



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PARA LA HILANDERÍA “CABEZAS E HIJOS” DEL
CANTÓN GUANO”**

**TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN
BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

AUTORA: MARILÚ ELIZABETH PALLMAY TOTOY

DIRECTOR: Dr. GERARDO LEÓN CHIMBOLEMA

Riobamba-Ecuador

2016

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El tribunal de Tesis de Grado certifica que: **La tesis de grado: “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE GUAS RESIDUALES PARA LA HILANDERÍA “CABEZAS E HIJOS” DEL CANTÓN GUANO**”, de responsabilidad de la señorita egresada Marilú Elizabeth Pallmay Totoy, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de la tesis de grado, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Gerardo León Ch
**DIRECTOR DE LA TESIS
DE GRADO**

Ing. Juan Carlos González
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Yo, Marilú Elizabeth Pallmay Totoy, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en la presente Tesis de Grado; y el patrimonio intelectual de la tesis de grado, pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Marilú Pallmay Totoy

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Marilú Elizabeth Pallmay Totoy, declaro que la presente tesis de grado es de mi autoría y que los resultados de la misma son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de ésta tesis.

Riobamba 26 de enero de 2016

Marilú Elizabeth Pallmay Totoy

Cédula de identidad: 060558744-3

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento profundo a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables, por sus conocimientos y su alto nivel académico que la catalogan.

A la Hilandería Cabezas e Hijos por abrirme las puertas de sus instalaciones para el desarrollo de la presente investigación.

A la Sra. María Elena Cabezas gerente de la Hilandería Cabezas y a todo el personal que desempeña su trabajo por brindar la información necesaria para facilitar el proceso investigativo

Mi sincero agradecimiento a mi asesor de tesis, Dr. Gerardo León y al Ing. Juan Carlos González, colaborador de la tesis; por sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia y su motivación, han sido fundamentales para el desarrollo del trabajo investigativo.

A mi tío, Ing. Octavio Totoy, quien ha creído siempre en mí, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo, porque ha fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida.

A todos mis amigos y compañeros de clase por brindarme su amistad sincera durante toda la carrera.

Marilú Pallmay

DEDICATORIA

Se la dedico al forjador de mi camino, el que me acompaña siempre y supo guiarme por el buen camino, darme fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres por todo su amor y cariño, por su sacrificio y esfuerzo por darme una carrera para mi futuro, creer en mi capacidad y hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos enseñanza y amor, lo que ha contribuido a la consecución de éste logro.

A mis hermanas Verónica, María Cristina, Génesis y Nayely por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

A mis verdaderos amigos que gracias a su apoyo hicieron de esta experiencia una de las más especiales.

Marilú Pallmay

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	xvii
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACIÓN	3
CAPÍTULO I.....	5
1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1 Hilandería.....	5
1.1.1 Hilandería Cabezas e Hijos	5
1.1.2 Ubicación geográfica de la hilandería	5
1.1.3 Procesos que se realizan en la hilandería cabezas e hijos	5
1.1.3.1 Preparación.....	5
1.1.3.2 Cardada	6
1.1.3.3 Hilada.....	6
1.1.3.4 Madejadora.....	6
1.1.3.5 Lavado de hilo.....	6
1.1.3.6 Tinturado de hilo	6
1.2 Agua residual	7
1.2.1 Características de las aguas residuales	7
1.2.1.1 Características Físicas	7
1.2.1.2 Características Químicas	8
1.2.1.3 Propiedades Biológicas	9
1.3 Muestreo.....	10

1.3.1	Tipos de muestreo	11
1.4	Caudal	11
1.4.1	Medición de caudal	11
1.4.2	Tipos de Caudales	13
1.5	Tratamiento de Aguas Residuales	13
1.5.1	Tratamiento preliminar.....	13
1.5.1.1	Canal de Entrada	14
1.5.1.2	Tamizado.....	14
1.5.2	Aireación en bandejas	15
1.5.3	Filtración	19
1.5.3.1	Filtro Químico- Rápido con lecho múltiple	21
1.5.3.2	Filtro Biológico de Carbón Activado y Grava	22
1.6	Normativa Ambiental.....	25
CAPÍTULO II		29
2	MARCO METODOLÓGICO	29
2.1	Diseño experimental.....	29
2.1.1	Localización de la investigación	29
2.2	Materiales, reactivos y equipos	31
2.2.1	Medición del caudal	31
2.2.2	Materiales utilizados para el muestreo	31
2.3	Metodología	31
2.3.1	Levantamiento topográfico	31
2.3.2	Medición del caudal	31
2.3.3	Muestreo del agua residual.....	32
2.3.4	Caracterización físico- química del agua residual.....	33
2.3.5	Impacto Ambiental.....	35
2.3.6	Dimensionamiento de la Planta de Tratamiento	42
2.3.7	Pruebas de tratabilidad	42
2.3.8	Elaboración de Planos	43
2.3.9	Evaluación de los impactos ambientales.....	43
CAPÍTULO III.....		44
3	MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	44
3.1	Cálculos para el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales	44
3.1.1	Caudales de la Hilandería Cabezas e Hijos	44

3.1.2	Caracterización físico- química del agua	47
3.1.3	Pruebas de Tratabilidad.....	51
3.1.4	Propuesta para el Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos del cantón Guano	54
3.1.5	Dimensionamiento de la Planta de Tratamiento	55
3.1.5.1	Canal de entrada.....	55
3.1.5.2	Macrotamiz	57
3.1.5.3	Aireación por bandejas.....	57
3.1.5.4	Filtro Biológico de Carbón Activado y Grava	58
3.2	Impacto Ambiental.....	60
3.3	Discusión de resultados.....	64
3.3.1	Resultados topográficos	64
3.3.2	Resultados de la medición del caudal	66
3.3.3	Resultados de la caracterización del agua	67
3.3.4	Resultados del dimensionamiento de la planta	67
3.3.4.1	Resultados del cálculo del caudal de diseño	68
3.3.4.2	Resultados del dimensionamiento del canal de entrada	68
3.3.4.3	Resultados del dimensionamiento del macrotamiz	69
3.3.4.4	Resultados del dimensionamiento del aireador de bandejas	69
3.3.4.5	Resultados del dimensionamiento del Filtro Biológico de Carbón Activado y Grava	70
3.4	Cumplimiento de la normativa ambiental	71
3.5	Presupuesto	72
3.6	Planos.....	75

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

H	Alto, expresado en (m)
H _t	Altura total del aireador
b	Ancho, expresado en (m)
A	Área, expresada en (m)
A _t	Área total de aireación
A _i	Área de cada unidad de aireación
C _h	Carga hidráulica
C _s	Carga superficial
Q	Caudal
CESTTA	Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental
K _T	Constante de tratabilidad
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
°C	Grados Celsius
g	gravedad (9.8 m/s ²)
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorológica e Hidrología
m ²	Metro cuadrado
mm	Milímetro
n	Número de bandejas del sistema de aireación
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
plg	Pulgada
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente
t	Tiempo de exposición
UTM	Universal Transversal Mercator
V	Velocidad, expresada en (m/s)

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Resultados de la medición de caudal

Anexo B: Resultados de la caracterización del agua residual sin tratar

Anexo C: Resultados del agua tratada con aireación

Anexo D: Resultados del agua tratada con el filtro de carbón activado y grava

Anexo E: Fotos de los procesos que se realizan en la Hilandería Cabezas e Hijos

Anexo F: Diseño del filtro de carbón activado y grava a escala de laboratorio

Anexo G: Planimetría

Anexo H: Planos

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Resultados de la variación de caudales	45
Gráfico 2-3: Resultados de la medición de caudales	46
Gráfico 3-3: Esquema de la Propuesta para la PTAR.....	54
Gráfico 4-3: Variación diaria del caudal.....	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1: Aireación por bandejas	16
Ilustración 2-1: Filtración del agua	21
Ilustración 3-1: Mapa de ubicación de la Hilandería Cabezas e Hijos	30
Ilustración 4-3: Mapa de la Topografía del lugar	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Clasificación de los microorganismos	10
Tabla 2-1: Parámetros de diseño de los aireadores de bandeja	16
Tabla 3-1: Clasificación de los Filtros	20
Tabla 4-1: Propiedades Físicas del Carbón Activado para Filtros Percoladores	23
Tabla 5-1: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público	27
Tabla 6-2: Métodos usados para el análisis físico-químico de aguas residuales	33
Tabla 7-2: Métodos usados por el laboratorio de análisis técnicos de la facultad de ciencias... ..	34
Tabla 8-2: Valoración de la Intensidad del Impacto	35
Tabla 9-2: Intensidad de Impacto.....	35
Tabla 10-2: Valoración de la extensión o dimensión del Impacto	36
Tabla 11-2: Extensión del Impacto	36
Tabla 12-2: Valoración de la Duración del Impacto	37
Tabla 13-2: Duración del impacto	37
Tabla 14-2: Valoración de la Reversibilidad del Impacto	38
Tabla 15-2: Reversibilidad del Impacto.....	38
Tabla 16-2: Valoración del Riesgo del Impacto	38
Tabla 17-2: Riesgo del Impacto	38
Tabla 18-2: Pesos de los parámetros que se relacionan con la magnitud del impacto.....	39
Tabla 19-2: Pesos de los parámetros que se relacionan con la importancia del impacto.....	40
Tabla 20-2: Escala de Valoración de la Magnitud e Importancia del Impacto	41
Tabla 21-2: Escala de valoración de la Severidad del Impacto.....	42
Tabla 22-3: Variabilidad de caudales en cada descarga.....	44
Tabla 23-3: Resultados de la medición de caudales.....	45
Tabla 24-3: Resultados de los análisis de laboratorio	48
Tabla 25-3: Resultados del ensayo coagulación-floculación	51
Tabla 26-3: Resultados del ensayo aireador de bandejas	52
Tabla 27-3: Resultados del ensayo del filtro de carbón activado y grava.....	53
Tabla 28-3: Valoración de la magnitud e importancia del impacto de la matriz de Leopold	61
Tabla 29-3: Evaluación de los impactos según la metodología de Leopold	62
Tabla 30-3: Matriz de Leopold	63
Tabla 31-3: Resultados de la medición de caudal	66
Tabla 32-3: Resultado del caudal de diseño.....	68
Tabla 33-3: Resultados del dimensionamiento del canal de entrada	68
Tabla 34-3: Resultados del dimensionamiento del macrotamiz	69

Tabla 35-3: Resultados del dimensionamiento del aireador de bandejas.....	70
Tabla 36-3: Resultados del dimensionamiento del Filtro Biológico.....	70
Tabla 37-3: Remoción de los contaminantes comparados con el TULSMA.....	72
Tabla 38-3: Costo de la construcción del canal de llegada	72
Tabla 39-3: Costo de la construcción del aireador de bandejas	73
Tabla 40-3: Costo de la construcción del filtro de carbón activado y grava	73
Tabla 41-3: Costo de los accesorios para la implementación de la planta	74
Tabla 42-3: Costo total de la implementación de la planta	74
Tabla 43-3: Planos de la Planta de Tratamiento.....	75

RESUMEN

Se realizó el diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Hilandería “Cabezas e Hijos” del cantón Guano, cuya finalidad es que el agua residual que se descarga al sistema de alcantarillado del cantón Guano, cumpla con los límites permisibles según la normativa ambiental vigente para mejorar la calidad de vida de la población. Para el desarrollo de la presente investigación se inició con la medición de los caudales a través del método volumétrico, en donde se obtuvo un caudal de diseño de 30.66 m³/d. Posteriormente se realizaron los análisis físico químicos obteniendo valores promediales del agua residual en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) 904 mg/L, Demanda Química de Oxígeno (DQO) 1900 mg/L, Tensoactivos 2.14 mg/L y Color 233, comprobando que estos parámetros no cumplen con los límites permisibles por el Texto Único de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA). Con estos resultados se establecieron los siguientes procesos para bajar la contaminación: un canal de entrada provisto de un macrotamiz en la parte final; un aireador de seis bandejas, que sirve para bajar los niveles de DBO y DQO y un filtro de carbón activado y grava, que sirve para eliminar el color y tensoactivos. Llegando a disminuir la DBO 32.8, DQO 490, tensoactivos <1 y color 28, es decir con una eficiencia del 90 %. Siendo recomendable y viable para la Hilandería Cabezas e Hijos construir la planta, puesto que se cumple con la normativa ambiental y garantizará la sustentabilidad ambiental y social.

Palabras clave: <AGUAS RESIDUALES> <DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES> <MÉTODO VOLUMÉTRICO> <CAUDAL DE DISEÑO> <DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES>

SUMMARY

A Wastewater Treatment Station Plot was made for The Thread Manufacturer “Cabezas e Hijos” from Guano – Chimborazo province with the aim of the wastewater from the thread manufacturer were treated before its discharge to the public swage system in Guano, to accomplish the environmental norms in regarding the current legislation addressed to ensure the population quality of life improvement.

For the purpose of this study, the wastewater flow measuring was made a first, through the volumetric method to determine the volume of flows for the treatment station design, which accounts for a design flow of 30.66 m³/d, and thus, the averagely physicochemical analysis was carried out subsequently, obtaining values of the wastewater with a biochemical oxygen demand (BOD) of 904 mg/L, a Chemical Oxygen Demand / COD of 1900 mg/L, Surfactants 2.14 mg/L and Color 263, which evidenced these parameters do not reach the permissible limits to fulfill the environmental norms stated by the Environmental legalization (TULSMA). From these results, reducing the water pollution levels by setting an entrance channel provided with sieve at the end; a six tray aerator to be used to remove the color and surfactant. The wastewater Treatment Station of this study proposal is advisable to reduce DBQ 32.8, COD 490, surfactants < 1 and color 28, i.e. since it represents an efficiency of 90 %, that is, its implementation becomes advisable and feasible because it allows to fulfill the current environmental norms and ensures social and environmental sustainability.

Keywords: <WASTE WATER> <WASTEWATER TREATMENT STATION PLOT> <VOLUMETRIC METHOD> <DESIGN FLOW> <MEASURING> <THE THREAD MANUFACTURER CABEZAS E HIJOS> <GUANO (CANTON) > <CHMBORAZO (PROVINCE) >

INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales representan uno de los principales problemas de contaminación de los cuerpos receptores de agua, por esta razón es imprescindible realizar tratamientos, previo a su descarga, de esta manera, evitar problemas al ambiente y efectos sobre la salud.

En la actualidad se nota el interés por parte de la ciudadanía, en cuanto al cuidado del ambiente, establecen que las empresas dedicadas a actividades industriales, se manejen sustentablemente con el ambiente. En Ecuador, la mayoría de hilanderías descargan sus efluentes sin ningún tratamiento previo. Por esta razón consciente de la realidad y el interés de desarrollar tecnología limpias para la minimización de efectos provocados por las hilanderías, el diseño propuesto busca dar solución a este problema latente, provocado por los procesos originados por la hilandería.

En el cantón Guano no se realiza ningún tipo de tratamiento a las aguas residuales, siendo una variable causal para la contaminación del río Guano. El río Guano es receptor de todos los efluentes de las industrias que se encuentran dentro del cantón, por esta razón, contribuye a la degradación del mismo, a la contaminación ambiental y al detrimento de la salud en la población del cantón.

El diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de la Hilandería Cabezas e Hijos, surge como la necesidad de dar un tratamiento adecuado a las aguas residuales y generar una descarga en mejores condiciones, generando un valor agregado al productor de lana. Además sirve para cumplir con la normativa ambiental, cumplir con los límites permisibles establecidos por el Libro VI, ANEXO I del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) y de apoyo para la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).

ANTECEDENTES

Uno de los problemas más agigantados que se ha venido dando a nivel mundial, es la falta de concientización ambiental por parte de la ciudadanía y en especial de las industrias. El recurso agua es el elemento vital para el desarrollo de todas las especies, mientras tanto, en la mayoría de las industrias, en especial las que se dedican al lavado y teñido de lanas, utilizan diferentes sustancias químicas para la obtención de sus productos, el uso irracional, desmedido y descargas de agua sin ningún tratamiento, por lo que contaminan a los cuerpos receptores.

La Hilandería viene desarrollando sus actividades de lavado y tinturado de lanas durante cuatro décadas. Dentro de sus procesos se utiliza agua potable y algunos compuestos químicos, tales como; detergentes, suavizantes, colorantes y ácidos, los mismos que se descargan en forma de agua residual hacia el sistema de alcantarillado sin recibir ningún tratamiento.

En la actualidad la HILANDERÍA CABEZAS E HIJOS, no cuenta con ningún sistema de tratamiento, sus efluentes son descargados directamente al cuerpo receptor sin previo tratamiento, motivo por el cual, la hilandería está comprometida en facilitar los documentos y archivos necesarios para el desarrollo de la presente investigación, cumplir con los objetivos planteados y contribuir al Sumak Kawsay, dentro de los objetivos 3 y 7 del Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV).

En la Hilandería Cabezas e Hijos no se ha desarrollado ningún estudio para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que el señor gerente y sus representantes están de acuerdo en dar apertura y todo el apoyo para realizar algún tipo de investigación en cuanto a la calidad ambiental, puesto que el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal del cantón Guano y el Ministerio del Ambiente ha presionado a la industria para que se cumpla con los límites permisibles de descarga y así cumplir con el objetivo 3 del PNBV, mejorar la calidad de vida.

JUSTIFICACIÓN

Dentro de las líneas de investigación que indica la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la Escuela de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, se encuentra el diseño de tratamiento de aguas eficaces para sustento académico de las y los futuros profesionales. Además el presente proyecto servirá para reducir la carga contaminante de los efluentes que descarga la hilandería, así como para cumplir con los límites permisibles de los parámetros de descarga, de acuerdo con la normativa ambiental.

Consta dentro de una asignatura de la carrera, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, la misma que se encarga del control y tratamiento de las descargas hacia cuerpos receptores, basados en los límites permisibles que reposan en el TULSMA, con los conocimientos adquiridos en el aula de clases y fundamentados en anteriores estudios, harán de este, un dimensionamiento que cumpla con los criterios y rangos que rige la ley.

La Hilandería Cabezas e Hijos durante cuatro décadas ha venido realizando sus actividades de lavado y tinturado de las lanas, sin embargo sus aguas residuales han sido descargadas al sistema de alcantarillado sin ningún tratamiento previo, por lo que ha ocasionado contaminación hacia el río Guano, puesto que el sistema de alcantarillado descarga en este río, por esta razón algunas comunidades de Guano tales como La Providencia y Guanando se han visto afectadas, debido a que la población utiliza ésta agua contaminada para regar sus cultivos.

Por esta razón la HILANDERÍA CABEZAS E HIJOS está segura que la mejor solución para los impactos ambientales generados por su industria es la implementación del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, que tiene como finalidad eliminar los contaminantes producidos durante toda la etapa de lavado y tinturado de lana, de esta forma, cumplir con la normativa ambiental y evitar sanciones por entes rectores, y colocar en alto la lustre trayectoria de la fábrica.

OBJETIVOS

General

- Diseñar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Hilandería “Cabezas e Hijos” del cantón Guano.

Específicos

- Cuantificar los caudales existentes en la descarga de la Hilandería Cabezas e Hijos.
- Realizar la caracterización física y química el agua residual de las actividades desarrolladas en la Hilandería Cabezas e Hijos.
- Obtener los resultados del laboratorio y comparar con la normativa ambiental legal.
- Dimensionar la planta de tratamiento de aguas residuales más adecuada, en base a los resultados de laboratorio.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Hilandería

La hilandería es un lugar destinado para realizar operaciones de transformación de fibra en hilo. Se utilizan fibras naturales, las mismas que requieren de tratamientos y procesos sucesivos para obtener una fibra limpia y uniforme, apta para el hilado.

1.1.1 Hilandería Cabezas e Hijos

La hilandería Cabezas e Hijos, se encuentra ubicada en las calles García Moreno y Juan Velásquez Dávila de la parroquia La Matriz perteneciente al cantón Guano, Provincia de Chimborazo. Fundada en 1992, y en la actualidad cuenta con 17 trabajadores.

1.1.2 Ubicación geográfica de la hilandería

Provincia: Chimborazo

Cantón: Guano

Parroquia: La Matriz

Barrio: Espíritu Santo

Coordenadas: 9822086 (Latitud); 763843 (Longitud). Sistema de Proyección: Universal Transversal Mercator –UTM- Elipsoide, DATUM Horizontal, Sistema Geodésico Mundial WGS84, 17 Sur, Sistema de Proyección Vertical: Nivel Medio del Mar Estación Mareográfica la Libertad Provincia de Santa Elena año 1959.

1.1.3 Procesos que se realizan en la hilandería cabezas e hijos

1.1.3.1 Preparación

- Picar la lana, es decir se desmenuza la lana para sacar la basura que contiene. Este proceso se realiza en la picadora y posteriormente en la batidora; una vez en la picadora y luego dos veces en la batidora, por un lapso de cuatro horas.

- Pesar la lana.
- Para la preparación de la lana blanca, se mezcla con acrílico blanco; para la lana gris, se mezcla con acrílico negro y la lana amarilla no se mezcla.
- Una vez añadido el acrílico, se coloca nuevamente una vez por la picadora y dos veces por la batidora.
- Suavizar la lana con un líquido denominado enzimol.

1.1.3.2 Cardada

- Se coloca la lana en la cardadora. Este proceso sirve para que la lana tome una textura de tela o fibra.

1.1.3.3 Hilada

- La hiladora se encarga de que las fibras se tuerzan hasta que se forme el hilo.

1.1.3.4 Madejadora

- Este equipo se encarga de formar madejas, para posteriormente formar pacas.

1.1.3.5 Lavado de hilo

Para el lavado de hilo, se separa por colores, de la siguiente forma:

- El hilo blanco: Se lava con detergente, jabón industrial y peróxido
- El hilo gris: Se lava con detergente y jabón industrial
- El hilo amarillo: Es el que sirve para tinturar y no se lava.

1.1.3.6 Tinturado de hilo

- Pesar 50 kilos de hilo
- Llenar la maquina tinturadora con 2500 m³ de agua y colocar el hilo.
- Colocar ácido fórmico hasta obtener un pH entre 4.5 y 5.
- Añadir agente de tintura, el mismo que sirve como suavizante y detergente.
- Una vez mezclados todos estos aditamentos, se coloca los 50 kilos de hilo.
- Colocar el colorante de acuerdo al pedido del cliente.

- Dejar reposar de 10 a 15 minutos a 40°C
- Posteriormente se aumenta la temperatura a 90°C, en un tiempo aproximado de una hora.
- Nuevamente se añade 1 ½ L de ácido fórmico, con la finalidad que el hilo tome una textura suave.
- Se descarga todo el contenido de líquidos de la tinturadora.
- Sacar el hilo.
- Llevar el hilo a la secadora, para que sea totalmente seco.
- Por último se saca el hilo y se forman pacas para que finalmente sea empaquetado.

1.2 Agua residual

Se denominan aguas residuales al conjunto de aguas que son el producto de diferentes actividades humanas, ya sean; domésticas, municipales, agropecuarias, comerciales e industriales. Son aguas residuales, debido a que luego de haber sido utilizadas, se convierten en residuo, por lo que no sirve para el usuario directo.

Algunos autores diferencian entre aguas residuales y aguas servidas; las primeras, representan la mezcla de aguas domésticas e industriales, y aguas domesticas corresponden a las segundas. Para ponderar el grado de contaminación del agua residual se deben utilizar varios parámetros expresados en el TULSMA, con la finalidad de establecer el sistema de tratamiento más adecuado.

1.2.1 Características de las aguas residuales

Los constituyentes que principalmente se encuentran en las aguas residuales se clasifican en: físicos, químicos y biológicos. Los mismos que se detallan a continuación:

1.2.1.1 Características Físicas

Las características físicas principales que se encuentran en el agua residual, se detallan a continuación:

- **Sólidos totales**

Los sólidos totales representan a la materia resultante del agua, después que ésta ha pasado por un proceso denominado evaporación, a una temperatura de entre los 103 y 105 °C. Sin embargo es menester recalcar que no se toma en cuenta el material sólido que se pierde en el proceso de evaporación.

- **Sólidos sedimentables**

Los sólidos sedimentables son aquellos que se encuentran sedimentados en el fondo del recipiente, es decir los sedimentos que quedan en un recipiente de forma cónica, después de un lapso de una hora, de ésta forma es como se mide los sólidos sedimentables, que se expresan en mg/L.

