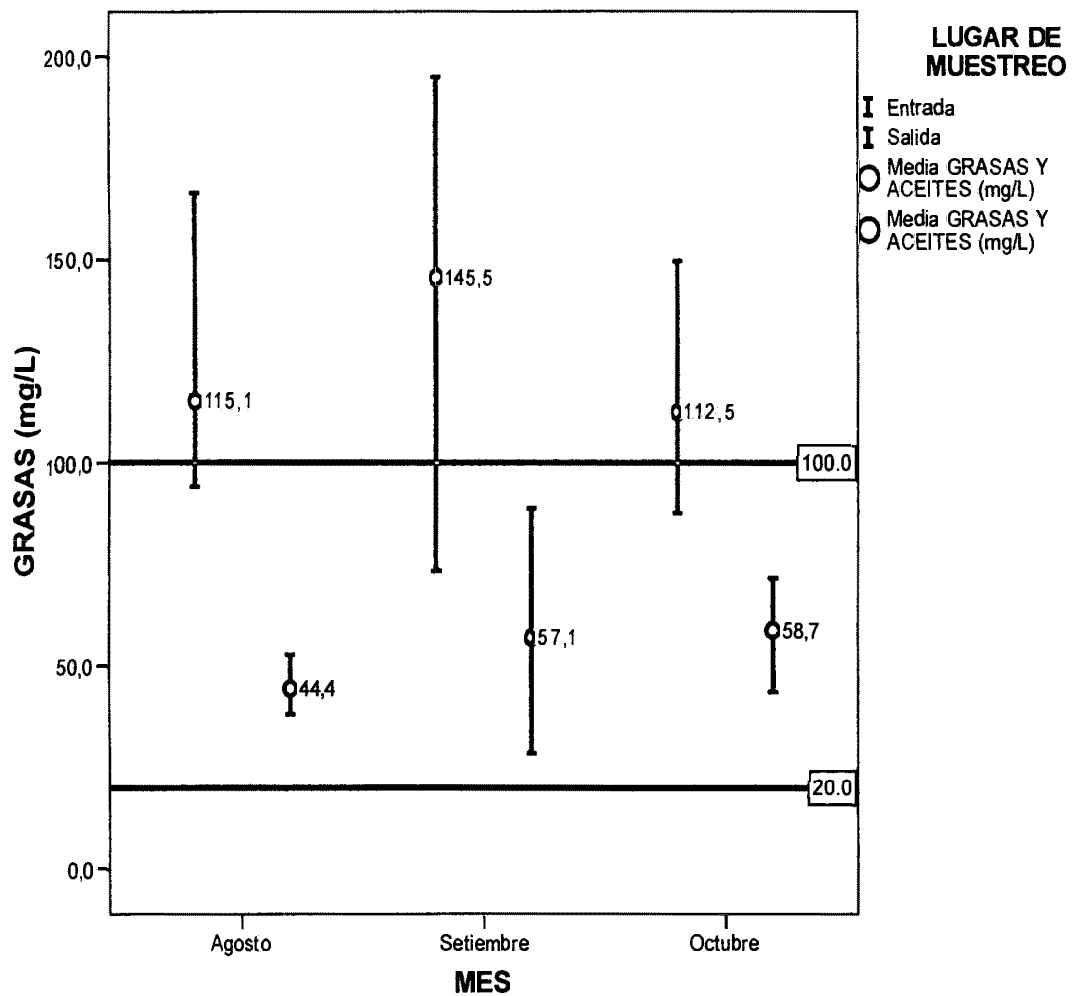
Días/meses		n	Media (mg/L)	Desviación típica	Intervalo de confianza (95%)		Mínimo (mg/L)	Máximo (mg/L)
					Límite inferior	Límite superior		
Días	Lunes	4	51,70	4,89	43,93	59,47	46,20	56,70
	Martes	4	53,78	23,52	16,34	91,21	38,10	88,80
	Miércoles	4	61,63	16,98	34,61	88,64	44,70	85,20
	Jueves	4	65,43	10,28	49,06	81,79	51,00	74,00
	Viernes	4	51,90	10,77	34,77	69,03	39,10	63,70
	Sábado	4	45,08	12,55	25,11	65,04	28,50	56,60
	Domingo	4	50,85	20,06	18,92	82,78	29,20	72,20
Meses	Agosto	7	44,41	5,94	38,92	49,91	38,10	52,70
	Setiembre	14	57,11	18,60	46,37	67,84	28,50	88,80
	Octubre	7	58,71	8,68	50,69	66,74	43,60	71,40



— 100 mg/L - Valor máximo permisible de grasas en afluentes del sistema de alcantarillado sanitario.