- **Temperatura**

Generalmente la temperatura que presentan las aguas residuales es alta, esto se debe a los diferentes procesos que se realizan en las industrias.

La temperatura es un parámetro muy primordial, debido a que influye en el desarrollo y supervivencia de los organismos vivos existentes en los sistemas, de igual forma interviene en las reacciones químicas que se producen. En tal virtud influye en la aptitud de estas aguas para diferentes usos, debido a que el oxígeno a temperaturas altas es menos soluble. La temperatura oscila entre los 80°C y 90°C.

- **Color**

El parámetro de color en las aguas residuales se puede manifestar por diversos factores, en especial por coloides, sólidos suspendidos o algunas sustancias y/o productos que se encuentran en solución. Los colores que presentan las aguas residuales se relacionan con el tipo de actividades que se desarrollan en una industria. Presentan una gama de colores, dependiendo el color que se utilice para cada parada de tinturado de hilos.

1.2.1.2 Características Químicas

Entre las principales características químicas del agua residual se encuentran las siguientes:

- **Demanda Química de Oxígeno**

La demanda química de oxígeno representa la cantidad de necesaria de oxígeno para que se dé el proceso de oxidación química, conocido también como la destrucción de la materia orgánica. Se puede presentar en las aguas residuales como en las aguas naturales.

Los resultados en mg/L de DQO, se definen como el mg de O₂ consumido por litro de la muestra del agua residual, dentro de las condiciones del procedimiento del método de digestión del reactor. En este procedimiento, la muestra se calienta durante dos horas con un agente muy oxidante: dicromato potásico.

Los compuestos orgánicos oxidables reaccionan, reduciendo de ion dicromato (Cr₂O₇²⁻) a ion de cromo verde (Cr³⁺). Con este método, se determina la cantidad restante de Cr⁶⁺ amarillo. Entonces el reactivo de DQO contiene iones de mercurio y plata. La plata es un catalizador y el mercurio se emplea para interferencias de cloruro complejas.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno, representa el oxígeno que requieren los microorganismos para que se ocasione el proceso de oxidación bioquímica de las sustancias orgánicas. En tal virtud sirve para medir la concentración de oxígeno disuelto luego de 5 días y con una temperatura de 20 °C.

- **Tensoactivos**

“Los Tensoactivos son sustancias complejas que se emplean para disminuir la tensión superficial entre la fase dispersa y la fase continua. Cuanto menor sea la tensión superficial entre las dos fases de una emulsión más fácil es la emulsión”.

Son moléculas orgánicas grandes compuestas de un grupo hidrofílico y un grupo hidrofóbico. Se encuentran principalmente en las aguas residuales provenientes de descargas de detergentes, lavanderías industriales, etc.

Según el ministerio de Industrias y Productividad los agentes Tensoactivos deben ser biodegradables, debido a que se han estipulado la prohibición de uso de Tensoactivos que contengan compuestos químicos que dañen e medio ambiente, a los seres humanos o que sean de baja biodegradabilidad.

1.2.1.3 Propiedades Biológicas

Las características biológicas son un detonante para la determinación de las diferentes enfermedades causadas por los microorganismos patógenos. Los principales grupos de microorganismos que se pueden encontrar en las aguas residuales, se detallan a continuación:

Tabla 1-1: Clasificación de los microorganismos

GRUPO	ESTRUCTURA CELULAR	CARACTERIZACIÓN	MIEMBROS REPRESENTATIVOS
Eucariotas	Eucariota (a)	Multicelular con gran diferenciación de las células y los tejidos. Unicelular con escasa o nula diferenciación de tejidos.	Plantas: Plantas de semilla, musgos y helechos. Animales: Vertebrados e invertebrados. Protistas: Algas, hongos y protozoos.
	Procariota (b)	Química celular parecida a las eucariotas	La mayoría de las bacterias
Arqueobacterias	Procariota (b)	Química celular diferente	Termoacidófilos, halófitos y metanógenos

Fuente: Metcalf & Eddy., Ingeniería de Aguas Residuales., pp 103.

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

1.3 Muestreo

El muestreo del agua residual es una técnica que sirve para caracterizar y cuantificar los contaminantes del agua y los volúmenes que se descargan como producto de todas las etapas de un proceso.

Las técnicas de muestreo deben asegurar que la muestra sea confiable, debido a que corresponde la base fundamental para el procedimiento de análisis y posterior diseño del sistema de tratamiento.

Para realizar un muestreo confiable, es necesario conocer toda la información sobre las características de la descarga; es decir, conocer el volumen de producción, tipo de productos que utilizan en cada proceso, ubicación de la descarga, horas de trabajo de la industria, entre otros.

La variación del caudal se relaciona con los períodos de tiempo con que se va a tomar la muestra. Por tal razón que deben tomar en tiempos cortos, para encontrar mayor representatividad.

1.3.1 Tipos de muestreo

- **Muestra simple o puntual**

La muestra simple o puntual es aquella que se toma en un sitio determinado y una sola vez. Es decir constituye la composición del agua inicial, para el tiempo, lugar y circunstancias particulares en las que se realizó su captación.

- **Muestra compuesta**

La muestra compuesta se define como la combinación de muestras puntuales, tomadas en el mismo lugar, pero en diferentes tiempos. La utilización de muestras compuestas representa un ahorro de recursos tanto humanos como económicos, debido a que se puede obtener un promedio en vez de la utilización de una serie de muestras para ser analizadas.

- **Muestra integrada**

La muestra integrada consiste en el análisis de las muestras puntuales recolectadas a un mismo tiempo en diferentes puntos, o lo más próximas posible.

1.4 Caudal

El caudal representa el volumen de un fluido, en este caso del agua que pasa por unidad de tiempo a través de una sección dada de un curso o conducción de agua.

1.4.1 Medición de caudal

La medición del caudal es muy importante en procesos de tratamiento de cualquier tipo de agua, debido a que se puede controlar la operación de las diferentes etapas de tratamiento.

Existen algunos métodos para medir el caudal, los mismos que se detallan a continuación:

- **Método Volumétrico**

Este tipo de método se utiliza principalmente para tubería o canal abierto, cuando el vertimiento presenta una caída de agua en la cual se pueda interponer un recipiente. Para este método se requiere un recipiente (balde) de volumen conocido, en el cual se recolecta el agua, un cronómetro

para ir midiendo el tiempo de llenado del depósito. Todo este procedimiento se repite dos o tres veces, con la finalidad de promediar el volumen encontrado, de esta forma se asegura mayor exactitud.

Una vez que se obtengan los datos mencionados anteriormente, se procede a calcular el caudal, utilizando la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{\text{Vol}}{t} \times t \text{ de descarga} \times n \text{ de descargas}$$

Ecuación 1

En donde:

Q= Caudal, expresado en (m³/s)

Vol= Volumen, expresado en (m³)

t= tiempo, expresado en (s)

t de descarga= Es el tiempo que demora en descargar el volumen conocido de agua, expresado en (s)

n de descargas= Corresponde al número de descargas por día

- **Método Velocidad / Superficie**

Para emplear este procedimiento es imprescindible conocer la velocidad y la superficie por donde pasa el agua. Para el presente método se emplea la siguiente ecuación.

$$Q = A * V$$

Ecuación 2

En donde:

Q= Caudal, expresado en (m³/s)

Vol= Área, expresada en (m²)

V= Velocidad, expresada en (m/s)

1.4.2 Tipos de Caudales

- **Caudal promedio diario**

El caudal promedio es aquel que resulta, después de las 24 horas; es decir, todo el día, basándose en la información del caudal total del año. En tal virtud se va obteniendo los caudales medios, los mismos que sirven para la determinación y dimensionamiento de la planta de tratamiento, puesto que representan los caudales de diseño.

- **Caudal máximo diario**

El caudal máximo diario, es aquel caudal máximo que se obtiene durante 24 horas, valor que se obtiene de los datos anuales de los caudales.

- **Caudal mínimo diario**

El caudal mínimo diario es aquel caudal mínimo que se obtiene durante un período de tiempo de 24 horas. Este caudal es muy esencial para determinar los posibles defectos en las etapas del proceso. Además es un componente determinante en el dimensionamiento de caudalímetros, en especial de aquellos que controlan el aditamento de reactivos.

- **Caudal de diseño**

El caudal de diseño es el primer parámetro y el más importante que se utiliza para el dimensionamiento de los tratamientos que se van a implementar.

1.5 Tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento de las aguas residuales pretende mejorar la calidad de los cuerpos de agua, a través de la implementación de tratamientos que menoren los contaminantes que se encuentran en las descargas de las aguas residuales de las industrias. En tal virtud se llega a determinar algunos tratamientos, con la finalidad de reducir la contaminación de los recursos hídricos.

1.5.1 Tratamiento preliminar

El objetivo principal del tratamiento preliminar es ajustar algunas características menores, para que no causen problemas en las etapas de tratamiento posteriores.

La implementación del tratamiento preliminar tiene como objetivo principal, la remoción de materiales flotantes, tales como restos de hilo, que se aprecia en la descarga final del proceso que se desarrolla en la industria.

1.5.1.1 Canal de Entrada

El canal de entrada, denominado también canal de llegada, es aquel por donde el agua residual ingresa a la planta de tratamiento. Para el dimensionamiento se emplean las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{Q}{V}$$

Ecuación 3

Reemplazando en:

$$A = b \times H$$

Ecuación 4

En donde:

Q= Caudal, expresado en (m³/s)

A= Área, expresada en (m)

V= Velocidad, expresada en (m/s)

b= Ancho, expresado en (m)

H= Alto, expresado en (m)

1.5.1.2 Tamizado

El tamizado consiste en una filtración sobre un soporte delgado. El objetivo principal de este proceso, es la eliminación de materia que por su tamaño pueden intervenir en los tratamientos posteriores.

De acuerdo a las dimensiones de los orificios del paso del tamiz, se distinguen los siguientes:

- **Macrotamizado**

El macrotamizado corresponde a un tamiz de enrejado metálico, con paso superior a 0.2 mm. Son empleados para la retención de material flotante de entre 0.2 milímetros (mm) y varios mm.

- **Microtamizado**

El microtamizado corresponde a un tamiz de tela metálica o plástica de malla, con paso inferior a 100 micras. Son utilizados para retener materias en suspensión muy pequeñas contenidas en el agua residual.

1.5.2 Aireación en bandejas

La aireación en bandejas es un proceso de tratamiento biológico, que tiene como función principal, la remoción de DBO existente en las aguas residuales. El proceso consiste en poner en contacto el agua cruda con el aire, a través del cual se busca la transferencia de oxígeno, logrando de esta forma, el aumento del contenido de oxígeno, la remoción de la DBO y el enfriamiento del agua a tratar.

El aireador en bandejas radica en una serie de bandejas provistas con ranuras, fondos perforados o mallas de alambre, a través de las cuales se distribuye el agua residual y se recoge en un tanque receptor ubicado en la base.

Generalmente se emplean de 3 a 9 bandejas, dependiendo del sitio en donde se va a implementar este tratamiento.

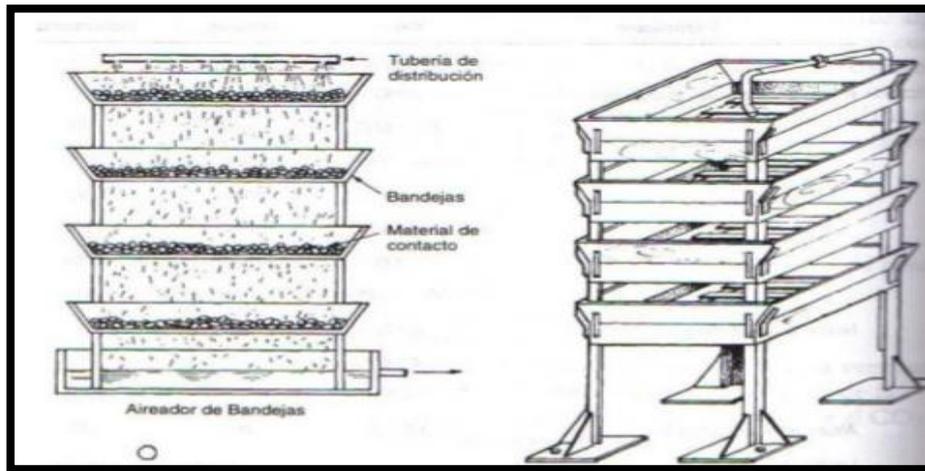


Ilustración 1-1: Aireación por bandejas
Fuente: Criter

Este sistema debe ser construido con materiales que presenten durabilidad, tales como acero inoxidable, concreto, aluminio o maderas resistentes, puesto que se debe tomar en cuenta en el diseño de aireadores varios factores como la corrosión, crecimiento de algas, entre otros.

Tabla 2-1: Parámetros de diseño de los aireadores de bandeja

Parámetro	Unidad	Valor
Carga hidráulica (Caudal/área total de bandejas)	550-1800	m/d
	<700	m/d
	300-600	m/d
	500-1600	m/d
	120	m/d
	60-300	m/d
	<300	m/d
	600-1200	m/d
Número de bandejas	3-5	
	4-6	
	>3	

Altura total del aireador	1.2-3	m
Lecho de contacto- espesor	15-30	cm
Coque o piedra, diámetro	4-15	cm
Coque o piedra, diámetro	5	cm
Esferas de cerámica, diámetro	5-15	cm
Orificios de distribución, diámetro	5-6	mm
	5-12	mm
Separación entre orificios	2.5	cm
	2.5-7.5	cm
Profundidad de agua en la bandeja	15	cm
Separación entre bandejas	30-75	cm
	<30	cm

Fuente: ROMERO, Jairo Alberto, Purificación del Agua.
Realizado por: PALLMAY.M, 2015

El aireador se calcula con un caudal conocido, el mismo que es de 30.66 m³/d.

Para el dimensionamiento del aireador de bandejas, es necesario tomar en cuenta los parámetros que se detallan a continuación:

- **Carga hidráulica.-** La carga hidráulica se asume y corresponde a 500 m/d y se emplea la siguiente ecuación:

$$C_h = C_s = 550 \frac{m}{d}$$

Ecuación 5

En donde

C_h: Corresponde a la carga hidráulica

C_s: Corresponde a la carga superficial

Entonces la carga hidráulica se expresa, a través de la siguiente ecuación:

$$C_h = \frac{Q}{A_s}$$

Ecuación 6

- **Área superficial.-** Una vez conocida la carga hidráulica se procede a encontrar el área superficial del aireador, empleando la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{Q}{C_h}$$

Ecuación 7

- **Altura total.-** La altura total del aireador se asume, la misma que corresponde al valor de 2 m de altura.
- **Área de aireación.-** Para el cálculo del área de aireación se asume que será de forma cuadrada, la misma que es de 1.00 m de lado. En tal virtud el área de aireación corresponde a 1 m².

$$A_i = 1m^2$$

Ecuación 8

- **Número de unidades de aireación requerida.-** Corresponde al número de bandejas, el mismo que se determina a través de la siguiente ecuación:

$$N = \frac{A_t}{A_i}$$

En donde

A_t: Corresponde al área total de aireación

A_i: Corresponde al área de cada unidad de aireación

- **Número de bandejas y separación entre bandejas.-** El número de las bandejas son calculadas con el empleo de la ecuación 9 y la separación entre las bandejas se asume, la misma que corresponde a 30cm.
- **Tiempo de exposición.-** El tiempo de exposición corresponde al tiempo que tomará e pasar el agua por el sistema de aireación de bandejas. Se determina empleando la siguiente ecuación:

$$t = \sqrt{\frac{2 \times H_t \times n}{g}}$$

Ecuación 10

En donde:

t: Corresponde al tiempo de exposición

H_t: Corresponde a la altura total del aireador

n: Corresponde al número de bandejas del sistema de aireación

g: Corresponde a la gravedad, la misma que presenta un valor de 9.8 m/s²

1.5.3 Filtración

La filtración es un proceso, a través del cual se elimina la DBO y el color que no han sido retenidos en el proceso de aireación.

La filtración se puede llevar a cabo en muchas formas: Con baja carga superficial, conocidos como filtros lentos, o con alta carga superficial, conocidos como filtros rápidos; en medios porosos (pastas arcillosas, papel de filtro) o en medios granulares (arena, antracita, granate o

combinados); con flujo ascendente de abajo hacia arriba o descendente de arriba hacia abajo y mixto (parte ascendente y parte descendente).

El filtro puede trabajar a presión o por gravedad, esto dependerá de la magnitud de la carga hidráulica que exista sobre el lecho filtrante. A continuación se detalla la clasificación de los filtros, de acuerdo a la velocidad de filtración.

Tabla 3-1: Clasificación de los Filtros

Según la velocidad de filtración	Según el medio filtrante usado	Según el sentido del flujo	Según la carga sobre el lecho
Rápidos 120-360 m ³ /m ² /día	<ul style="list-style-type: none"> • Arena (h= 60-75 cm) 	Ascendentes	Por gravedad
	<ul style="list-style-type: none"> • Antracita (h= 60-75 cm) 	Descendentes	Por presión
	<ul style="list-style-type: none"> • Mixtos: Antracita (35-50 cm) Arena (20-35 cm) • Mixtos: Arena, Antracita, Granate 	Flujo Mixto	
Lentos 7-14 m ³ /m ² /día	<ul style="list-style-type: none"> • Arena (h= 60-100 cm) 	Descendente Ascendente Horizontal	Por gravedad

Fuente: Jorge Arboleda Valencia., Teoría y práctica de la purificación del agua., 2000., Pp 364.
Realizado por: PALLMAY.M, 2015

La filtración se identifica por la velocidad de pasaje del agua a través del manto filtrante o del manto poroso, medida como carga superficial, q_F ; es decir el cociente entre el caudal, Q , y el área filtrante A_F , mediante la siguiente ecuación:

$$q_F = \frac{Q}{A_F}$$

Ecuación 11

En donde:

q_F : Carga superficial

A_F : Área superficial

Q : Caudal que entra al filtro

Una vez desarrollada la ecuación 5, se obtiene que la carga superficial, es justamente la velocidad de filtración V_F .

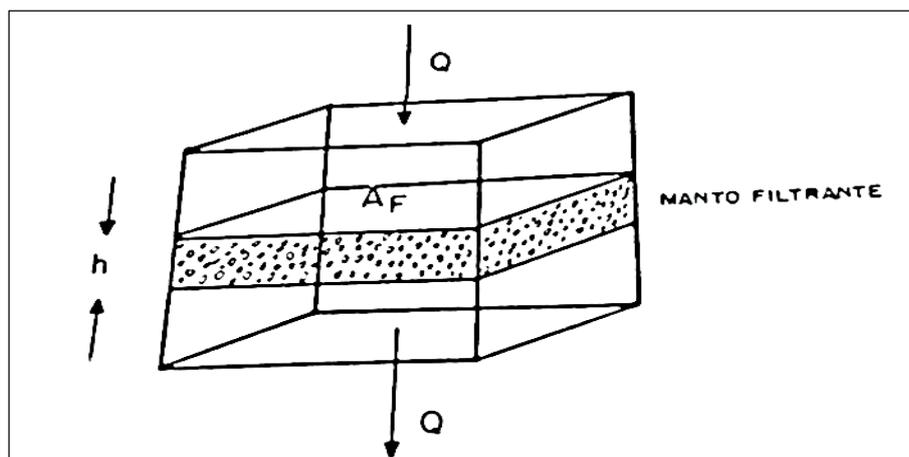


Ilustración 2-1: Filtración del agua
Fuente: Arboleda, Jorge

1.5.3.1 Filtro Químico- Rápido con lecho múltiple

La filtración química es un sistema de filtración rápida en medios filtrantes dobles de arena y antracita, para el funcionamiento en la modalidad de tasa variable declinante escalonada del tipo de lavado mutuo o “autolavado”, mediante el caudal producido por cada módulo de tratamiento.

Es importante tomar en cuenta el medio filtrante que se va a utilizar en el tratamiento

Medio Filtrante.- Existen diversos materiales que se emplean en los procesos de filtración rápida. Entre los más comunes se encuentran: arena, granate y antracita o carbón activado.

- **Antracita:** La característica principal de la antracita, conocido también como carbón activado, es su durabilidad. Su porosidad varía entre el 56% y el 60% y la capacidad de retención de material es mayor que la de la arena. El carbón activado remueve las toxinas residuales.
- **Arena:** La arena es otro de los materiales utilizados en los filtros rápidos, está compuesta de material silíceo con una dureza de 7 en la escala de Moh y un peso específico no menor de 2. Debe estar limpia: sin barro ni materia orgánica, y no más del 1% del material podrá ser laminar o micáceo.

1.5.3.2 Filtro Biológico de Carbón Activado y Grava

La función principal del filtro de carbón activado es retener o adherir en su superficie uno o más componentes del líquido que está en contacto con él.

El carbón activado es el mejor adsorbente de uso general para remoción o reducción de muchos compuestos orgánicos y algunos inorgánicos del agua y de las aguas residuales. Por esta razón es considerado un excelente removedor de materia orgánica, y, entre otros compuestos, permite reducir la concentración de compuestos volátiles, partículas en suspensión, metales pesados, nitratos, bacterias y virus, flúor, minerales y sales disueltas presentes en las aguas residuales.

Generalmente los filtros se diseñan con piedra, sin embargo varía de acuerdo a las necesidades específicas de cada agua residual. La profundidad se diseña entre 1 a 2.5 m, en promedio 1.8 m. Se diseñan filtros circulares con distribuidor rotatorio superficial de agua. Se pueden diseñar también filtros rectangulares con sistemas de aplicación de agua mediante tuberías o toberas fijas.

En el diseño del filtro se toma en cuenta el sistema de drenaje inferior, el mismo que sirve para recoger el agua residual tratada y los sólidos biológicos que se pueden desprender del medio. En tal virtud el sistema de drenaje no solo actúa como un recolector del agua, sino también como medio poroso, a través del agua se da el proceso de recirculación del aire (ROMERO.J, 2006, p.76).

Para el dimensionamiento del filtro de carbón activado con grava se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- **Constante de tratabilidad.-** Está dada en función de la temperatura del agua residual, puesto que influye en la velocidad de reacción del proceso biológico.

Según el modelo de BRUCE Y MERKENS, se emplea la siguiente ecuación:

$$K_T = 0.037(1.08)^{T-15}$$

Ecuación 12

En donde:

T: Corresponde a la temperatura del agua residual.

- **Volumen del Filtro.-** El volumen del filtro se diseña empleando el modelo de BRUCE YMERKENS, al relacionar la DBO del afluente y la DBO del efluente de filtro, la constante de tratabilidad, y el área superficial específica del medio de contacto, la misma que se la toma de la tabla III.

Tabla 4-1: Propiedades Físicas del Carbón Activado para Filtros Percoladores

ESPECIFICACIONES	EXPRESIÓN	VALOR
Densidad aparente	g/cm ³	0.45-0.53
Área superficial del medio (promedio)	m ² /m ³	50
Volumen del poro	cm ³ /g	0.35-0.38
pH en agua		8.00-8.5
Cenizas	%	Máximo 12
Resistencia a la abrasión	%	85
Numero de lodo	12 mg/g	750

Fuente: CLOROSA S.A. Distribuidor de productos químicos

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

En tal virtud, la ecuación empleada para el diseño del volumen del filtro, es la siguiente:

$$V = \frac{Q \ln \frac{DBO_{afluente}}{DBO_{efluente}}}{K_T \times S}$$

Ecuación 13

En donde

Q: Caudal

K_T: Corresponde a la constante de tratabilidad

- **Eficiencia Requerida.-** La eficiencia requerida determina el porcentaje de DBO que se desea remover. Para ello se emplea la siguiente ecuación:

$$E = \frac{DBO_{afluente} - DBO_{efluente}}{DBO_{afluente}} \times 100$$

Ecuación 14

En donde

E: Corresponde a la eficiencia requerida

- **Área superficial del Filtro.-** El área superficial del filtro se calcula dividiendo el volumen del filtro para la profundidad, la misma que se asume con un valor de 1.0 m. Para ello se emplea la siguiente ecuación:

$$A_F = \frac{V_F}{P}$$

Ecuación 15

En donde

A_F= Corresponde al área superficial del filtro

V_F= Corresponde al volumen del filtro

P = Corresponde a la profundidad del filtro

- **Largo y Ancho del Filtro.-** Para el cálculo del largo y del ancho del filtro, se debe asumir que la sección del filtro es cuadrada, en tal virtud, se determina el largo y ancho, con la raíz cuadrada del área superficial del filtro. La ecuación empleada para calcular el largo y ancho del filtro es la siguiente:

$$L_g = \sqrt{A_F}$$

Ecuación 16

En donde

L_g = Corresponde al largo del filtro

A_F = Corresponde al ancho del filtro

- **Carga Orgánica Afluente al Filtro.-** La carga orgánica del afluente al filtro, representa la cantidad de materia orgánica aplicada al tratamiento, la misma que está expresada como la DBO. Se expresa en unidades de Kg/d, se calcula de la siguiente manera:

$$W = C \times Q$$

Ecuación 17

En donde

W: Corresponde a la carga orgánica del afluente al filtro

C: Corresponde a la concentración de BDO en el afluente, expresada en (Kg/m³)

Q: Caudal del efluente, expresado en (m³/d)

- **Eliminación de la DBO.-** La eliminación de la DBO, se determina mediante el producto entre la carga orgánica (W) y la eficiencia del filtro (E), para ello se emplea la siguiente ecuación:

$$DBO_{eliminada} = E \times W$$

Ecuación 18

En donde

W: Corresponde a la carga orgánica aplicada

E: Corresponde a la eficiencia requerida

1.6 Normativa Ambiental

La Constitución de la República del Ecuador, publicado mediante registro oficial # 449, de fecha octubre 20 de 2008, establece lo siguiente:

Art. 14.- Indica que la población tiene derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad de patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 27.- La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto al medio ambiente sustentable.

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, tales como derecho al agua, derecho a los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Art. 66, inciso 2.- Derecho a una vida digna, saneamiento ambiental.

Art. 66, inciso 26.- El derecho a la propiedad en todas sus formas, con responsabilidad ambiental.

Art. 66, inciso 27.- El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales.

Art. 83, inciso 6.- Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescindible del Estado.

Art. 389. El estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres naturales o antrópicos, mediante la prevención ante el riesgo, a mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Art. 395, inciso 2.- Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

Art. 396.- Todo daño al ambiente, además de las sanciones, implicará la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas.

Art. 411.- Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas.

La legislación ambiental de Ecuador, se encuentra inmersa en diferentes códigos, acuerdos ministeriales, reglamentos, entre otros. En tal virtud el Ministerio del Ambiente cuenta con el

programa “Legislación y normativa para el desarrollo sustentable”, a través del cual señalan las leyes que se detallan a continuación:

LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

Publicado en el Registro Oficial No. 253, de fecha 26 de enero de 2001.

De la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental:

Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Información Ambiental.

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el ministerio del ramo.

Art. 33. Establécense como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de fluentes y emisiones.

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MEDIO AMBIENTE

La presente investigación se basará en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), a través del cual se establecen los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas de los efluentes en los cuerpos de agua o en los sistemas de alcantarillado.

El libro VI Anexo I del TULSMA, tiene como objetivo la prevención y el control de la contaminación ambiental, en lo relativo al recurso agua. En tal virtud protegerá la calidad del recurso agua, con la finalidad de salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Tabla 5-1: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Potencial de Hidrógeno	pH		5-9
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	2,0
Demanda Química de Oxígeno	DBO	mg/L	250

Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	500
Grasas y Aceites	Grasas y aceites	mg/L	100
Nitrógeno Total	N	mg/L	40

Fuente: TULSMA., Libro VI Anexo I., Tabla No.11

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Para el dimensionamiento de la planta de tratamiento de las aguas residuales se emplean las siguientes normas técnicas:

Reglamento técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Ambiental RAS- 2000, Sección II Título E, Tratamiento de Aguas Residuales, República de Colombia, Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Bogotá D.C., Noviembre de 2000.

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Diseño experimental

2.1.1 *Localización de la investigación*

La investigación que se presenta se realiza en la Hilandería Cabezas e Hijos, fundada en el año 1980, ubicada en el barrio Espíritu Santo, perteneciente al cantón Guano, provincia de Chimborazo, su propietario es el señor Oswaldo Enrique Cabezas

Según la estación meteorológica Guano código M408 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la temperatura promedio del lugar es de 12.6 °C. En los meses de julio y agosto se evidencia un decrecimiento de la temperatura, mientras tanto que en los meses de octubre, noviembre y diciembre presentan mayores niveles de temperatura. En los meses más calurosos, la temperatura puede alcanzar hasta los 28.3°C.

Las precipitaciones que se presentan en el lugar, tienen dos épocas definidas; la primera, donde las lluvias son más abundantes, la misma que corresponde a los meses comprendidos entre marzo y mayo, y la otra época en donde se presentan precipitaciones bajas, la misma que se evidencia en el mes de agosto. En tal virtud las isoyetas que se presentan varían desde 500 mm hasta 1000mm.

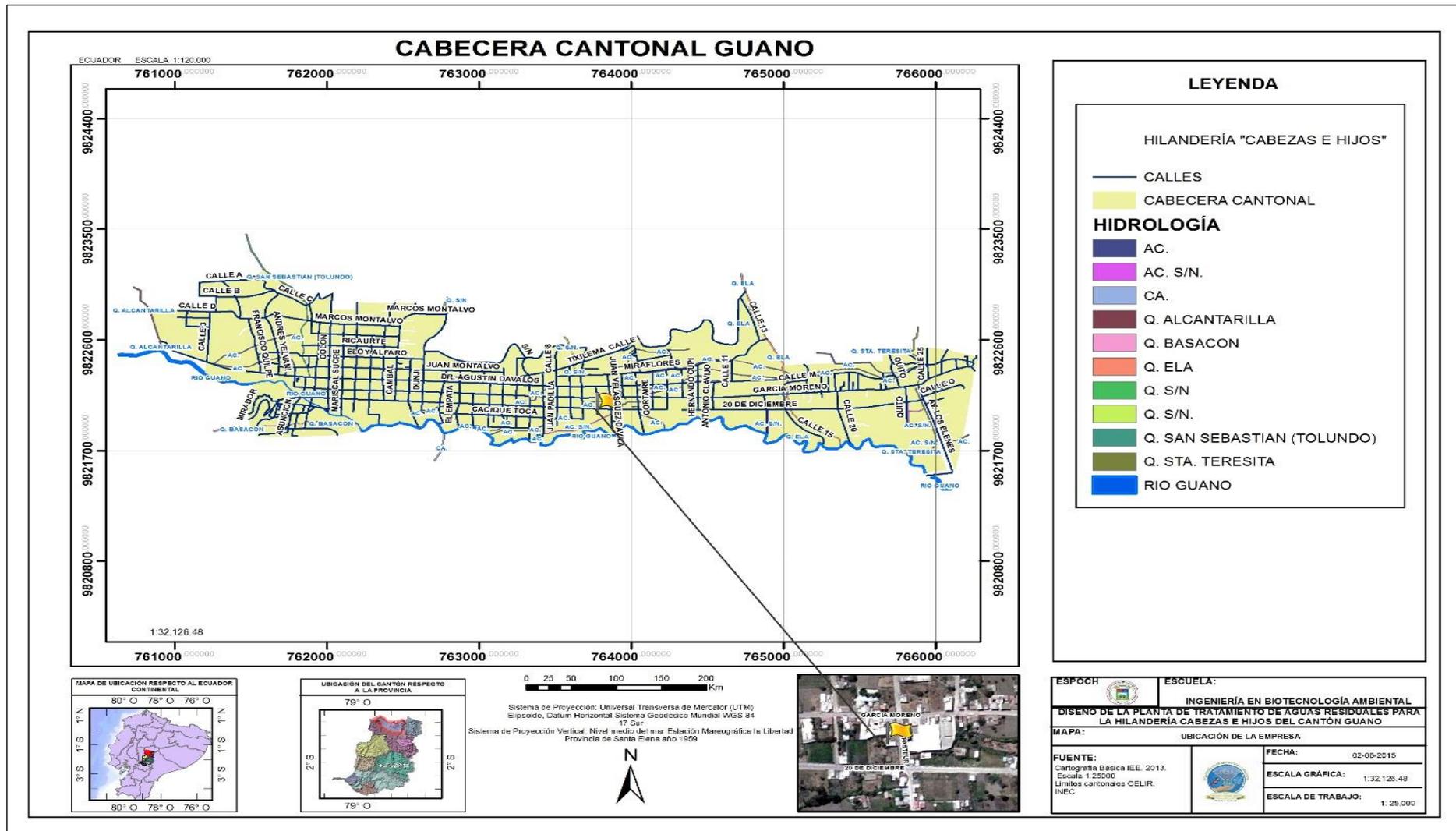


Ilustración 3-1: Mapa de ubicación de la Hilandería Cabezas e Hijos
 Realizado por: PALLMAY, M, 2015

2.2 Materiales, reactivos y equipos

2.2.1 Medición del caudal

Para la medición del caudal se requiere lo siguiente:

- Un cronómetro
- Un balde de 30 litros

2.2.2 Materiales utilizados para el muestreo

- Envases de plástico
- Mandil
- Guantes
- Embudo
- Jarra de plástico

2.3 Metodología

2.3.1 Levantamiento topográfico

Para realizar el levantamiento topográfico del lugar, se empleó un GPS, marca GARMIN y se tomaron las coordenadas o los puntos donde va a ser construida la planta de tratamiento, los mismos que fueron exportados al software Arcgis, con el empleo de la Ortofoto cantonal, otorgada por el municipio del cantón Guano se generó como resultado curvas de nivel, accidentes geográficos principales, vías, barrios y urbanizaciones aledañas al lugar.

2.3.2 Medición del caudal

Para la medición del caudal se utiliza la técnica volumétrica, conocida también como Método de Capacidad. Esta técnica consiste en la medición del tiempo de llenado del agua en llenarse dentro de un balde de 30 L. Para la medición del tiempo se utilizó un cronómetro. La medición se realizó durante cinco días, tomando en cuenta que la hilandería realiza sus actividades de lunes a viernes. Este proceso se realizó 8 horas diarias, debido a que se realizan 7 descargas diarias al sistema de alcantarillado los días lunes, martes, miércoles y viernes, sin embargo los días jueves descargan seis veces al día, debido a que la hilandería cesa las actividades de lavado y tinturado a las 16:30, puesto que se procede con el empaquetado de las pacas de hilo para que se trasladen a la ciudad

de Otavalo para su posterior distribución. Una vez que se cuenta con el dato del tiempo y el volumen, se utiliza la ecuación 1 para obtener el caudal medido.

- La primera descarga se realiza a las 10:00 am
- La segunda descarga se realiza a las 11:00 am
- La tercera descarga se realiza a las 12:30 pm
- La cuarta descarga se realiza a las 14:30 pm
- La quinta descarga se realiza a las 15:00 pm
- La sexta descarga se realiza a las 16:30 pm
- La séptima descarga se realiza a las 17:00 pm.

Mientras tanto las descargas correspondientes a los días jueves, se detallan a continuación:

- La primera descarga se realiza a las 10:00 am
- La segunda descarga se realiza a las 11:00 am
- La tercera descarga se realiza a las 12:30 pm
- La cuarta descarga se realiza a las 14:30 pm
- La quinta descarga se realiza a las 15:00 pm
- La sexta descarga se realiza a las 16:30 pm

En cada descarga se procedió a medir el caudal de la siguiente forma:

- Un caudal de 10 L/s durante 6 minutos.
- Un caudal de 5 L/s durante 2 minutos.
- Un caudal de 2 L/s durante 1.5 minutos.

2.3.3 Muestreo del agua residual

El muestreo del agua residual se efectuó en la descarga final de la fábrica, a través de un muestreo compuesto; es decir, se tomaron varias muestras instantáneas con la utilización de un balde.

El muestreo se realizó dos veces por semana el 8 y 9 de octubre de 2014, el 24 y 25 de febrero y el 22 y 23 de junio de 2015, con el fin de obtener datos más representativos.

Para el almacenamiento de las muestras se esperó 10 minutos hasta que el agua se enfríe un poco, para luego ser envasada en 5 recipientes plásticos de 4 litros, debido a que el agua de la descarga sale con una temperatura de 80°C.

Los mismos días que fueron tomadas las muestras fueron transportadas de forma inmediata a los laboratorios de la ESPOCH, para que se realice la caracterización físico-química.

2.3.4 Caracterización físico- química del agua residual

La caracterización físico- química del agua residual de la Hilandería Cabezas e Hijos, se realizó en el laboratorio denominado Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica (CESTTA) y en el laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH. Durante el muestreo se midió la temperatura y el pH in situ, para obtener datos más confiables.

Se trasladaron 3 muestras desde la hilandería Cabezas e Hijos, ubicada el cantón Guano hacia el laboratorio, fueron tomadas el 09 de octubre de 2014, las mismas que fueron transportadas mediante vía terrestre y fueron entregadas el mismo día a la recepcionista de muestras del laboratorio.

De igual forma el 22 junio de 2015 se llevaron 3 muestras hacia el laboratorio de la facultad de ciencias, las mismas que fueron entregadas a la recepcionista del laboratorio, mientras que el 23 de junio se llevaron 3 muestras más, especificando los parámetros y datos correspondientes de cada muestra.

De ésta forma se escogieron los primeros días de la semana para facilitar el análisis de la DBO, ya que tarda cinco días para que se pueda leer el resultado.

Los métodos utilizados por LAB-CESTTA, para el análisis físico-químico de las muestras receptadas en el laboratorio son los siguientes:

Tabla 6-2: Métodos usados para el análisis físico-químico de aguas residuales

PARÁMETRO	MÉTODO/ NORMA
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Methods No. 4500-H ⁺ B
Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 Estándar Methods No. 5540 C
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D

Demanda Bioquímica de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B
Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/210 Standard Methods No. 4500- Norg C

Fuente: LAB-CESTTA

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Mientras tanto los métodos utilizados por el laboratorio de análisis técnicos de la facultad de ciencias se detallan a continuación:

Tabla 7-2: Métodos usados por el laboratorio de análisis técnicos de la facultad de ciencias

DETERMINACIONES	MÉTODO
pH	4500-B
Conductividad	2510-B
Turbiedad	2130-B
Demanda Química de Oxígeno	5220-C
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5210-B
Sólidos Sedimentables	2540-F
Sólidos en suspensión	2540-D
Sólidos totales	2540-A
Color	

Fuente: Laboratorio de análisis técnicos de la Facultad de Ciencias

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

2.3.5 Impacto Ambiental

La metodología de la evaluación del impacto está dado por la característica del impacto en sí; en tal virtud, indica si el impacto producido por una actividad generadora de impacto es positivo o negativo.

Positivo (+): Es positivo cuando el componente genera un beneficio o una mejora al medio ambiente, con respecto a su estado, previo a la ejecución de la investigación.

Negativo (-): Es negativo cuando el componente perjudica o daña al medio ambiente, con respecto a su estado, previo a la ejecución de la investigación.

La cuantificación o valoración se lleva a cabo bajo la cuantificación de la intensidad, extensión o dimensión, duración, reversibilidad, riesgo o probabilidad, del impacto.

A continuación, se detalla cada uno de ellos.

Tabla 8-2: Valoración de la Intensidad del Impacto

Intensidad (I)	Valoración
Alta	3
Moderada	2
Baja	1

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

En tal virtud los componentes que intervienen en la valoración de la intensidad del impacto son los siguientes:

Tabla 9-2: Intensidad de Impacto

Intensidad	Valoración	Componente	Descripción
Alta	1.5	Agua	Presencia de impacto ambiental negativo significativo, requiere planificación e inversión de recursos humanos y económicos
Moderada	0	Ruido	El nivel de presión sonora se encuentra dentro del límite permisible.
Baja	0	Aire	Los impactos ambientales son no significativos.

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Extensión o dimensión.- Esta determinado por la dimensión o extensión territorial o espacial que produzcan los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas durante el proceso de lavado y tinturado. Se clasifica de la siguiente forma:

Regional.- Es cuando el impacto afecta la región geográfica donde se desarrolla la investigación.

Local.- Cuando el impacto afecta hasta los 3 kilómetros a la redonda del lugar donde se produce el impacto.

Puntual.- Es cuando afecta al medio ambiente de manera puntual, es decir en el área de influencia directa del proyecto

La extensión o dimensión está valorada de la siguiente forma:

Tabla 10-2: Valoración de la extensión o dimensión del Impacto

Extensión (E)	Valoración
Regional	3
Local	2
Puntual	1

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Entonces los componentes que intervienen en la valoración de la extensión del impacto, son los siguientes:

Tabla 11-2: Extensión del Impacto

Extensión	Valoración	Componente	Descripción
Regional	2	Agua	El impacto ambiental, alcanza hacia cuerpos receptores a más de 10 kilómetros
Local	0	Ruido	El nivel de presión sonora se encuentra dentro del límite permisible.
Puntual	0	Aire	Los impactos ambientales son no significativos.

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Duración.- Está determinado por el tiempo que durará la acción del impacto ambiental a producirse.

La duración del impacto está valorada de la siguiente forma:

Tabla 12-2: Valoración de la Duración del Impacto

DURACIÓN (D)	VALORACIÓN
Permanente	3
Temporal	2
Periódica	1

Fuente: Matriz de Leopold 1971
Realizado por: PALLMAY.M, 2015

En tal virtud los componentes que intervienen en la valoración de la duración del impacto, son los siguientes:

Tabla 13-2: Duración del impacto

Duración	Valoración	Componente	Descripción
Permanente	0.5	Agua	El impacto ambiental es permanente, debido a que el agua contaminada es descargada durante 8 horas diarias.
Temporal	0	Ruido	El nivel de presión sonora dura las 8 horas diarias de trabajo
Periódica	0	Aire	Los impactos ambientales son no significativos, debido a que las emisiones de gases de combustión y de material particulado se encuentran dentro de los límites permisibles.

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Reversibilidad.- Está dado por el grado o capacidad de recuperación que posee el medio ambiente respecto al impacto ambiental producido, se han establecido de manera general tres grados de reversibilidad.

Tabla 14-2: Valoración de la Reversibilidad del Impacto

REVERSIBILIDAD (R)	VALORACIÓN
Irrecuperable	3
Poco recuperable	2
Recuperable	1

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Entonces los componentes que intervienen en la valoración de la reversibilidad del impacto, se detallan a continuación:

Tabla 15-2: Reversibilidad del Impacto

Reversibilidad (R)	Valoración	Componente	Descripción
Recuperable	0.5	Agua Ruido Aire	El agua contaminada, puede ser recuperable, mediante la utilización de un sistema de tratamiento previo a su descarga.

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Riesgo o Probabilidad.- Determina la probabilidad de que ocurra o no el impacto. Existen tres tipos de probabilidades o riesgos.

Tabla 16-2: Valoración del Riesgo del Impacto

RIESGO(RS)	VALORACIÓN
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Por tal razón, los componentes que intervienen en la valoración del riesgo del impacto, se detalla a continuación:

Tabla 17-2: Riesgo del Impacto

Riesgo	Valoración	Componente	Descripción
Alto	2	Agua	La descarga del agua contaminada representa un alto riesgo por la presencia

			de impacto ambiental negativo significativo.
Medio	1	Ruido	El nivel de presión sonora se encuentra bajo norma
Bajo	0	Aire	Los impactos ambientales son no significativos, debido a que las emisiones de gases de combustión y de material particulado se encuentran dentro de los límites permisibles.

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Una vez que se ha valorado cada uno de los parámetros del impacto, se calcula la magnitud y la importancia, de la siguiente forma:

Magnitud.- Para determinar la magnitud de los impactos que se generan en el proyecto se utilizará ambientalmente la sumatoria de los valores asignados a los valores de la intensidad, extensión y duración. Además para el cálculo matemático se asume los valores de los pesos de los parámetros que se relacionan directamente con la magnitud, los cuales detallo a continuación:

Tabla 18-2: Pesos de los parámetros que se relacionan con la magnitud del impacto

Parámetro	Peso
Parámetro de Intensidad	0,40
Parámetro de Extensión	0,40
Parámetro de Duración	0,20

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

De tal forma que para el cálculo de la magnitud del impacto ambiental, se ha adoptado la siguiente ecuación:

$$M = (i \times 0,4) + (e \times 0,4) + (d \times 0,2)$$

Ecuación 19

En donde:

M= Magnitud

i= Intensidad

e= Extensión

d= Duración

Entonces:

$$M = (1,5 \times 0,4) + (2 \times 0,4) + (0,5 \times 0,2)$$

$$M = 1,5$$

Importancia.- La importancia depende de la extensión, reversibilidad y riesgo que posee los impactos que se producen, por lo que para su calificación o valoración se suman los valores adoptados para estos parámetros, los mismos que son multiplicados por los pesos o índice ponderal asumidos.

Tabla 19-2: Pesos de los parámetros que se relacionan con la importancia del impacto

Parámetro	Peso
Parámetro de Extensión	0,30
Parámetro de Reversibilidad	0,20
Parámetro de Riesgo	0,50

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

De tal forma que para el cálculo de la importancia del impacto ambiental, se ha adoptado la siguiente ecuación:

$$I = (e \times 0,30) + (r \times 0,20) + (rs \times 0,50)$$

Ecuación 20

En donde:

I= Importancia

e= Extensión

r= Reversibilidad

rs= Riesgo

Entonces:

$$I = (2 \times 0,30) + (0,5 \times 0,20) + (3 \times 0,50)$$

$$I = 2.2$$

La interpretación de los resultados obtenidos de la magnitud e importancia del impacto se valoran de acuerdo a la tabla de Escala de Valoración de la Magnitud y de la Importancia del Impacto, la misma que se detalla a continuación:

Tabla 20-2: Escala de Valoración de la Magnitud e Importancia del Impacto

ESCALA VALORES ESTIMADOS	VALORACIÓN DEL IMPACTO
0.1-1.6	Bajo
1.7-2.3	Medio
2.4-3.0	Alto

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Por último se define el Grado de Calificación de los Impactos como el nivel de impacto ocasionado sobre el componente ambiental. Dicho valor se obtendrá multiplicando la magnitud por la importancia, tal como se enuncia a continuación:

$$GC = M \times I$$

Ecuación 21

En donde:

GC= Grado de calificación

M= Magnitud

I= Importancia

Entonces:

$$GC = 1,5 \times 2,2$$

$$GC = 3,3$$

Por último el resultado se compara con la escala de valores asignados para el efecto que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 21-2: Escala de valoración de la Severidad del Impacto

Escala de valores	Valoración de la severidad del impacto
0 - 2.5	Leve
2.6 - 5	Moderado
5.1 - 7.5	Crítico
7.6 - 10	Severo

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

En tal virtud se concluye que la severidad del impacto que se presenta en la Hilandería es moderada.

2.3.6 Dimensionamiento de la Planta de Tratamiento

Para el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos se tomó en cuenta el caudal de diseño, de igual forma se tomó en cuenta los resultados de la caracterización físico-química del agua, por consiguiente, formular el tratamiento requerido para este tipo de agua residual industrial. Otro parámetro importante es la topografía del lugar en donde se va a implementar la planta de tratamiento.

El diseño de la presente investigación se fundamenta en las ecuaciones y criterios descritos por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Normas RAS 2000 y de algunos autores Metcalf & Eddy, Ramalho, Criter.

2.3.7 Pruebas de tratabilidad

Pruebas de coagulación- floculación

Se efectuaron ensayos de tratabilidad según la metodología OPS-CEPPIS, empleando un equipo de jarras de seis puestos con vasos de 1 litro de capacidad para determinar la dosis óptima del coagulante, concentración óptima del coagulante.

- Dosis óptima del coagulante

Se realizaron tres ensayos de jarras: la primera con policloruro de aluminio (PAC) con una concentración al 5% en 250 mL, la segunda prueba se realizó con el sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$ al 5% en 250mL y por último se utilizó un peróxido al 10% en 500mL de agua. Además en cada prueba se añade hidróxido de sodio hasta alcanzar un pH de 8.

Prueba del aireador de bandejas

Para éste ensayo se realizó pruebas en el aireador del laboratorio de Biotecnología, Se dejó el agua cruda en el aireador durante 3 horas y posteriormente se lleva el agua tratada al laboratorio de análisis técnicos de la facultad de ciencias de la ESPOCH

Prueba del filtro de carbón activado y grava

Para realizar las pruebas experimentales de la eficiencia del carbón activado se emplea las pruebas de columnas, las cuales consisten en disponer tres columnas de lecho fijo de carbón activado, usando una concentración constante de 3 L y pH de 6. En tal virtud se pasará el agua residual con los valores de la DBO y la DQO elevados. Por consiguiente una vez que pase por el filtro de se espera que éstos disminuyan drásticamente.