— 20 mg/L - Límite máximo permisible de grasas para efluentes de Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Figura N° 02.- Valores medios de la cantidad de grasas (mg/L) registradas en las aguas a la entrada (afluente) y salida (efluente) por días de la semana en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010.



— 100 mg/L - Valor máximo permisible de grasas en afluentes del sistema de alcantarillado sanitario.

— 20 mg/L - Límite máximo permisible de grasas para efluentes de Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Figura Nº 03.- Valores medios de la cantidad de grasas (mg/L) registradas en las aguas a la entrada (afluente) y salida (efluente) por meses de muestreo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho - 2010.

Cuadro Nº 06.- Estadísticos descriptivos del porcentaje de remoción de grasas (mg/L) registrados por día de la semana en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010.

Días	n	Media mg/L	Desviación típica	Intervalo de confianza (95%)		Mínimo mg/L	Máximo Mg/L
				Límite inferior	Límite superior		
Lunes	4	59,00	17,94	30,45	87,55	38,00	78,00
Martes	4	57,25	7,18	45,82	68,68	53,00	68,00
Miércoles	4	54,50	5,45	45,83	63,17	47,00	60,00
Jueves	4	54,00	4,97	46,10	61,90	47,00	58,00
Viernes	4	52,75	14,73	29,31	76,19	34,00	65,00
Sábado	4	63,00	18,38	33,75	92,25	45,00	83,00
Domingo	4	68,25	14,01	45,96	90,54	55,00	84,00
Promedio	28	58,39	12,59	53,51	63,28	34,00	84,00