2.3.8 Elaboración de Planos

Para la elaboración de los planos del diseño final de la planta de tratamiento de aguas residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos, se utilizó el software ArcGis 10.3 y el software AutoCAD 2015.

El diseño se realizó en vista planta, corte longitudinal y corte transversal.

2.3.9 Evaluación de los impactos ambientales

Para realizar la cuantificación de los impactos ambientales, y posteriormente su evaluación se empleó la valoración de positivo y negativo. Se le valoró como impacto positivo al componente que realiza una mejora al medio ambiente, con respecto a su estado y se atribuyó como impacto negativo al componente que deteriora o daña al medio ambiente, con respecto a su estado.

La valoración se desarrolló bajo la cuantificación de la intensidad, extensión, duración, reversibilidad, riesgo o probabilidad del impacto, atribuyendo valores de 1, 2 y 3.

Finalmente una vez que se ha valorado cada uno de los parámetros del impacto, se calculó la magnitud y la importancia, obteniendo como resultado, que la que la severidad del impacto que se presenta en la Hilandería es moderada.

CAPÍTULO III

3 MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

3.1 Cálculos para el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales

Los parámetros para el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para la hilandería Cabezas e Hijos se detallan a continuación:

- Caudal de diseño
- Caracterización físico- química del agua
- Dimensionamiento de la planta de tratamiento

3.1.1 Caudales de la Hilandería Cabezas e Hijos

Para la determinación del caudal de diseño se tomó en cuenta cuando la fábrica se encontraba funcionando a plena capacidad en el proceso de lavado y tinturado de lanas.

La fábrica realiza 7 descargas diarias, durante las 8 horas diarias de trabajo, excepto los días jueves, los cuales se descargan seis veces por día; debido a que la fábrica cesa sus actividades de lavado y tinturado a las 16:30, puesto que todos los trabajadores se dedican al empaquetado de las pacas que son distribuidas en la ciudad de Otavalo los días viernes. En tal virtud las descargas, que realiza la Hilandería se detallan a continuación:

Tabla 22-3: Variabilidad de caudales en cada descarga

LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES	
Caudal	Tiempo	Caudal	Tiempo	Caudal	Tiempo	Caudal	Tiempo	Caudal	Tiempo
10 L/s	6 min	10 L/s	6 min	10 L/s	6 min	10 L/s	6 min	10 L/s	6 min
5 L/s	5 min	5 L/s	5 min	5 L/s	5 min	5 L/s	5 min	5 L/s	5 min
2 L/s	2 min	2 L/s	2 min	2 L/s	2 min	2 L/s	2 min	2 L/s	2 min

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

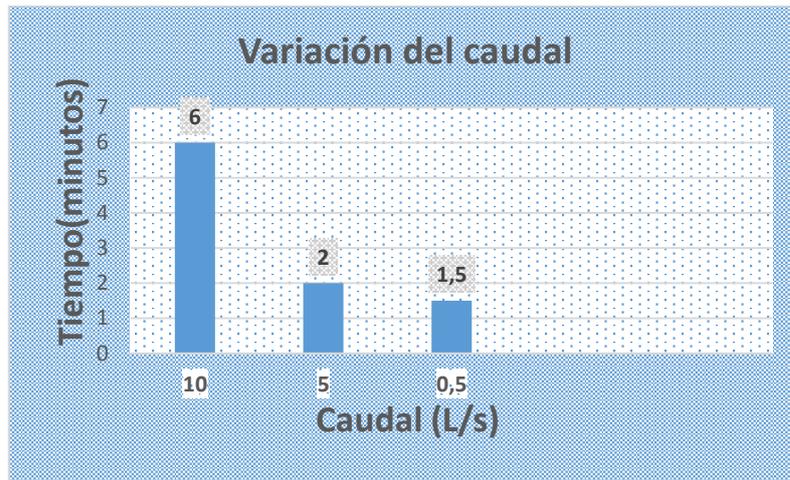


Gráfico 1-3: Resultados de la variación de caudales
Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Como se puede observar en cada descarga el caudal va decreciendo; una vez que se abre la llave de la tinturadora, el agua sale a presión; con un caudal de 10 L/s por un lapso de 6 minutos, posteriormente, mientras baja el nivel del agua, la presión con la que sale también disminuye, apareciendo un caudal de 5L/s, durante 2 minutos, por último surge un caudal de 0,5 L/s por un lapso de un minuto y medio. Por tal razón el caudal menora paulatinamente. Ésta descarga se repite siete veces por día, con excepción de los días jueves

De ésta forma se obtiene el caudal de diseño, el mismo que se detalla a continuación:

Tabla 23-3: Resultados de la medición de caudales

CAUDAL	UNIDAD	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
Q 1	L/d	25200	25200	25200	21600	25200
Q 2	L/d	4200	4200	4200	3600	4200
Q3	L/d	1260	1260	1260	1080	1260
TOTAL		30660	30660	30660	26280	30660

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

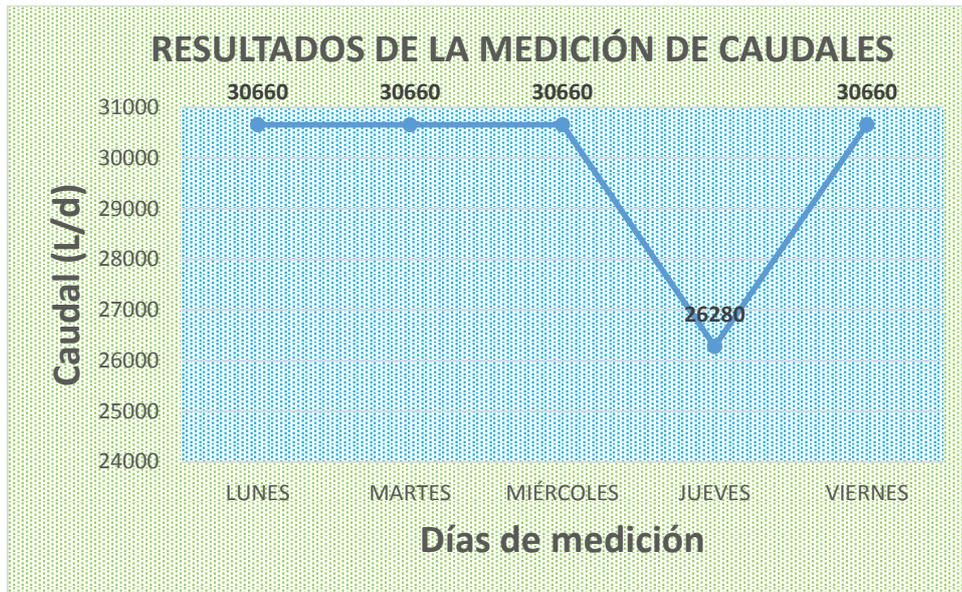


Gráfico 2-3: Resultados de la medición de caudales
 Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Los caudales que se mencionan anteriormente son el resultado de cinco días de medición, tomando en cuenta que todas las descargas presentan el mismo volumen, puesto que en cada tinturadora se ingresa un número determinado de madejas, el volumen de agua y del tinte conocidos.

En tanto, según la tabla 2-3, se determinó que la fábrica descarga siete veces al día; cada descarga contiene 30660 L/d, los días lunes, martes, miércoles y viernes, mientras tanto los días jueves descargan 26280.

Los días jueves solo se descargan seis veces, puesto que cesan sus actividades media hora antes, debido a que los trabajadores se encargan de empaquetar y subir al camión las pacas de hilo para que sean transportados a la ciudad de Otavalo.

En tal virtud obtuvo un caudal de 30660 L/d o 30.66 m³/d. Para ello se emplea la ecuación 1

$$Q_{diseño} = 30.66 \frac{m^3}{d}$$

$$Q_{diseño} = 0.000354 \frac{m^3}{s}$$

3.1.2 Caracterización físico- química del agua

Para la caracterización físico química del agua residual de la Hilandería se realizaron siete caracterizaciones, las mismas que se desarrollaron en el laboratorio CESTTA y en el laboratorio de análisis técnicos de la facultad de ciencias. Los resultados se detallan a continuación:

Tabla 24-3: Resultados de los análisis de laboratorio

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO LAB CESTTA		RESULTADO LAB FAC CIENCIAS					VALOR LÍMITE PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO **
		FECHA		FECHA						
		10-10-14	25-02-15	23-06-15	29-06-15	10-07-15	22-07-15	22-07-15		
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	6,15		2.19	2.19	2.19	2.35	2.17	5-9	No Cumple
Tensoactivos	mg/L	2,14	3.20						2,0	No Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	904		904	904	904	904	904	250	No Cumple
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	>1500		1900	1900	1900	1980	1900	500	No Cumple
Grasas y aceites	mg/L	39,7	<2						100	Si Cumple

Nitrógeno total	mg/L		7.73						40	Si Cumple
Conductividad	mg/L			337	336	335	339	337		Si Cumple
Turbiedad	UNT			7.79	7.65	7.79	7.74	7.79		Si Cumple
Sólidos Sedimentables	mL/L			<1	<1	<1	<1	<1	20	Si Cumple
Sólidos en suspensión	mg/L			<1	<1	<1	<1	<1	220	Si Cumple
Sólidos totales	mg/L			<1	<1	<1	<1	<1	1600	Si Cumple
Color	Pt Co			233	263	238	226	230		No Cumple

****Texto Unificado de Legislación Secundarias del Medio Ambiente (TULSMA)**

Fuente: CESTTA, Lab de análisis técnicos dela facultad de ciencias

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Los resultados obtenidos en la tabla 24-3 para las muestras de las aguas residuales de la hilandería Cabezas e Hijos, indican una elevada cantidad de tensoactivos, esto se debe a los detergentes y suavizantes que se utiliza durante los procesos. En lo que se refiere a la contaminación química, el pH de las muestras se encuentra fuera del límite, presentado valores ácidos, esto se produce debido a que se utiliza ácidos para suavizar el hilo en proceso de tinturado.

Para analizar la contaminación orgánica de las aguas residuales de la hilandería se ha tomado en cuenta la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO), como indicadores de contaminación, los cuales indican valores de DBO de 904 mg/L y la DQO indica niveles comprendidos entre 1900 mg/L y 1980 mg/L (rango en el que se encuentra el valor más bajo y alto muestreado). Los valores de la DBO se mantienen, debido a que se ingresa la misma cantidad de lana a la tinturadora, luego de haber sido lavada y enjuagada. Los niveles de la DQO representan la existencia de material inorgánico, característico de las aguas residuales provenientes de éste tipo de industrias. Sin embargo los niveles de contaminación no son muy elevados, comparado con las descargas de otras hilanderías que se encuentran dentro fuera del país, puesto que la Hilandería Cabezas e Hijos, dentro del marco del cambio de la matriz productiva, decidió emplear productos biodegradables; ya sean estos, tintas, detergentes, ácidos, jabones y peróxidos biodegradables, los mismos que son importados de Brasil.

El color de las aguas residuales, es otro de los parámetros que indica niveles de contaminación de entre 226 y 263 (nivel bajo y alto de contaminación), puesto que las aguas presentan una amplia gama de colores, de acuerdo a los pedidos que tiene la fábrica.

Es importante recalcar que aunque las aguas residuales de la hilandería, no aumentan significativamente los niveles de contaminación del río Guano, debido a que éstas se descargan en el sistema de alcantarillado. No obstante el río Guano comprende un cuerpo de agua ya contaminado que acarrea un sinnúmero de aguas servidas domésticas e industriales.

En tal virtud se realiza la respectiva comparación entre los resultados de laboratorio obtenidos con el libro VI, anexo I, tabla 11 del TULSMA y denota que los parámetros que cumplen con la normativa son: Sólidos Sedimentables, sólidos en suspensión, sólidos totales, grasas y aceites, nitrógeno total, conductividad y turbiedad, mientras tanto los parámetros de la DBO, DQO, tensoactivos y color se encuentran fuera de los límites permisibles de descarga al sistema de alcantarillado.

3.1.3 Pruebas de Tratabilidad

Para llevar a cabo el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos se realizó diferentes ensayos de tratabilidad, ya sean de preparación y dosificación de algunos compuestos, así como de adecuaciones e implementaciones de componentes hidráulicos para que los procesos implementados permitan el correcto funcionamiento de la PTAR.

De ésta forma los ensayos de tratabilidad se efectúan de la siguiente forma:

Tabla 25-3: Resultados del ensayo coagulación-floculación

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA							
Ensayo con PAC	pH	Turbiedad	Conductividad	Color	DBO	DQO	Tensoactivos
ANTES DEL ENSAYO	8	7.79	1.41 μ S/cm	262	904	1900	2.16
DESPUÉS DEL ENSAYO	6.86	6.2	2 μ S/cm	257	900	1850	2.15
PRUEBA DE JARRAS							
DATOS	Número de recipientes						
	1	2	3	4	5	6	
Dosis del coagulante(mg /L)	10	15	20	25	30	35	
Volumen del alcalinizante (mL)	6	6	6	6	6	6	

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

En el ensayo de coagulación-floculación la utilización del PAC bajo los niveles de contaminación, comparado con los otros ensayos, sin embargo no cumple con los niveles óptimos según la normativa. Por tal razón se empleó una nueva prueba de tratabilidad, correspondiente a la aireación de bandejas.

Prueba del aireador de bandejas

Para éste ensayo se realizó pruebas en el aireador del laboratorio de Biotecnología, Se dejó el agua cruda en el aireador durante 3 horas, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 26-3: Resultados del ensayo aireador de bandejas

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO		VALOR LÍMITE PERMISIBLE
		ANTES DEL TRATAMIENTO	DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	2.19	2.69	5-9
Tensoactivos	mg/L	2.67	2.3	2,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	904	234	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1900	560	500
Conductividad	μSiems/cm	337	236	
Turbiedad	UNT	7.79	7.81	
Sólidos Sedimentables	mL/L	<1	<1	20
Sólidos en suspensión	mg/L	<1	<1	220
Sólidos totales	mg/L	<1	<1	1600
Color	Pt Co	235	128	

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Como se observa en la tabla 5-3 los niveles de DBO y DQO bajan, sin embargo se encuentran casi al ras de los límites permisibles del TULSMA, pero no cumple con los parámetros de tensoactivos y color.

Se resuelve emplear un aireador de bandejas, puesto que la fábrica no posee un área lo suficientemente grande para la implementación de otro tipo de sistema de aireación.

Por ésta razón se emplea otro tratamiento para bajar los niveles de tensoactivos, DQO y color, para que la planta de tratamiento desempeñe el tratamiento.

Prueba del filtro de carbón activado y grava

Tabla 27-3: Resultados del ensayo del filtro de carbón activado y grava

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO		VALOR LÍMITE PERMISIBLE
		ANTES DEL TRATAMIENTO	DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	2.19	2.37	5-9
Tensoactivos	mg/L	2.67	>1	2,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	904	32.8	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1900	490	500
Conductividad	μSiems/cm	337	238	
Turbiedad	UNT	7.79	7.87	
Sólidos Sedimentables	mL/L	<1	<1	20
Sólidos en suspensión	mg/L	<1	<1	220
Sólidos totales	mg/L	<1	<1	1600
Color	Pt Co	235	28	

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

El filtro de carbón activado con grava es el tratamiento más importante del sistema, puesto que baja los niveles de contaminación de todos los parámetros que se encuentran fuera de los límites permisibles. De esta forma se obtiene los valores de los tensoactivos <1, DBO con 32.8, DQO con 490 y un pH de 2.37. No obstante el pH indica un valor ácido de 2.37, el cual no cumple con el límite permisible del TULSMA, sin embargo puesto que cumplen con la normativa el resto de los parámetros, el agua va a ser reutilizada para los procesos de tinturado, para garantizar la sustentabilidad ambiental.

3.1.4 Propuesta para el Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos del cantón Guano

Con el diseño de un hidrograma, a través del registro de los datos de la medición del caudal, se obtuvo un caudal de diseño de 30.66 m³/d.

Además se verificó los días que se descarga el agua con mayor contenido de contaminación, obteniendo los siguientes resultados:

- DBO: 904 mg/L
- DQO: >1500 mg/L
- Color: 233 Pt Co
- Tensoactivos: 2.14 mg/L

En tal virtud se identificó los sistemas que se diseñaran para mitigar la contaminación que produce la fábrica hacia el sistema del alcantarillado y posteriormente hacia el río Guano.

De igual forma se evaluó el área donde se va a implementar el sistema de tratamiento, detallando los procesos que se van a emplear para que actúe de forma eficaz y eficiente.

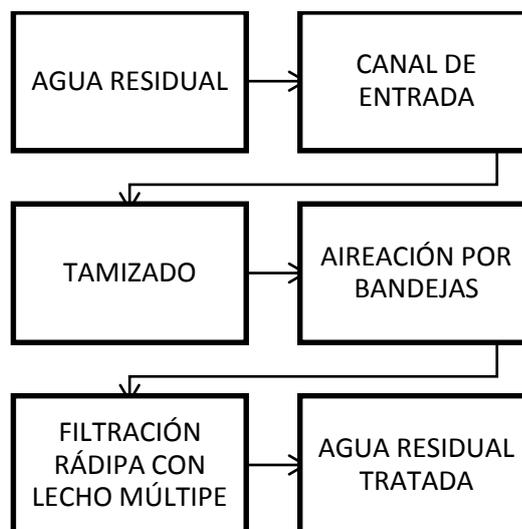


Gráfico 3-3: Esquema de la Propuesta para la PTAR
Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Para el tratamiento del agua residual descargada por la Hilandería Cabezas e Hijos, se implementará un macrotamiz, el mismo que se utilizará para retener los hilos que puede contener el agua residual.

Posteriormente el agua pasará a un sistema de aireación por bandejas, el mismo que servirá para bajar los tensoactivos, la BBO y la DQO, puesto que son los parámetros que se encuentran fuera de los límites permisibles.

Finalmente se tendrá un filtro que consta de carbón activado y grava, el mismo que servirá para eliminar la DBO y la DQO que no pudo ser eliminada en el tratamiento de la aireación. Sin embargo la función principal que tendrá el filtro de carbón activado y grava es eliminar los diferentes colores que presentan las aguas residuales que descarga la hilandería.

Mediante la implementación de la presente planta de tratamiento de aguas residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos del cantón Guano, el agua que descargada de los diferentes procesos de lavado y tinturado de lanas, conseguirá los niveles permisibles aceptables para que sea descargada hacia el sistema de alcantarillado del cantón Guano.

3.1.5 Dimensionamiento de la Planta de Tratamiento

Una vez que se realizó la caracterización físico- química del agua, se analizaron los resultados del laboratorio, conociendo el caudal a tratar y la topografía del lugar, se procederá a dimensionar una planta de tratamiento de aguas residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos, la misma que consta de un pretratamiento, el mismo que está integrado por un canal de entrada y un macrotamiz, posteriormente se continúa con un tratamiento secundario, a través del tratamiento de aireación por bandejas, y por último se diseñará un filtro rápido con lecho múltiple, que corresponde a un filtro de carbón activado y grava.

3.1.5.1 Canal de entrada

Inicialmente se implementa un canal de entrada, el mismo que sirve como conexión entre las tuberías que desembocan el agua residual con la entrada a la planta de tratamiento, el mismo que se determina de la siguiente forma:

La tubería por la que se descarga el agua hacia el alcantarillado es de 6 pulgadas de diámetro, medida que fue corroborada, a través del uso de un flexómetro y los catálogos de venta. Además otro dato que se tomó en cuenta, es la velocidad mínima, según la norma RAS 2000, la misma que indica un valor de 0.6 m/s.

Área del canal

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{0.00354 \frac{m^3}{s}}{0.6 \frac{m}{s}}$$

$$A = 0,0059 m^2$$

Ancho del canal

Para el cálculo del ancho del canal se tomó en cuenta el diámetro de la tubería que descarga el agua residual, el mismo que es de 6 plg o 0.15 m

Altura del tirante de agua

El cálculo de la altura del tirante del agua se lo realiza de la siguiente forma

$$A = b \times H$$

$$H = \frac{A}{b}$$

$$H = \frac{0.0059 m^2}{0.15 m}$$

$$H = 0.03 m$$

Altura de seguridad

Con el fin de evitar desbordamientos, se manejará una altura de seguridad de 0.45 m

Altura total del canal

Para el cálculo de la altura total del canal se toma en cuenta la altura del tirante del agua y la altura de seguridad

$$Ht = H + Hs$$

$$Ht = 0.03 m + 0.45 m$$

$$Ht = 0.48 m$$

Pendiente

La pendiente para el canal de entrada es de 1%

3.1.5.2 Macrotamiz

El macrotamiz que se utiliza es de enrejado metálico de 0.2 mm, el mismo que se encuentra en la parte final del canal de entrada.

3.1.5.3 Aireación por bandejas

Carga hidráulica

La carga hidráulica es igual a la carga superficial, la misma que se asume y corresponde a 60 m/d o 0.06 L/s.m²

$$C_h = C_s = 550 \text{ m/d}$$

$$C_h = 0.06 \frac{\text{L}}{\text{s.m}^2} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000\text{L}} \times \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ dia}}$$

$$C_h = 5.18 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{d}}$$

Área total de aireación

$$A_T = \frac{Q}{C_h}$$

$$A_T = \frac{30.66 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}}{5.18 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{d}}}$$

$$A_T = 5.92 \text{ m}^2$$

Altura total

La altura total para los aireadores de bandejas se asume, la misma que será de 2 m de altura

$$H_t = 2 \text{ m}$$

Área de aireación

Para determinar el área de aireación se asume que será de 1 m de lado, la misma que tendrá una forma cuadrada.

$$A_i = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$$

$$A_i = 1 \text{ m}^2$$

Número de unidades de aireación requerida

$$N = \frac{A_T}{A_i}$$

$$N = \frac{5.92}{1}$$

$$N = 5.92$$

$$N = 6$$

Numero de bandejas y separación entre bandejas

El número de bandejas requerido es de 6 y la separación de las mismas es de 30 cm.

Tiempo de exposición

$$t = \sqrt{\frac{2 \times H \times n}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 2\text{m} \times 6}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$t = 2.4 \text{ s}$$

3.1.5.4 Filtro Biológico de Carbón Activado y Grava

Constante de Tratabilidad

$$K_T = 0.037(1.08)^{T-15}$$

$$K_T = 0.037(1.08)^{80-15}$$

$$K_T = 5.50$$

Volumen del Filtro

$$V = \frac{Q \ln\left(\frac{DBO_{\text{afluente}}}{DBO_{\text{efluente}}}\right)}{K_T \times S}$$

$$V = \frac{30.66 \ln\left(\frac{904}{90}\right)}{5.50 \times 50}$$

$$V = 0.25 \text{ m}^3$$

Eficiencia requerida

$$E = \frac{DBO_{\text{afluente}} - DBO_{\text{efluente}}}{DBO_{\text{afluente}}} \times 100$$

$$E = \frac{904 - 90}{904} \times 100$$

$$E = 90.04 \%$$

Área Superficial del Filtro

$$A_F = \frac{V_F}{P}$$

$$A_F = \frac{0.25 \text{ m}^3}{1 \text{ m}}$$

$$A_F = 0.25 \text{ m}^2$$

Largo y ancho del Filtro

$$Lg = \sqrt{A_F}$$

$$Lg = \sqrt{0.25 \text{ m}^2}$$

$$Lg = 0.5 \text{ m}$$

Carga Orgánica Afluente al Filtro

$$W = C \times Q$$

$$W = 0.904 \times 30.66$$

$$W = 27.71 \text{ Kg/d}$$

Eliminación de la DBO

$$DBO_{ELIMINADA} = E \times W$$

$$DBO_{ELIMINADA} = 90.04 \times 27.71$$

$$DBO_{ELIMINADA} = 2495$$

3.2 Impacto Ambiental

Puesto que cualquier proceso de construcción genera impactos ambientales positivos y/o negativos, durante la construcción, operación y abandono de la planta de tratamiento de aguas residuales, se diseña una matriz de Leopold, donde se identificarán cada uno de los impactos que ocasionan al medio ambiente.

Las acciones que provocan los impactos ambientales son las siguientes:

A. Fase de construcción

- Limpieza de la corteza
- Movimiento y transporte del material extraído
- Presencia del personal de la obra
- Preparación de materiales y levantamiento de estructuras
- Construcción de la obra
- Generación de material de desecho

Los factores ambientales se agrupan de la siguiente forma:

Características Físico Químicas

A. Aire

- Emisiones a la atmósfera
- Ruido

B. Agua

- Calidad del agua
- Uso del agua

C. Suelo

- Calidad del suelo
- Uso del suelo

Condiciones Biológicas

A. Flora

- Desaparición de la cobertura natural vegetal

B. Fauna

- Desaparición de la microfauna

Factores Antropológicos

A. Infraestructura

- Consumo de energía

B. Humano

- Seguridad de los operadores

C. Económico

- Generación de empleo

Para la evaluación de los impactos ambientales, se empleará la matriz de Leopold, que consiste en una matriz de doble entrada, las mismas que se disponen los factores ambientales que pueden ser afectados como filas, y las acciones que vayan a tener lugar, que serán causa de los posibles impactos, como columnas.

Para determinar la magnitud e importancia del impacto se valoró de la siguiente forma:

Tabla 28-3: Valoración de la magnitud e importancia del impacto de la matriz de Leopold

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Calificación	Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia
1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual
2	Baja	Media	2	Media	Puntual
3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual
4	Media	Baja	4	Temporal	Local

5	Media	Media	5	Media	Local
6	Media	Alta	6	Permanente	Local
7	Alta	Baja	7	Temporal	Regional
8	Alta	Media	8	Media	Regional
9	Alta	Alta	9	Permanente	Regional
10	Muy alta	Alta	10	Permanente	Nacional

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Para valorar y evaluar la significancia del impacto que el presente proyecto atraerá al implementarse, se empleará los valores de la tabla que se detalla a continuación:

Tabla 29-3: Evaluación de los impactos según la metodología de Leopold

IMPACTO		RANGO
Negativo	Muy alto	De -70.1 a -100
Negativo	Alto	De -50.1 a -70
Negativo	Medio	De -25.1 a -50
Negativo	Bajo	De -1 a -25
Positivo	Bajo	De 1 a 25
Positivo	Medio	De 25.1 a 50
Positivo	Alto	De 50.1 a 80
Positivo	Medio	De 80.1 a 100

Fuente: Matriz de Leopold 1971

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

En tal virtud, la evaluación de los impactos abordó la siguiente matriz.

Tabla 30-3: Matriz de Leopold

FASE DE CONSTRUCCIÓN										
ACTIVIDADES FACTORES AMBIENTALES	Limpeza de la corteza	Movimiento y transporte del material extraído	Presencia del personal de la obra	Preparación de materiales y levantamiento de estructuras	Construcción de la obra	Generación de material de desecho	Afecciones negativas	Afecciones positivas	Agregación de impacto	Número de interacciones
AIRE										
Emisiones a la atmósfera	1- 1	5- 1		6- 2	2- 2	7- 2	5	0	-36	5
Ruido			1- 1	3- 2	2- 1		3	0	-9	5
AGUA										
Calidad del agua			1- 1		2- 1	1- 1	3	0	-4	3
Uso del agua			1- 1		2- 1		2	0	-3	2
SUELO										
Calidad del suelo		1- 1			4- 2		2	0	-9	2
Uso del suelo		2- 1		1- 1	5- 6	2- 1	4	0	-35	4
FLORA										
Desaparición de la cobertura natural vegetal	2- 3		1- 1		2- 3		3	0	-13	3
FAUNA										
Desaparición de la microfauna	1- 1		1- 1		2- 3		3	0	-8	3
INFRAESTRUCTURA										
Consumo de energía					2- 3		1	0	-6	1
HUMANO										
Seguridad de los operadores	1- 1	1- 1		1- 1	1- 1		4	0	-4	4
ECONÓMICO										
Generación de empleo	5 3	7 3	5 3	6 3	7 3	7 3	0	6	111	6
Afecciones Negativas	4	4	5	4	10	3	30			
Afecciones Positivas	1	1	1	1	1	1		6		
Agregación de Impacto	6	12	10	-2	-46	4			-16	
Número de Interacciones	5	5	6	5	11	4				36

Fuente: DEL AUTOR., PALLMAY, M., 2015
Realizado por: PALLMAY, M., 2015

Una vez que se identificó y calificó la magnitud y la importancia de los posibles impactos ambientales que ocasionará la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales, a través de la matriz de Leopold, se determinó 30 afecciones negativas y 6 afecciones positivas, con un total de 36 interacciones, con lo que se puede percibir que la mayoría son negativas, con una agregación de impacto de -16, la misma que comparada con la tabla XXIII nos da una evaluación negativa baja, por lo que la incidencia en la implementación del proyecto no es mayor, es decir no requiere de medidas correctivas, puesto que los impactos negativos se corregirán por sí solos a corto plazo.

Las actividades que ocasionan la mayoría de impactos ambientales negativos son la presencia del personal en la obra y la construcción de la obra, las mismas que desaparecerán con el pasar del tiempo, puesto que sus afectaciones son temporales.

Los factores ambientales más vulnerables son las emisiones a la atmósfera y el uso del suelo, estos leves inconvenientes son solventados, puesto que se colocarán barreras alrededor de la construcción de la obra.

Mientras tanto el impacto positivo que este proyecto presenta es muy alto, por lo que a través de la generación de empleo se beneficiará a la población de la localidad.

3.3 Discusión de resultados

3.3.1 Resultados topográficos

El área destinada para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales para la hilandería “Cabezas e Hijos” se encuentra a los 2680 m.s.n.m, en una planicie dentro de la fábrica, presenta una pendiente 0, lo cual facilita la construcción.

3.3.2 Resultados de la medición del caudal

A continuación se muestran en una tabla los caudales promedios obtenidos en las mediciones realizadas durante cinco días laborables de la hilandería.

Tabla 31-3: Resultados de la medición de caudal

FECHA	CAUDAL (L/d)
Lunes 2015-03-09	30660
Martes 2015-03-10	30650
Miércoles 2015-03-11	30659
Jueves 2015-03-12	17172
Viernes 2015-03-13	30660
PROMEDIO	27960,2

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

El caudal promedio es de 27 960,2 L/d, tal como se aprecia en la tabla anterior, se observa también un caudal mínimo de 17172 L/d el día jueves, debido a que la fábrica descarga seis veces durante todo el día, y un caudal máximo de 30660 L/d, puesto que la fábrica descarga siete veces al día. Los días lunes, martes, miércoles y viernes descargan el mismo volumen, puesto que las lanas se lavan y se tinturan con los mismos volúmenes conocidos.

A continuación se detalla la variación del caudal del agua residual existente durante los cinco días de medición.

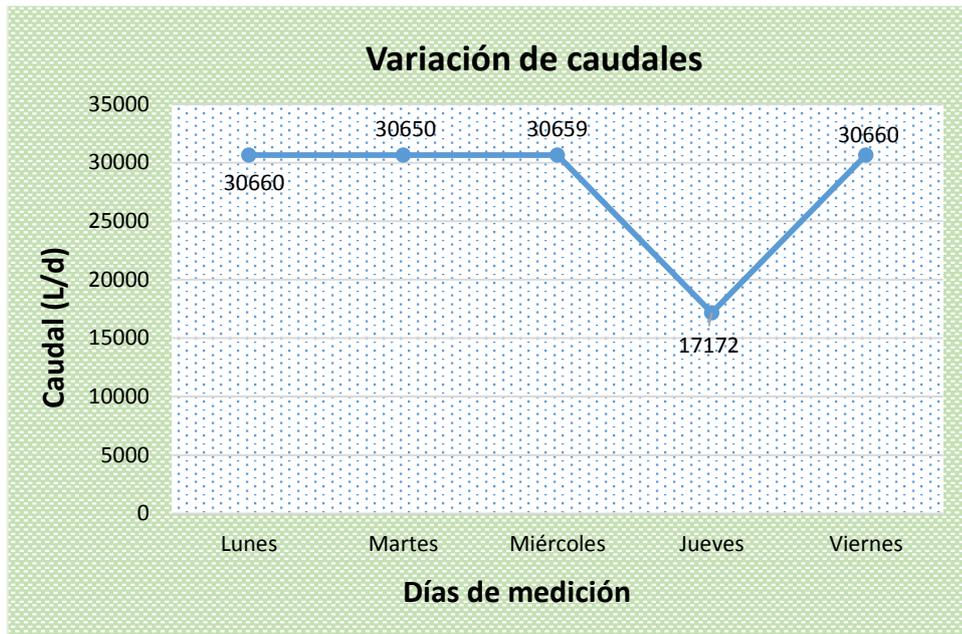


Gráfico 4-3: Variación diaria del caudal
Realizado por: PALLMAY.M, 2015

3.3.3 Resultados de la caracterización del agua

Los resultados de las muestras de las aguas residuales que constan en la tabla XXI dejan ver cantidades elevadas de tensoactivos, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), temperatura y color.

La presencia de los tensoactivos en el agua residual, indica el exceso de detergentes y suavizantes que se utilizan para el proceso de lavado de las lanas, la elevada temperatura se debe a que se emplea temperaturas elevadas para el proceso de tinturado del hilo y el color se debe a que se utilizan diferentes colores para tinturar los hilos.

Para determinar la contaminación orgánica existente en el agua residual se emplea como indicadores a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), los mismos que indican valores de DBO de 904 mg/L mientras que la DQO presenta un valor > 1500.

3.3.4 Resultados del dimensionamiento de la planta

Para dimensionar la planta de tratamiento de aguas residuales se ha tomado en cuenta diferentes criterios de diseño. A continuación se muestran los resultados de los tratamientos propuestos.

3.3.4.1 Resultados del cálculo del caudal de diseño

El cálculo del caudal de diseño es el eje principal previo al dimensionamiento de la planta de tratamiento. A continuación se muestra los siguientes resultados:

Tabla 32-3: Resultado del caudal de diseño

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Q ₁	25200	L/d
Q ₂	4200	L/d
Q ₃	1260	L/d
Q total	30660	L/d
Q de diseño	30.66	m³/d

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

3.3.4.2 Resultados del dimensionamiento del canal de entrada

Para el dimensionamiento del canal de entrada a la planta de tratamiento se tomó en cuenta los parámetros que se detallan a continuación:

Tabla 33-3: Resultados del dimensionamiento del canal de entrada

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Diámetro de la tubería	6	plg
Caudal de diseño	0,000354	m ³ /s
Área del canal	0.0059	m ²
Ancho del canal	0.15	m
Altura del tirante del agua	0.03	m

Altura de seguridad	0.45	m
Altura total	0.48	m
Pendiente	1	%

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Como se puede observar una vez dimensionado el canal de llegada se obtuvieron los siguientes resultados: el ancho del canal de 0.15 m, 0.03 m de altura del tirante del agua y se deja como prevención una altura de seguridad de 0.45 m, en caso de que el caudal aumente, una altura total de 0.48 m, un área de 0.0059 m² y por último la pendiente del canal de llegada será del 1 %.

3.3.4.3 Resultados del dimensionamiento del macrotamiz

Dado que el material flotante en el agua residual es mínimo, puesto que aparecen pequeñas hilachas luego del proceso de tinturado, se ha diseñado un macrotamiz de enrejado metálico de 0.2 mm, el mismo que se encuentra en la parte final del canal de entrada. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 34-3: Resultados del dimensionamiento del macrotamiz

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Ancho del macrotamiz	0.15	m
Largo del macrotamiz	0.48	m
Separación entre cada enrejado	0.2	mm

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

3.3.4.4 Resultados del dimensionamiento del aireador de bandejas

Para el dimensionamiento del aireador de bandejas se realizaron algunos cálculos y se tomó en cuenta el manual del Ministerio de Servicios y Obras Publicas de Colombia, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 35-3: Resultados del dimensionamiento del aireador de bandejas

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Carga hidráulica	5.18	m ³ /m ² d
Área total de aireación	5.92	m ²
Altura total	2	m
Número de unidades de aireación requerida	6	u
Tiempo de exposición	2.4	s

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Como se puede observar en la tabla 10-3, la carga hidráulica es igual a la carga superficial, la misma que se asume y corresponde a 5.18 m³/m²d, el área total de aireación corresponde a 5.92 m², se asumió una altura total de 2 m, se han determinado seis bandejas para el proceso de aireación, las mismas que tendrán una forma cuadrada y el tiempo de exposición del agua en pasar por el sistema de aireación es de 2.4 segundos.

3.3.4.5 *Resultados del dimensionamiento del Filtro Biológico de Carbón Activado y Grava*

Puesto que en la fase de la aireación por bandejas, no se logra disminuir el color del agua residual, se optó por emplear el carbón activado y la grava como medios filtrantes para el dimensionamiento del filtro biológico, puesto que éstos medios filtrantes se los puede conseguir a precios módicos y son de fácil adquisición. En tal virtud se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 36-3: Resultados del dimensionamiento del Filtro Biológico

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Constante de tratabilidad	5.50	
Volumen del Filtro	0.25	m ³
Eficiencia requerida	90.04	%

Área superficial del filtro	0.25	m ²
Largo del filtro	0.5	m
Ancho del filtro	0.5	m
Carga orgánica afluyente al filtro	27.71	Kg/d
Eliminación de la DBO	2495	DBO eliminada
Altura del carbón activado	0.21	m
Altura de la grava	0.21	m

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Como se observa en la tabla XXL, la constante de tratabilidad corresponde a 5.50, éste valor se calculó en función a la temperatura del agua residual, debido a que la temperatura influirá en la velocidad de reacción del proceso biológico, el volumen del filtro será de 0.25 m³, la eficiencia requerida para el tratamiento biológico es de 90.04 %.

El área superficial del filtro es de 0.25 m²; mientras que para el cálculo del largo y del ancho del filtro, se asumió que la sección del filtro es cuadrada, por lo que el largo y ancho es de 0.5 m. La carga orgánica afluyente al filtro biológico es de 27.71 Kg/d.

Por último se calculó que la eliminación de la DBO, será de 2495.

3.4 Cumplimiento de la normativa ambiental

Con la propuesta del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos se pretende disminuir los valores de la DBO, DQO, tensoactivos y color.

En la presente tabla se presenta un resumen de la remoción de los contaminantes, la misma que es comparada con el libro del TULSMA. De ésta forma se verifica la eficiencia del tratamiento propuesto.

Tabla 37-3: Remoción de los contaminantes comparados con el TULSMA

Parámetro	Unidad	Agua sin el tratamiento	Agua con el tratamiento	Limites permisible (TULSMA)	Cumple/No cumple
DBO	mg/L	904	32.8	250	Si cumple
DQO	mg/L	>1500	106	500	Si cumple
Color	Pt Co	233	28	50	Si cumple
Tensoactivos	mg/L	2.14	0.3	2	Si cumple

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

3.5 Presupuesto

El presupuesto para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos se desarrolla en función de las siguientes actividades:

- **Construcción del canal de llegada**

Tabla 38-3: Costo de la construcción del canal de llegada

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Adecuación del canal de llegada			
Mano de Obra	2	90	180
Barras	2	30	60
Palas	2	15	30
Baldes de 30 L	2	8	24
Construcción del canal de llegada			
Cemento	2	7.50	15
Ripio y arena		15	15
Varillas (8mm)	2	10	20
Alambre de amarre	5	1.15	5.75
Tablas	3	3	9
Colocación del macrotamiz			

Enrejado del macrotamiz			50
Soldado del enrejado			20
TOTAL			423

Fuente: PUNISH

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

- **Construcción del aireador de bandejas**

Tabla 39-3: Costo de la construcción del aireador de bandejas

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Adecuación del lugar para la construcción del aireador en bandejas			
Mano de Obra	4 días	30	240
Barras	2	30	60
Palas	2	15	30
Construcción del aireador de bandejas			
Cemento	10	7.50	75
Ripio y arena		20	20
Varillas (8mm)	8	10	80
Alambre de amarre	10 metros	1.15	11.50
Tablas	16	3	48
Palas	2	15	30
Bandejas de aluminio	6	25	150
Pilares para las bandejas	4	50	200
TOTAL			933

Fuente: PUNISH

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

- **Construcción del filtro de carbón activado y grava**

Tabla 40-3: Costo de la construcción del filtro de carbón activado y grava

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Adecuación del lugar para la implantación del filtro			
Mano de Obra	4 días	30	240

Barras	2	30	60
Palas	2	15	30
Combo	2	18	36
Construcción del filtro de carbón activado y grava			
Filtro de carbón activado y grava	1	4650	2655
Carbón activado	10 Kg	5	50
Grava	1 saco	8	8
TOTAL			3079

Fuente: WATERPOUR

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

- **Accesorios para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales**

Tabla 41-3: Costo de los accesorios para la implementación de la planta

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Accesorios			
Bombas Ecológicas Aqua Medic Ocean Runner	2	209.95	419.90
Tanques de almacenamiento 2500 L Rotoplas	2	310.68	621.36
Tubos	10	8	80
TOTAL			1121.26

Fuente: WATERPOUR; ROTOPLAS

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

- **Presupuesto total de implementación**
-

Tabla 42-3: Costo total de la implementación de la planta

DESCRIPCIÓN	COSTO

Canal de entrada y macrotamiz	423
Aireador de bandejas	933
Filtro de carbón activado y grava	3079
Accesorios	1121.26
TOTAL	5556.26

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

3.6 Planos

Se presenta una serie de planos para presentar la planta de tratamiento de aguas residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos.

Tabla 43-3: Planos de la Planta de Tratamiento

DESCRIPCIÓN	PLANOS
PTAR diseñada	1 de 7
PTAR vista isométrica	2 de 7
Canal de entrada provisto de macrotamiz	3 de 7
Tanque de almacenamiento	4 de 7
Aireador de bandejas	5 de 7
Tanque de almacenamiento	6 de 7
Filtro de carbón activado y grava	7 de 7

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

CONCLUSIONES

- La Hilandería Cabezas e Hijos realizan 7 descargas diarias dirigidas al sistema de alcantarillado del cantón Guano, las mismas que presentan un caudal promedio de agua residual de 30660 L/d.
- Una vez realizada la caracterización físico- química del agua residual de la Hilandería Cabezas e Hijos, se determinó un caudal de diseño de 30.66 m³/d, de igual forma los parámetros analizados a nivel de laboratorio abordaron que algunos se encuentran fuera de los límites permisibles de la normativa ambiental vigente, siendo los de mayor importancia para el diseño, se encontró valores como la DBO con 904 mg/L, DQO con 1900 mg/L, tensoactivos con 2,14 y color con 233 Unit Pt Co.
- Una vez que se obtuvo los resultados de laboratorio se pudo determinar que la BDO, DQO, tensoactivos y color se encuentran fuera de los límites máximos permisibles establecidos por TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 11.
- El sistema de tratamiento de aguas residuales para la Hilandería Cabezas e Hijos consta de los siguientes procesos: un canal de llegada provisto de un pretratamiento de un macrotamiz de 0.2 mm, continúa con un tratamiento de aireación por bandejas y por último tenemos un filtro compuesto de carbón activado y grava como medios filtrantes.
- Para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Hilandería Cabezas e Hijos, se evaluó los posibles impactos ambientales al momento de su construcción, obteniendo como valor de afectación -16, lo que indica un impacto de valoración negativa baja, es decir la incidencia en la implementación del proyecto no es mayor, en tal virtud no requiere de medidas correctivas, puesto que los impactos negativos se corregirán por sí solos a corto plazo. La presencia del personal en la obra así como su construcción son las actividades que generan mayor impacto, puesto que el factor más vulnerable es el suelo, mientras tanto la generación de empleo en la fase de construcción genera impacto positivo alto, lo cual indica la factibilidad para la población beneficiada.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a la Hilandería Cabezas e Hijos puesto que se cumplirá con los objetivos 3 y 7 del Plan Nacional del Buen Vivir, garantizando de esta forma la sustentabilidad ambiental
- Para la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales es necesario realizar la actualización de los precios, puesto que estos pueden aumentar ya sea en el costo de los materiales, maquinaria y mano de obra a utilizar.

BIBLIOGRAFÍA

CRITES, Ron., & TCHOBANOGLOUS, George. Tratamiento de Aguas Residuales en pequeñas poblaciones. 6ª.ed., Bogotá-Colombia. McGraw-Hill. 2000. pp. 14-36

METCALF, EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización. 3a.ed. Madrid –España. McGrawHill. 1995. pp.156-160

RAMALHO, Ricardo. Tratamiento de aguas residuales. 2a ed. Barcelona-España. Editorial Reverté S.A.1 996. pp. 193-201.

ROMERO, Jairo. Purificación del agua., 2a.ed. Editorial Nomos S.A. Bogotá-Colombia. 2006. pp. 56-67-76-83.

AGUAS RESIDUALES

<http://es.scribd.com/doc/47816032/DEFINICION-AGUAS-RESIDUALES-1#scribd>
2015-05-13

CEPEDA BARRENO, Pamela Lizbeth. Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales para el subsistema cosmopolita, cantón Baños – Tungurahua (**TESIS**) (Ingeniera en Biotecnología Ambiental) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador.2014.pp. 3-15

COLOMBIA, REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS 2000. Bogotá, D.C. Colombia. 2000. pp. 24-28

http://cra.gov.co/apcafiles/37383832666265633962316339623934/5._Sistemas_de_potabilizacion.pdf
2015-06-26

DICCIONARIO DE QUÍMICA Y PRODUCTOS QUÍMICOS

<http://www.elaguapotable.com/Manual%20del%20carb%C3%B3n%20activo.pdf>
2015-06-21

ECUADOR, GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUANO. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Guano-Ecuador. G.A.D.M.GUANO. 2015. pp. 75-89

FUNDAMENTOS TÉCNICOS PARA EL MUESTREO Y ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES

http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/fundamentos_tecnicos.pdf

2015-05-26

NARVÁEZ HERNÁNDEZ, Mauricio Byron. Diseño de un sistema de potabilización a partir de aguas subterráneas, para la planta los Álamos de la ciudad de Francisco de Orellana (**TESIS**) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ingeniería Química. Riobamba, Ecuador.2010. pp. 63-65

RODRÍGUEZ, F., & Molina, M. El carbón activado en procesos de descontaminación. Universidad de Alicante-España, Departamento de Química Inorgánica. pp.163-165
<http://www.icp.csic.es/cyted/Monografias/Monografias2001/A5-163.pdf>

2015-06-23

SUÁRES H, S. Filtros de carbón activado. (**TESIS**). Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela de Ingeniería Química. Quito- Ecuador.2014, pp.44-46

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8492/3/CD-5737.pdf>

2015-06-24

TEXTO UNIFICADO DELEGISLACIÓN SECUNDARIA LIBRO VI ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DEDESCARGAS DE EFLUENTES: SISTEMA DE ALCANTARILLADO, 2003

<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/TEXTO-UNIFICADO-LEGISLACION-SECUNDARIA-MEDIO-AMBIENTE.pdf>

2015-06-27

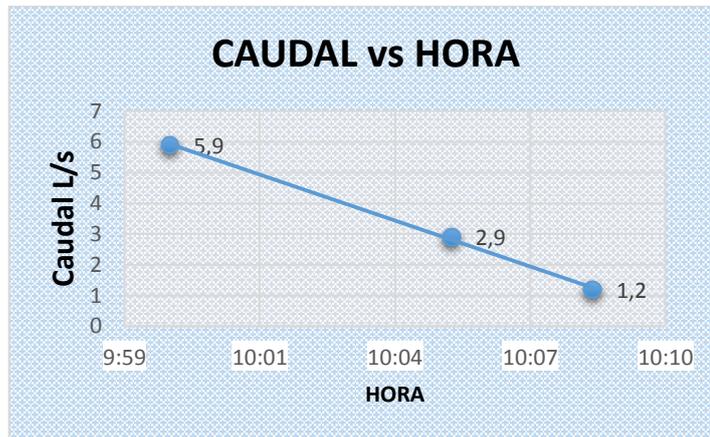
ANEXOS

Anexo A: Resultados de la medición de caudal

Resultados de la medición del caudal de la descarga 1-Día 1

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
10:00	2124	360	5,9
10:06	522	180	2,9
10:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