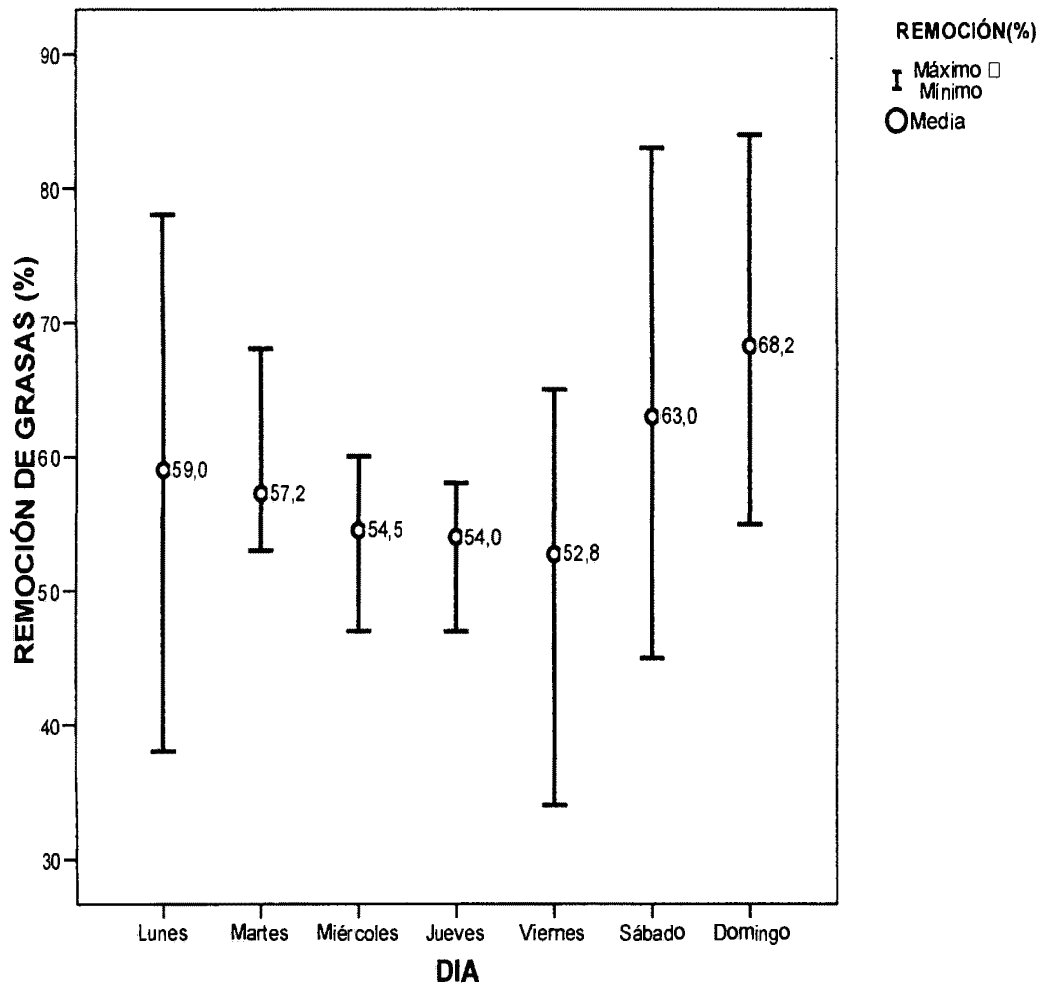


Figura N° 04.- Valores medios del porcentaje de remoción de grasas (mg/L) registrados por día de la semana en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010.

Cuadro N° 07.- Estadísticos descriptivos del porcentaje de remoción de grasas (mg/L) registrados por meses de muestreo en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010

Meses	n	Media mg/L	Desviación típica	Intervalo de confianza (95%)		Mínimo mg/L	Máximo mg/L
				Límite inferior	Límite superior		
Agosto	7,00	59,57	10,56	49,80	69,34	45,00	76,00
Setiembre	14,00	63,57	11,99	56,65	70,49	48,00	84,00
Octubre	7,00	46,86	8,45	39,04	54,68	34,00	58,00
Promedio	28,00	58,39	12,59	53,51	63,28	34,00	84,00

Cuadro Nº 09: Promedio de pH y temperatura de aguas residuales del afluente y efluente de aguas residuales, registrados por meses en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010.

CARACTERÍSTICAS	LUGAR DE MUESTREO	MES			
		Agosto	Setiembre	Octubre	Promedio
pH	Entrada	6,62	6,76	6,84	6,75
	Salida	7,19	7,12	7,29	7,18
TEMPERATURA (°C)	Entrada	18,61	18,55	19,59	18,83
	Salida	18,27	18,74	20,23	19,00
CAUDAL (L/seg)	Entrada	227,50	288,63	283,63	272,10

V. DISCUSIÓN

Vargas y col. (2009), Realizaron un estudio de los parámetros básicos del drenaje en la ciudad H. Matamoros, Tamaulipas Universidad Autónoma de Tamaulipas, en la cual determinaron el promedio de grasas y aceites de 58,65 mg/L, estando todos estos valores por encima de la norma NOM-002-ECOL-1996, la cual marca un límite máximo permisible de 50 mg/L. El Ministerio de Ambiente y Energía y Ministerio de Salud. 2007 de México, plantea en el Artículo 19. Los Límites en grasas y aceites para el vertido de aguas residuales en alcantarillados sanitarios en concentraciones máximas de 50 mg/L. y en Artículo 21. Plantea los Límites máximos de grasas y aceites para el vertido de aguas residuales a un cuerpo receptor en una concentración de 30 mg/L. Lo cual indica que a medida que pasan los años los valores permisibles de las descargas de aguas residuales en el sistema de alcantarillado sanitario cada vez van modificándose y ampliando el rango permisible ya que el 2010 se tiene como valores máximos permisibles planteados por la MINAM 100 mg/L de grasas y aceites.

Cubillos (2000), determinó la concentración de grasas y aceites en aguas residuales domésticas en ciudades de tres países de América latina (Venezuela, Colombia y México) encontrando 32 mg/L de grasas y aceites en

Consumo Crudo y bebida de animales, correspondiente a la clase III. El Anteproyecto de Norma de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de Chile, establece una concentración de 5 mg/L para aceites y grasas en aguas destinadas para riego de vegetales de consumo crudo y bebidas de animales. El Análisis de Propuesta Nacional establece una concentración de 5 mg/L de grasas y aceites, valor que establece la Ley General de Aguas, en aguas destinadas para el riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales, correspondiente a la clase III.

Las aguas tratadas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Totorá, probablemente no cumplen con estos estándares de Calidad Ambiental de Agua Grupo Nº 3: Riego de Vegetales de Bebida de Animales, ya que la concentración de grasas y aceites del efluente es mayor a lo que la MINAM plantea.