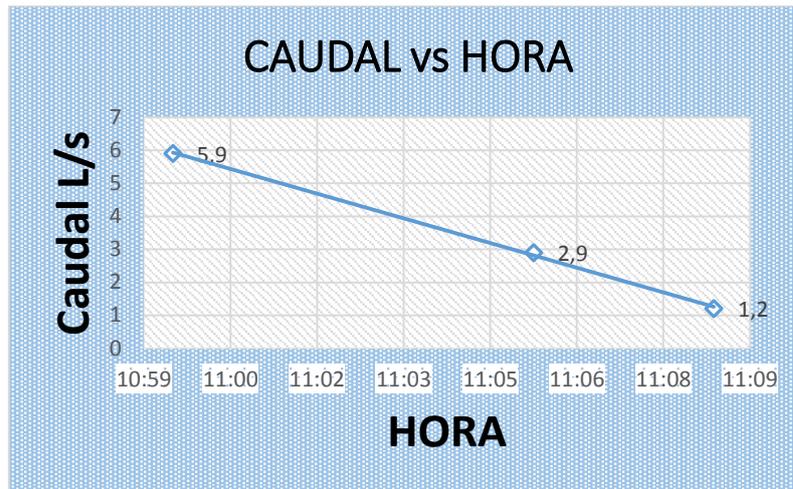
Variación del caudal descarga 1- día 1

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 2-Día 1

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
11:00	2124	360	5,9
11:06	522	180	2,9
11:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



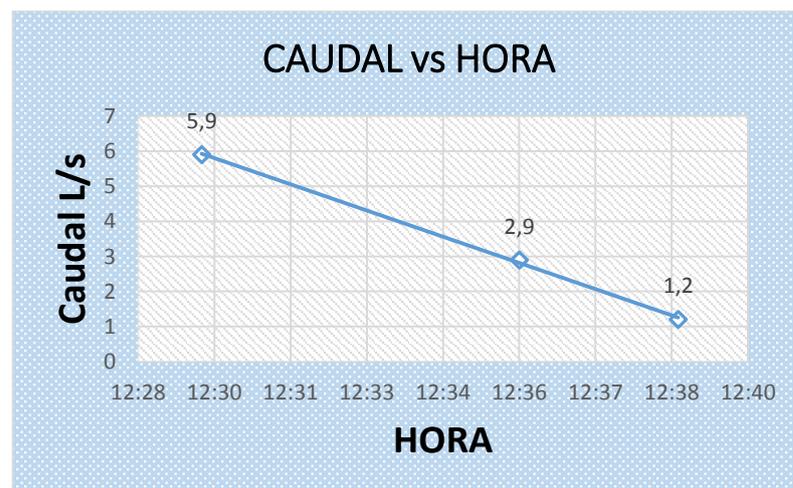
Variación del caudal descarga 2- día 1

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 3-Día 1

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
12:30	2124	360	5,9
12:36	522	180	2,9
12:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



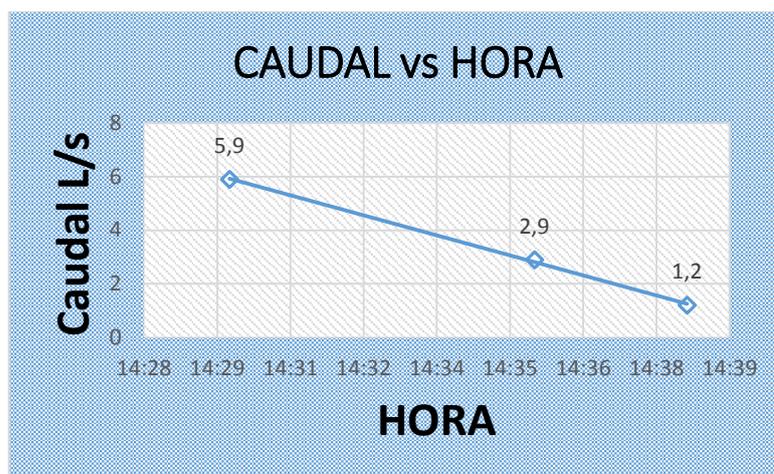
Variación del caudal descarga 3- día 1

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 4-Día 1

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
14:30	2124	360	5,9
14:36	522	180	2,9
14:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



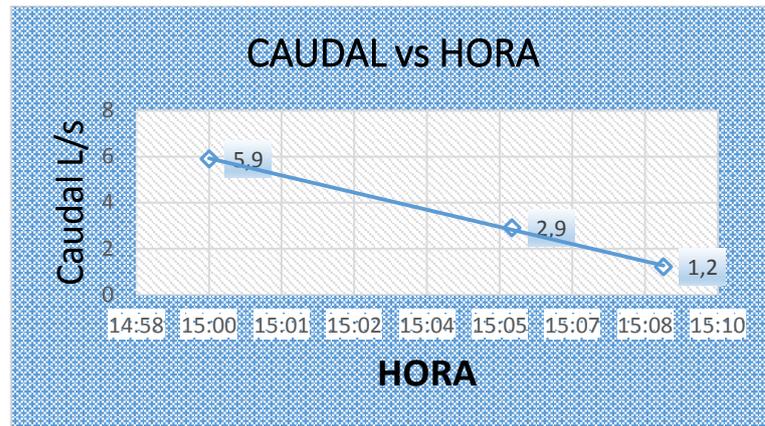
Variación del caudal descarga 4- día 1

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 5-Día 1

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:00	2124	360	5,9
15:06	522	180	2,9
15:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



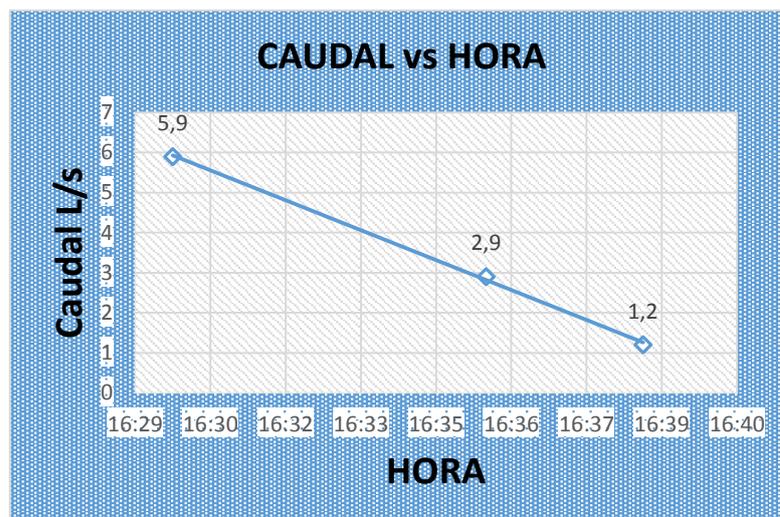
Variación del caudal descarga 5- día 1

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 6-Día 1

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
16:30	2124	360	5,9
16:36	522	180	2,9
16:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



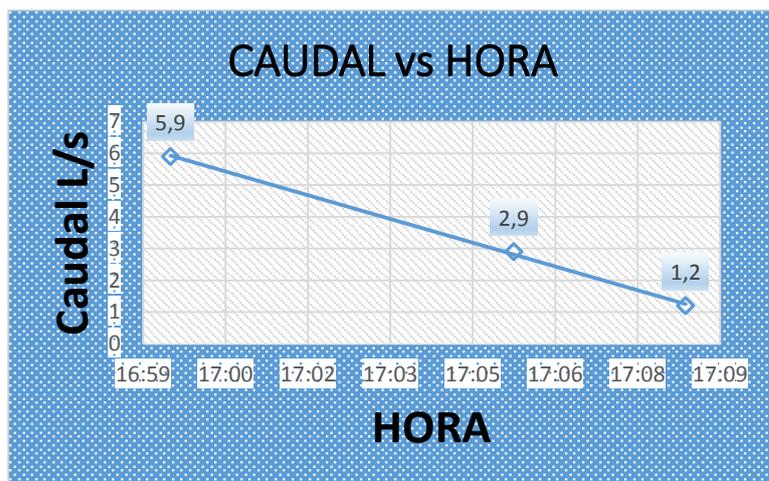
Variación del caudal descarga 6- día 1

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 7-Día 1

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
17:00	2124	360	5,9
17:06	522	180	2,9
17:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



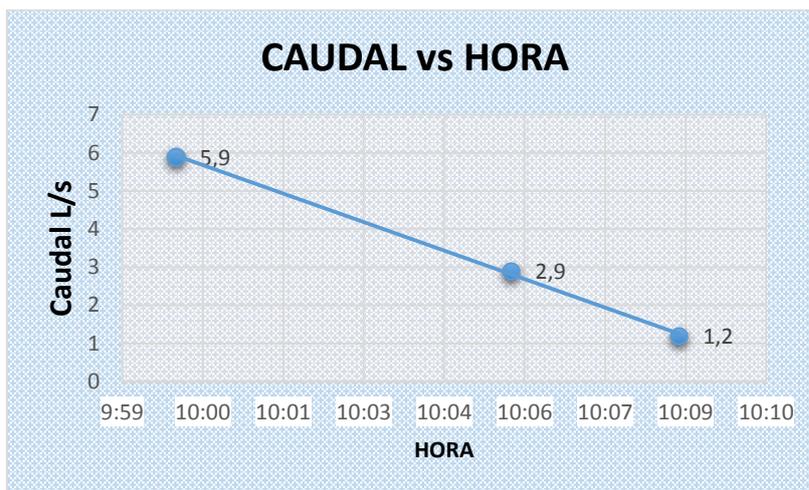
Variación del caudal descarga 7- día 1

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 1-Día 2

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
10:00	2124	360	5,9
10:06	522	180	2,9
10:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



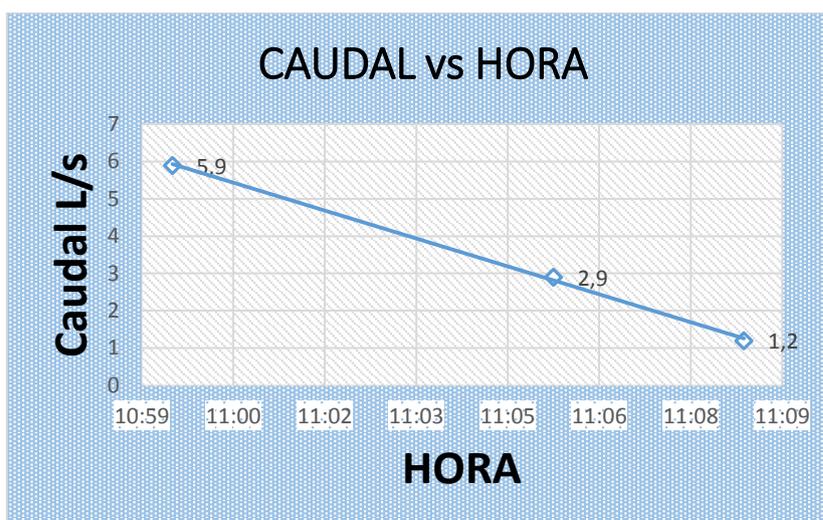
Variación del caudal descarga 1- día 2

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 2-Día 2

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
11:00	2124	360	5,9
11:06	522	180	2,9
11:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



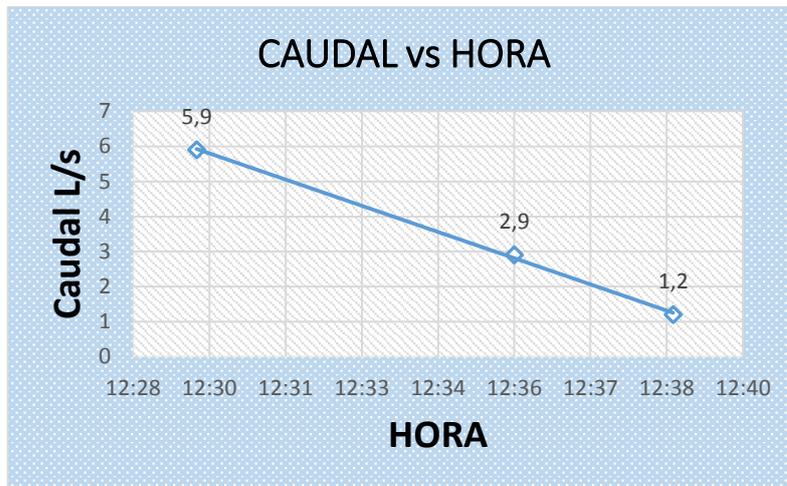
Variación del caudal descarga 2- día 2

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 3-Día 2

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
12:30	2124	360	5,9
12:36	522	180	2,9
12:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



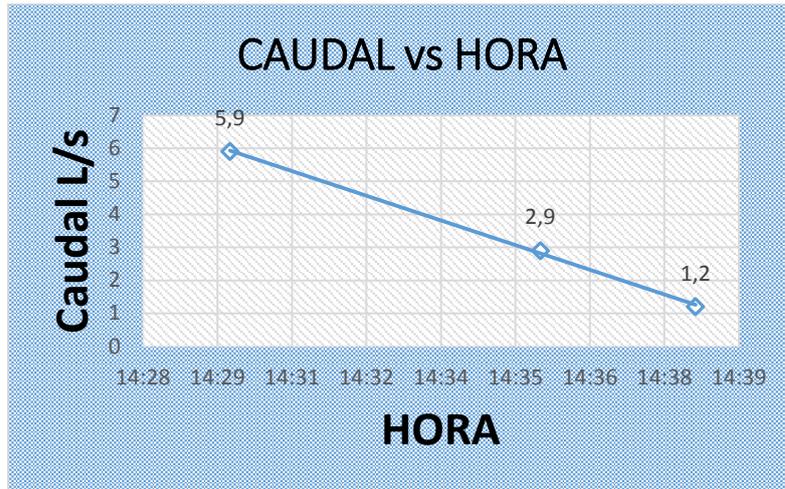
Variación del caudal descarga 3- día 2

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 4-Día 2

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
14:30	2124	360	5,9
14:36	522	180	2,9
14:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

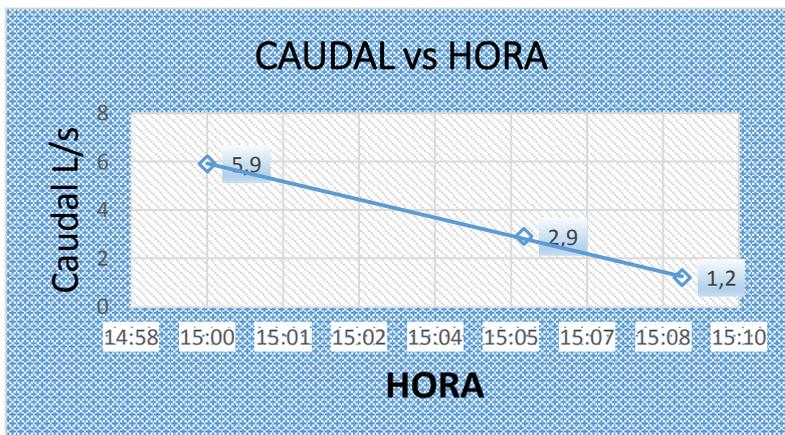


Variación del caudal descarga 4- día 2
Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 5-Día 2

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:00	2124	360	5,9
15:06	522	180	2,9
15:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

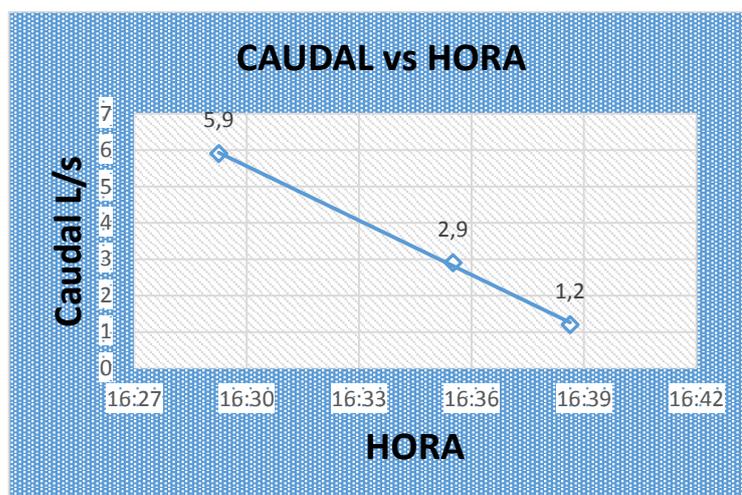


Variación del caudal descarga 5- día 2
Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 6-Día 2

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
16:30	2124	360	5,9
16:36	522	180	2,9
16:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



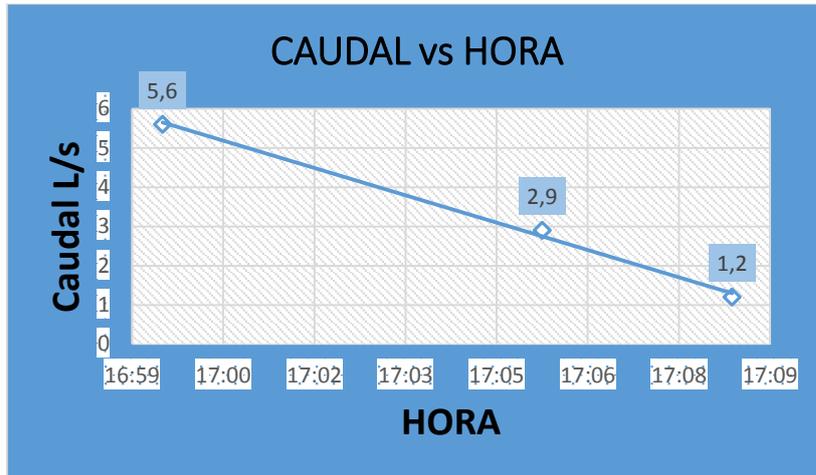
Variación del caudal descarga 6- día 2

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 7-Día 2

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
17:00	2124	360	5,6
17:06	522	180	2,9
17:09	216	180	1,2
TOTAL			9,7

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

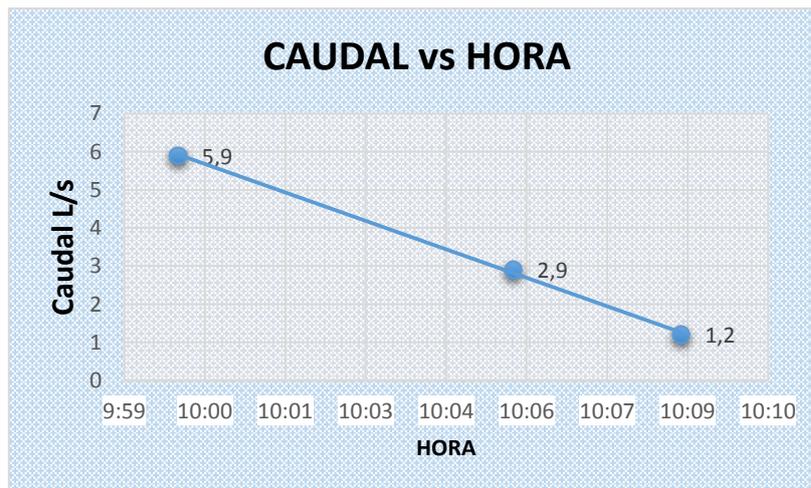


Variación del caudal descarga 7- día 2
 Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 1-día 3

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
10:00	2124	360	5,9
10:06	522	180	2,9
10:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

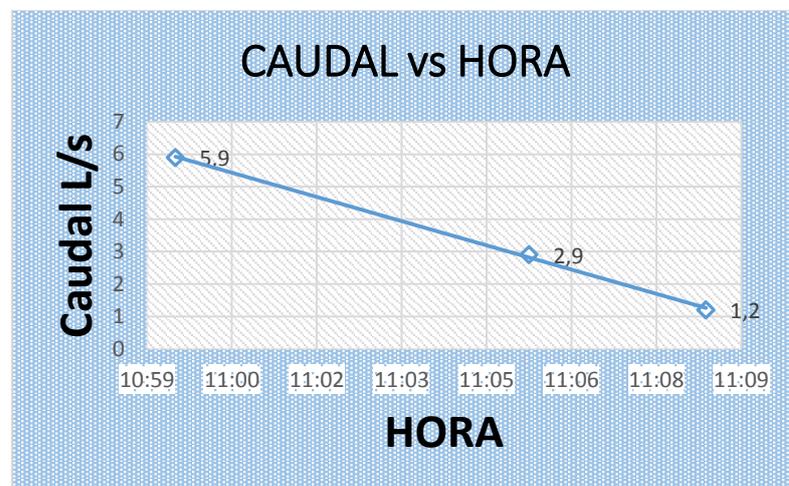


Variación del caudal descarga 1- día 3
 Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 2-Día 3

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
11:00	2124	360	5,9
11:06	522	180	2,9
11:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



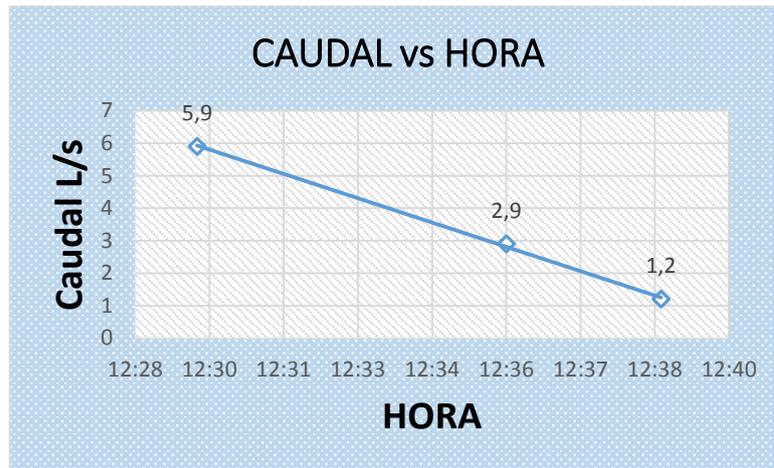
Variación del caudal descarga 2- día 3

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 3-Día 3

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
12:30	2124	360	5,9
12:36	522	180	2,9
12:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

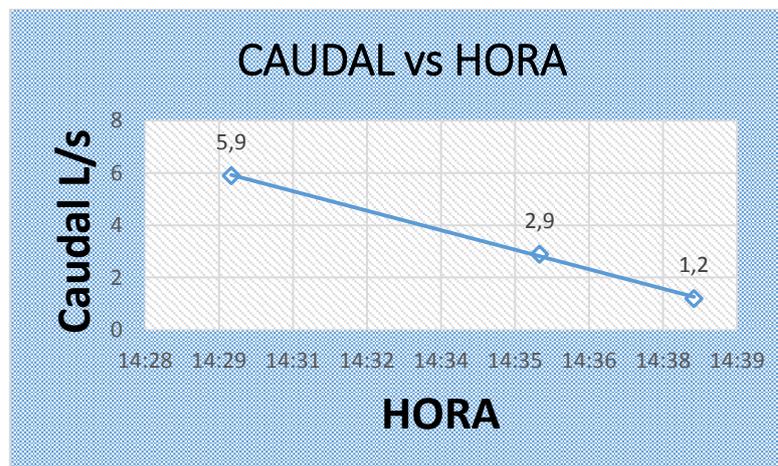


Variación del caudal descarga 3- día 3
 Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 4-Día 3

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
14:30	2124	360	5,9
14:36	522	180	2,9
14:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

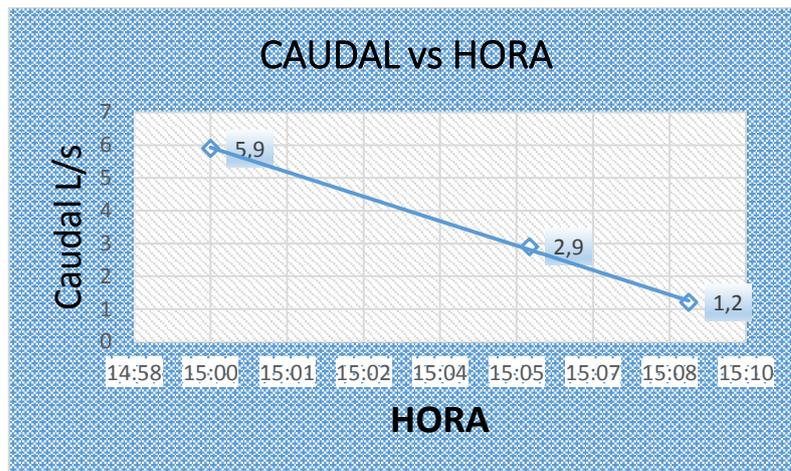


Variación del caudal descarga 4- día 3
 Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 5-día 3

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:00	2124	360	5,9
15:06	522	180	2,9
15:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



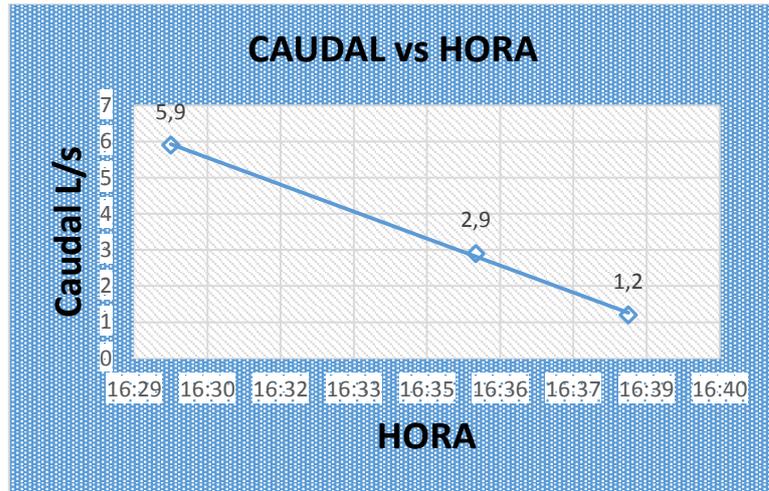
Variación del caudal descarga 5- día 3

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 6-Día 3

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
16:30	2124	360	5,9
16:36	522	180	2,9
16:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

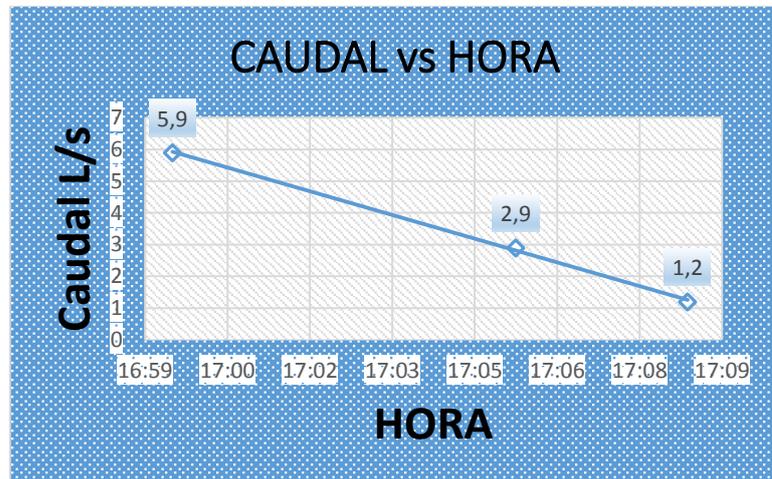


Variación del caudal descarga 6- día 3
 Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 7-Día 3

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
17:00	2124	360	5,9
17:06	522	180	2,9
17:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

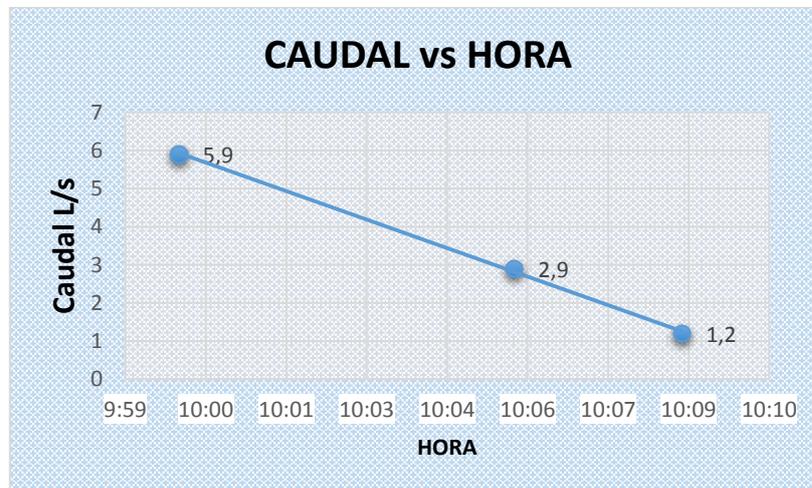


Variación del caudal descarga 7- día 1
 Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 1-día 4

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
10:00	2124	360	5,9
10:06	522	180	2,9
10:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



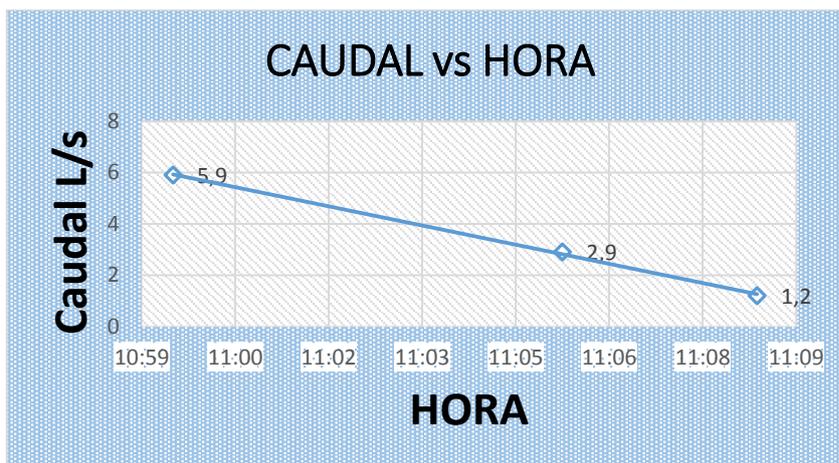
Variación del caudal descarga 1- día 4

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 2-Día 4

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
11:00	2124	360	5,9
11:06	522	180	2,9
11:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



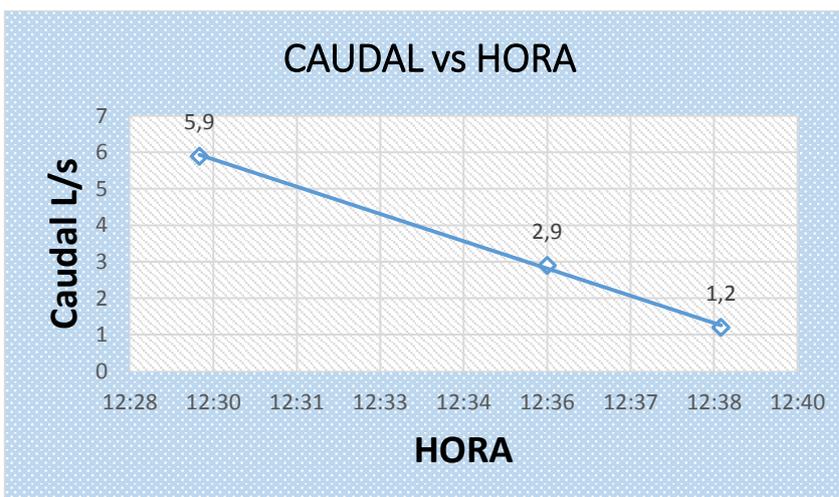
Variación del caudal descarga 2- día 4

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 3-Día 4

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
12:30	2124	360	5,9
12:36	522	180	2,9
12:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



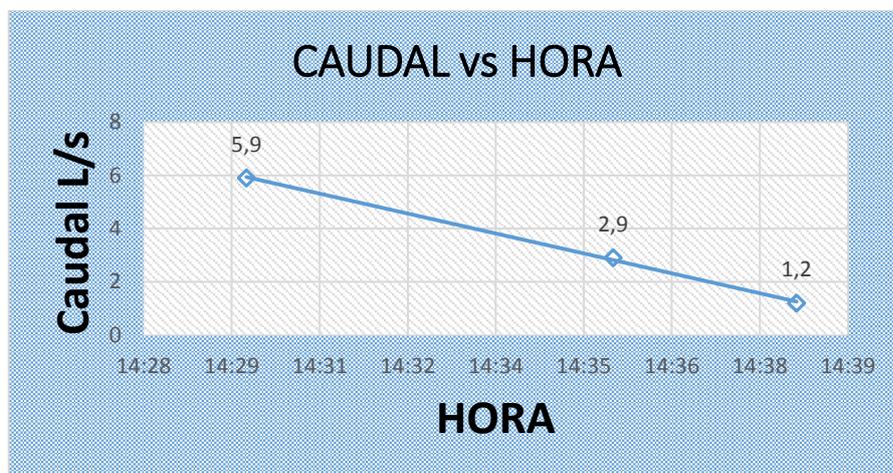
Variación del caudal descarga 3- día

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 4-Día 4

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
14:30	2124	360	5,9
14:36	522	180	2,9
14:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



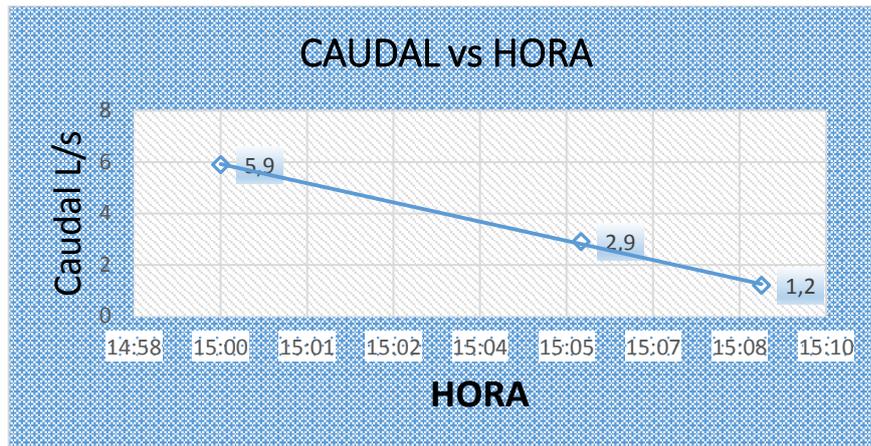
Variación del caudal descarga 4- día 4

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 5-día 4

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:00	2124	360	5,9
15:06	522	180	2,9
15:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



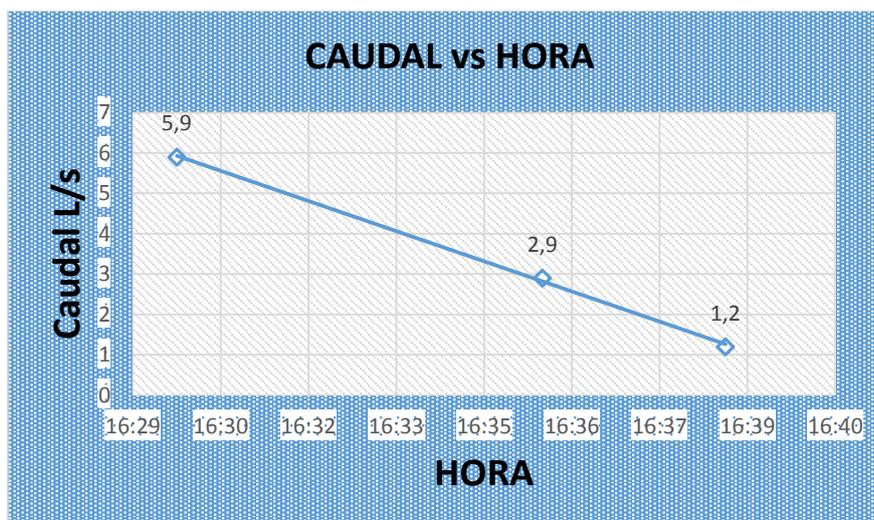
Variación del caudal descarga 5- día 4

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 6-Día 4

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
16:30	2124	360	5,9
16:36	522	180	2,9
16:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



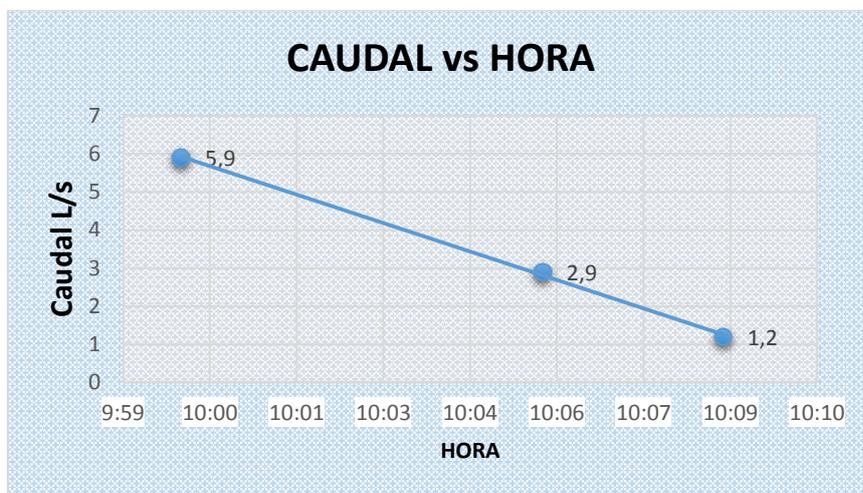
Variación del caudal descarga 6- día 4

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 1-día 5

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
10:00	2124	360	5,9
10:06	522	180	2,9
10:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



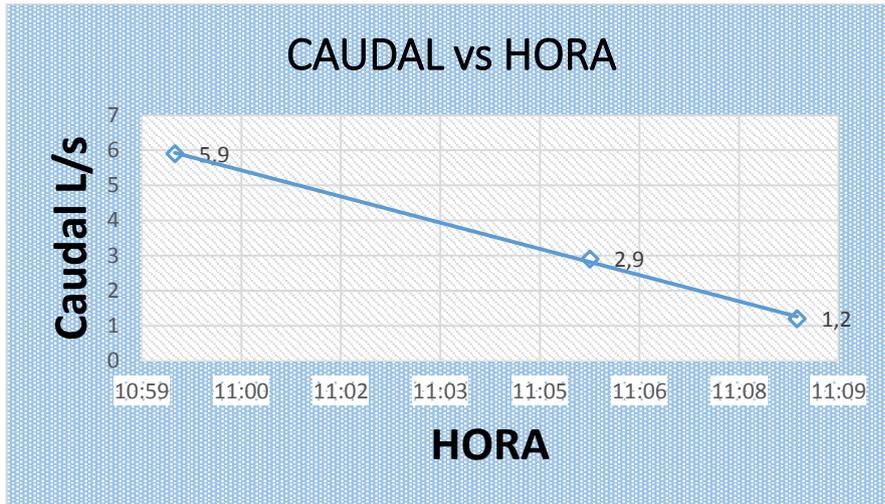
Variación del caudal descarga 1- día 5

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 2-Día 5

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
11:00	2124	360	5,9
11:06	522	180	2,9
11:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



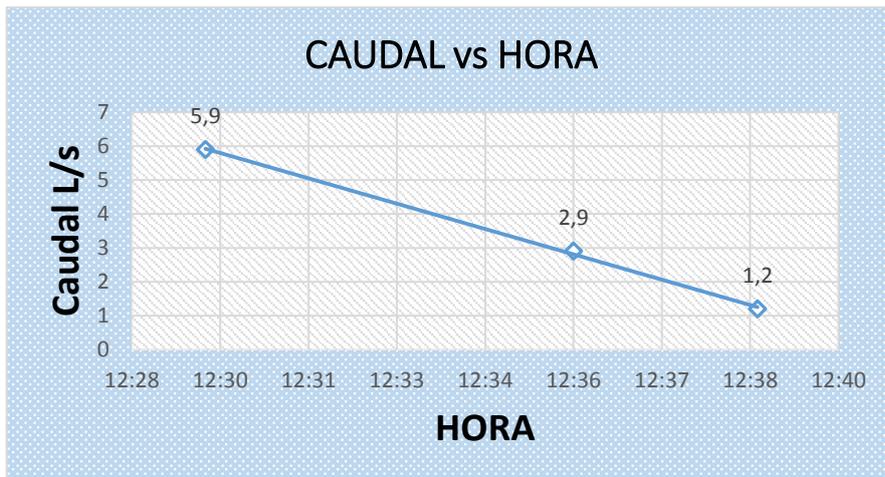
Variación del caudal descarga 2- día 5

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 3-Día 5

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
12:30	2124	360	5,9
12:36	522	180	2,9
12:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



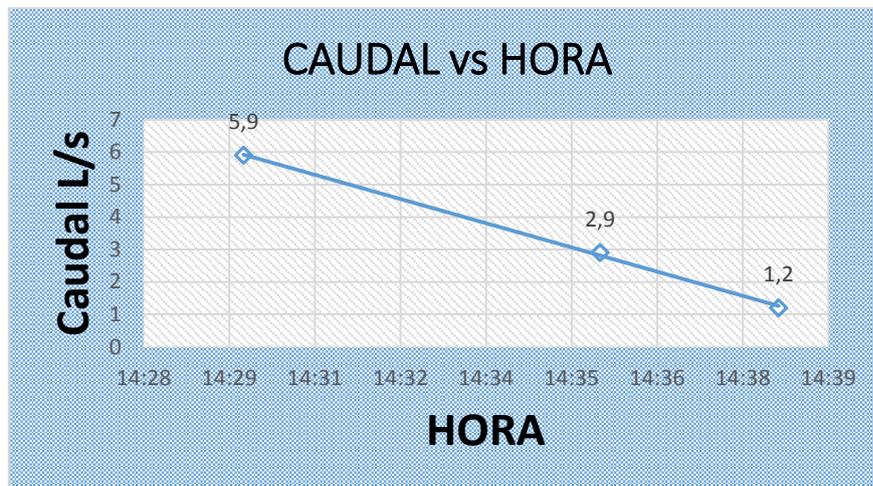
Variación del caudal descarga 3- día 5

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 4-Día 5

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
14:30	2124	360	5,9
14:36	522	180	2,9
14:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



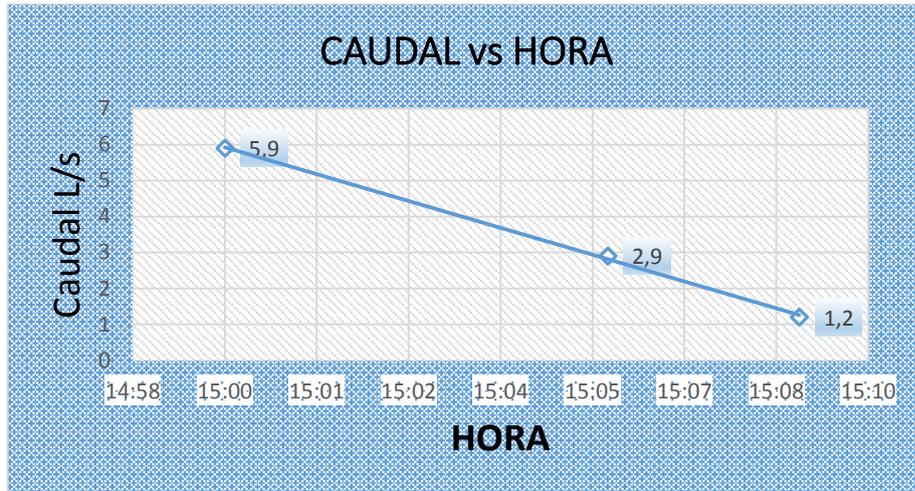
Variación del caudal descarga 4- día 5

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 5-día 5

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
15:00	2124	360	5,9
15:06	522	180	2,9
15:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



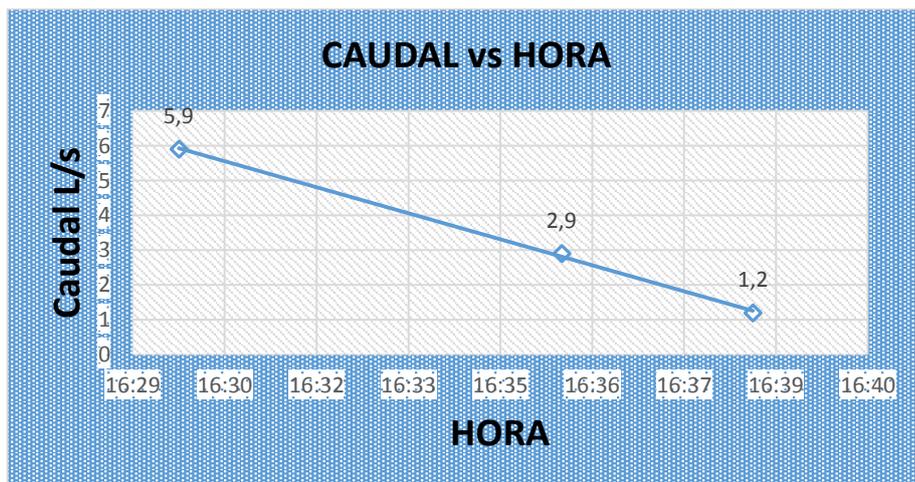
Variación del caudal descarga 5- día 5

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 6-Día 4

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
16:30	2124	360	5,9
16:36	522	180	2,9
16:39	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



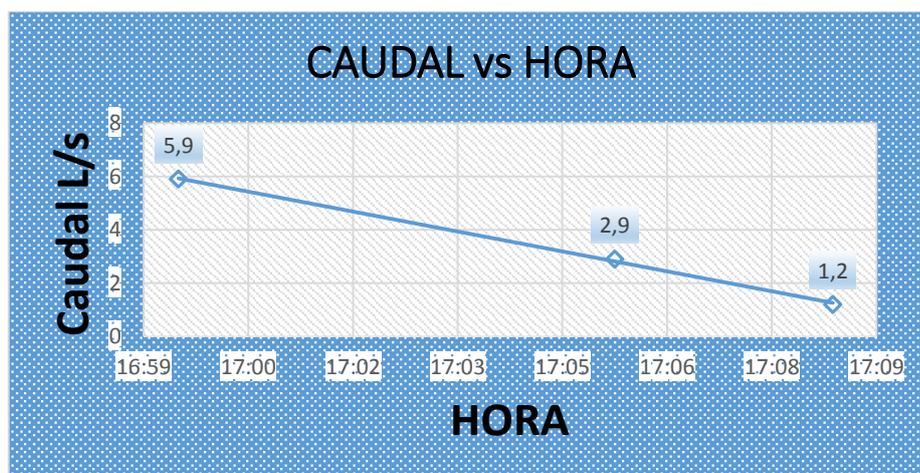
Variación del caudal descarga 6- día 4

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Resultados de la medición del caudal de la descarga 7-Día 5

HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)
17:00	2124	360	5,9
17:06	522	180	2,9
17:09	216	180	1,2
TOTAL			10

Realizado por: PALLMAY.M, 2015



Variación del caudal descarga 7- día 5

Realizado por: PALLMAY.M, 2015

Anexo B: Resultados de la caracterización del agua residual sin tratar



SGC

TECNOLÓGICA AMBIENTAL**LABORATORIO DE ANÁLISIS
AMBIENTAL E INSPECCIÓN**Panamericana Sur Km. 1 ½
Telefax: (03) 3013183
ESPOCH (FACULTAD DE CIENCIAS)
RIOBAMBA - ECUADORLABORATORIO DE
ENSAYOS
N° OAE LE 2C 06-008**INFORME DE ENSAYO No:**
ST:1912
763 - 14 ANÁLISIS DE AGUAS**Nombre Peticionario:**
Atn.
Dirección:HILANDERIA CABEZAS E HIJOS
Sr. Oswaldo Cabezas Altamirano
Guano, Juan Velásquez y García Moreno**FECHA:**
NUMERO DE MUESTRAS:
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:
FECHA DE MUESTREO:
FECHA DE ANÁLISIS:
TIPO DE MUESTRA:
CÓDIGO LAB-CESTTA:
CÓDIGO DE LA EMPRESA:
PUNTO DE MUESTREO:
ANALISIS SOLICITADO:
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:20 de Octubre del 2014
1
2014/10/09 - 14:30
2014/10/09 - 10:52
2014/10/09 - 2014/10/20
Descarga
LAB-A 1884-14
A-1
Agua de Lavado 17M 763843/9822086
Físico- Químico
Fernando Vásquez
T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	6,15	±0,10	5-9
Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 Standard Methods No. 5540 C	mg/L	2,14	±7%	2,0
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	>1500	±5%	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	904	±15%	250
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 Standard Methods No. 5520 B	mg/L	39,7	±4%	100
*Caudal	Volumétrico	L/s	0,55	-	1,5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.

ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Marilú Pallmay Totoy

Fecha de Análisis: 23 de junio de 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 29 de junio de 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial. Agua Cruda (Muestra 1)

Localidad: Hilandería Cabezas- Cantón Guano

Análisis Químico

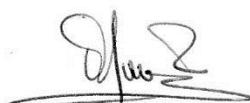
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	2.19
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B		337
Turbiedad	UNT	2130-B		7.79
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	1900
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	904
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	< 1
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	220	< 1
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	< 1
Color				233

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Marilú Pallmay Totoy

Fecha de Análisis: 23 de junio de 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 29 de junio de 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial. Agua Cruda (Muestra 2)

Localidad: Hilandería Cabezas- Cantón Guano

Análisis Químico

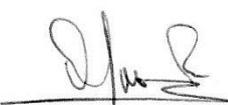
Determinaciones	Unidades	*Método	**Limites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	2.19
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B		337
Turbiedad	UNT	2130-B		7.79
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	1900
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	904
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	< 1
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	220	< 1
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	< 1
Color				263

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

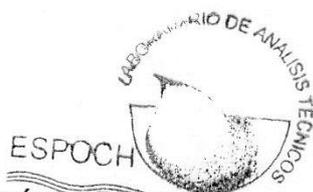
Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Marilú Pallmay Totoy

Fecha de Análisis: 23 de junio de 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 29 de junio de 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial. Agua Cruda (Muestra3)

Localidad: Hilandería Cabezas- Cantón Guano

Análisis Químico

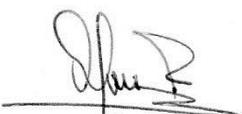
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	2.19
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B		337
Turbiedad	UNT	2130-B		7.79
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	1900
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	904
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	< 1
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	220	< 1
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	< 1
Color				238

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

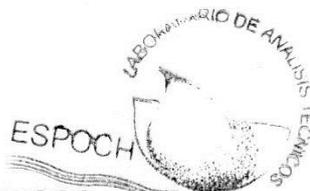
Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Marilú Pallmay Totoy

Fecha de Análisis: 23 de junio de 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 29 de junio de 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial. Agua Cruda (Muestra4)

Localidad: Hilandería Cabezas- Cantón Guano

Análisis Químico

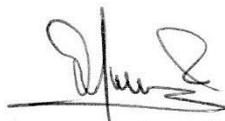
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	2.35
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B		337
Turbiedad	UNT	2130-B		7.79
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	1900
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	904
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	< 1
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	220	< 1
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	< 1
Color				226

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Marilú Pallmay Totoy

Fecha de Análisis: 23 de junio de 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 29 de junio de 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial. Agua Cruda (Muestra5)

Localidad: Hilandería Cabezas- Cantón Guano

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	2.17
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B		337
Turbiedad	UNT	2130-B		7.79
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	1900
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	904
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	< 1
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	220	< 1
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	< 1
Color				230

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



Anexo C: Resultados del agua tratada con aireación

ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Marilú Pallmay Totoy

Fecha de Análisis: 23 de junio de 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 29 de junio de 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial Tratada- Aireación

Localidad: Hilandería Cabezas- Cantón Guano

Análisis Químico

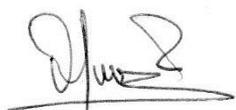
Determinaciones	Unidades	*Método	**Limites	Resultados
pH	Und.	4500-B	5-9	2.69
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B		236
Turbiedad	UNT	2130-B		7.81
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	490
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	234
Sólidos Sedimentables	MI/L	2540-F	20	< 1
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	220	< 1
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	< 1
Color				128

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

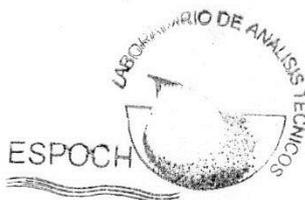
**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



Anexo D: Resultados del agua tratada con el filtro de carbón activado y grava

ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Marilú Pallmay Totoy

Fecha de Análisis: 22 de julio de 2015

Fecha de Entrega de Resultados: 22 de julio de 2015

Tipo de muestras: Agua Residual Industrial Tratada- Filtro de carbón activado y arena

Localidad: Hilandería Cabezas- Cantón Guano

Análisis Químico

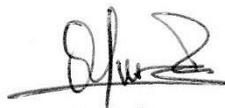
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Ph	Und.	4500-B	5-9	2.37
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B		238
Turbiedad	UNT	2130-B		7.87
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	490
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	32.8
Sólidos Sedimentables	mL/L	2540-F	20	< 1
Sólidos en Suspensión	mg/L	2540-D	220	< 1
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	< 1
Color				28

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

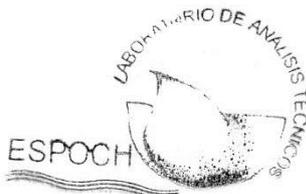
**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS



Anexo E: Fotos de los procesos que se realizan en la Hilandería Cabezas e Hijos.

Cardada de la lana



Hilado de la lana



Madejada del hilo



Cardadora de hilo



Anexo F: Diseño del filtro de carbón activado y grava a escala de laboratorio

Color del agua aireada



Estabilización del Filtro de carbón activado



Filtro de carbón activado y grava



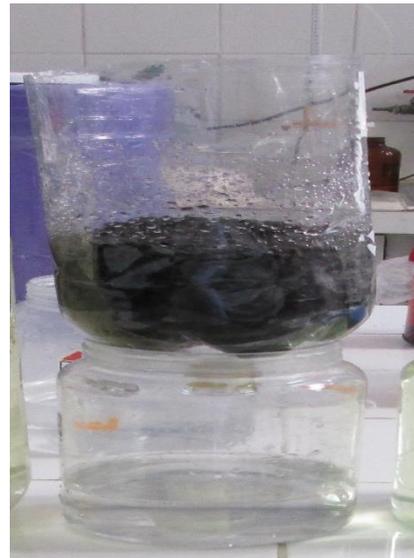
Filtro de carbón activado vs Aireación



Agua cruda vs agua tratada



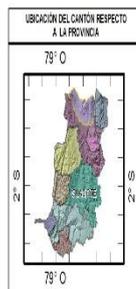
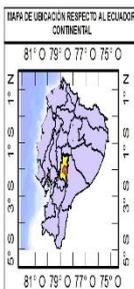
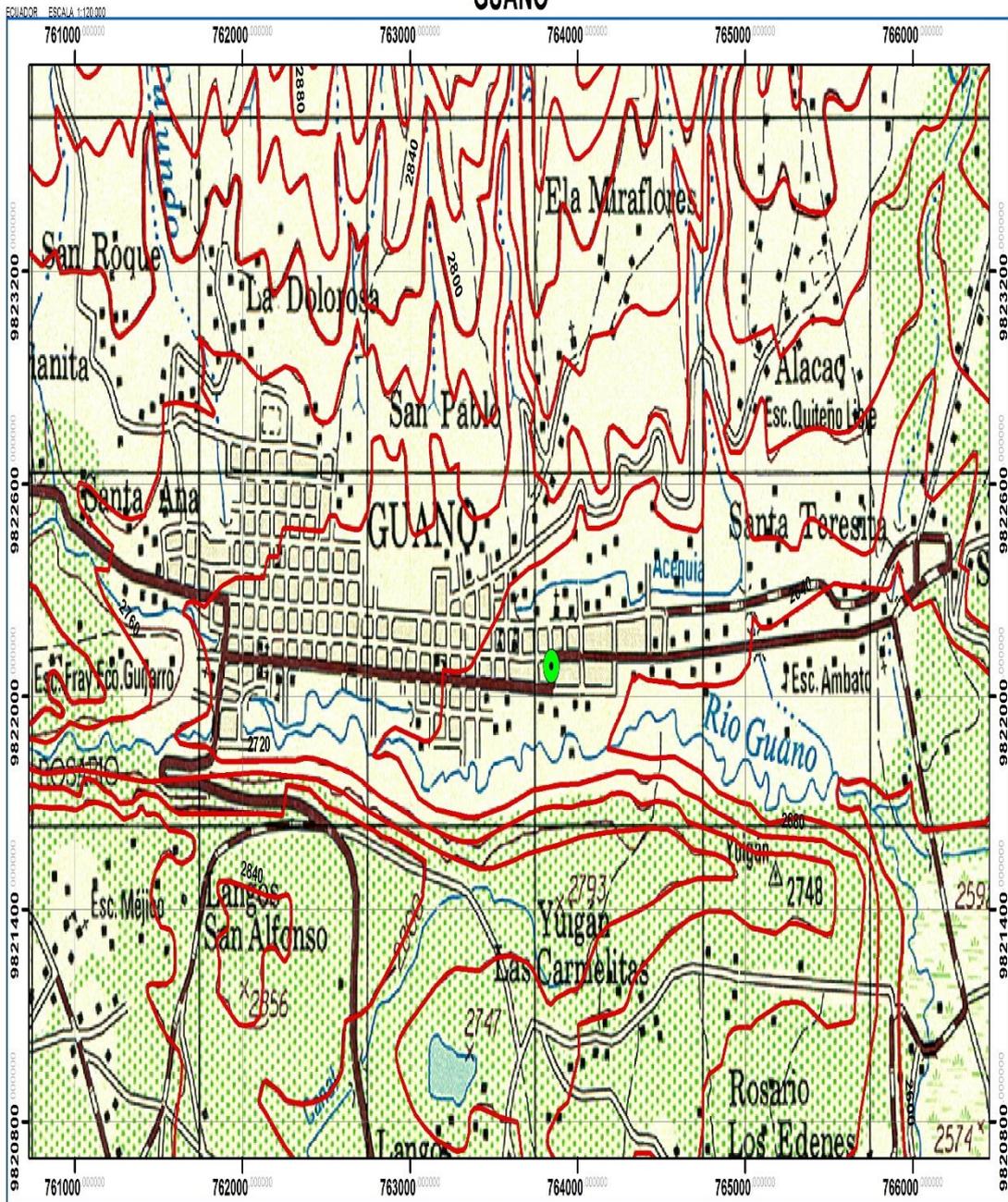
Agua tratada



ANEXO G

PLANIMETRÍA

GUANO



Sistema de Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)
 Elipsoide: Datum Horizontal Sistema Geodésico: Meridial WGS 84
 17 Sur
 Sistema de Proyección Vertical: Nivel medio de mar Estación Mareográfica la Libertad
 Provincia de Santa Elena año 1959



SIMBOLOGÍA

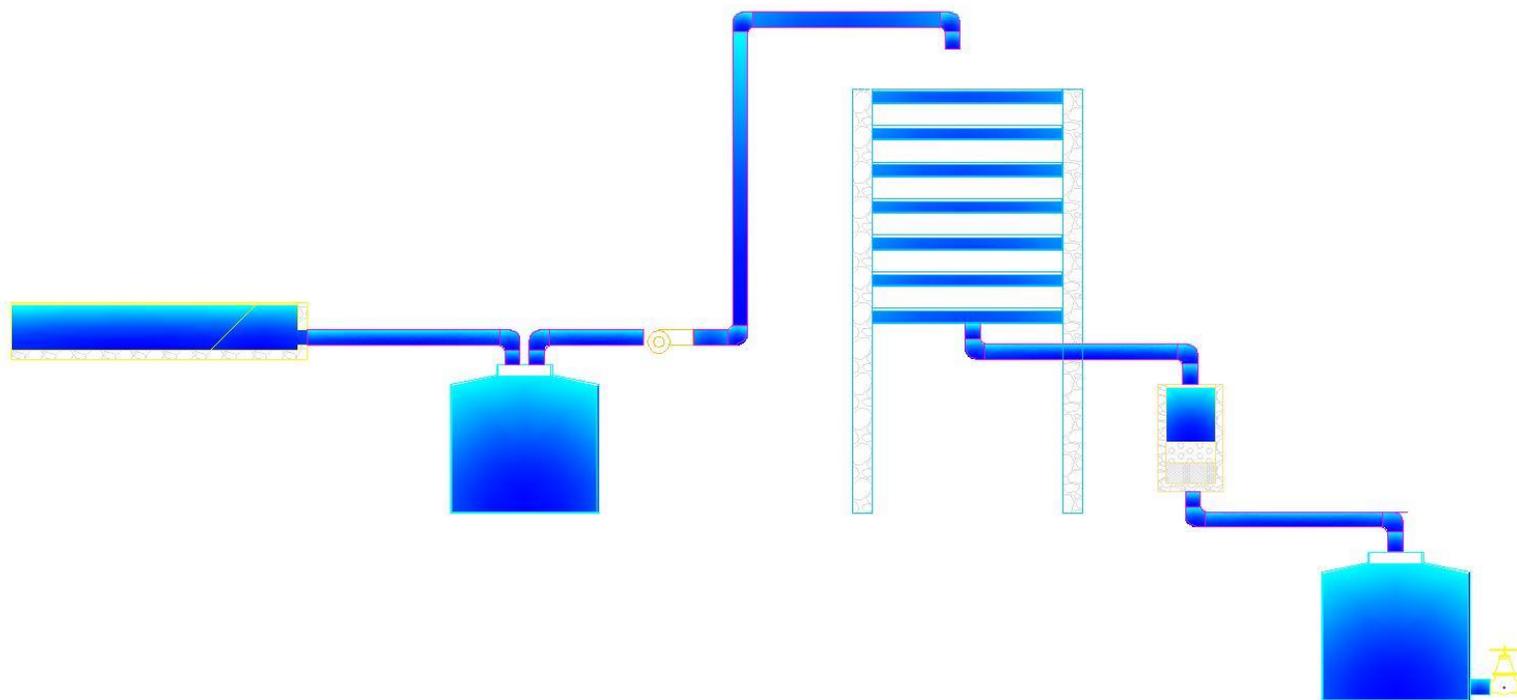
Leyenda

- EMPRESA
- CURVAS DE NIVEL GUANO

ESPOCH	ESCUELA
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL	
DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA HILANDERÍA CABEZAS E HIJOS DEL CANTÓN GUANO	
TEMA:	TOPOGRAFÍA DE LA EMPRESA
FUENTE:	FECHA: 02-06-2015
Cartografía Básica IIE, 2013. Escala 1:25000 GADM - S	ESCALA GRÁFICA: 1:22.038
	ESCALA DE TRABAJO: 1:25.000

ANEXO H

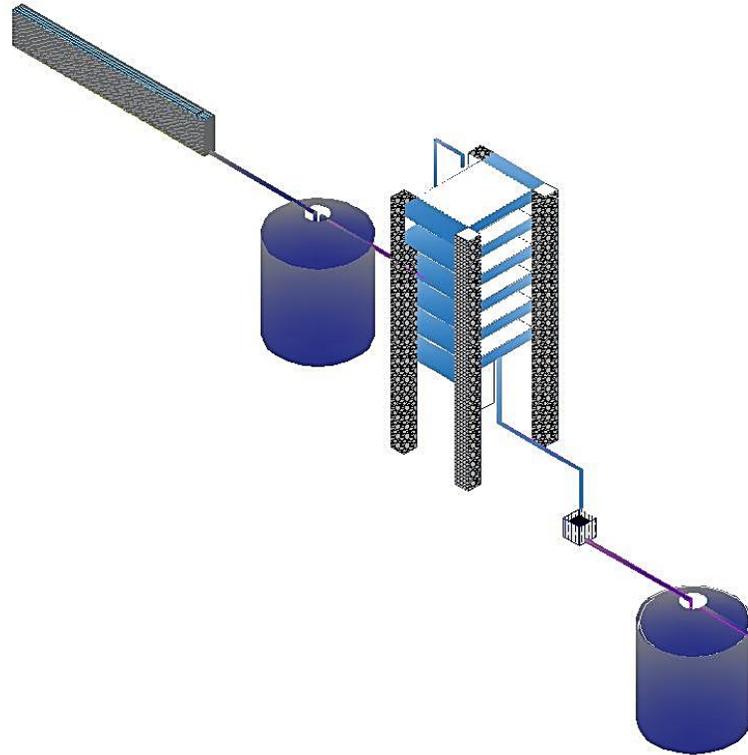
PLANOS



DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA HILANDERIA CABEZAS E HIJOS

PLANTA DE TRATAMIENTO DISEÑADA

TUTOR: Dr. Gerardo León Ch.	ASESOR: Ing. Juan Carlos González	REALIZADO POR: Marilú Elizabeth Pallmay Toley	
FECHA: Enero 2016	LOCALIZACIÓN: Chimborazo	Escala: 1:1	Lámina: 1 : 7



DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA HILANDERIA CABEZAS E HIJOS

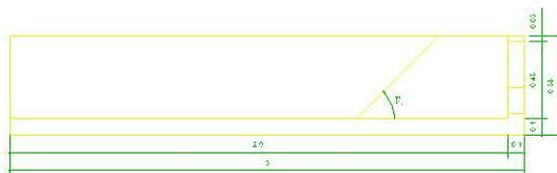
CONTIENE: PLANTA DE TRATAMIENTO DISEÑADA

TUTOR: Dr. Gerardo León Ch.	ASESOR: Ing. Juan Carlos González	REALIZADO POR: Marilú Elizabeth Pallmay Toloy	
FECHA: Enero 2016	LOCALIZACIÓN: Chimborazo	Escala: 1:1	Lámina: 2 / 7

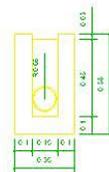
**CANAL DE ENTRADA
VISTA PLANTA**



**CANAL DE ENTRADA
CORTE A-A'**



**CANAL DE ENTRADA
CORTE B-B'**



MACROTAMIZ



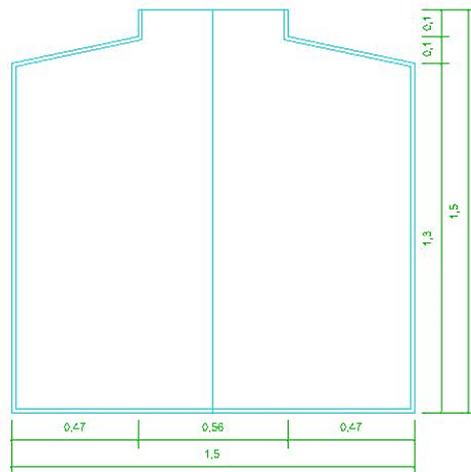
**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PARA LA HILANDERIA CABEZAS E HIJOS**

CONTIENE: CANAL DE ENTRADA

TUTOR: Dr. Gerardo León Ch.	ASESOR: Ing. Juan Carlos González	REALIZADO POR: Marilú Elizabeth Pallmay Toloy
FECHA: Enero 2016	LOCALIZACIÓN: Chimborazo	Escala: 1:1
		Lámina: 3 / 7

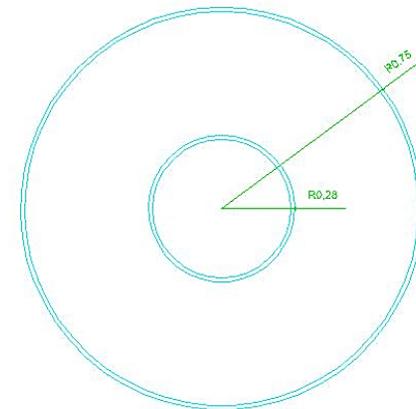
TANQUE DE ALMACENAMIENTO

CORTE A-A'



TANQUE DE ALMACENAMIENTO

VISTA PLANTA



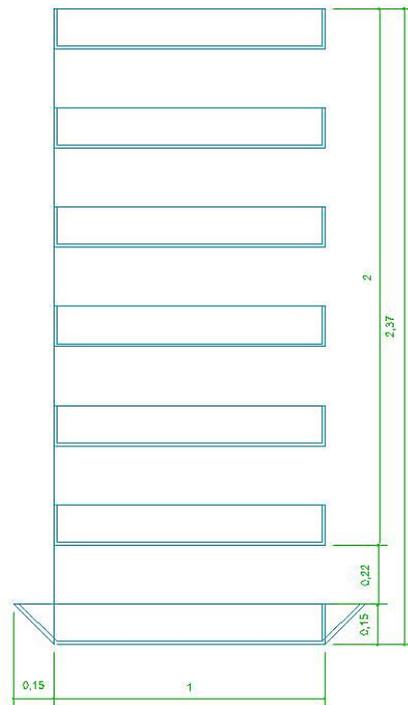
DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA HILANDERIA CABEZAS E HIJOS

CONTIENE: TANQUE DE ALMACENAMIENTO

TUTOR: Dr. Gerardo León Ch.	ASESOR: Ing. Juan Carlos González	REALIZADO POR: Marilú Elizabeth Pallmay Toloy	
FECHA: Enero 2016	LOCALIZACIÓN: Chimborazo	Escala: 1:1	Lámina: 4:7

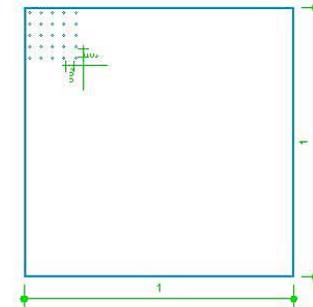
AIREADOR DE BANDEJAS

CORTE A-A'



AIREADOR DE BANDEJAS

VISTA PLANTA



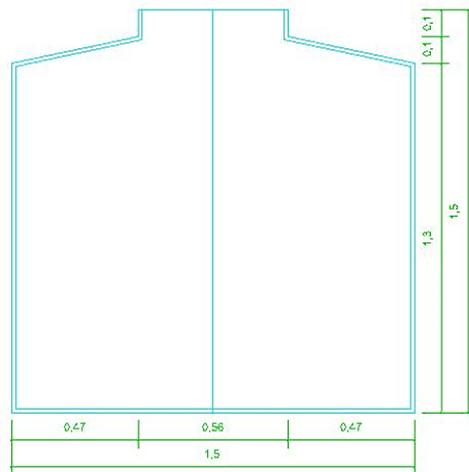
DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA HILANDERIA CABEZAS E HIJOS

CONTIENE: AIREADOR DE BANDEJAS

TUTOR: Dr. Gerardo León Ch.	ASESOR: Ing. Juan Carlos González	REALIZADO POR: Marilú Elizabeth Pallmay Toley	
FECHA: Enero 2016	LOCALIZACIÓN: Chimborazo	Escala: 1:1	Lámina: 5 / 7

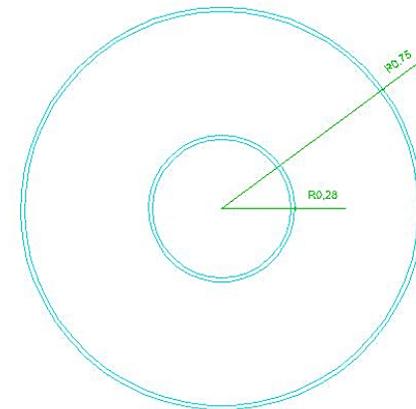
TANQUE DE ALMACENAMIENTO

CORTE A-A'



TANQUE DE ALMACENAMIENTO

VISTA PLANTA



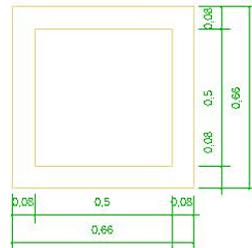
DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA HILANDERIA CABEZAS E HIJOS

CONTIENE: TANQUE DE ALMACENAMIENTO

TUTOR: Dr. Gerardo León Ch.	ASESOR: Ing. Juan Carlos González	REALIZADO POR: Marilú Elizabeth Pallmay Toloy	
FECHA: Enero 2016	LOCALIZACIÓN: Chimborazo	Escala: 1:1	Lámina: 6 / 7

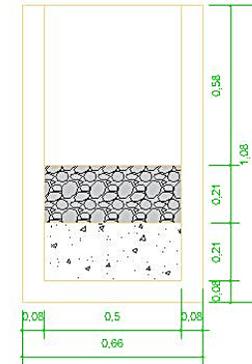
FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO Y GRAVA

VISTA PLANTA



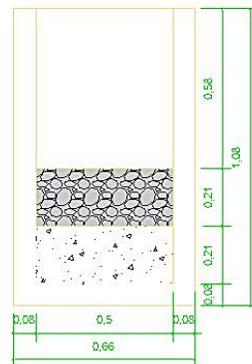
FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO Y GRAVA

CORTE A-A'



FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO Y GRAVA

CORTE A-A'



DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA HILANDERIA CABEZAS E HIJOS

CONTIENE: FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO Y GRAVA

TUTOR: Dr. Gerardo León Ch.	ASESOR: Ing. Juan Carlos González	REALIZADO POR: Marilú Elizabeth Pallmay Toloy	
FECHA: Enero 2016	LOCALIZACIÓN: Chimborazo	Escala: 1:1	Lámina: 7 : 7