Benavides (2006), en el trabajo de investigación que realizó en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Central de Sacrificio de Túquerres (Nariño)– Colombia determinó una concentración de 214 mg/L de grasas y aceites en aguas residuales proveniente del matadero, en el primer análisis que realizó, determinó que la concentración de grasas y aceites en la salida de la planta era de 214 mg/L, y en la entrada se determinó una concentración de 192 mg/L, lo cual indica que no hay remoción esto probablemente se debía a que la limpieza de las unidades del sistema no era periódica, ocasionando saturación del sistema y por esto, las grasas y gran cantidad de sólidos estaba pasando siguiente proceso de tratamiento generando problemas en la masa biológica. Tres meses después del monitoreo de la planta, limpieza periódica de las unidades del sistema, incorporación de rejillas como proceso de pre tratamiento, oxigenación en el

tratamiento primario y la capacitación de los trabajadores se determinó una remoción del 40 a 60 % de grasas y aceites.

En la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Totorá se alcanza la capacidad remoción de 58.39%, posiblemente, con la limpieza manual de las natas en los imhoff y la trampa de grasas presente en el desarenador, éste porcentaje de remoción puede ser aún mayor si se tuviera una limpieza permanente de éstas unidades.

En la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Totorá no se encontró que la concentración de grasas y aceites del efluente fueran mayores al del Afluente, como lo plantea Benavides (2006), en la primera parte del trabajo que realizó.

En el cuadro N° 06.- Menciona un 58% de la capacidad de remoción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Totorá, lo cual no concuerda con lo planteado por Romero (2008), en la cual plantea que la remoción de grasas y aceites en aguas residuales debe ser mayor al 80 %, tampoco concuerda con lo planteado por Benavides (2006), el cual menciona en su trabajo un 40 a 60% de remoción de grasas y aceites.

En la figura 05.- Los valores registrados del porcentaje de remoción por días de la semana indican que no existe diferencias estadísticas, esto probablemente porque la capacidad de remoción es igual durante cualquier día de la semana, pero si se pudo apreciar que la capacidad de remoción puede variar de acuerdo a los meses del año, encontrándose una capacidad de remoción mayor en el mes de setiembre y una capacidad de remoción menor en el mes de octubre, esto probablemente a que la presencia de lluvias conlleva a la dilución del agua residual, como también al aumento del caudal de ingreso a la planta, esto hace que en el momento del muestreo no

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Alther, G.** 2009. Boletín Electrónico Informativo Sobre Productos y Residuos Químicos: Tratamiento de Efluentes Industriales Eliminación de Aceites en Aguas Residuales Con Organoarcillas. Disponible en:U.R.L.: [Http://Www.Biomininc.Com/Spanish_Article.Htm](http://Www.Biomininc.Com/Spanish_Article.Htm)
2. **APHA, AWWA, WPCF.** 1992. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. 17 edición. Ediciones Diaz de Santos, S.A. Madrid – España.
3. **Arboleda, J.** 2000. Teoría y práctica de la purificación del agua. Mc Graw Hill. Disponible en: <http://www.uylibros.com.uy/libro.Arboleda>.
4. **Arce, A.** 2002. Muestreo y Preservación de Grasas y Aceites, y Determinación en Campo de pH, Temperatura y Materia Flotante. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos.
5. **Aznar, A.** 2000. Determinación de los Parámetros Físico - Químicos de Calidad de las Aguas. Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”. Vol. 2.
6. **Benavides, P.** 2006. Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Central de Sacrificio de Túquerres (Nariño Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales) Especialización en Ingeniería Ambiental, Area Sanitaria. Colombia
7. **Bojaca, R.** 2007. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Determinación de Grasas y Aceites en Aguas por el Método Soxhlet. Madrid, España.
8. **Cajigas, A.** 1998. Ingeniería de Aguas Residuales - Tratamiento Vertido y Reutilización. Tercera edición. Editorial Mc Graw Hill. Madrid, España.
9. **Campos, R.** 1990. Diseño y Operación de Filtros Anaerobios para el Tratamiento de Efluentes Líquidos Industriales. In Tratamiento Anaerobio de aguas residuales en América latina. México.
10. **Cárdenas, C., Perruolo, T., Fernández, D., Quero, R., Saules, L., Herrera, L.** 2007. XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental: Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Utilizando Lagunas Aireadas. México.

11. **Cisterna, P.** 2004. Las Grasas, Aceites y Soluciones de Tratamiento de Efluentes Aceitosos (Extracto de Seminario de suficiencia Investigadora, "Eliminación de grasas y aceites por tratamiento biológico de fangos activos"). Univ. de Oviedo, Dpto Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente.
12. **Concepción, M.** 2002. Evaluación del Proceso Coagulación-Floculación en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales de una Empresa Manufacturera de Jabones, Detergentes, Dentífricos y Desinfectantes" Guatemala.
13. **Cuba, F.** 2004. Tratamiento de aguas residuales - Capacitación para la EPSA boliviana N°. 17 Bolivia - la paz.
14. **Cubillos, A.** 2000. Parámetros y Características de las Aguas Residuales – Proyecto de Desarrollo Tecnológico de las Instituciones de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado.
15. **Chuchón, S.** 2004. Microbiología Ambiental Aplicada. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú.
16. **Delgado, H.** 2010. Instituto Nacional de Defensa Civil – Dirección Regional de Defensa Civil Ayacucho – Huancavelica: Informe de Evaluación de Riesgo Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Totorá (EPSASA). Ayacucho-Perú.
17. **Di Bernardo, L.** 1993. Métodos y Técnicas de Tratamiento de Agua, Ed. Abes, vol. 2. Río de Janeiro, Brasil.
18. **Elme, W.** 2008. Remoción de Enteroparásitos en la Planta de Tratamiento de Agua Residual "la Totorá". Tesis – UNSCH. Ayacucho – Perú.
19. **Grupo de Estudio de Ingeniería Ambiental-G.E.I.A - U.T.N. I.** 2000. Aguas Residuales y Tratamiento de Efluentes Cloacales. Italia.
20. **Naveda, R.** 1999. Capacidad de Remoción de Bacterias Indicadoras de Contaminación y Variación de la DBO, en Aguas Residuales Tratadas en la Planta la Totorá. Tesis – UNSCH. Ayacucho – Perú.
21. **Gray, N.** 2000. Calidad del Agua Potable Estándares de Calidad Ambiental de Agua Grupo N° 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales. Editorial Acribia, S.A – Zaragoza – España.

22. **Organización Panamericana de la Salud.** 1990. Manual Técnico: Lagunas de Estabilización y Zanjas de Oxidación, Lima – Perú.
23. **Ortega, V.** 2007. “Reducción de Grasa por el método biológico de la Planta Tratadora de Aguas Residuales (PTAR) del Club Campestre” Karla María. Instituto superior de Durango. México.
24. **Presidente de la República, el Ministro de Ambiente y Energía y la Ministerio de Salud.** 2007. Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales Poder Ejecutivo Decreto N° 33601-Gaseta 55- lunes 18 de marzo - MINAE - S.
25. **Rolim, S.** 2000. Sistemas de lagunas de estabilización. Quinta edición. Editorial Mc Graw – Hill interamericana. Bogotá – Colombia.
26. **Reynolds, K.** 2002. Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica - Identificación del Problema. Septiembre/octubre de la llave. México.
27. **Romero, A.** 1996. Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización. Tercera edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. México.
28. **Secretaria de Salud Pública.** 1996. Norma Técnica de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y al Alcantarillado Sanitario. México.
29. **SUNASS,** 2008. Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución , Lima - Perú
30. **Tchobanoglous, C.** 2000. Sistemas de Manejo de Aguas Residuales. Ediciones Mc Graw Hill interamericana S.A. Santa fe de Bogotá - Colombia.
31. **Toapanta, V.** 2004. Calidad del Agua: Grasas y Aceites. Disponible en: <http://www.google.toapantas+aguas+residuales>.
32. **Universidad de Don Bosco, Departamento de Medio Ambiente** 2004. Aceites y Grasas Vegetales: Estudio para la Evaluación Mercadológica de los Desechos Industriales en el Salvador.
33. **Vargas, C., Cantú, G., Vargas, A., Vázquez, L.** 2009. Estudio de los parámetros básicos del drenaje en la ciudad H. Matamoros, Tamaulipas Universidad Autónoma de Tamaulipas.

34. Velázquez, A., Calderón, C., Tomasini, A. 2002. Serie Autodidactica de Medición de la Calidad del Agua – Fundamentos Técnicos para en muestreo y análisis de aguas residuales. México.

ANEXOS

ANEXO N° 05

Cuadro N° 13.- Prueba de Kruskal Wallis para comparar la cantidad de grasas entre los meses de muestreo, registrado a la salida (efluente) de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010.

Rangos

	MES	N	Rango promedio
GRASAS Y	Agosto	7	8,29
ACEITES (mg/L)	Setiembre	14	16,00
	Octubre	7	17,71
	Total	28	

Estadísticos de contraste(a,b)

GRASAS Y ACEITES (mg/L)		
Chi-cuadrado	gl	Sig. asintót.
5,531	2	,063

a Prueba de Kruskal-Wallis

b Variable de agrupación: MES

ANEXO Nº 06

Cuadro Nº 14.- Prueba de Kruskal Wallis para comparar el porcentaje de remoción de grasas entre los días de la semana, registrado a la salida (efluente) de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010.

Rangos

	DÍA	N	Rango promedio
REMOCIÓN (%)	Lunes	4	14,75
	Martes	4	13,25
	Miércoles	4	13,00
	Jueves	4	12,25
	Viernes	4	12,00
	Sábado	4	15,25
	Domingo	4	21,00
	Total	28	

Estadísticos de contraste(a,b)

	REMOCIÓN (%)
Chi-cuadrado	3,435
gl	6
Sig. asintót.	,753

a Prueba de Kruskal-Wallis

b Variable de agrupación: DÍA

ANEXO N° 07

Cuadro N° 15.- Prueba de Kruskal Wallis para comparar el porcentaje de remoción de grasas entre los meses de muestreo, registrado a la salida (efluente) de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010.

Rangos

	MES	N	Rango promedio
REMOCIÓN (%)	Agosto	7	15,57
	Setiembre	14	17,82
	Octubre	7	6,79
	Total	28	

Estadísticos de contraste(a,b)

	REMOCIÓN(%)
Chi-cuadrado	8,574
gl	2
Sig. asintót.	,014

a Prueba de Kruskal-Wallis

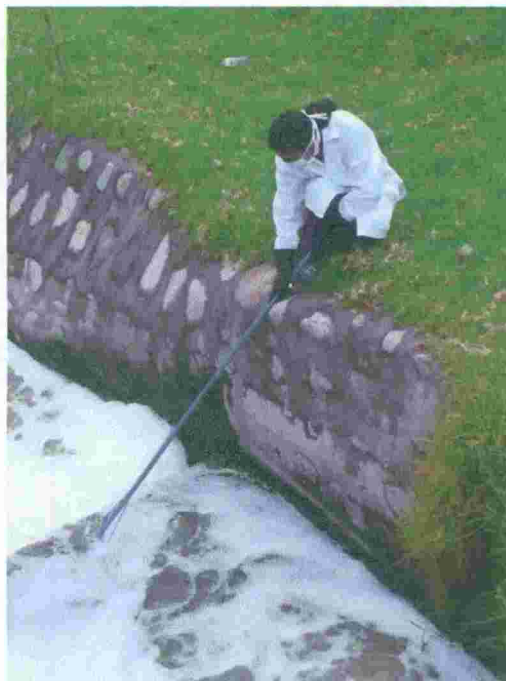
b Variable de agrupación: MES

ANEXO Nº 08



Fotografía Nº 01: Toma de muestra de agua residual cruda (afluente o entrada) en la PTAR – Totorá. Ayacucho, 2010.

ANEXO Nº 09



Fotografía Nº 02: Toma de muestra de agua residual tratada (Efluente o salida) en la PTAR – Totorá. Ayacucho, 2010.

ANEXO Nº 10



Fotografía Nº 03: Natas acumuladas en la trampa de grasas del desarenador de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Ayacucho, 2010.

ANEXO Nº 11



Fotografía Nº 04: Muestra compuesta de aguas residuales del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Laboratorio de análisis fisicoquímico. Ayacucho, 2010.

ANEXO Nº 12



Fotografía N° 05: Proceso de filtrado de la muestra compuesta de aguas residuales del afluente, Laboratorio de análisis fisicoquímico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho, 2010.

ANEXO Nº 13



Fotografía N° 06: Muestras de aguas residuales del afluente y efluente, filtradas y secadas a 103 °C, Laboratorio de análisis fisicoquímico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho, 2010.

ANEXO Nº 14



Fotografía Nº 07: Proceso de extracción de grasas y aceites en el equipo de Soxhlet, Laboratorio de análisis fisicoquímico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho, 2010.

ANEXO Nº 15



Fotografía Nº 08: Grasas y aceites extraídos a partir de aguas residuales del afluente por el método de Soxhlet, Laboratorio de análisis fisicoquímico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho, 2010.

ANEXO Nº 16



Fotografía Nº 09: Grasas y aceites extraídos a partir de aguas residuales del efluente por el método de Soxhlet, Laboratorio de análisis fisicoquímico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho, 2010.